



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL GENERAL
“DOCTOR DARIO FERNANDES FIERRO”
I.S.S.S.T.E.**

Asociación entre síntomas laringotraqueales y presión aplicada en el neumotaponamiento del tubo endotraqueal dentro de 24 horas postextubación en pacientes sometidos a cirugías electivas bajo intubación mecánica.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL:
TITULO DE ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA.

PRESENTA:
YESSICA RIVAS TOLEDO

ASESOR.

Dr. Juan José Espinoza Espinosa.

Ciudad Universitaria, CD. MX. 2023

Facultad de Medicina





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.

DEDICATORIA

El ingrediente secreto siempre es el amor.

Para todos a los que amo en este momento, gracias por convertir su amor en mi motor diario y mi más grande red de apoyo, nada de esto pasaría sin su amor.

INDICE DE CONTENIDOS.

1. TITULO
2. RESUMEN ESTRUCTURADO.
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.
4. INTRODUCCION.
5. ANTECEDENTES
6. MARCO TEORICO.
 - 6.1 VIA AEREA: ANATOMIA FUNCIONAL Y FISIOLOGIA.
 - 6.1.2 FOSAS NASALES.
 - 6.1.3 CAVIDAD ORAL.
 - 6.1.4 FARINGE.
 - 6.1.5 LARINGE.
 - 6.1.6 TRAQUEA Y BRONQUIOS.
 - 6.2 HISTOLOGIA Y FISIOLOGIA DE LA VIA AEREA.
 - 6.2.1 HISTOLOGIA DE LA EPIGLOTIS.
 - 6.2.2 HISTOLOGIA DE LA LARINGE Y CUERDAS VOCALES.
 - 6.2.3 HISTOLOGÍA DE LA TRAQUEA.
 - 6.2.4 FISIOLOGIA DE LA TRAQUEA.
 - 6.3 GENERALIDADES DISPOSITIVOS PARA EL MANEJO DE LA VIA AEREA.
 - 6.3.1 DISPOSITIVOS DE BAJO FLUJO.
 - 6.3.2 DISPOSITIVOS DE ALTO FLUJO.
 - 6.3.3 DISPOSITIVOS SUPRAGLÓTICOS.
 - 6.3.4 DISPOSITIVOS TRANSGLÓTICOS.
 - 6.3.5 DISPOSITIVOS PERCUTÁNEOS.
 - 6.3.6 DISPOSITIVOS ÓPTICOS.
 - 6.4 LESION DE LA MUCOSA TRAQUEAL.
 - 6.4.1 VÍAS DE MUERTE CELULAR: APOPTOSIS Y NECROSIS REGULADA.
 - 6.4.2 MUERTE CELULAR REGULADA.
 - 6.4.3 APOTOSIS.
 - 6.4.4 NECROSIS REGULADA.
 - 6.4.5 NECROPTOSIS.

6.5 MORBILIDAD TRAQUEAL.

6.5.1 LESIONES LARINGOTRAQUEALES ASOCIADOS A INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.

6.6 SÍNTOMAS LARINGOTRAQUEALES ASOCIADOS A INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.

6.6.1 RONQUERA.

6.6.2 ODINOFAGIA.

6.6.3 DISFAGIA.

6.6.4 TOS.

6.6.5 DISFONIA.

7. DEFINICION DEL PROBLEMA.

8. JUSTIFICACION.

9. OBJETIVOS.

9.1 OBJETIVO GENERAL.

9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

10. HIPOTESIS.

10.1 HIPÓTESIS NULA.

10.2 HIPÓTESIS ALTERNA.

11. DISEÑO DE ESTUDIO.

12. POBLACION.

13. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

13.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

13.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

13.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.

14. MATERIALES.

15. METODOS

16. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

17. VARIABLES DEL ESTUDIO.

18. ANALISIS ESTADÍSTICO.

19. CONSIDERACIONES ETICAS.

20. FACTIBILIDAD.

21. PRESUPUESTO.

22. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

23. RESULTADOS.

24. DISCUSION.

25. CONCLUSIÓN.

26. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

27. BIBLIOGRAFIA.

28. ANEXOS.

28.1 ANEXO 1 “HOJA DE RECOLECCION DE DATOS”

1. TITULO

Asociación entre síntomas laringotraqueales y presión aplicada en el neumotaponamiento del tubo endotraqueal dentro de 24 horas postextubación en pacientes sometidos a cirugías electivas bajo intubación mecánica.

2. RESUMEN ESTRUCTURADO.

OBJETIVO GENERAL: Determinar la relación entre la presencia de síntomas laringotraqueales en las primeras 24 horas postextubación y la presión aplicada en el balón del TET (neumotaponamiento) en las cirugías electivas realizadas bajo anestesia general en el hospital General “Doctor Darío Fernández Fierro”

OBJETIVO ESPECIFICO: Determinar los síntomas laringotraqueales postextubación más frecuentemente asociados a la cirugía bajo anestesia general con relación a la presión del neumotaponamiento del TET.

- Describir la frecuencia de síntomas laringotraqueales presentes en las primeras 24 horas postextubación en los pacientes intervenidos bajo anestesia general.
- Describir la relación entre la presencia de síntomas laringotraqueales con la duración de la intubación (aquella que sea menor de 2 horas y aquella que sea mayor de 2 horas). Medirlo a los ucpa-30min-60 min -120 min- 6 hora.12 horas- 24 horas

Determinar los síntomas laringotraqueales y la intensidad de estos, que se presentan en el posquirúrgico inmediato.

DESCRIPCION: Se incluyeron pacientes programados para tratamiento quirúrgico bajo anestesia y por ende bajo ventilación mecánica general del hospital general Doctor Darío Fernández Fierro a quienes se evaluó la presencia de síntomas laringotraqueales en un periodo de 24 horas postextubación.

METODOS: Tipo de estudio observacional descriptivo analítico longitudinal prospectivo.

A cada paciente seleccionado por muestreo simple aleatorizado con fórmula para población finita: $n = población$ se va a medir la presión del neumotaponamiento con manómetro. Con presión basal al momento de intubar, transoperatoria y antes de la extubación, posteriormente se va a describir la presencia de síntomas laringotraqueales en UCPA a los 30 minutos, 60 minutos y 120 minutos, así como a las 6 horas y 24 horas.

La fórmula es para muestreo simple aleatorizado

La anestesia general bajo intubación endotraqueal hoy día representa la técnica anestésica de elección en diversos procedimientos quirúrgicos otorgando seguridad para el paciente y el equipo quirúrgico. El abordaje de la vía aérea no es procedimiento inocuo, si bien en incontables ocasiones los beneficios sobrepasan los riesgos no se puede dejar de lado las complicaciones asociadas a lo invasivo de este procedimiento.

El objetivo de este estudio es determinar la relación existente entre el abordaje de la vía aérea y la presencia de síntomas laringotraqueales asociados a la presión aplicada en el neumotaponamiento en los pacientes sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general el hospital general Dr. Darío Fernández Fierro.

Para ello se empleó un estudio observacional descriptivo de corte transversal, utilizando un muestreo probabilístico aleatorio simple con una población de 100 pacientes en los cuales se midió la presión de neumotaponamiento con manómetro inmediatamente después de la insuflación del globo en el tubo endotraqueal, a los 60 y en caso de una cirugía mayor de 2 horas a los 120 minutos, así como antes de la extubación, evaluando la presencia de síntomas laringotraqueales al llegar a la unidad de cuidados posanestésicos (UCPA) así como a los 30, 60, 120 minutos y con el posterior seguimiento de los paciente a las 6 horas, 12 horas y 24 horas.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de

Palabras clave: presión de neumotaponamiento, intubación endotraqueal, síntomas laringotraqueales, cirugía electiva.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACION.

¿Cuál es la relación que existe entre la presión aplicada en el neumotaponamiento del tubo endotraqueal y la manifestación de síntomas laringotraqueales en los pacientes sometidos a cirugías bajo anestesia general en el hospital general Doctor Darío Fernández Fierro?

4. INTRODUCCION.

La anestesia general se asocia con diversos efectos sobre el aparato respiratorio como pérdida de permeabilidad de la vía aérea, pérdida de los reflejos protectores de la vía aérea, hipoventilación, apnea ^[1], así como lesión en la mucosa y epitelio de la vía aérea, por lo que resulta fundamental para el anesestesiólogo el amplio conocimiento del abordaje de la vía aérea y sus implicaciones fisiológicas en el paciente.

Un porcentaje significativo de los pacientes sometidos a cirugía electiva en el hospital general Dr. Darío Fernández Fierro requiere anestesia bajo intubación endotraqueal para aislar la vía aérea y asegurar una ventilación mecánica eficaz ^[2] por lo que el cuidado de la vía aérea durante el transanestésico incluyendo la medición del neumotaponamiento con un método objetivo como la manometría, resulta indispensable para disminuir la incidencia de complicaciones asociadas al abordaje de la vía aérea. El control del neumotaponamiento implica todos aquellos cuidados que garantizan el correcto funcionamiento del manguito traqueal, el cual tiene la función de sellar la tráquea creando así dos compartimentos distintos entre la vía aérea superior y la vía aérea inferior, ayudando a identificar a aquellos pacientes con un potencial riesgo de desarrollar síntomas laringotraqueales que requerirán en algunos de los casos abordaje interdisciplinario para el estudio y manejo de estos.

La intubación endotraqueal es un procedimiento que consiste en la inserción de un tubo al interior de la tráquea ^[3], el tubo endotraqueal (TET) el cual es una interfase para el aporte de oxígeno y ventilación entre el paciente y el ventilador mecánico, posee un manguito o globo en su porción distal, definiendo como neumotaponamiento la insuflación del globo del tubo endotraqueal con la finalidad de sellar la luz de la tráquea y el tubo, otorgando así protección de la vía aérea durante la ventilación mecánica, previniendo la aspiración de secreciones orofaríngeas y el contenido gástrico hacia los pulmones^[3]. Existen varios tipos de neumotaponamiento. En función del material se encuentran aquellos de PVC que son los más habituales, los de poliuretano que presentan mejor adherencia a la mucosa traqueal y menos tasa de neumonía asociada a la ventilación mecánica ^[4]. Encontramos también el neumotaponamiento según el tipo de presión, están lo de presión estándar: presión alta y bajo volumen, utilizados para intubaciones cortas; los de volumen alto y presión baja, que son los más habituales, empleados en intubaciones largas; los de doble manguito,

para alternar las zonas de presión en la mucosa traqueal; el Shirley VAP: válvula para aliviar la presión, que no permite inflar el neumotaponamiento por encima de 25 mmHg y por último los TaperGuard, que incorporan aspiración subglótica y se adhieren mejor a la mucosa traqueal. La medición del neumotaponamiento del manguito traqueal se debe comprobar ante cualquier manipulación del tubo orotraqueal, de igual manera es importante comprobar la presión del neumotaponamiento ante la presencia de fugas, valorando la posibilidad de que el balón esté ponchado o que el tubo o cánula del paciente sea más pequeño que su diámetro traqueal [4].

5. ANTECEDENTES

Hacia 1910 en Dr. Dorrance describió el globo insuflable del tubo endotraqueal. En 1928, Arthur Guedel y Ralph Waters desarrollaron el primer TET con manguito. El material del TET era de caucho, incluyendo el globo, clasificado como de alta presión y bajo volumen. Eran en forma de cono y deformaban el contorno normal de la tráquea, que adoptaba el contorno del globo; ejercían una menor superficie de contacto con la tráquea, con una presión alta y desigual sobre la pared traqueal [5]. La técnica para comprobar la presión del neumotaponamiento ha ido evolucionando en los últimos años. Desde la palpación o estimación táctil, al volumen mínimo oclusivo, volumen predeterminado, fuga mínima, manómetro de presión y por último la monitorización constante. La técnica más utilizada actualmente es la medición del neumotaponamiento mediante el uso del manómetro de presión, aunque parece que el uso de la monitorización constante protege mejor la mucosa traqueal y reduce el riesgo de neumonía. Con respecto a los valores que se consideran en rango, entre 20-30 cmH₂O o 15-22 mmHg, varios estudios han demostrado que presiones traqueales superiores a 30 cmH₂O o 22 mmHg producen graves lesiones en la mucosa traqueal, incrementándose las complicaciones cuanto mayor es la presión, al igual que presiones inferiores a 20 cmH₂O o 15 mmHg, aumentan el riesgo de broncoaspiración y de neumonía, agravándose cuanto menor es la presión. Por último, una vez terminada la medición, siempre se debe registrar el valor en la gráfica del paciente [4] para con ello asegurar el correcto monitoreo del neumotaponamiento el tiempo que este tenga contacto con la mucosa traqueal [5].

El presente trabajo de titulación se desarrolló en el Hospital Doctor Darío Fernández Fierro, centro de referencia del segundo nivel en el sector salud del instituto de seguridad y servicios sociales para los trabajadores del estado en la ciudad de México, teniendo como objetivo principal determinar la relación que existe entre la presión aplicada en el neumotaponamiento del tubo endotraqueal y la presencia de síntomas laringotraqueales dentro de las primeras 24 horas postextubación mediante la medición del mismo con manometría.

El primer capítulo contiene la información introductoria de este trabajo de investigación.

El segundo capítulo busca conceptualizar el marco teórico de la investigación.

6. MARCO TEORICO

6.1 VIA AEREA: ANATOMIA FUNCIONAL Y FISILOGIA.

Para el anestesiólogo resulta esencial el conocimiento detallado de la anatomía de la vía aérea dado que diversos aspectos del abordaje de la vía aérea dependen del conocimiento práctico de la anatomía implicada, como la evaluación de la vía aérea, la preparación de la vía aérea, así como el uso adecuado de los dispositivos para manejo de la vía aérea. Dado que algunas estructuras anatómicas cruciales pueden estar ocultas durante el abordaje de la vía aérea, el anestesiólogo debe estar familiarizado con la interrelación entre las diferentes estructuras de la vía aérea^[6].

La vía aérea puede dividirse en vía aérea o vía respiratoria alta compuesta por las fosas nasales, la boca, la faringe y la laringe; y vía aérea o vía respiratoria inferior que se compone del árbol traqueobronquial.

6.1.2 FOSAS NASALES.

Desde el punto de vista funcional, la vía respiratoria comienza en los orificios nasales, El tabique nasal, que forma la pared medial de cada fosa, divide las fosas nasales en fosa nasal derecha e izquierda. El tabique está formado por el cartílago septal por la parte anterior y por dos huesos por la parte posterior: el etmoides por la parte superior y el vómer por la parte inferior^[6]. La pared lateral formada por tres cornetes que dividen la fosa nasal en tres meatos de los cuales es de mayor relevancia el meato inferior que se encuentra entre el cornete inferior y el suelo de la fosa nasal, puesto que es la vía preferida para el paso de los dispositivos de vía aérea nasal. El techo de las fosas nasales está formado por el hueso etmoides por su porción de lámina cribosa, siendo una parte frágil de hueso que al fracturarse puede provocar la comunicación de entre las fosas nasales y la cavidad intracraneal con la posterior fuga de líquido cefalorraquídeo. Las coanas son los orificios posteriores de las fosas nasales creando la ventana de acceso a la nasofaringe^[6].

6.1.3 CAVIDAD ORAL.

La boca es por más el principal conducto para el manejo de los dispositivos de la vía aérea, para ello muchas de las intervenciones para el manejo avanzado de la vía aérea exigen una apertura oral por lo menor mayor de 2.5 centímetros. La boca es la cavidad que conduce a la orofaringe y está limitada por la lengua y por la parte superior por el paladar duro y blando. El paladar duro, formado por partes del maxilar superior y el hueso palatino, constituye los dos tercios anteriores del paladar; el paladar blando (velo del paladar), un pliegue fibromuscular de tejido unido al paladar duro forma el tercio posterior del paladar.

