

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**



“EVALUACIÓN DEL USO DE DISPOSITIVOS DE CÁNULA DE TRAQUEOTOMÍA DE ALTO FLUJO Y MÁSCARA VENTURI EN TRAQUEOTOMÍA POST VENTILACIÓN MECÁNICA EN PACIENTES CON EDADES ENTRE 30 A 80 AÑOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE EL HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE OCTUBRE DE 2023”

**INFORME FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN
ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**

PRESENTADO POR

BR. HELEN PAOLA PALMA AYALA	PA13072
BR. GUSTAVO ALEXANDER PARADA CLAROS	PC12042
BR. FRANKLIN JOSUÉ RUBIO ALEMÁN	RA18045

ASESOR

MSP. LUIS ALBERTO GUILLÉN GARCÍA

**CIUDAD UNIVERSITARIA “DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA”, FEBRERO DE
2024.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**

RECTOR
M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA

VICERRECTORA ACADÉMICA
DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO
M.SC. ROGER ARIAS

SECRETARIO GENERAL
LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

**FACULTAD DE MEDICINA
AUTORIDADES**

DECANO
DR. SAÚL DÍAZ PEÑA

VICEDECANO
LIC. FRANKLIN ARNULFO MÉNDEZ DURÁN

SECRETARIO
M.SC. ROBERTO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
M.SC. JOSÉ EDUARDO ZEPEDA AVELINO

DIRECTOR DE CARRERA
MSP. LUIS ALBERTO GUILLÉN GARCÍA

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darnos la fuerza, sabiduría y perseverancia necesaria por sacar adelante nuestros estudios, permitiéndonos llegar hasta este momento.

A nuestras familias

Por su ánimo y comprensión, entendían lo relevante que era este proceso para nosotros y nos apoyaban aun incluso cuando debíamos faltar a momentos importantes.

A mis compañeros de tesis

Aunque por momentos diferíamos en ideas, nos mantuvimos juntos ante las dificultades que se mostraron, tomando un respiro y logrando terminar este trabajo que se realizó aun creyendo por instantes que no, por esa fuerza de voluntad, que parpadeaba, pero nunca se desvaneció.

A los Licenciados de Hospital El Salvador

Por su apoyo y ayudarnos con su conocimiento y hacer de la investigación un evento gratificante.

A nuestro Asesor

Por su guía, dedicación y contribución a esta investigación, nada de esto habría sido posible sin su apoyo.

Helen, Gustavo y Franklin. -

INDICE

	página
INTRODUCCIÓN.....	i
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 VENTILACIÓN MECÁNICA	7
2.1.1 EL SISTEMA RESPIRATORIO.....	7
2.1.2 CONTROL DE LA RESPIRACIÓN	13
2.1.3 VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA.....	17
2.1.4 VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA	19
2.2 TRAQUEOTOMÍA.....	23
2.2.1 INDICACIONES	23
2.2.2 TÉCNICA	24
2.2.2 COMPLICACIONES DE TRAQUEOTOMÍA	24
2.3 OXIGENOTERAPIA.....	24
2.3.1 DISPOSITIVOS PARA OXIGENOTERAPIA	25
2.3.2 PRINCIPIO DE BERNOULLI	27
2.3.3 PRINCIPIO DE VENTURI Y SU APLICACIÓN	28
2.3.4 CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO.....	29
2.3.5 HUMIDIFICACIÓN	32
2.3.6 COMPLICACIONES DE LA OXIGENOTERAPIA.....	35
2.3.7 PATOLOGÍAS MÁS FRECUENTES QUE REQUIEREN OXIGENACIÓN SUPLEMENTARIA.....	35
2.3.8 EI ÍNDICE DE ROX EN OXIGENOTERAPIA DE ALTO FLUJO	39
2.3.9 ESCALA DE CABRINI (CABRINI RESPIRATORY STRAIN SCALE)	40
2.3.10 ESCALA DE BORG	41
III. CONCEPTUALIZACIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES	48
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	51
V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	55
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
GLOSARIO	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	77

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2023 16

INTRODUCCIÓN

En el Hospital Nacional El Salvador se ofrecen servicios de Terapia Respiratoria, siendo un punto clave en el proceso de cuidado y recuperación de aquellos pacientes que necesiten apoyo ventilatorio por distintas causas que impidan la función normal de la ventilación.