La lengua está fijada a diversas estructuras por su musculatura extrínseca, siendo de mayor interés para el anesthesiólogo el músculo geniogloso que une la lengua con la mandíbula de tal manera que la maniobra de tracción mandibular sirve para desplazar la lengua hacia adelante mejorando la obstrucción de la vía aérea provocado por el desplazamiento posterior de la lengua hacia la orofaringe [6].

6.1.4 FARINGE

Es una estructura hemcilíndrica con paredes compuestas por músculos y fascias que se unen por arriba con la base del cráneo y se continua por abajo con el esófago, prolongándose hasta la altura del cartílago cricoides, uniendo las fosas nasales, la boca con la laringe y el esófago, de este modo las dos cavidades nasales, la cavidad oral y la laringe se abren en la zona anterior de la faringe y el esófago se abre inferiormente. Las regiones de la faringe situadas por detrás de las cavidades nasales, cavidad oral y la laringe dividen a la faringe en tres porciones: nasofaringe, orofaringe y laringofaringe, respectivamente [6] [7 gray anatomía]. Es de relevancia clínica para el anesthesiólogo saber que la parte posterior de la faringe está formada por la aponeurosis orofaríngea y que la colocación incorrecta de una sonda gástrica o un tubo traqueal puede provocar del desgarro de esta aponeurosis y la formación de una disección retrofaríngea [6].

A continuación, describiremos brevemente cada una de las tres porciones que forman la faringe:

- Nasofaringe: comienza inmediatamente a las coanas nasales y termina en el paladar blando, esta región se conoce como velofarínge y es un sitio frecuente de obstrucción alta de la vía aérea.
- Orofaringe: comienza en el paladar blando y se extiende por la parte inferior hasta la altura de la epiglotis, en las paredes laterales se contienen los pliegues palatoglosos y los pliegues palatofaríngeos, también denominados pilares del istmo de las fauces o pilares amigdalinos anterior y posterior, respectivamente; estos pliegues contienen las amígdalas palatinas, que pueden hipertrofiarse y provocar una obstrucción de la vía aérea. Por último, se debe mencionar que la base de la lengua se encuentra en la cara anterior de la orofaringe, unida a la epiglotis por los pliegues glosopiglóticos, que unen las parejas de espacios conocidos como las valéculas, aunque a

menudo se les conoce como un espacio único llamado valécula epiglótica convirtiéndose en una referencia anatómica importante para la intubación endotraqueal.

- Laringofaringe o hipofaringe: comienza a nivel de la epiglotis y termina a la altura del cartílago cricoides, donde es continua con el esófago. La laringe sobresale hacia la hipofaringe, creando dos senos piriformes a cada lado

A lo largo de las paredes superior y posterior de la nasofaringe se encuentran las amígdalas faríngeas de Luschka que pueden producir una obstrucción nasal crónica y cuando estas se hipertrofian puede provocar una dificultad para pasar los dispositivos de la vía aérea [6].

6.1.5 LARINGE.

Se trata del complejo órgano de producción de la voz por lo cual coloquialmente también se le conoce como la caja de voz, esta estructura compleja está formada por cartílago, músculos y ligamentos que, además de la fonación, actúa como entrada a la traqueal y proporciona protección a la vía aérea especialmente durante la deglución cuando actúa como un esfínter o válvula del tracto respiratorio inferior manteniendo, así, una vía aérea permeable. La laringe se encuentra en la parte anterior del cuello a nivel de los cuerpos de las vértebras C3-C6 conecta la orofaringe con la tráquea, de tal modo que la laringe es la parte superior de la vía aérea inferior [8].

El esqueleto cartilaginoso de la laringe está formado por nueve cartílagos diferentes: los cartílagos tiroides y cricoides; las parejas de cartílagos aritenoides, corniculados y cuneiformes, y la epiglotis. Están unidos por ligamentos, membranas y articulaciones sinoviales, y están suspendidos por el hueso hioides mediante los ligamentos y la membrana tirohioideos. El cartílago tiroides es el mayor de los cartílagos; su borde superior se sitúa frente a la vértebra C4. Los dos tercios inferiores de sus dos láminas, con forma de escudo, están fusionados anteriormente en el plano medio y forman la prominencia laríngea o coloquialmente también llamada “nuez de adán” junto con la incisura tiroidea superior son apreciables desde la parte anterior del cuello y actúan como puntos de referencia importantes para las técnicas percutáneas de la vía aérea y los bloqueos nerviosos laríngeos. A la altura de la sexta vértebra cervical, el cartílago cricoides forma el límite inferior de la laringe y está unido por delante al cartílago tiroides por la membrana cricotiroidea. Es el único anillo cartilaginoso completo de la vía aérea. Los cartílagos aritenoides se articulan con la parte posterior del cartílago cricoides y son los puntos posteriores de inserción de las cuerdas vocales. [6] [8]

El cartílago epiglótico, constituido por cartílago elástico proporciona flexibilidad a la epiglotis, un cartílago con forma de corazón recubierto de mucosas. Situado posterior a la raíz de la lengua y al hioides, y anterior a la entrada de la laringe, el cartílago epiglótico forma la porción superior de la pared anterior y el borde superior de la entrada. Su extremo superior, ancho, es libre. Su extremo inferior afilado, el

pecíolo de la epiglotis, o también llamado tallo de la epiglotis, se une al ángulo formado por las láminas tiroideas mediante el ligamento tiroepiglótico [8].

Los cartílagos corniculados y cuneiformes aparecen como pequeños nodulillos en la porción posterior de los pliegues aritenopiglóticos. Los cartílagos corniculados se unen a los vértices de los cartílagos aritenoides; los cartílagos cuneiformes no se unen directamente a los otros cartílagos. La membrana cuadrangular y el cono elástico son las porciones superior e inferior de la membrana fibroelástica submucosa de la laringe [8]. Cuando se observa desde la faringe, como durante la laringoscopia, la laringe comienza en la epiglotis, que es un colgajo cartilaginoso que actúa como límite anterior de la entrada laríngea. Sirve para desviar los alimentos lejos de la laringe durante el acto de la deglución, aunque su función a este respecto no es esencial para evitar la aspiración traqueal. La superficie anterior de la epiglotis se inserta en el margen superior del hueso hioides por el ligamento hioepiglótico. La entrada laríngea está limitada por fuera por los pliegues ariepiglóticos, y por detrás por los cartílagos corniculados y la incisura interaritenoidea [6].

El interior de la laringe se continua hacia abajo con la región superior de la tráquea y se une por arriba a través de una membrana flexible con el hueso hioides que a su vez se relaciona con el suelo de la cavidad oral. Una serie de cartílagos proporcionan la estructura de soporte de la laringe, que presenta en el centro un conducto hueco. Las dimensiones de este conducto central pueden regularse mediante las estructuras blandas asociadas con la pared laríngea. La más importantes de ellas son dos pliegues ventriculares también conocidos como pliegues vestibulares o cuerdas vocales falsas, que se proyectan uno hacia el otro a partir de puntos adyacentes de la cavidad laríngea, son la estructura más superior dentro de la cavidad laríngea. Debajo de estos se encuentran las cuerdas vocales verdaderas, que se insertan en los cartílagos aritenoides por la parte posterior y en el cartílago tiroideo por la parte anterior, donde se unen para formar la comisura anterior. El espacio entre las cuerdas vocales se denomina glotis; la porción de la cavidad laríngea por encima de la glotis se conoce como vestíbulo, y la porción inferior a las cuerdas vocales se conoce como subglotis [6].

La glotis, el aparato vocal de la laringe, comprende los pliegues y apófisis vocales, junto con la hendidura glótica (abertura de los pliegues vocales). La forma de la hendidura glótica varía en función de la posición de los pliegues vocales, durante la respiración normal, la hendidura glótica es estrecha y cuneiforme; durante la respiración forzada, es ancha y de forma trapezoidal. La hendidura glótica tiene forma de hendidura cuando los pliegues vocales se aproximan estrechamente durante la fonación. La variación en la tensión y longitud de los pliegues vocales en la anchura de la hendidura glótica y en la intensidad del esfuerzo espiratorio, produce cambios en el tono de voz [6] [7] [8].

La cavidad de la laringe incluye:

- El vestíbulo laríngeo: entre la entrada de la laringe y los pliegues vestibulares.
- La porción media de la cavidad laríngea: la cavidad central, formada por la vía aérea como tal, entre los pliegues vestibulares y vocales.
- Los ventrículos laríngeos: recesos que se extienden lateralmente desde la porción media de la cavidad laríngea, entre los pliegues vestibular y vocal. El sáculo laríngeo es un saco ciego, que desemboca en cada ventrículo y que este tapizado con glándulas mucosas.
- La cavidad infraglótica: la cavidad inferior de la laringe entre los pliegues vocales y el borde inferior del cartílago cricoides, donde se continua con la luz de la tráquea.
- Los pliegues o cuerdas vocales verdaderas regulan la producción de sonido. El vértice de cada pliegue se proyecta medialmente hacia la cavidad laríngea, cada pliegue vocal contiene: un ligamento vocal formado por tejido elástico y musculo vocal, constituido por fibras musculares excepcionalmente delgadas ^{[6] [7] [8]}.

6.1.6 TRAQUEA Y BRONQUIOS.

La tráquea o porción inicial de la vía aérea inferior comienza a la altura del cartílago cricoides o C6 y se prolonga hasta la carina a la altura de la quinta vértebra dorsal; esta longitud es de 3 cm en neonatos; 7 a 10 cm en niños; 10 a 15 cm en el adulto, en espiración alcanza una altura de C4 que en total inspiración llega a C6; en cuanto al diámetro este es de 6,10 y 13-22 mm respectivamente. El diámetro referenciado previamente varía según el sexo del paciente; según estudios realizados, el diámetro promedio, el diámetro coronal y el diámetro sagital son en el hombre, en promedio, de 22, 13-25 y 13-27 mm, respectivamente, un poco mayores en comparación con el de las mujeres (19, 10-21 y 10-23 mm) ^{[6] [9]}. El grosor de la pared traqueal es en promedio de 3 mm, la tráquea se sitúa en la línea media, en algunas ocasiones desviada a la derecha debido a la posición del arco aórtico, así como también en personas de la tercera edad con morbilidades como EPOC; esta última puede causar una disminución del diámetro anteroposterior, lo que conlleva repercusiones fisiológicas ^[9]. La tráquea consta de 16 a 20 anillos cartilagosos en forma de C que se abren por la parte posterior y están unidos por tejido fibroelástico; el músculo traqueal forma la pared posterior de la tráquea. En la Carina, la tráquea se bifurca en los bronquios principales derecho e izquierdo, dicha bifurcación se encuentra situada a nivel de T5. En el adulto, el bronquio principal derecho forma un ángulo de 90° o menor con la tráquea y se ramifica en un ángulo más vertical que el bronquio principal izquierdo, lo que da lugar a una mayor probabilidad de que cuerpos extraños y tubos endotraqueales entren en la luz bronquial derecha, de crucial relevancia es mencionar que la distancia de la carina a la bifurcación entre

el lóbulo superior e inferior izquierdo en de 6-8 cm en hombre y de 5 a cm en mujeres [8] [9].

El bronquio principal derecho, después de 2 cm en hombre y 1.5 cm en mujeres llega al bronquio del lóbulo superior derecho, después del cual se convierte en bronquio intermedio. Una de cada 300 personas tiene una variante anatómica en la cual el bronquio del lóbulo superior derecho sale encima de la carina y menor del 0.3-1% tiene esta variante en el lóbulo superior izquierdo. El bronquio principal derecho se divide en apical (B1), anterior (B2) y posterior (B3). Los segmentos anterior y posterior son los sitios más frecuentes donde se encuentra enfermedad bronquial, incluyendo los carcinomas. El apical se divide en posterior (B1a) y anterior (B1b), el anterior se divide en anterior (B2b) y posterior (B2a), el posterior en anterior (B3b) y posterior (B3a). Es importante notar que lo anteriormente dicho se basa en la clasificación de Boyden. El lóbulo bronquio principal derecho se continua para dar origen al bronquio del lóbulo superior derecho que continua como bronquio intermedio, que se extiende aproximadamente 2-2,5 cm y se divide en bronquio del lóbulo medio y bronquio del lóbulo inferior. El bronquio del lóbulo medio sale anterolateral y tiene una longitud de 1-2 cm antes de dividirse en lateral (B4), que se visualiza a gran distancia, y medial (B5), el primero visualizable a gran distancia y el segundo más oblicuo. Tanto el lateral como el medial se dividen en anterior y posterior (B4b), (B4a), (B5b) y (B5a). El bronquio intermedio tiene forma oblicua y cursa posterior a la arteria pulmonar derecha e inferior a la arteria interlobar derecha El bronquio del lóbulo inferior se divide en superior (B6), medial basal (B7), anterior basal (B8), lateral basal (B9) y posterior (B10) [9].

En cuanto al pulmón izquierdo, es importante destacar que la división de los bronquios suele ser similar si se compara con el derecho; sin embargo, el pulmón izquierdo puede tener 8-10 bronquios. El bronquio principal izquierdo tiene una posición más horizontal que el derecho y tiende a ir más hacia posterior y lateral; el bronquio principal izquierdo se divide en bronquio del lóbulo superior izquierdo correspondiente a su primera ramificación. El bronquio del lóbulo superior izquierdo se divide a su vez en bronquio división superior y bronquio lingular. El bronquio división superior se divide en apicoposterior (B1/B2) y bronquio anterior (B3), que se dirige anteriormente y se acompaña de la arteria segmental anterior. El bronquio apicoposterior se puede presentar en conjunto o dividido en apical y posterior (B1 y B2). El bronquio lingular se dirige ligeramente inferolateral con una longitud de 2 a 3 cm y se divide en superior (B4) e inferior (B5). El bronquio izquierdo del lóbulo inferior se divide en superior (B6), anteromedial (B8), lateral basal (B9) y posterior basal (B10). El segmento medial basal (B7) puede estar presente en un tercio de la población y se desprende, dejando así un bronquio anterior (B8) y medial (B7) [9].

La anatomía de la vía superior es de suma importancia, ya que de ella depende un buen manejo y abordaje de esta. Son distintas las variantes anatómicas que se

deben conocer, y en cierto porcentaje son comunes en la población mundial, aunque es relevante conocer las diferencias anatómicas que conllevan diferencias fisiológicas útiles en el campo de acción. La ciencia evoluciona constantemente, y esto obliga a todo el gremio médico a mantener una cultura constante en educación, asociado a la implementación de políticas de seguridad del paciente y calidad en la atención en salud.

6.2 HISTOLOGIA Y FISILOGIA DE LA VIA AEREA.

El sistema respiratorio se divide funcionalmente en una parte conductora que transporta el aire desde fuera del cuerpo hacia los pulmones, y una parte respiratoria donde ocurre el intercambio de gases entre el aire y la sangre. Las vías respiratorias conductoras humidifican, calientan y limpian el aire, mientras que la parte respiratoria proporciona oxígeno (O₂) obtenido del aire y elimina el exceso de dióxido de carbono (CO₂) del torrente sanguíneo. La parte respiratoria comprende los bronquiolos respiratorios, que se ramifican en conductos alveolares y alvéolos pulmonares, donde ocurre el intercambio de gases con los capilares adyacentes. La diversidad y características de los distintos epitelios del tracto respiratorio confieren la específica funcionalidad de la vía aérea. El epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado y las numerosas células caliciformes secretoras de moco revisten la membrana mucosa de las vías respiratorias superiores de la parte conductora. Este epitelio ciliado, comúnmente conocido como epitelio respiratorio, es muy adecuado para la protección y limpieza de las vías respiratorias y la eliminación de partículas. Los cilios se mueven de manera rítmica hacia la cavidad oral y desplazan el moco cargado de patógenos y residuos para que pueda ser expectorado o tragado. Las glándulas mucosas y serosas subepiteliales liberan sus secreciones en la superficie mucosa para ayudar también en la retención de partículas, la lubricación y la humidificación ^[10].

6.2.1 HISTOLOGIA DE LA EPIGLOTIS

La epiglotis es una estructura en forma de hoja doblada que se localiza debajo de la raíz de la lengua y cubre la entrada a la laringe. Tiene un núcleo de cartílago elástico, altamente flexible, y se conecta al hueso hioides. Su superficie lingual está cubierta por una mucosa protectora con un epitelio estratificado plano no queratinizado que se continúa directamente con el epitelio que cubre la superficie dorsal de la lengua. Este epitelio continúa en la superficie inferior laríngea de la epiglotis. Profundo a lo largo de esta superficie, el epitelio se convierte en una zona de transición de epitelio columnar estratificado y luego en epitelio columnar pseudoestratificado ciliado con células caliciformes, comúnmente conocido como epitelio respiratorio. Se encuentran glándulas seromucosas dispersas entre las placas de cartílago elástico o cerca de la mucosa que recubre la superficie inferior.

La lámina propia de tejido conectivo laxo debajo del epitelio contiene numerosos vasos sanguíneos y linfáticos, nervios y células dispersas de tejido conectivo

mononucleares. El pericondrio que rodea el cartílago elástico se adhiere firmemente a la lámina propia. En reposo, la epiglotis suele estar en posición vertical y permite que el aire pase hacia la laringe y el resto de las vías respiratorias inferiores. Durante la deglución, se pliega como una solapa para cubrir la entrada de la laringe y evitar que los alimentos y líquidos ingresen a la tráquea. Un dolor de garganta, una infección o inflamación de las amígdalas, la faringe o la laringe, puede obstruir la tráquea y dificultar la respiración, lo cual puede ser fatal a menos que se trate de inmediato ^[10].

6.2.2 HISTOLOGIA DE LA LARINGE Y CUERDAS VOCALES.

Como parte del sistema respiratorio, la laringe desempeña un papel crucial en la producción de sonidos, así como de protección de la vía aérea cerrándose durante la deglución, evitando de esta manera que los alimentos ingresen a la vía respiratoria inferior. Su pared está compuesta por un armazón de cartílago hialino y elástico unidos por tejido conectivo y asociado a musculo esquelético. La membrana mucosa de la laringe tiene dos juegos de pliegues prominentes que se proyectan hacia adentro: las cuerdas vocales falsas (o ventriculares) y las cuerdas vocales verdaderas (o cuerdas) Las cuerdas vocales contienen ligamentos vocales de fibras elásticas a los cuales se adhieren fibras musculares esqueléticas de la parte vocal del músculo tiroaritenoides. La contracción del músculo vocal relaja las fibras elásticas de los ligamentos vocales, lo que cambia la forma de los ventrículos laríngeos y permite la producción de diferentes sonidos. La membrana mucosa de la laringe consiste principalmente en epitelio respiratorio, pero sobre las cuerdas vocales se vuelve epitelio escamoso estratificado no queratinizado; este cambio es resultado del movimiento activo de las cuerdas y del desgaste provocado por la fricción. El epitelio en la unión de los dos tipos de pliegues es columnar estratificado ciliado. Debajo del epitelio se encuentra la lámina propia de tejido conectivo laxo y altamente celular, con nódulos linfoides cerca de los recesos laríngeos. Las glándulas mixtas seromucosas, que son invaginaciones del epitelio, se encuentran en los pliegues ventriculares, pero no en las cuerdas vocales. La laringe está inusualmente repleta de células mastocitos que liberan histamina durante las respuestas alérgicas, lo que provoca edema que puede ser potencialmente mortal (puede obstruir las vías respiratorias) ^[10].

6.2.3 HISTOLOGÍA DE LA TRAQUEA.

La tráquea es un tubo semirrígido, de 15-20 cm de longitud y 2-3 cm de diámetro, que se encuentra entre la laringe y la carina, que es el lugar donde se bifurca en dos bronquios principales. La pared traqueal consta de cuatro túnicas concéntricas que rodean una luz central:

- La primera túnica, la mucosa más interna, está compuesta por un epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado con células caliciformes (el epitelio respiratorio). Descansa directamente sobre una membrana basal inusualmente gruesa, que separa el epitelio de una lámina propia subyacente

de tejido conectivo laxo rico en fibras elásticas. La lámina propia también contiene tejido linfoide difuso y nódulos linfáticos dispersos.

- La siguiente túnica, la submucosa, contiene glándulas mixtas seromucosas. Los acinos mucosos y serosos producen secreciones que pasan a través de conductos hacia la mucosa para su liberación en la superficie luminal. Pequeñas células mioepiteliales estrelladas se dispersan a lo largo de las bases de los acinos y, mediante contracción, ayudan a expulsar las secreciones hacia los conductos.
- La tercera túnica es una capa fibromuscular de anillos de cartílago hialino unidos por tejido conectivo fibroelástico denso, que se fusiona con el pericondrio que rodea el cartílago. Los anillos de cartílago aseguran que la tráquea no se colapse durante la inspiración y obstruya el flujo libre de aire hacia los pulmones. En la parte posterior, las fibras musculares traqueales, estiradas entre los extremos libres de los anillos de cartílago, se disponen en orientación transversal y longitudinal oblicua. Estas fibras desempeñan un papel en la regulación del calibre de la luz traqueal.
- La túnica más externa, la cuarta o adventicia, es tejido conectivo laxo que contiene pequeños vasos sanguíneos y nervios que suministran sangre a la tráquea. La adventicia se fusiona imperceptiblemente con el tejido conectivo circundante ^[10].

El epitelio traqueal respiratorio es pseudoestratificado columnar ciliado, con numerosas células caliciformes, y células con vellosidades apicales llamadas células columnares ciliadas. Estos dos tipos de celular generan la capa mucociliar que se extiende a través del árbol traqueobronquial y protegen la superficie de las vías respiratorias de las infecciones ^[11].

- Las células columnares ciliadas son oscuras, abundantes y tienen numerosos cilios móviles que sobresalen de la superficie celular (200-300 por célula).
- Las células caliciformes tienen un citoplasma en forma de copa, llenas de gotas de moco que desplazan el núcleo y la maquinaria de síntesis hacia el polo basal. Las gotas se vierten a la luz de la tráquea, y forman una capa mucosa en la superficie epitelial. El moco es necesario para la acción de los cilios ^[11].

6.2.4 FISILOGIA DE LA TRAQUEA.

Las células que revisten las mucosas como las de las vías aéreas superiores, están expuestas a un gran número de agentes agresores. La respuesta de estos elementos celulares a la agresión, y de acuerdo con la severidad de esta, consiste en una serie de cambios morfológicos debidos a la adaptación que se origina por el agente agresor. Estos cambios pueden ser mínimos y reversibles. Sin embargo, y de acuerdo con la gravedad del daño se tornan irreversibles, llevando a la muerte celular. La lesión celular se debe a alteración de la estructura y del funcionamiento

de uno o más componentes subcelulares. La gravedad de la lesión se relaciona con la naturaleza y exposición al estímulo nocivo ^[11].

Los sitios clave de lesión son la interferencia en la respiración aeróbica de las mitocondrias, membranas celulares, ácido desoxirribonucleico (ADN), vías sintéticas de proteínas y del citoesqueleto. La interrupción en el proceso de fosforilación oxidativa en las mitocondrias produce reducción de adenosín trifosfato (ATP), con lo que se desencadenan muchos procesos bioquímicos de la célula. La disminución del ATP reduce la actividad de la bomba Na-K de la membrana celular, con cambios graves de las membranas, tumefacción y edema celular. El agotamiento continuo del ATP dificulta la producción de proteínas y la homeostasis del calcio (Ca⁺) intracelular. La concentración de calcio se controla por enzimas dependientes del ATP, y al reducirse, como sucede en la hipoxia, el calcio celular aumenta y se activan los fosfolípidos que desintegran la membrana conduciendo a muerte celular secundaria a estos cambios metabólicos que se revisará más adelante en el apartado de isquemia y muerte celular del epitelio traqueal ^[11].

La presión arterial de los vasos dentro de la pared traqueal es aproximadamente de 22 mmHg (30 cm H₂O). Si la presión del manguito excede dicha presión, se produce isquemia. La compresión de los capilares venosos, que tienen una presión de 18 mmHg (24.48 cm H₂O), causa congestión traqueal, y la interrupción del flujo linfático con presiones mayores a 5 mmHg (6.8 cm H₂O) ocasiona edema ^[11].

6.3 GENERALIDADES DISPOSITIVOS PARA EL MANEJO DE LA VIA AEREA.

Como especialistas en el manejo de la vía aérea, para los anesthesiólogos, resulta crucial comprender la importancia y las indicaciones para la administración de oxígeno suplementario, así como poseer conocimiento sólido respecto a las técnicas y dispositivos empleados para tomar la correcta decisión del abordaje para asegurar la vía aérea del paciente estable o en situaciones críticas.

La instrumentación de la vía aérea se logra adecuadamente mediante una técnica impecable, así como el correcto uso de dispositivos para la administración de oxígeno. Un error común es creer que los dispositivos de suministro de oxígeno se pueden clasificar de manera clara en categorías de flujo bajo y flujo alto. Casi cualquier dispositivo de suministro de oxígeno se puede utilizar en un amplio rango de tasas de flujo. De hecho, es la tasa de flujo de oxígeno de la fuente, no el dispositivo utilizado, lo que determina principalmente la FiO₂ (fracción inspirada de oxígeno) que recibe el paciente. Sin embargo, con fines académicos, en el presente trabajo se distinguirá a los dispositivos disponibles actualmente para la administración de oxígeno como tradicionalmente se han dividido: los de bajo flujo y los de flujo elevado o alto ^{[12] [13]}.

6.3.1 DISPOSITIVOS DE BAJO FLUJO.

- Cánula nasal (gafa o puntas nasales): Se pueden establecer flujos de entre 1 y 6 L/min. Como regla general, por cada litro que sube de O₂, aumenta un 4% la concentración de FiO₂, sin llegar a superar el 40%. No se recomienda pasar de 5-6 l/min, pues se seca la mucosa y no se consigue mejorar la oxigenación.
- Mascarilla facial. Carece de válvula y de reservorio y solo tiene agujeros laterales para la salida del gas espirado. Con flujos altos puede llegar a dar FiO₂ de hasta 60% (0,6).
- Mascarilla con reservorio. Son mascarillas acopladas a una bolsa o depósito que se ha de tener permanentemente inflada para su correcto funcionamiento. Las hay de dos tipos: las de reventilación parcial con orificios laterales y sin válvula unidireccional, y las que no tienen reventilación, con las que se puede alcanzar una FiO₂ más elevada, por encima de 80% (0,8), al disponer de una válvula que impide que el aire exhalado penetre en el saco [13].

6.3.2 DISPOSITIVOS DE ALTO FLUJO.

- Mascarilla Venturi (ventimask). Se fundamentan en la teoría de Bernoulli, la cual establece que cuando un flujo de oxígeno atraviesa un canal que se estrecha, se genera una presión inferior a la atmosférica en su salida. Esto provoca que se genere una succión de aire atmosférico a través de unas aberturas laterales del sistema. Mediante la modificación del grado de estrechamiento del canal y del tamaño de dichas aberturas, es posible lograr diferentes concentraciones de oxígeno. Logran FiO₂ den entre 24-60%. Como desventaja tienen ser muy sensibles a cualquier incremento de las resistencias.
- cámaras de oxígeno (casco cefálico o tienda). Principalmente usados en oxígeno terapia de neonatos y lactantes. Cubren la cabeza dejando fuera el resto del cuerpo. Disponen de orificios laterales para la entrada de aire ambiente y salida de CO₂.
- Incubadoras. Permiten la administración de FiO₂ de entre 21-90% junto con temperatura y humedad adecuadas.
- Bolsas autoinflables (ambú): Permiten la ventilación manual y la administración de O₂ en concentraciones cercanas al 100%.
- Cánula nasal de alto flujo. Esta terapia suministra oxígeno caliente y humidificado a través de distintos dispositivos (Vapotherm, Optiflow, Comfort Flo). En niños se inicia a 8 l/min, y es posible subirlo a 70 L/ min en niños y adultos. Se tolera mejor que las mascarillas y se asocia a una disminución del trabajo respiratorio. En adultos con fallo respiratorio hipoxémico, sin hipercapnia, se presenta como una alternativa a la ventilación mecánica no invasiva y a la intubación endotraqueal [13].

6.3.3 DISPOSITIVOS SUPRAGLÓTICOS.

Como bien lo indica su nombre son dispositivos que se colocan por encima del nivel de las cuerdas vocales. Establecen un intermedio entre la mascarilla facial y el tubo endotraqueal. La evolución de estos dispositivos da lugar a la clasificación de Timmerman:

- Dispositivos supraglóticos de primera generación como lo es la mascarilla laríngea clásica.
- Dispositivos supraglóticos de segunda generación que incorporaron en el diseño características cuya finalidad es proteger frente a la regurgitación y la aspiración. Poseen un tubo gástrico y mejor sellado. Son la mascarilla laríngea Proseal, ML, Supreme, i-Gel, SLIPA, etc.
- Los de tercera generación permiten la intubación a su través. Sus tipos son: Fastrach, ML-Air-Q y ML Air-Q sp^[13].

6.3.4 DISPOSITIVOS TRANSGLÓTICOS.

Son dispositivos rígidos cuyo propósito es asegurar la permeabilidad de la vía aérea, al tiempo que permiten el control y aislamiento de esta a corto y mediano plazo. Son tubos cuya finalidad principal es la conducción de gases dentro y fuera de la tráquea. Al tener esta forma tubular cuenta con dos extremos, el extremo de la sonda situado en la tráquea se designa como traqueal o distal, el otro extremo proyectado fuera del paciente para conectar al sistema respiratorio se denomina extremo para el aparato o proximal. El bisel de la sonda es el ángulo del corte en el extremo traqueal. Un extremo con bisel sencillo se denomina punta de Maguill, el orificio en el lado opuesto al bisel se llama de Murphy. Para la nomenclatura del diámetro se usan la escala francesa, americana o inglesa, se toma en cuenta el diámetro interno (DI), y el diámetro externo (DE). El sistema francés es el más empleado, se estima multiplicando el diámetro externo por tres. El DI se valora en mm y su incremento es de 0.5 mm^[13].

El tubo endotraqueal consta de diversas partes que se mencionaran a continuación:

- **Conexión.** pieza intermedia entre el tubo y el respirador o reanimador. Normalmente se trata de una pieza estándar de 15 15mm, que en algunos casos se puede retirar o ser de alta frecuencia^[13]^[14].
- **Cuerpo.** Constituye la parte principal, conductora del flujo de gas entre el paciente y el ventilador. Presenta una luz normalmente redonda que le confiere un diámetro interno a partir de los 2 mm. (número por el que se designa el tubo) y otro externo que variará dependiendo del material, del fabricante y de la presencia o no de canal accesorio (el cual sirve para instalar anestésicos locales o aspirar secreciones). Puede ser fabricado de distintos materiales como PVC, silicona, goma blanda o acero inoxidable. Todos los tubos endotraqueales de PVC y de silicona pueden estar reforzados mediante un espiral interno el cual le proporciona mayor flexibilidad evitando

zonas de acodamiento. Así mismo encontramos que el cuerpo puede ser de doble luz o una luz ^{[13][14]}.