La traqueotomía es una indicación frecuente en la Unidad de Cuidados Intensivos en aquellos pacientes con soporte respiratorio prolongado para minimizar las complicaciones producidas por el tubo endotraqueal. Al solventar la causa que llevó al paciente a una ventilación mecánica, se toman medidas de uso de oxígeno suplementario con la aplicación de dispositivos de alto flujo para evitar una posible reintubación y reducción de aparición de complicaciones. La implementación de la cánula de traqueotomía de alto flujo y la máscara Venturi permiten una perfusión de oxígeno constante al paciente traqueotomizado que se le ha descontinuado la ventilación mecánica, como parte del proceso de recuperación de la función respiratoria.

En el presente documento, se expone dicha investigación, la cual se desglosa en los distintos capítulos que se describen a continuación.

En el capítulo I, se ubica el planteamiento del problema donde se describen los múltiples servicios que ofrece el Hospital Nacional El Salvador, así como también las distintas dificultades que afrontan los pacientes, además se encuentra el enunciado del problema en donde el tema se convierte en una interrogante a la cual se le busca una solución, por último, destacan la justificación y los objetivos, los cuales reflejan los estándares de la investigación.

En el capítulo II, se encuentra el marco teórico en donde se respalda este protocolo de investigación, reuniendo todos los antecedentes y la base teórica del estudio.

En el capítulo III, se muestra la operacionalización de las variables, su conceptualización y sus respectivas dimensiones e indicadores.

En el capítulo IV, se describe el diseño metodológico que indica el tipo de estudio, la población que será parte del estudio además de los criterios que estimen la inclusión y exclusión de ellos, así como la metodología utilizada para la obtención de la información, el instrumento, el procedimiento y el plan de recolección y tabulación de la información utilizada para llevar a cabo la investigación.

En el capítulo V, se incluye el análisis de los resultados obtenidos, para lo cual se diseña una presentación grafica de la información recolectada.

En el capítulo VI, se plasman las conclusiones y recomendaciones alcanzadas en la presente investigación.

Por último, se expone un glosario y las referencias bibliográficas, las cuales reflejan todos los fundamentos que se utilizaron para la creación del presente trabajo, así como los diferentes anexos, aportando información relacionada a la investigación realizada.

CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Hospital Nacional El Salvador ubicado en Avenida de la Revolución en el municipio de San Salvador, departamento de San Salvador, El Salvador, fue creado en respuesta a la Pandemia por el virus SARS CoV-2, atendiendo a personas con sintomatología grave por COVID-19. El Hospital actualmente cuenta con área de hospitalización, brindando servicios integrales multidisciplinarios en conjunto con profesionales de Trabajo Social, Nutrición, Fisioterapia, Laboratorio Clínico, Enfermería, Rayos X, Tomografía Axial Computarizada, Ultrasonografía, Cardiología, Neurología, Medicina Interna, Medicina de Emergencias, Cirugía, Anestesiología y Terapia Respiratoria, la cual proporciona vigilancia así como manejo integral de la vía aérea en pacientes que presenten trastornos respiratorios de origen intrapulmonar o extrapulmonar, los cuales requieran oxigenación suplementaria, rehabilitación pulmonar, educación para uso de oxígeno domiciliario, inhaladores de dosis medida, fármacos nebulizados, dispositivos entrenadores de músculos respiratorios, inspirómetros incentivos, dispositivos de administración de oxígeno de bajo flujo, alto flujo así como procedimientos más avanzados que requieren la intervención de ventilación mecánica sea o no invasiva, intubación orotraqueal y sus cuidados, son parte del trabajo realizado por los terapeutas respiratorios; además el centro sanitario cuenta con servicios de atención especializada como Unidad de Cuidados Intermedios, Crónicos y la Unidad de Cuidados Intensivos.