- **Punta.** Corresponde al extremo distal de tubo endotraqueal puede ser con o sin orificios, normalmente biselada y por cuya angulación se da lugar dos tipos de tubos, tubo ILMA y PARKER ^{[13][14]}.
- **Marcas de profundidad.** Se localizan cercanas a la punta del tubo, indican a qué distancia se encuentra la punta del tubo desde la comisura labial ^[14].
- **Balón o manguito endotraqueal.** Es la parte más determinante del tubo. Tanto su morfología como el material utilizado deben garantizar el correcto sellado, pero sin generar demasiada presión. De cualquier forma, la presión del neumotaponamiento no debe exceder de 25 cmH2 O para evitar situaciones de hiperpresión e isquemia de la mucosa traqueal (aparado que se revisará más adelante en este texto) ^{[13][14]}
 - Manguito endotraqueal de alta presión y bajo volumen: fabricados de goma, con volumen bajo y área pequeña de superficie de contacto con la tráquea. Requieren presiones mayores de 100 cm H2O para sellar la tráquea, distienden y deforman la mucosa traqueal en forma circular. Los manguitos de alta presión se relacionan con daño isquémico y necrosis profunda, principalmente si se utiliza por periodos prolongados de tiempo ^[11].
 - Manguito endotraqueal de alto volumen y baja presión: los manguitos de los TET modernos, debido a su alto volumen tiene un área de superficie extensa en contacto con la tráquea, y se aplica una presión baja en la pared traqueal, con baja incidencia de isquemia y necrosis. Sin embargo, este tipo de manguito permite la transmisión de la presión a la pared traqueal, reduce el flujo sanguíneo de la mucosa, y aumentan la probabilidad de faringitis y odinofagia. Ofrece poca resistencia al inflarlo, por lo que regularmente se sobre infla de forma inadvertida y rebasa la presión de perfusión capilar traqueal con riesgo de lesión por isquemia ^[11].
- **CUFF.** Parte del tubo endotraqueal que se encuentra en el extremo proximal del tubo, sirve para anclarse de una jeringa para insuflar el globo o manguito, así como de un manómetro aneroide para medir la presión que ejerce este último sobre la mucosa traqueal.

Los primeros TET fueron de goma o plástico, reutilizables, y el neumotaponamiento del manguito era del tipo de alta presión y bajo volumen. Actualmente, los tubos se fabrican de silicona o PVC de un solo uso, y manguito endotraqueal de alto volumen y baja presión, con lo que la presión se distribuye más uniformemente a lo largo de un área de la mucosa traqueal, y se reduce el riesgo de traumatismo o lesión por sobreinsufalción ^[11].

Si bien el tubo endotraqueal representa el principal y único dispositivo transglótico para el abordaje de la vía aérea, encontramos que existen diversos transglóticos

que facilitan la inserción, el intercambio, la visión y el manejo del tubo endotraqueal tales como lo son: guías, estilete, introductores, intercambiadores y estiletos luminosos ^[13], por mencionar algunos, sin embargo, no es finalidad de este texto detallar cada uno de ellos.

6.3.5 DISPOSITIVOS PERCUTÁNEOS.

Estos dispositivos están diseñados para acceder a la vía respiratoria de manera invasiva. Dependiendo de la técnica utilizada, permiten la inserción de diferentes dispositivos ^[11] ^[13].

La cricotomía o coniotomía, a través de la membrana cricotiroides, se emplea en situaciones de urgencia cuando el paciente no puede ser ventilado o intubado. Esta técnica permite una oxigenación rápida del paciente, pero no aísla la vía respiratoria, por lo tanto, no se considera una vía aérea definitiva ^[13].

La traqueotomía permite la inserción de una cánula de mayor diámetro que puede incluir un tapón de aire. Esta técnica proporciona una vía aérea definitiva ^[13].

6.3.6 DISPOSITIVOS ÓPTICOS

son herramientas diseñadas para facilitar la visualización y manipulación de la vía respiratoria durante procedimientos médicos. Estos dispositivos utilizan tecnología óptica para proporcionar una visión clara de las estructuras internas de la vía aérea, lo que permite a los profesionales de la salud realizar intervenciones de manera más precisa y segura, por lo que son fundamentales para garantizar una adecuada gestión de la vía aérea y asegurar una ventilación y oxigenación efectivas en los pacientes.

- **Laringoscopio.** Se trata de un dispositivo diseñado específicamente para facilitar la inserción de un tubo de manera segura en el paciente. Los laringoscopios están contruidos con materiales rígidos y cuentan con una fuente de luz incorporada. Existen diversos tipos disponibles, que van desde los modelos tradicionales como el Macintosh (con una pala curvada) y el Miller (con una pala plana), hasta otros como el laringoscopio de McCoy, que cuenta con una punta articulada para levantar la epiglotis, o el Trueview, que tiene una parte distal móvil y una lente óptica que permite una visión ampliada de la glotis con una inclinación de 35° con respecto a la línea horizontal ^[13].
- **Fibroscopio rígido.** Es un tubo recto o curvado (depende del tipo de fibroscopio) que permite la introducción de un tubo endotraqueal. Posee una fuente de luz y un dispositivo de fibras ópticas que permite visualizar de forma directa la glotis. Luego se puede desplazar el tubo endotraqueal y dejarlo bien posicionado ^[13].
- **Videolaringoscopio.** Estos dispositivos son comparables a los laringoscopios tradicionales, aunque incorporan una cámara de video en el extremo distal que permite una visión directa desde la boca hasta la glotis. La forma en que la pala está angulada y la ubicación de la cámara

proporcionan un campo de visión más amplio que el logrado con un fibroscopio óptico [13].

- **Airtraq.** Estos dispositivos son comparables a los laringoscopios tradicionales, aunque incorporan una cámara de video en el extremo distal que permite una visión directa desde la boca hasta la glotis. La forma en que la pala está angulada y la ubicación de la cámara proporcionan un campo de visión más amplio que el logrado con un fibroscopio óptico [13].

6.4 LESION DE LA MUCOSA TRAQUEAL.

6.4.1 VÍAS DE MUERTE CELULAR: APOPTOSIS Y NECROSIS REGULADA.

El comité de nomenclatura de muerte celular NCCD, por sus siglas en ingles clasifica ampliamente la muerte celular en dos categorías diferentes: muerte celular accidental (MCA) y la muerte celular regulada (MCR). Factores mecánicos, físicos o químicos graves, tales como el traumatismo y los extremos de la temperatura corporal o de pH pueden llevar a muerte celular accidental. Debido a que este tipo de muerte celular resulta de condiciones adversas, se piensa que no es susceptible de modulación. Sin embargo, las células en proceso de muerte liberan patrones moleculares asociados al daño celular (DAMP por sus siglas en inglés), los cuales pueden producir una respuesta inflamatoria innata y producir daño y muerte posterior de las células que hubieran sobrevivido ante el daño inicial.

Por otro lado, la muerte celular regulada, hace referencia a múltiples vías codificadas genéticamente, y que son iniciadas en un intento por mantener la homeostasis celular; esto incluye un subtipo llamado muerte celular programada (MCP) que ocurre como parte del desarrollo o para preservar la homeostasis fisiológica tisular [15].

6.4.2 MUERTE CELULAR REGULADA.

Las clasificaciones iniciales de muerte celular estaban basadas en cambios morfológicos e incluían la clasificación distintiva de la muerte celular, como la apoptosis, autofagia o la necrosis. La apoptosis se veía como un sinónimo de MCP y de necrosis con muerte celular accidental. Sin embargo, ahora se incluye también mediciones moleculares y bioquímicas para las clasificaciones y no solo las características morfológicas como previamente se conocía.

6.4.3 APOPTOSIS.

Es un término utilizado para describir una forma de muerte celular dependiente de ATP caracterizada por contracción del citoplasma, condensación de la cromatina, fragmentación del ADN nuclear, formación de burbujas en la membrana plasmática (blebbing) y formación de cuerpos apoptóticos seguidas por la eliminación de las células muertas por fagocitosis. Esto generalmente no está asociado con la inflamación. Los criterios bioquímicos incluyen la exposición de fosfatidilserina (FS), una señal fagocítica en la superficie celular, cambios en la permeabilidad de la

membrana mitocondrial, liberación de proteínas del espacio entre las membranas mitocondriales, así como la activación dependiente de las caspasas y la traslocación nuclear de una DNasa activada por caspasas, lo que resulta en una separación del ADN internucleosomal. La apoptosis es dependiente de la activación de un número de cisteína-proteasas que pertenecen a la familia de las caspasas. Existen varias vías de activación de caspasas asociadas a apoptosis según sea el origen principal de la señal iniciadora pueden ser la vía extrínseca por activación de receptores de la membrana plasmática (receptor de muerte) o vía intrínseca (mitocondrial) la activación de caspasas es iniciada por el estrés intracelular o por lesiones tales como daño en el ADN, fármacos citotóxicos, estrés oxidativo o sobrecarga de Ca^{2+} en el citoplasma ^[15].

6.4.4 NECROSIS REGULADA.

Esta caracterizada por la granulación citoplasmática y la tumefacción celular y de organelos (oncosis), y da lugar a la ruptura de la membrana plasmática y a la descomposición de las organelas, llevando a una inflamación local secundaria, así como a la liberación de DAMP intracelulares y alarminas de células muertas, las cuales son reconocidas por los receptores de reconocimiento de patrones (PRR) del sistema inmune innato.

La necrosis ha sido descrita como accidental e incontrolada, una muerte celular rápida que ocurre como consecuencia del estrés físico o químico extremos. Sin embargo, ahora se sabe que la necrosis puede escribir como un proceso altamente regulado y dirigido genéticamente. A lo largo de los últimos 10 años se ha descrito un número de vías de necrosis reguladas de las cuales la mejor estudiada en la necroptosis ^[15].

Sin embargo otras de las vías emergentes de las formas especializadas de necrosis regulada incluyen la necrosis regulada mediada por la ciclofilina D (CypD) que implica la apertura del poro de transición de permeabilidad de la mitocondria (MPT), piroptosis, ferroptosis, parthanos, oxitosis, ETosis, NETosis y pironecrosis, estos procesos son morfológicamente coherentes con la necrosis regulada y representan varias formas de muerte celular genéticamente controlada que sigue a un periodo de oncosis con varios términos que reflejan

6.4.5 NECROPTOSIS.

La necroptosis es un tipo de necrosis regulada que se caracteriza por ser independiente de las caspasas y dependiente de la actividad de las proteínas quinasas de serina/treoninas llamadas RIPK1 y RIPK3. Este proceso puede ser desencadenado por la unión de los receptores de muerte en presencia de una inhibición de las caspasas. Sin embargo, en esta revisión no se pretende profundizar en detalle en la vía de la necroptosis ^[15].

6.5 MORBILIDAD TRAQUEAL.

La morbilidad se define como la medida o estado de "estar enfermo" o padecer una enfermedad específica. Es un término utilizado para describir la prevalencia, incidencia y carga de enfermedad en una comunidad o grupo de personas. La morbilidad puede medirse de diversas formas, como el número de casos de una enfermedad específica en un período de tiempo determinado, la tasa de incidencia de una enfermedad en una población o la proporción de personas que presentan determinados síntomas o condiciones de salud.

En el contexto de la morbilidad traqueal, se hace referencia a la presencia o incidencia de enfermedades o afecciones específicas que afectan la tráquea. Esto puede incluir condiciones como infecciones traqueales, inflamación, estenosis traqueal (estrechamiento de la tráquea), tumores y traumas traqueales. La morbilidad traqueal es especialmente común después de la intubación endotraqueal, incluso en casos de anestesia de corta duración.

Durante la intubación, el contacto sostenido del manguito del tubo endotraqueal con una presión excesiva en la tráquea puede alterar la perfusión de la mucosa, lo cual es un factor de riesgo que puede causar lesiones celulares, cambios inflamatorios y complicaciones posteriores, como odinofagia, disfonía y disfagia. Estas lesiones pueden manifestarse de forma aguda, con edema, ulceración, hematomas, o de manera tardía, con estenosis, granuloma, fístula traqueoesofágica y ruptura traqueal.^[11]

Estudios animales como el realizado por Bunengin y colaboradores, examinaron los cambios patológicos durante corto tiempo de intubación (cuatro horas). El tubo endotraqueal produjo en la mucosa una variedad de lesiones, desde abrasiones superficiales hasta ulceraciones severas en el epitelio respiratorio. Los cambios se presentaron en la superficie de las células ciliadas que incluyeron aplastamiento, fusión y erosión de cilios con alteración de su función. Otros estudios en animales demostraron que, con el uso de manguitos de baja presión, e intubación prolongada, el epitelio respiratorio de la tráquea en el sitio de colocación del manguito sufrió metaplasia escamosa. Con microscopia electrónica, se mostró pérdida de los cilios en áreas extensas de la superficie traqueal. Con el empleo del método de aclaramiento de hidrógeno, se midieron los cambios en el flujo sanguíneo de la mucosa traqueal en un modelo animal, causado por la presión ejercida por el tubo endotraqueal de alto volumen y baja presión. Después de inflar los manguitos y crear una presión de la pared traqueal que oscilaba entre los 10, 20, 30 y 45 mmHg, los flujos sanguíneos de la mucosa traqueal correspondiente a cada presión de la pared traqueal se midieron cada hora por 12 horas. En el grupo con presión de la pared traqueal de 45 mmHg, el flujo sanguíneo traqueal disminuyó marcadamente una hora después de la insuflación y continuó disminuyendo severamente. En el grupo con presión traqueal de 30 mmHg el flujo sanguíneo traqueal siguió un curso intermedio entre los grupos con presión de la pared traqueal

de 20-45 mmHg. De este estudio se concluyó que el flujo sanguíneo traqueal fue afectado por una presión de la pared traqueal mayor de 30 mmHg. Como resultado de este estudio se dedujo que, durante la intubación prolongada, la presión de la pared traqueal debe mantenerse igual o por debajo de 20-30 mmHg [11].

En un estudio realizado por Combes y colaboradores en el 2001, se inflaron los manguitos endotraqueales con aire o solución salina y se encontró que la falta de control constante de la presión del manguito durante el período transanestésico contribuyó a una alta incidencia de presión excesiva del manguito. Esto se asoció con un mayor riesgo de odinofagia y lesiones traqueales [11].

En la Unidad de Cuidados Posanestésicos (UCPA) y en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), se ha observado frecuentemente que la presión del manguito del tubo endotraqueal se encuentra excesivamente alta. Según un estudio realizado por Braz y colaboradores, se reportó que el 91% de los pacientes en la UCPA y el 55% en la UCI presentaban una presión del manguito endotraqueal superior a 40 mmHg. Esto indica la existencia de un problema de presión inadecuada del manguito en estas unidades. En la UCI, los pacientes que permanecen con intubación endotraqueal durante períodos de tiempo variables pueden experimentar complicaciones como granulomas en un 63% de los casos, traqueítis a nivel del manguito del TET en un 31%, y estenosis traqueal en un 10% de los casos. Para abordar este problema, se ha demostrado que la medición de la presión del manguito endotraqueal tres veces al día en pacientes de la UCI con IET o traqueostomía, a través de la realización de endoscopia de fibra óptica laringotraqueal, puede reducir la incidencia de estenosis traqueal y lesiones isquémicas en el epitelio traqueal [11].

Los síntomas principales reportados después de la intubación son la odinofagia, la disfonía y, en menor medida, la disfagia. Estos síntomas pueden afectar la satisfacción y las actividades diarias del paciente. Aunque la fisiopatología de los síntomas de la vía aérea no ha sido completamente determinada, se cree que el daño a la mucosa a nivel del manguito puede ser un factor causal de la morbilidad traqueal. La odinofagia es una de las complicaciones más comunes después de la intubación, con una incidencia que varía entre el 6% y el 90%. Este síntoma se relaciona con la abrasión, la isquemia o la reacción inflamatoria. Un estudio realizado por Biro et al. en 2005 informó que el 40% de los 809 sujetos estudiados experimentaron odinofagia [11].

La presencia de un tubo endotraqueal en la laringe, incluso durante períodos cortos de tiempo, produce cambios superficiales en la mucosa que generalmente se resuelven espontáneamente. Sin embargo, las intubaciones prolongadas pueden causar necrosis que afecta a la submucosa, el pericondrio e incluso al cartílago laríngeo. Las áreas más susceptibles de la laringe son los cartílagos aritenoides, los procesos vocales, la articulación cricoaritenoides, la zona posterior de la glotis y la epiglotis.

6.5.1 LESIONES LARINGOTRAQUEALES ASOCIADOS A INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.

Los primeros estudios que realizaron clasificaciones de las lesiones laringotraqueales se llevaron a cabo en laringes obtenidas de pacientes fallecidos que habían sido intubados. En 1969, Lindholm propuso una clasificación de las lesiones laríngeas basada en los hallazgos de la laringoscopia directa, dividiendo las lesiones encontradas en cuatro grados ^[16]:

- Grado I: edema e hiperemia sin úlcera.
- Grado II: úlcera superficial que afecta menos de 1/3 de la circunferencia de la vía aérea.
- Grado III: úlcera profunda que afecta menos de 1/3 de la circunferencia de la vía aérea, o úlcera superficial que afecta más de 1/3 de la circunferencia de la vía aérea.
- Grado IV: úlcera profunda que afecta más de 1/3 de la circunferencia de la vía aérea, o con afectación del cartílago.

Aunque esta clasificación inicial no es universalmente aceptada, fue útil para describir las lesiones en términos de tipo y extensión. En 1986, Eckerbom propuso una clasificación de las lesiones basada en su profundidad en la mucosa, de igual manera las divide en cuatro grados ^[16]:

- Grado 0: sin lesiones.
- Grado I: hiperemia y edema.
- Grado II: ulceración o necrosis en la mucosa y submucosa.
- Grado III: ulceración o necrosis que afecta al cartílago.

Actualmente varios autores han propuesto sistema de clasificación para describir estas lesiones, sin embargo, no existe de manera oficial un consenso respecto a su terminología, por lo que hoy día la clasificación más usada es la propuesta por De lima y colaboradores, la cual clasifica estas lesiones en leves a moderadas/severas y las separa según su localización anatómica como sigue ^[16]:

- Supraglotis. Leve: edema, hiperemia, laringomalacia no obstructiva.
Moderada/severo: Laringomalacia obstructiva.
- Glotis. Leve: edema, hiperemia.
Moderado/severo: ulceración unilateral o bilateral; granulaciones aritenoides.
- Subglotis. Leve: edema, hiperemia.
Moderada/severo: ulceración parcial.

6.6 SÍNTOMAS LARINGOTRAQUEALES ASOCIADOS A INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.

Como hemos revisado a lo largo de este texto, La intubación orotraqueal (IOT) es una técnica que consiste en introducir un tubo flexible provisto de un neumotaponador a través de la cavidad oral hasta llegar a la tráquea, con el propósito de mantener la vía aérea permeable. Si bien la intubación endotraqueal provee beneficios, su uso prolongado trae consigo complicaciones que pueden aparecer de manera temprana como es el caso del estridor laríngeo y disfonía; o tardía (estenosis traqueal, fístulas traqueoesofágicas y formación de granulomas). Los factores de riesgos asociados a las lesiones laringotraqueales han sido ampliamente descritos, y entre ellos lo más frecuentes son el tamaño del tubo endotraqueal, intubación traumática, reintubaciones, uso de guías rígidas y en gran medida la presión del neumotaponador. Con respecto a la presión del neumotaponamiento es conveniente precisar que debe estar dentro de un rango terapéutico lo suficientemente alto para garantizar la ventilación mecánica y disminuir el riesgo de aspiración de secreciones, y lo suficientemente bajo para permitir la perfusión traqueal y evitar isquemias; actualmente se recomiendan valores entre 20-30 cmH₂O ^[17].

Algunos de los síntomas laringotraqueales mayormente reportados incluyen:

- Ronquera: Es uno de los síntomas más frecuentes después de la intubación. Ocurre debido a la irritación de las cuerdas vocales durante el procedimiento.
- Odinofagia. La inserción del tubo endotraqueal puede causar inflamación y sensibilidad en la garganta, lo que puede provocar dolor o molestias al en la laringe.
- Tos persistente: La presencia del tubo endotraqueal puede irritar las vías respiratorias, lo que puede desencadenar reflejo tusígeno persistente.
- Disfagia: La mucosa puede verse afectada incapacitando la musculatura laríngea al grado de genera la imposibilidad de tragar.
- Disfonia. Además de la ronquera, es posible que los pacientes noten cambios en su tono de voz o dificultad para hablar con normalidad ^[17].

6.6.1 RONQUERA.

La ronquera, también denominada disfonía en algunas bibliografías, se caracteriza por alteración del timbre, el tono o la potencia de la voz, o bien por esfuerzo para hablar. El síntoma de ronquera señala siempre a la laringe como estructura afectada. Son más frecuentes las lesiones benignas, como los nódulos en las cuerdas vocales (nódulos del gritón), los quistes en las cuerdas vocales, los granulomas en las cuerdas vocales (habitualmente por traumatismo al intubar o hiperfunción laríngea) y los papilomas en las cuerdas vocales. Hay que sospechar una neoplasia maligna. El éxito del tratamiento depende del diagnóstico y referencia precoz mediante una exploración exhaustiva de toda la vía respiratoria-digestiva

alta, una biopsia con análisis histopatológico y un tratamiento intensivo basado en el estadio clínico y en la localización de la lesión ^[18].

6.6.2 ODINOFAGIA.

La odinofagia puede generar desde un dolor sordo retroesternal al tragar hasta un dolor punzante intenso que se extiende hacia la espalda, impidiendo que el paciente pueda comer adecuadamente e incluso dificultando la deglución de su propia saliva. Por lo general, la odinofagia indica la presencia de un proceso inflamatorio en la mucosa esofágica o, en algunos casos, en el músculo esofágico. Es importante tener en cuenta que actualmente la odinofagia o deglución dolorosa se relaciona específicamente con el esófago, aunque con frecuencia se utiliza incorrectamente este término para referirse al dolor de garganta causado por la inflamación de la faringe, el cual debería ser denominado faringitis ^[19].

6.6.3 DISFAGIA.

Disfagia, del griego *dis* (dificultad, alteración) y *fagia* (comer), se refiere a la sensación de que la comida tiene dificultad para pasar desde la boca hacia el estómago. Muchos pacientes describen esta sensación como si la comida se pegara, enganchara o atascara, o incluso mencionan que la comida "no pasa bien". En ocasiones, también pueden experimentar dolor asociado. Al preguntarles si tienen problemas para tragar, algunos pacientes con disfagia en la parte inferior del esófago pueden responder "no", ya que consideran que "tragar" se refiere únicamente a la acción de llevar los alimentos de la boca al esófago. La dificultad para tragar está causada por un problema con la potencia o coordinación de los músculos necesarios para desplazar la comida desde la boca hacia el estómago o por una obstrucción fija en algún punto entre la boca y el estómago. Algunos pacientes pueden presentar una combinación de ambos. El mecanismo de deglución bucofaríngeo y las contracciones peristálticas primarias y secundarias del cuerpo esofágico desplazan el bolo sólido y líquido desde la boca hacia el estómago en 10 s. Si estas contracciones ordenadas no aparecen o no avanzan, el bolo de comida acumulado distiende la luz esofágica y provoca las molestias relacionadas con la disfagia ^[19].

6.6.4 TOS.

La tos es un mecanismo protector de la vía aérea, cuya finalidad es limpiar el árbol traqueobronquial de las partículas extrañas, facilitando así la eliminación de las secreciones. Cuando la duración de la tos es mayor de 8 semanas, de manera arbitraria, se le denomina tos crónica ^[20].

De igual manera encontramos que la tos es una respuesta refleja del aparato respiratorio inferior a la estimulación de los receptores de irritación o de la tos en la mucosa de la vía aérea. Como los receptores de la tos también residen en la faringe, los senos paranasales, el estómago y el conducto auditivo externo, puede ser necesario buscar el origen de la tos persistente fuera de los pulmones. Los estímulos específicos de la vía aérea inferior incluyen secreciones excesivas,

aspiración de material extraño, inhalación de partículas de polvo o gases nocivos, aire frío o seco, y una respuesta inflamatoria a microorganismos infecciosos o procesos alérgicos ^[21].

6.6.5 DISFONIA.

La disfonía es un síntoma que se manifiesta como una alteración de la voz que perturba la comunicación. Puede afectar al timbre habitual de la voz, esfuerzo al emitir un sonido, dificultades para mantener la voz, cansancio al hablar o falta de volumen. Puede estar relacionada con cualquiera de los sistemas que intervienen en la producción de la voz: laringe, aparato respiratorio, faringe, fosas nasales y cavidad oral. En general hace referencia a los trastornos que afectan a la laringe y en concreto a las cuerdas vocales (CV). Es más frecuente en mayores de 60 años, población que presenta un 50% de presbifonía, y en niños, el 23% presentan nódulos. En mujeres, en la segunda década de la vida, y en los profesionales de la voz, los nódulos son la causa más frecuente de disfonía. Entre el 20 y el 80% de los docentes presentan a lo largo de su vida trastornos de la voz ^[22].

7. DEFINICION DEL PROBLEMA

Muchos de los síntomas laringotraqueales posterior a una intubación, dependen de la etapa o el tiempo que se encuentra el tubo en la laringe. Desde el primer instante que se realiza la insuflación del balón comienzan a presentarse cambios a nivel de la mucosa, sobre todo por la presión ejercida del neumotaponamiento.

El principal factor para producir isquemia de la mucosa traqueal es la disminución del flujo sanguíneo de la mucosa traqueal por exceso de presión sobre la mucosa, mayormente, debido a la sobre insuflación del globo del tubo endotraqueal. Para evitar la sobreinsufalción del globo del tubo endotraqueal, se requiere medir la presión con un manómetro anerode. Se considera que la utilización de métodos más sensibles aumenta la precisión y disminuye el riesgo que puede producir un globo sobre insuflado sobre la mucosa traqueal. Teniendo en cuenta que se debe de mantener una presión estándar para evitar una lesión isquémica de la mucosa traqueal la medición y vigilancia de la presión del globo en todo procedimiento de insuflación del tubo endotraqueal deben ser imperativas y de carácter obligatorio, por las consecuencias que ocasionan.

El problema de esta investigación se centra en la necesidad de una medición y vigilancia precisas de la presión del globo del tubo endotraqueal durante la intubación, con el fin de evitar la sobreinsufalción y reducir el riesgo de lesiones isquémicas en la mucosa traqueal. Dado que los síntomas laringotraqueales después de la intubación están relacionados con la duración y presión ejercida sobre la mucosa, es crucial implementar métodos sensibles y confiables, como el uso de manómetros aneroides, para mantener una presión estándar y prevenir posibles consecuencias perjudiciales.

8. JUSTIFICACION.

La comprensión de los efectos negativos derivados de la sobreinsufalción del globo del tubo endotraqueal y la importancia de mantener una presión adecuada durante la intubación son elementos clave para mejorar la seguridad y el bienestar de los pacientes. Es fundamental realizar mediciones y vigilancia precisas de la presión del globo con el objetivo de prevenir lesiones traqueales y minimizar las complicaciones posteriores a la intubación. La justificación de esta investigación radica en la necesidad de establecer pautas y protocolos claros en relación con la medición y el mantenimiento de la presión del globo durante la intubación. Al investigar y promover el uso de métodos más sensibles y confiables, como el empleo de manómetros aneroides, buscamos mejorar la precisión de la medición de la presión del globo y reducir los riesgos asociados con la sobreinsufalción.

Los resultados de esta investigación podrían contribuir a la mejora de las prácticas clínicas relacionadas con la intubación endotraqueal, al proporcionar una base científica para la implementación de medidas preventivas más efectivas. Además, esperamos generar conciencia sobre la importancia de realizar mediciones y vigilancia adecuadas de la presión del globo, con el fin de fomentar la seguridad y

la calidad de la atención médica en los procedimientos de intubación endotraqueal. Por lo que con este estudio es demostrar la utilidad de la medición de la presión del neumotaponamiento durante las cirugías bajo anestesia general en el hospital general Doctor Darío Fernández Fierro, donde no se ha establecido un protocolo para el uso del manómetro. Nuestro propósito final es reducir la incidencia de disfagia, odinofagia, ronquera, edema y sangrado en la vía aérea posterior al manejo del tubo endotraqueal, proporcionando así una mejor experiencia para el paciente después de la cirugía y disminuyendo la sintomatología y las complicaciones laringotraqueales.

9. OBJETIVOS.

9.1 OBJETIVO GENERAL: Determinar la relación entre la presencia de síntomas laringotraqueales en las primeras 24 horas después de la extubación y la presión aplicada en el balón del tubo endotraqueal (TET) durante las cirugías electivas realizadas bajo anestesia general en el Hospital General "Doctor Darío Fernández Fierro".

9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar los síntomas laringotraqueales más frecuentemente asociados a la cirugía bajo anestesia general en relación con la presión del balón del TET.
- Describir la frecuencia de los síntomas laringotraqueales presentes en las primeras 24 horas después de la extubación en los pacientes intervenidos bajo anestesia general.
- Analizar la relación entre la presión del balón del TET y la presencia de los síntomas laringotraqueales en diferentes intervalos de tiempo después de la extubación (30 minutos, 60 minutos, 120 minutos, 6 horas, 12 horas, 24 horas).
- Evaluar la influencia de la duración de la intubación en la presencia de los síntomas laringotraqueales, clasificando los casos en aquellos con una duración menor de 2 horas y aquellos con una duración mayor de 2 horas.

10. HIPOTESIS.

- **10.1 HIPÓTESIS NULA:** No existe una asociación significativa entre los síntomas laringotraqueales presentes en las primeras 24 horas después de la extubación y la presión aplicada en el neumotaponamiento del tubo endotraqueal en pacientes sometidos a cirugías electivas bajo intubación mecánica.
- **10.2 HIPÓTESIS ALTERNA:** Existe una correlación positiva entre los síntomas laringotraqueales presentes en las primeras 24 horas después de la extubación y la presión aplicada en el neumotaponamiento a 30 mmHg del tubo endotraqueal en pacientes sometidos a cirugías electivas bajo intubación mecánica.

11. DISEÑO DE ESTUDIO.

Tipo de estudio observacional descriptivo analítico longitudinal prospectivo.

- **Observacional.** Observar y registrar los síntomas laringotraqueales y la presión aplicada en el neumotaponamiento en pacientes sometidos a cirugías electivas bajo intubación mecánica.
- **Descriptivo.** describir la relación entre los síntomas laringotraqueales y la presión del neumotaponamiento en pacientes postextubación. El estudio buscará describir la frecuencia de los síntomas y la presión aplicada en el neumotaponamiento en un grupo de pacientes sometidos a cirugías electivas bajo intubación mecánica.
- **Analítico.** Establecer una relación o asociación entre los síntomas laringotraqueales y la presión del neumotaponamiento. Se llevará a cabo un análisis estadístico para evaluar la existencia y la magnitud de esta asociación.
- **Longitudinal.** Este estudio se llevará a cabo durante un período prolongado de tiempo. Los pacientes serán seguidos y evaluados en las primeras 24 horas después de la extubación, lo que implica mediciones y registros en diferentes momentos y la recopilación de datos a lo largo del tiempo.
- **Prospectivo.** Los datos se recopilarán a medida que ocurran los eventos de interés en el futuro. Los pacientes serán seleccionados y se realizarán las mediciones y registros pertinentes a medida que avance el estudio, sin recurrir a datos históricos o retrospectivos.