En la Unidad de Cuidados Intensivos, los individuos ingresados clínicamente inestables, necesitan asistencia respiratoria o una vigilancia estricta específica dependiendo de sus patologías, entre las cuales destacan las neumonías, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, síndrome de distress respiratorio, trastornos ácido base, cardiopatías, neuropatías y politraumatismos donde el soporte respiratorio es asistido mediante un ventilador mecánico, el cual se vuelve indispensable para mantener la estabilidad pulmonar. La intubación orotraqueal se lleva a cabo debido a la incapacidad del paciente para mantener una respiración espontánea, conservar una vía aérea permeable o debido a un deterioro neurológico, éste procedimiento invasivo debe limitarse entre un período de 7 a 12 días, ya que el tubo endotraqueal produce potenciales complicaciones como parálisis de las cuerdas vocales, edema laríngeo, microaspiraciones de contenido gástrico, ruptura del balón de neumotaponamiento, luxación del cartílago aritenoides, necrosis, estenosis traqueal, entre otros, la indicación clínica para reducir la incidencia de estas dificultades es la traqueotomía,

la cual es un procedimiento quirúrgico necesario para pacientes que han excedido el periodo del tubo endotraqueal anteriormente descrito, permitiendo la readaptación del individuo a una función respiratoria normal, a pesar de esto se evidencian eventos adversos, entre los cuales destacan: fugas de traqueostomía, falla en el mantenimiento de la respiración espontánea, resequedad de la mucosa del epitelio por humidificación inadecuada, provocando taponamiento por secreciones espesas, aumento de trabajo cardiorrespiratorio, respiración toracoabdominal, desplazamiento accidental de la cánula de traqueotomía o ruptura de balón de neumotaponamiento, inclusive la reintubación, debido a esto se plantea buscar los beneficios de la utilización de dispositivos de máscara Venturi y cánula de traqueotomía de alto flujo para reducción de las complicaciones.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿SERÁ BENEFICIOSO EL USO DE DISPOSITIVOS DE CÁNULA DE TRAQUEOTOMÍA DE ALTO FLUJO Y MÁSCARA VENTURI EN TRAQUEOTOMÍA POST VENTILACIÓN MECÁNICA EN PACIENTES CON EDADES ENTRE 30 A 80 AÑOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE OCTUBRE DE 2023?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con este estudio, académicamente se pretendió obtener un conocimiento más amplio sobre los beneficios de la utilización de dispositivos de alto flujo que permitan contribuir a las habilidades y destrezas de los profesionales de terapia respiratoria actual.

Se determinó las técnicas más adecuadas para la aplicación de los artefactos de oxigenoterapia para mayor efectividad de estos, aumentando la calidad de vida del paciente con traqueotomía.

Se evidenció científicamente la eficacia de los dispositivos sobre el aporte de oxígeno y humidificación activa en la vía aérea del paciente, incentivando a los profesionales de terapia respiratoria a promover el uso óptimo de los instrumentos en el usuario, disminuyendo eventos adversos previsibles.

Se contó con el consentimiento y permiso de las autoridades de la institución, el comité de ética, así como el apoyo y disposición del departamento de terapia respiratoria, proporcionando una amplia población de estudio que es indispensable para el número de pruebas y los dispositivos necesarios para realizar el muestreo.

Para este estudio se dispuso de elementos técnicos, logísticos y económicos, así como del tiempo y el talento humano necesario para su realización.

Con los resultados del presente trabajo se busca reducir costos a la institución a largo plazo, disminuyendo la estancia del paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos, aminorando la incidencia de complicaciones y recursos que se utilizarían para su manejo.