12. POBLACION.

Población objetivo. Pacientes adultos sometidos a cirugía bajo anestesia general con intubación endotraqueal.

Población elegible. Pacientes adultos sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general con intubación endotraqueal del hospital General Doctor Darío Fernández Fierro en un periodo comprendido febrero-junio 2023.

13. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

13.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

- Pacientes adultos sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general con intubación endotraqueal.

13.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

- Variación anatómica de la vía aérea.
- Pacientes con cirugía de cuello.
- Paciente con presencia de obesidad mórbida.
- Pacientes con presencia de tumoraciones.
- Pacientes programados para cirugía ambulatoria.
- Pacientes sometidos a cirugía de urgencia.
- Pacientes pediátricos.

11.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.

Pacientes con expediente incompleto.

14. MATERIALES.

Los recursos que serán utilizados para la realización del estudio son:

- Expediente de los pacientes que cumplan con los criterios de selección.
- Hoja de captura de datos en Excel prediseñada.
- Computador con paquete Microsoft Office.
- Tubos endotraqueales según ocupe cada paciente.
- manómetro aneroide.

15. METODOS.

En este estudio de investigación, se llevó a cabo la selección de una muestra de pacientes del Hospital General Doctor Darío Fernández Fierro, quienes fueron sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general con intubación endotraqueal, dentro de un periodo comprendido entre febrero y junio de 2023. Los pacientes seleccionados cumplían con los criterios de inclusión establecidos para el estudio.

Con el fin de recopilar los datos necesarios, se revisaron los expedientes clínicos de cada paciente seleccionado para corroborar su cumplimiento con los criterios de inclusión y exclusión. Se registraron diversos datos, entre ellos la edad de los pacientes, el tipo de cirugía a la que fueron sometidos, el tipo de sonda endotraqueal utilizada para el manejo de la vía aérea, el número de intentos realizados para la intubación, el personal encargado de llevar a cabo dicho procedimiento, los centímetros de aire utilizados para insuflar en el neumotaponador, así como la presión registrada mediante el uso de un manómetro aneroide. Además, se registró la duración de cada cirugía.

Es importante resaltar que se informó a los pacientes que sus nombres no serían utilizados en ninguna presentación o publicación derivada de este estudio. Se garantizó la estricta privacidad y confidencialidad de los datos recopilados por parte del responsable de la investigación.

En todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, se procedió a realizar mediciones del neumotaponamiento utilizando un manómetro aneroide. Además, se evaluó la presencia de sintomatología laringotraqueal postextubación durante las primeras 24 horas posteriores al procedimiento. Estas mediciones se llevaron a cabo en diferentes momentos: a los 30, 60 y 120 minutos después de la llegada a la unidad de cuidados posanestésicos, así como a las 6, 12 y 24 horas posteriores a la extubación. Todos los resultados fueron registrados en una hoja colectora de datos, junto con la fecha correspondiente.

Finalmente, se realizó un análisis estadístico utilizando el programa Microsoft Excel para procesar y analizar los resultados obtenidos en el estudio.

16. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Para el presente estudio se utilizó la fórmula para muestreo simple aleatorizado la cual es la siguiente:

La fórmula es para muestreo simple aleatorizado

FÓRMULA PARA CALCULAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Intervalo de confianza del 95%

$Z^2 = 1.96$ es la varianza 1.96 para IC 95% 2.58 para IC 99%

$\delta^2 = 0.5$ Es la desviación estándar a dos colas.

$e^2 = 0.01$ Es el error estándar que se permitirá al muestrear 0.01 es 1% de error

$N =$ Población

$n =$ es la muestra, importante es n minúscula

Población de 100 ($n=100$).

17. VARIABLES DEL ESTUDIO.

A continuación, se describen las variables con sus respectivas definiciones conceptuales u operacionales según corresponda:

NOMBRE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICION	NIVEL ESTADISTICO
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo	Años cumplidos	Cuantitativa	18-90	Estadística descriptiva
Sexo	Condición biológica que distingue de femenino y masculino	Condición biológica que distingue de femenino y masculino	Cualitativa, continua	Femenino Masculino	Estadística descriptiva
Clasificación ASA	Sistema de clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists (ASA) para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente.	La reportada por el anesthesiólogo a cargo de la valoración preanestésica	Cualitativa, ordinal	ASA I ASA II	Estadística descriptiva
Escolaridad	Grado escolar formal obtenido por el paciente, que cuente con evidencia de ello	La reportada por el paciente	Cualitativa, ordinal	Analfabeta Primaria Secundaria Preparatoria Licenciatura Posgrado	Estadística descriptiva
Ocupación	A lo que se dedica el paciente, sea redituable o no	Lo reportado por el paciente	Cualitativa, nominal	Redituable o No redituable	Estadística descriptiva
Tipo de anestesia	El método por el cual se obtendrán los 5	AGB: Inhalatoria	Cualitativa Nominal	AGB AGE	Estadística descriptiva

	componentes de la anestesia (Analgesia, amnesia, relajación, hipnosis y protección SNA)	AGE: Intravenosa			
Cirugía programada	Tipo de tratamiento quirúrgico que el paciente debe de realizarse	Cirugía a la que se someterá el paciente	Cualitativa, nominal	Nombre de la cirugía programada	Estadística descriptiva
Índice de masa corporal	La relación entre el peso y la estatura del paciente	El obtenido en cada paciente y clasificado según la OMS	Cuantitativa Continua	El obtenido	Estadística descriptiva
Presión del neumotaponamiento	Fuerza que se ejerce en el balón del tubo endotraqueal	El obtenido por paciente.	Cuantitativa Continua	El obtenido	Estadística descriptiva.
Personal para manejo de la vía aérea	Persona física que se encarga realizar la intubación	Persona que intuba al paciente	Cualitativa	Nombre y cargo de la persona	Estadística descriptiva.

18. ANALISIS ESTADÍSTICO.

Se llevó a cabo un estudio observacional descriptivo analítico longitudinal prospectivo utilizando las variables previamente mencionadas. Para las variables cuantitativas, se calculó la correlación de Pearson con la siguiente fórmula

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Donde:

- X_i es cada valor individual de la variable X.
- \bar{X} es la media de los valores de la variable X.
- Y_i es cada valor individual de la variable Y.
- \bar{Y} es la media de los valores de la variable Y.
- \sum indica la suma de los valores.

Obteniendo como resultado 0 lo cual indica que no hay correlación lineal entre las variables.

Por otro lado, las variables cualitativas, como el género, el tipo de cirugía y el personal encargado de la intubación, se informaron mediante porcentajes y frecuencias.

Por otro lado, las variables cualitativas, como el género, el tipo de cirugía y el personal encargado de la intubación, se informaron mediante porcentajes y frecuencias.

19. CONSIDERACIONES ETICAS.

El siguiente trabajo de investigación cumple con los estándares éticos y normativos establecidos para la protección de los sujetos humanos de investigación. No representa ningún riesgo para la vida ni la integridad del paciente, y se encuentra en total conformidad con la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, que establece los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, según lo declarado en Fortaleza, Brasil, en octubre de 2013. Asimismo, se respeta plenamente el Informe de Belmont, que proporciona principios y directrices éticas para la protección de los sujetos humanos de investigación (abril de 2023).

Además, se cumplen todos los criterios establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, la cual establece los lineamientos para la ejecución de proyectos de investigación en salud en seres humanos. Estos criterios se encuentran alineados con el reglamento del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.

Finalmente, es importante mencionar que el trabajo de investigación ha sido revisado y aprobado por el Comité de Investigación del Hospital General Doctor Darío Fernández Fierro.

20. FACTIBILIDAD.

EL hospital general Doctor Darío Fernández Fierro, reporta un promedio de 550 cirugías electivas bajo anestesia general con intubación endotraqueal al año (2022), considerando así factible la realización del estudio obteniendo una muestra significativa.

21. PRESUPUESTO.

El presente trabajo de investigación no requirió fondos asignados al presupuesto para poder ser realizado, los materiales que fueron utilizados para la investigación se encontraban ya en disposición para el investigador.

22. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

	Octubre 2022	Noviembre 2022	Febrero 2023	Marzo 2023	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Julio 2023
PRESENTACION Y AUTORIZACION DE PROTOCOLO	x	x						
RECOLECCION DE MUESTRA			x	x	x	x	x	
CREACION DE BASE DE DATOS							x	
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS							x	
AVANCE DE TESIS							x	
TERMINACION DE ESTUDIO								x
REVISION Y APROBACION FINAL								x

23. RESULTADOS.

En esta investigación, se llevó a cabo una revisión y registro de 100 pacientes que fueron sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general con intubación endotraqueal. Estos pacientes fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión mencionados en el apartado correspondiente de manera previa.

Para la variable cuantitativa edad se realizó un análisis estadístico utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov con el objetivo de evaluar la normalidad de la variable (tabla 1 y tabla 2). En donde N representa el número de observaciones en la muestra, que en este estudio corresponde a la evaluación de la edad de los 100 pacientes que conformaron la muestra, en el cual la media de las edades en la muestra es de 57.500 y la desviación estándar de las edades en la muestra es de 14.3854. De igual manera se calcularon las máximas diferencias extremas entre la distribución de la muestra y la distribución normal teórica, obteniendo un valor absoluto de 0.098, un valor positivo de 0.040 y un valor negativo de -0.098.

El valor del estadístico de prueba de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra es de 0.098. Así mismo el valor de significación asintótica (bilateral) es de 0.018 siendo menor que el nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

TABLA 1

		Edad
N		100
Parámetros normales ^{a,b}	Media	57.500
	Desviación estándar	14.3854
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.098
	Positivo	.040
	Negativo	-.098
Estadístico de prueba		.098
Sig. asintótica (bilateral)		.018 ^c

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

Estadísticos

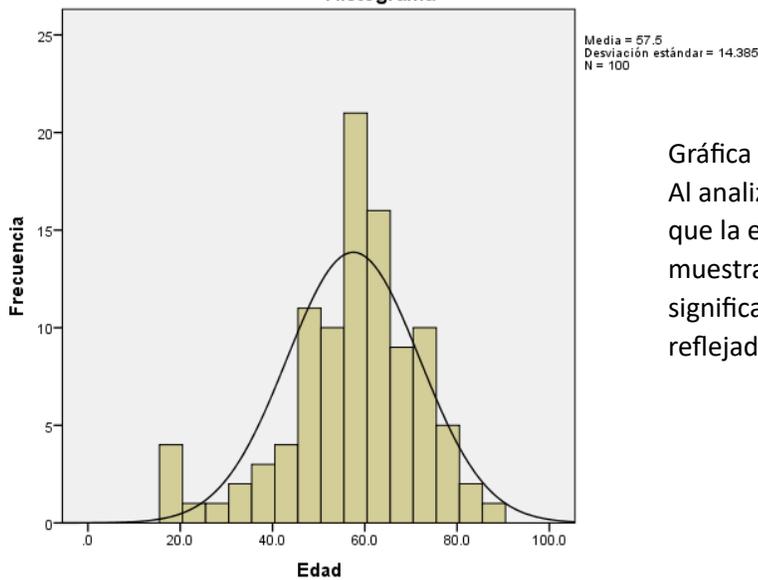
Edad

TABLA 2

N	Válido	100
	Perdidos	0
Media		57.500
Mediana		59.000
Moda		64.0
Desviación estándar		14.3854
Mínimo		18.0
Máximo		86.0

GRAFICA 1

Histograma



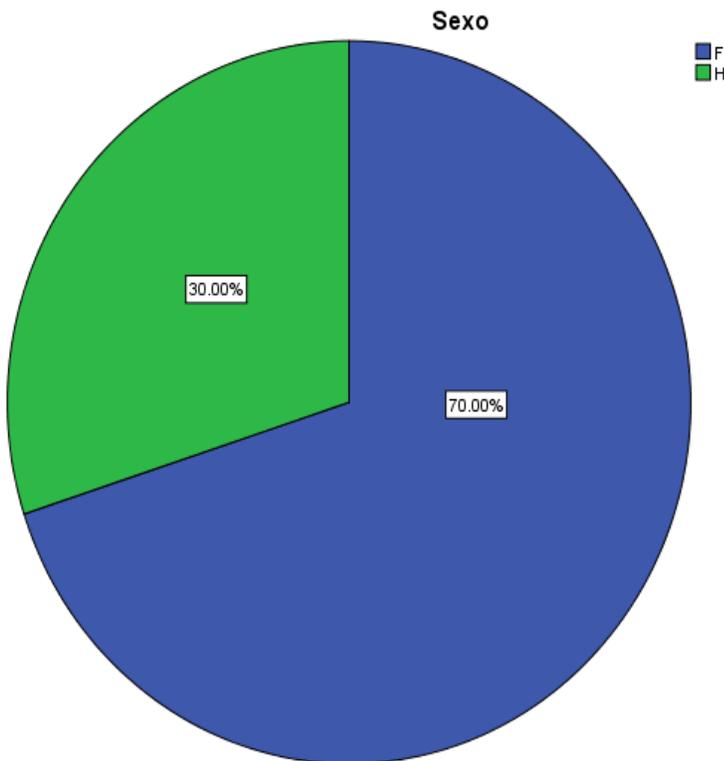
Gráfica 1: Muestra el total de 100 participante. Al analizar los datos recolectados, se encontró que la edad promedio de los participantes en la muestra fue de 57.50 años, con una variación significativa en las edades individuales, reflejada por una desviación estándar de 14.38

En la tabla 3 podemos observar la distribución de la variable sexo para la población total de 100 pacientes, en donde “F” se asigna para sexo femenino y “H” para sexo masculino, dentro de las cuales 70 personas corresponden a sexo femenino y 30 personas corresponden a sexo masculino, siendo un porcentaje acumulado del 100% en el cual no hay valores faltantes.

TABLA 3 Sexo.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido F	70	70.0	70.0	70.0
H	30	30.0	30.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

GRAFICA 2.



Gráfica 2: Muestra la distribución de genero entre los pacientes participantes del estudio.

La variable tiempo se encuentra analizada en las tablas 4 y 5. La tabla 4 representa todas aquellas cirugías en las que la duración fue menor de 2 horas, representadas en cuatro columnas: a) frecuencia que indica la cantidad de veces que se observó cada categoría o característica. Según la tabla, hay 1 caso en el que la duración es menor de 2 horas y la respuesta es "NO". También hay 47 casos en los que la duración es menor de 2 horas y la respuesta es "SI". Por último, hay 52 casos en los que la duración es mayor o igual a 2 horas y la respuesta es "SI". b) porcentaje Esta columna muestra el porcentaje de cada categoría o característica con respecto al total de la muestra. Por ejemplo, el 1% de la muestra corresponde a casos donde la duración es menor de 2 horas y la respuesta es "NO". c) Porcentaje válido: Este valor es lo mismo que el porcentaje y representa el porcentaje de cada categoría con respecto al total de la muestra. d) Porcentaje acumulado: Esta columna muestra el porcentaje acumulado de cada categoría o característica en la muestra hasta ese punto. Por ejemplo, después de contar los primeros 48 casos (los "NO" y 47 de los "SI"), el porcentaje acumulado es del 48%. Al final de la tabla, el porcentaje acumulado llega al 100%, lo que significa que se han incluido todos los casos de la muestra.

Con base en lo anterior la muestra contiene un total de 100 casos, hay 1 caso donde la duración en menor de 2 horas marcado con la respuesta "NO" representando el

1% de la muestra, así mismo hay 47 casos donde la duración es menor de 2 horas y la respuesta es "SI" lo que representa 47% de la muestra.

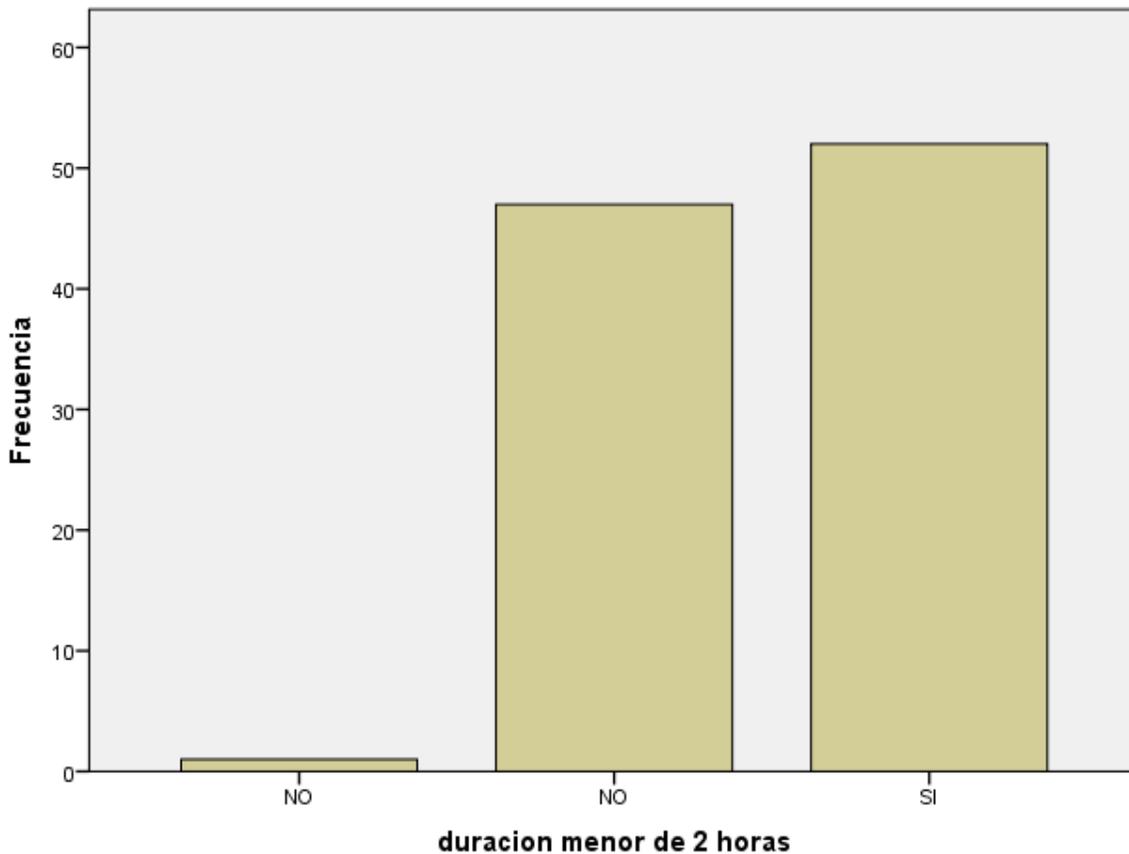
duración menor de 2 horas

TABLA 4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NO	1	1.0	1.0	1.0
	NO	47	47.0	47.0	48.0
	SI	52	52.0	52.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

GRAFICA 3

duracion menor de 2 horas



Gráfica 3 muestra la relación entre aquellas cirugías con una duración menor de 2 horas.

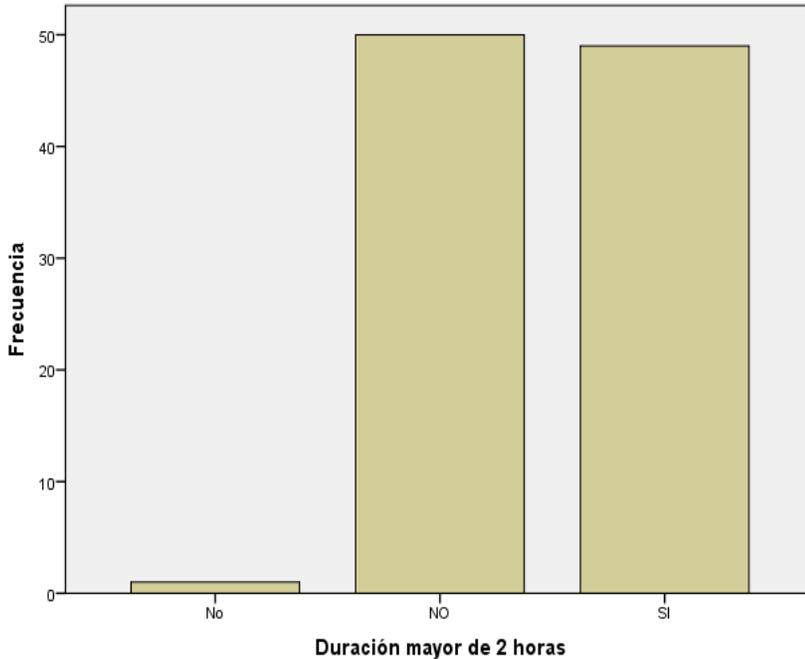
En la tabla 5 se encuentra los datos correspondientes a las cirugías que tuvieron una duración mayor de 2 horas divididos en cuatro columnas: a) frecuencia: Esta columna indica la cantidad de veces que se observó cada categoría o característica. Según la tabla, hay 1 caso en el que la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "No". También hay 50 casos en los que la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "No". Por último, hay 49 casos en los que la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "Sí". b) Porcentaje: Esta columna muestra el porcentaje de cada categoría o característica con respecto al total de la muestra. Por ejemplo, el 1% de la muestra corresponde a casos donde la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "No". c) Porcentaje válido: Este valor es lo mismo que el porcentaje y representa el porcentaje de cada categoría con respecto al total de la muestra. d) Porcentaje acumulado: Esta columna muestra el porcentaje acumulado de cada categoría o característica en la muestra hasta ese punto. Por ejemplo, después de contar los primeros 51 casos (los "No" y 50 de los "Sí"), el porcentaje acumulado es del 51%. Al final de la tabla, el porcentaje acumulado llega al 100%, lo que significa que se han incluido todos los casos de la muestra.

La muestra contiene un total de 100 casos, encontrando 1 caso donde la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "No", lo que representa el 1% de la muestra, de igual manera hay 50 casos donde la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "No", lo que representa el 50% de la muestra y por último existen 49 casos en los que la duración es mayor de 2 horas y la respuesta es "Sí", lo que representa el 49% de la muestra. El porcentaje acumulado llega a 100% lo que indica que se han incluido todos los casos de la muestra.

TABLA 5. Duración mayor de 2 horas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	1	1.0	1.0	1.0
	NO	50	50.0	50.0	51.0
	SI	49	49.0	49.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

GRAFICA 4. Duración mayor de 2 horas



Gráfica 4 muestra la relación entre aquellas cirugías con una duración mayor de 2 horas.

En cuanto a la variable “Personal que maneja la vía aérea” se realiza la tabla 6 para analizar el grado académico del personal involucrado en el manejo de la vía aérea, colocando en la columna de frecuencia la cantidad de veces que se observa cada categoría o nivel de personal. Según la tabla, hay 11 casos de personal "ADSCRITO", 12 casos de personal "R1", 20 casos de personal "R2", 1 caso de personal "R2A", 54 casos de personal "R3" y 2 casos de personal "R3A". De igual manera se analiza el porcentaje de cada categoría o nivel de personal con respecto al total de la muestra. Por ejemplo, el 11% de la muestra corresponde a casos de personal "ADSCRITO". En cuanto al porcentaje valido encontramos que este valor es lo mismo que el porcentaje y representa el porcentaje de cada categoría con respecto al total de la muestra. Por último, el porcentaje acumulado de esta muestra llega al 100% lo que significa que se han incluido todos los casos de la muestra.

Para la interpretación de lo obtenido encontramos que la muestra cuenta con un total de 100 casos asignados a personal que maneja la vía aérea de los cuales 11 casos corresponde a la categoría "ADSCRITO", lo que representa el 11% de la muestra. Existen 12 casos de personal "R1", lo que representa el 12% de la muestra, Hay 20 casos de personal "R2", lo que representa el 20% de la muestra, de igual manera se encuentra 1 caso de personal "R2A" representando el 1% de la muestra, y dejando 54 casos para el personal "R3" y "R3A" lo cual representa un 54% y 2% respectivamente.

TABLA 6. Personal que maneja vía aérea

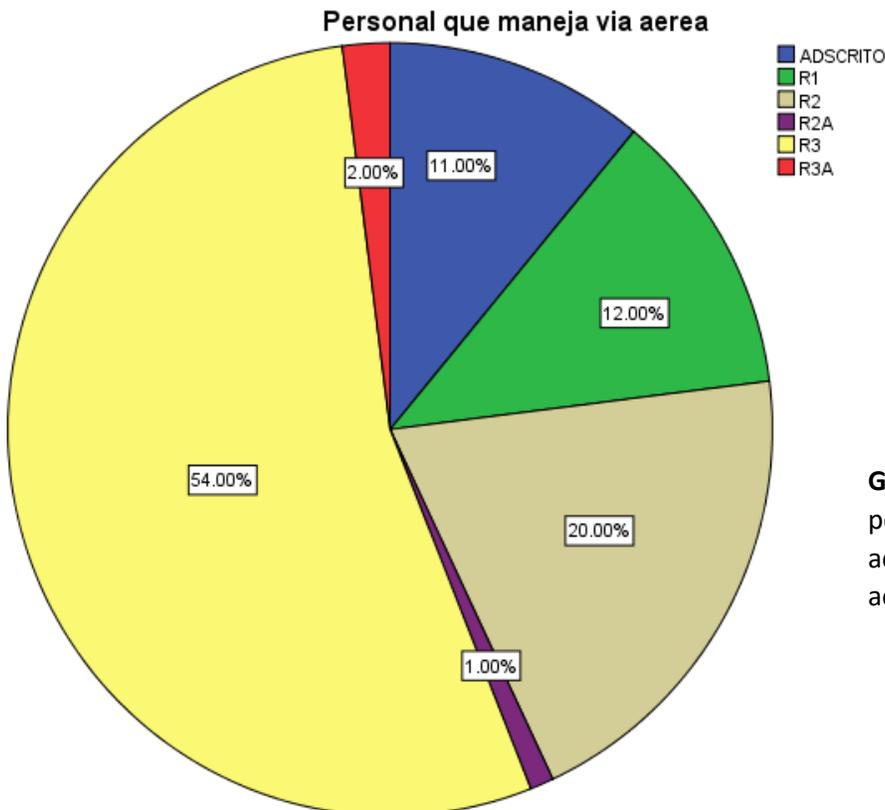
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ADSCRITO	11	11.0	11.0	11.0
	R1	12	12.0	12.0	23.0
	R2	20	20.0	20.0	43.0
	R2A	1	1.0	1.0	44.0
	R3	54	54.0	54.0	98.0
	R3A	2	2.0	2.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

TABLA 7. Estadísticos

% Presión

N	Válido	100
	Perdidos	0
Media		24.4550
Mediana		24.2500
Moda		18.75
Varianza		55.093
Mínimo		6.25
Máximo		42.50

La tabla 7 corresponde al análisis de estadísticos, en donde N indica el numero total de observaciones en la muestra que en este caso es 100 el total de datos válidos, por lo que significa que no hay datos perdidos. La media de la muestra está representada por un total de 24.45%, el valor mas frecuente, es decir la moda de la presión es de 18.75% y la varianza de la presión corresponde al 55.093%. Por otra parte, encontramos que el valor máximo de la presión es de 42.50% y el mínimo es de 6.25%



Gráfica 5. Muestra la distribución del personal medico y su respectivo grado académico en el manejo de la vía aérea.

Durante este estudio se documentó como principal complicación asociada el broncoespasmo, así mismo el único síntoma laringotraqueal con alguna relevancia fue la resequedad, en la tabla 8 se encuentran con una frecuencia 8 casos de broncoespasmo, 91 casos sin presentar alguna complicación y 1 caso de resequedad. Así mismo encontramos que el porcentaje acumulado el 100% lo que significa que se ha incluido todos los casos de la muestra. Quedando la interpretación como sigue: la muestra contiene un total de 100 casos de los cuales 8% corresponde con broncoespasmo, 91% de la muestra no presenta ninguna complicación asociada y solo 1% de los casos presentó resequedad.

TABLA 8 COMPLICACION

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido BROCOESPASMO	8	8.0	8.0	8.0
NO	91	91.0	91.0	99.0
RESQUEDAD	1	1.0	1.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

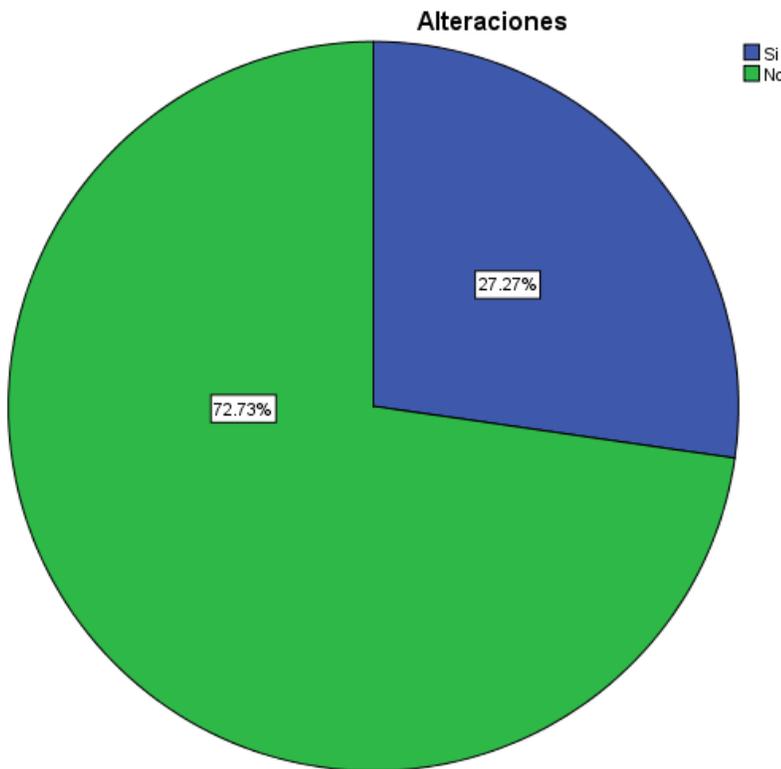


Gráfica 6. Representación de las complicaciones que se presentaron durante el estudio.

La tabla 9, correspondiente a alteraciones indica la cantidad de veces que se observa cada categoría o respuesta. Según la tabla, hay 27 casos donde se responde "Sí" a la pregunta sobre la presencia de alteraciones y 72 casos donde se responde "No" a la misma pregunta, un porcentaje acumulado del 100% lo que significa que se han incluido todos los casos de la muestra, interpretándose como sigue, La muestra contiene un total de 100 casos (99 casos con respuestas válidas y 1 caso perdido). De los cuales hay 27 casos (27% de la muestra) donde se responde "Sí" a la pregunta sobre la presencia de alteraciones y 72 casos (72% de la muestra) donde se responde "No" a la pregunta sobre alteraciones.

TABLA 9 Alteraciones

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	27	27.0	27.3	27.3
	No	72	72.0	72.7	100.0
	Total	99	99.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	1.0		
Total		100	100.0		



Gráfica 7 Representación de las complicaciones que se presentaron durante el estudio.