1.4 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de dispositivos de cánula de traqueotomía de alto flujo y máscara Venturi en traqueotomía post ventilación mecánica en pacientes con edades entre 30 a 80 años.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la funcionalidad de los dispositivos de cánula de traqueotomía de alto flujo y máscara Venturi en el suministro de oxígeno a pacientes post ventilación mecánica a través del índice de Rox y Escala de estrés respiratorio de Cabrini.
- 2) Establecer variaciones de los signos vitales por medio de monitoreo no invasivo, en los pacientes traqueotomizados utilizando los dispositivos de alto flujo.
- 3) Identificar las complicaciones frecuentemente presentadas en pacientes con traqueotomía debido al uso de los dispositivos de alto flujo.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1 VENTILACIÓN MECÁNICA

La ventilación mecánica tiene una gran importancia en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria. Utilizada anteriormente como procedimiento de urgencia o como último recurso en el tratamiento del paciente en estado crítico, se usa hoy con frecuencia para dar apoyo a pacientes con insuficiencia respiratoria.¹

2.1.1 EL SISTEMA RESPIRATORIO

El sistema respiratorio está ubicado en el tórax y es responsable del intercambio gaseoso entre el sistema circulatorio y el medio ambiente, el aire ingresa a través de las vías aéreas superiores hacia las vías inferiores y distiende las paredes alveolares; sin embargo, el proceso de oxigenación no termina allí y se extiende hasta cada una de las células del organismo. El sistema respiratorio realiza el intercambio de gases entre el interior y el exterior del sujeto, debido a la diferencia de presiones que se establece, gracias a la acción de varios grupos musculares en dos tiempos: inspiración y espiración, siendo más activa la inspiración. La caja torácica está compuesta por la reja costal, los músculos intercostales, músculos accesorios y principalmente por el músculo diafragma, estos músculos son los responsables del movimiento sincrónico e imperceptible que se denomina ventilación.² (Ver anexo N°1)

2.1.1.1 El parénquima pulmonar

El parénquima pulmonar es el tejido para el intercambio gaseoso, cuya unidad funcional es la unión alvéolo-capilar, lugar en el cual ocurre el intercambio gaseoso, entre el dióxido de carbono y el oxígeno; el parénquima pulmonar está diferenciado en dos como la mayoría de los órganos en los mamíferos: derecho e izquierdo, con tres lóbulos cada uno: superior, inferior y medio, excepto en el pulmón izquierdo donde el lóbulo medio corresponde a la llingula.

Los pulmones están conectados por los bronquios fuente a través de la carina y comunicados con la vía respiratoria superior a través de la tráquea; en sentido caudal los bronquios se bifurcan siguiendo un patrón fractal arbóreo que se extiende por 32 generaciones de bronquios

¹ West JB, Luks AM. Pulmonary pathophysiology. LWW; 2017

² CEDIEL CARRILLO, X. J., et al. Enfoque del paciente crítico y ventilación Mecánica para no expertos. 2020.

del centro hacia la periferia; los bronquios no solo comunican y transportan el aire de intercambio, también le dan estructura al parénquima pulmonar de cada pulmón, manteniendo la unidad de órgano. Sus paredes están formadas por tejido muscular liso y su actividad es regulada por el sistema nervioso autónomo hasta los bronquiolos terminales, controlando el diámetro de estos.¹ (Ver anexo N°2)

Los bronquiolos respiratorios están conectados a alvéolos individuales y a alvéolos múltiples en los conductos alveolares, estos conductos terminan en los sacos alveolares que se conectan a los alvéolos individuales. Los alvéolos son el sitio de intercambio gaseoso; el colapso de la vía aérea distal se evita por el tejido elástico de los septos alveolares. El pulmón tiene entre 300 y 480 millones de alvéolos, cada uno de ellos está envuelto por una red de capilares, esto determina un área de intercambio gaseoso; los capilares están rodeados por una red de fibras elásticas que durante la espiración al retraerse reducen el tamaño de los alvéolos y colabora en el proceso de la espiración. Los alvéolos están rodeados por neumocitos tipo I que constituyen el 95% de la superficie alveolar, allí ocurre el intercambio gaseoso; los neumocitos tipo II constituyen el 5% de la superficie alveolar y se encargan de producir surfactante, finalmente los macrófagos fagocitan las partículas que han podido sobrepasar las defensas respiratorias y llegar hasta las superficies alveolares.