En la tabla 10, correlaciones, se presentan los resultados de la correlación de Pearson entre dos variables: "% Presión" y "Alteraciones". La correlación de Pearson mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Sus valores pueden variar entre -1 y 1, donde -1 indica una relación negativa perfecta, 1 indica una relación positiva perfecta y 0 indica que no hay una relación lineal entre las variables. En este caso, la tabla muestra lo siguiente: La correlación entre "% Presión" y "Alteraciones" es de -0.758. El valor de la correlación está acompañado del doble asterisco "**", lo que indica que la correlación es significativa a un nivel de significancia del 0.01 (bilateral). Mencionado lo anterior encontramos que la interpretación se da como sigue: La correlación de -0.758 indica que hay una relación negativa moderadamente fuerte entre las variables "% Presión" y "Alteraciones". Esto significa que a medida que aumenta el valor de una variable, el valor de la otra tiende a disminuir, y viceversa. La correlación significativa a un nivel de significancia de 0.01 (bilateral) indica que esta relación no se debe al azar y es estadísticamente confiable. Es decir, la probabilidad de que la correlación sea un hallazgo al azar es muy baja.

En resumen, la tabla muestra que existe una correlación negativa significativa y moderadamente fuerte entre "% Presión" y "Alteraciones" en el grupo estudiado. Esto sugiere que el aumento de la presión está relacionado con una disminución en la presencia de alteraciones y viceversa. Es importante destacar que la correlación no implica causalidad; es decir, no podemos afirmar que una variable cause la otra solo por su correlación. Se necesitarían más investigaciones y análisis para determinar cualquier relación causal entre estas variables.

TABLA 10. Correlaciones

		% Presión	Alteraciones
% Presión	Correlación de Pearson	1	-.758**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	100	99
Alteraciones	Correlación de Pearson	-.758**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	99	99

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

24. DISCUSION.

En el presente estudio, se han analizado diferentes variables relacionadas con la presión aplicada al neumotaponamiento y las posibles complicaciones o aparición de síntomas laringotraqueales en un grupo de pacientes. Se llevaron a cabo diversas pruebas estadísticas y análisis para explorar la relación entre estas variables y entender mejor su comportamiento en el grupo estudiado.

En la tabla de "Presión", se observa que la media de presión es de 24.4550 y la mediana es de 24.2500. Esto sugiere que el valor promedio y el valor que se encuentra en el centro de la muestra son muy cercanos, lo que indica una distribución más o menos simétrica de los datos. Sin embargo, al observar la moda, que es de 18.75, notamos que existe un valor más frecuente que los demás, lo que puede indicar una asimetría en la distribución hacia la izquierda. La tabla de "Alteraciones" muestra que el 27% de la muestra presenta alguna alteración, mientras que el 72% no presenta ninguna alteración. Esta información es relevante para comprender la prevalencia de alteraciones en el grupo estudiado y puede tener implicaciones importantes para el tratamiento y el manejo de los pacientes. Además, al observar la tabla de "Correlaciones", encontramos que hay una correlación negativa significativa y moderadamente fuerte (-0.758) entre la presión arterial y la presencia de alteraciones. Esto indica que a medida que aumenta la presión arterial, la presencia de alteraciones tiende a disminuir, y viceversa. Es importante destacar que esta correlación no implica causalidad y que se necesitarían más investigaciones para determinar la relación causal entre estas variables.

En resumen, los resultados de este estudio sugieren que la presión del neumotaponamiento y la presencia de síntomas laringotraqueales no fue significativa en este grupo de pacientes. Sin embargo, es necesario tener en cuenta las limitaciones del estudio, como el tamaño de la muestra y el diseño de la investigación, que podrían afectar los resultados. Además, se recomienda realizar análisis más profundos y estudios longitudinales para comprender mejor la naturaleza de estas relaciones y sus implicaciones clínicas.

En futuras investigaciones, sería valioso explorar otras variables y factores que puedan influir en la presión del neumotaponamiento y la presencia de síntomas laringotraqueales. Estos factores podrían proporcionar una comprensión más completa de los determinantes de la presión arterial y las complicaciones, lo que a su vez podría informar estrategias de prevención y tratamiento más efectivas.

25. CONCLUSIÓN.

El tiempo de uso del tubo endotraqueal a menudo resulta impredecible, ya que puede variar en diferentes situaciones. En algunos casos, se utiliza por periodos cortos, como cuando los pacientes necesitan anestesia general. En cambio, en situaciones críticas que requieren el uso de la ventilación mecánica, el tubo endotraqueal puede ser empleado por periodos prolongados. El neumotaponador es un manguito ubicado en el extremo distal del tubo que se insufla con un pequeño volumen de aire después de la intubación, con el propósito de obturar la vía aérea, establecer un sistema de inhalación sin fugas y evitar aspiraciones pulmonares.

La lesión traqueal posterior a la intubación sigue una secuencia fisiopatológica que comienza con la isquemia de la mucosa y progresa a edema y ulceración. Este proceso suele ser desencadenado por una disminución del flujo sanguíneo debido a una presión excesiva del neumotaponador sobre la mucosa traqueal.

Es importante tener en cuenta que la presión de perfusión normalmente se encuentra en el rango de 25-30 cmH₂O. Si la presión del neumotaponador supera los 30 cmH₂O, puede reducir notablemente el flujo sanguíneo a la mucosa traqueal, incluso en periodos cortos de intubación. Esta reducción del flujo sanguíneo compromete el suministro de oxígeno y nutrientes a la mucosa, lo que puede llevar a la isquemia y el desarrollo de lesiones. Mantener una presión adecuada del neumotaponador durante la intubación y extubación es esencial para asegurar un flujo sanguíneo adecuado a la mucosa traqueal y evitar lesiones o complicaciones posteriores. Una presión excesiva puede provocar isquemia, edema y ulceración de la mucosa, mientras que una presión insuficiente puede resultar en un sellado inadecuado, lo que aumenta el riesgo de aspiración y otras complicaciones respiratorias.

Para minimizar el riesgo de estas complicaciones, es fundamental que el personal médico responsable de la intubación sea cuidadoso al ajustar y controlar la presión del neumotaponador, asegurándose de mantenerla dentro de los límites seguros. Además, la selección adecuada del tamaño del tubo endotraqueal y su posicionamiento correcto son esenciales para reducir la presión y la posible lesión de la mucosa traqueal. Un manejo cuidadoso y una supervisión continua durante el período de intubación pueden ayudar a prevenir estas complicaciones.

No se ha encontrado evidencia de una relación lineal directa entre el tiempo de intubación y la probabilidad de complicaciones laringotraqueales. Si bien es cierto que el uso prolongado del tubo endotraqueal puede aumentar el riesgo de ciertas complicaciones, no se ha establecido una relación lineal precisa entre el tiempo de intubación y la aparición de estas complicaciones.

Las complicaciones laringotraqueales pueden estar relacionadas con varias variables, como las características físicas de la vía aérea artificial, la presencia del neumotaponador y la salud general del paciente. Además, factores como la experiencia del personal médico que realiza la intubación y el manejo adecuado del paciente también juegan un papel importante en la prevención de complicaciones.

Es crucial que los profesionales de la salud estén capacitados para reconocer y manejar cualquier complicación que pueda surgir durante el proceso de intubación y proporcionar el cuidado adecuado para minimizar los riesgos asociados con el uso del tubo endotraqueal.

Para finalizar, es importante reconocer que la ausencia de complicaciones en la vía aérea después de la extubación es un resultado influenciado por diversos factores. Entre estos factores, la presión adecuada del neumotaponador desempeña un papel fundamental en la prevención de este tipo de eventos.

26. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2005;103(1):33-3.
2. T.R. Velasco Sanz*, M. Ronda Delgado de la Fuente, A.B. Sánchez de la Ventana y M. Reyes Merino Martínez, El control del neumotaponamiento en cuidados intensivos: influencia de la formación de los profesionales de enfermería. *Enfermería intensiva*. Volume 26, Issue 2, April–June 2015, Pages 40-45.
3. 1. Liu J, Zhang X, Gong W, et al. Correlations between controlled endotracheal tube cuff pressure and postprocedural complications: A multicenter study. *Anesth Analg*. 2010;111: 1133-1137.
4. Grant T. Do current methods for endotracheal tube cuff inflation create pressures above the recommended range? A review of the evidence. *J Perioper Pract*. 2013; 23:292-295.
5. Fernando M Delgado Gómez, José Manuel Athié García, Carmen Y Díaz Castillo. Evaluación de la presión del globo traqueal insuflado por técnica de escape mínimo en el Hospital Ángeles Mocol. *ACTA MÉDICA GRUPO ÁNGELES*. Volumen 15, No. 1, enero-marzo 2017, paginas, paginas 8-12.
6. Carlos a. Artime y Carina. Hagberg, Miller, anestesia, capítulo 44, Elsevier, 2021, paginas 1373-1412.
7. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. *Gray's Anatomía para estudiantes*. 2ª ed. España: Elsevier; 2010. Páginas 999-1018
8. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Anatomía con orientación clínica*. 6ª ed. España: Wolters Kluwer; 2010 páginas 1023-1044
9. Hans Fred García Araque, Oscar Valencia Orgaz, Ramón López Vicentec y Sergio Esteban Gutiérrez Vida. Anatomía de la vía aérea para el broncoscopista. Una aproximación a la anestesia. *Revista Colombiana de Anestesiología*. Volumen 42, Issue 3, July–September 2014, Pages 192-198
10. William K. Ovalle, PhD, Patrick C. Nahirney, PhD, *Netter's Essential Histology*, Elsevier 2015, paginas 359-380
11. Gloria Patricia López-Herranz. Intubación endotraqueal: importancia de la presión del manguito sobre el epitelio traqueal. *Revista Médica del hospital general de México* Vol. 76, Núm. 3, 2013. Páginas 153-161.
12. Brian E. Driver and Robert F. Reardon. Basic Airway Management and Decision Making. *International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations*. *Resuscitation* 95: e71–e120, 2015.
13. Pilar Martínez López, Juan Miguel Mora Ordóñez e Inés Macías Guarasa. Dispositivos para el manejo de la vía aérea. *Revista española de anestesiología y reanimación*. Volume 97, Issue 8, October 2022, Pages 438-445.
14. Brown CA III, Sakles JC, Mick N. *The Walls Manual of Emergency Airway Management*. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
15. Nahmah Kim-Campbell, Hernando Gomez y Hülya Bayir. Vías de muerte celular: apoptosis y necrosis regulada. *Nature*. 2010; 464:104-107.
16. Andrés Alvo, Cecilia Sedano. Prevention, diagnosis and management of acute and subacute laryngotracheal post-intubation lesions in pediatric patients. *Revista Otorrinolaringología Cirugía Cabeza Cuello* 2017; 77: 91-98.

17. Diana Patricia Jiménez Duran, Freiser Eceomo Cruz Mosquera, Ana Cristina Arango Arango e Ivon Johana Ávila Ovalle. Medición del neumotaponador y su influencia en la prevención de complicaciones laringotraqueales: a propósito de un caso de intubación prolongada (56 días). *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. Volume 18, Issue 1, January–March 2018, Pages 66-69.
18. Paul w. Flint. Qiang Q, Wu X, Yang T, et al. A comparison between systemic and intratympanic steroid therapies as initial therapy for idiopathic sudden sensorineural hearing loss: a meta-analysis. *Acta Otolaryngol*. 2017; 137:598-605.
19. Guyen NQ, Holloway RH, Smout AJ, et al. Automated impedancemanometry analysis detects esophageal motor dysfunction in patients who have non-obstructive dysphagia with normal manometry. *Neuro Gastroenterol Motil* 2013; 25:238-45.
20. Cohen SM, Misono S. Use of specific neuromodulators in the treatment of chronic, idiopathic cough: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;148(3):374-82. PubMed PMID: 23300226.
21. Everard ML: Recurrent lower respiratory tract infections'-going around in circles, respiratory medicine style, *Paediatr Respir Rev* 13(3):139-143, 2012.
22. Best SR, Mohr M, Zur KB. Systemic bevacizumab for recurrent respiratory papillomatosis: A national survey. *Laryngoscope*. 2017 oct;127(10):2225-2229. PubMed. PMID: 28657692

27. BIBLIOGRAFIA.

1. Islas R, Benítez L, Castellano J, Luna J. Complicaciones agudas por intubación orotraqueal en un Servicio de Urgencias. *Arch Med Urgen Méx.* 2012; 4:205.
2. Miranda J, Herrera M, Villalobos M, Rodríguez L, Jiménez E. Lesiones traqueales por intubación prolongada y su relación con la presión del balón del tubo endotraqueal. *Med. Leg. Costa Rica.* 2001;18.
3. Irwin RS, Baumann MH, Bolser DC, Boulet LP, Braman SS, Brightling CE, et al.; American College of Chest Physicians (ACCP). Diagnosis and management of cough executive summary: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2006;129(1 Suppl):1S-23S. PubMed.
4. Liu J, Zhang X, Gong W, Li S, Wang F, Fu S, et al. Correlations between controlled endotracheal tube cuff pressure and postprocedural complications. A multicenter study. *Anesthesia.* 2010; 11:11337.
5. Barash PG. *Clinical anesthesia.* 7.a edición. Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins; 2013,
6. Leder SB, Burrell MI, Van Daele DJ. Epiglottis is not essential for successful swallowing in humans. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2010;119(12):795-798.
7. Jin-Hee K, Ro YJ, Seong-Won M, Chong-Soo K, Seong-Deok K, Lee JH, et al. Elongation of the trachea during neck extension in children: Implications of the safety of endotracheal tubes. *Anesth Analg.* 2005; 101:974–7.
8. Ferrer M, Torres A. Maintenance of tracheal tube cuff pressure: ¿where are the limits? *Crit Care* 2008; 12:106-107.
9. Ayuse T, Inazawa T, Kurata S, et al: Mouth-opening increases upper-airway collapsibility without changing resistance during midazolam sedation. *J Dent Res* 83:718–722, 2004.
10. Kapoor K, Singla E, Sahu B, et al. PARP inhibitor, olaparib ameliorates acute lung and kidney injury upon intratracheal administration of LPS in mice. *Mol Cell Biochem.* 2015; 400:153-162.

28. ANEXOS.

28.1 ANEXO 1 “HOJA DE RECOLECCION DE DATOS”



ISSSTE

INSTITUTO DE SEGURIDAD
Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO

HOSPITAL GENERAL DOCTOR DARIO FERNANDEZ FIERRO
SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

1.-SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA.

EDAD: SEXO: EXPEDIENTE: PESO: TALLA: IMC:													FECHA:		
DIAGNOSTICO:															
CALIFICACION ASA:															
CIRUGIA REALIZADA:													DURACION >2HORAS		
													DURACION <2HORAS		
NOMBRE Y CARGO DE QUIEN REALIZO LA INTUBACION.													NUMERO DE INTENTOS		
PRESION DEL NEUMOTAMPONAMIENTO SEGÚN EL TIEMPO															
INICIO			UNA HORA				DOS HORAS				AL FINAL				
PRESENCIA DE SINTOMAS LARINGOTRAQUEALES															
LLEGADA A UCPA		30 MIN		60 MIN		120 MIN		6 HORAS		12 HORAS		24 HORAS			
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
SINTOMAS LARINGOTRAQUEALES E INTENSIDAD															
DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFAGIA LEVE MODERADO INTENSO			
ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO		ODINOFAGIA LEVE MODERADO INTENSO			
RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO		RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO		RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO		RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO		RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO		RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO		RONQUERA LEVE MODERADO INTENSO			
ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO		ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO		ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO		ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO		ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO		ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO		ESTRIDOR LEVE MODERADO INTENSO			
DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO		DISFONIA LEVE MODERADO INTENSO			
OTRO LEVE MODERADO INTENSO		OTRO LEVE MODERADO INTENSO		OTRO LEVE MODERADO INTENSO		OTRO LEVE MODERADO INTENSO		OTRO LEVE MODERADO INTENSO		OTRO LEVE MODERADO INTENSO		OTRO LEVE MODERADO INTENSO			