Los capilares vasculares están formados por la unión de las venas pulmonares más pequeñas junto con las arterias pulmonares también más pequeñas, se ubican sobre la superficie de los alvéolos, así la sangre pasa de venosa a arterial gracias al intercambio gaseoso en la superficie alveolar y sigue su camino como sangre arterial a través de las arterias pulmonares hasta llegar al corazón, desde donde es bombeada a todo el organismo. (Ver Anexo N°3)

Los pulmones están recubiertos por fascia, una pleura visceral y otra pleura parietal adherida por líquido pleural en una cavidad virtual que permite el deslizamiento entre las mismas; las arterias bronquiales son las que realmente generan la irrigación a la estructura, las arterias y las venas pulmonares sólo cumplen funciones misionales de la hematosi.

2.1.2 Mecanismo de Defensa Respiratorio

El aparato respiratorio es uno de los sistemas que tiene mayor contacto con el medio externo. En reposo, más de 10.000 l de aire entran diariamente por la vía aérea para llegar a la extensa superficie alveolar y efectuar el intercambio de gases.

En el aire inhalado se aíslan gran cantidad de elementos extraños que pueden ser microorganismos como bacterias, hongos, virus y esporas; antígenos orgánicos como partículas animales, vegetales y polen; tóxicos físicos o químicos, provenientes de la polución urbana, doméstica o laboral como gases de dióxido de carbono, óxido nitroso y anhídrido sulfuroso, partículas inorgánicas en aerosoles, vapores, smoke y gran cantidad de sustancias nocivas que exponen el aparato respiratorio al daño e injuria permanente.

La injuria al pulmón puede llegar por vía aérea o por vía sanguínea siendo necesario que el aparato respiratorio disponga de precisos mecanismos defensivos que lo protejan del impacto de los factores agresores. Podríamos entender la enfermedad respiratoria como la resultante del desequilibrio entre los factores agresores y los mecanismos de defensa. La insuficiencia de estos últimos o la exposición no controlada a las noxas, desencadenaría el proceso patológico.

Los mecanismos de defensa pulmonar pueden impedir mecánicamente el contacto entre los tejidos o células vulnerables y el elemento extraño o permitir la interacción entre el agente etiológico y el pulmón.

Podríamos enunciar tres formas de actuación de los mecanismos de defensa: barreras mecánicas que se interponen entre las sustancias inhaladas y los tejidos pulmonares, transporte de las sustancias hacia afuera del pulmón y desintoxicación local dentro del pulmón.

2.1.1.3 Sistema de aclaramiento mucociliar

La eliminación de partículas extrañas inhaladas con el aire inspirado y localizadas en el árbol traqueobronquial está bajo la dependencia directa del sistema de aclaramiento mucociliar. Este sistema está constituido por tres componentes: moco bronquial, cilias y acoplamiento mucociliar. La eficacia del drenaje necesita del mantenimiento de una actividad ciliar normal y la presencia de secreciones bronquiales viscoelásticas.

Moco bronquial: Es una sustancia compleja constituida por agua, glicoproteínas, trasudado sérico, enzimas proteolíticas, inmunoglobulinas y lípidos. Es producido por las glándulas submucosas y las células caliciformes. La película mucosa normal tiene 5 micras de espesor y consta de dos fases: gel y sol; la primera superficial es relativamente pegajosa y viscosa, por lo cual consigue atrapar las partículas depositadas. La segunda, más profunda, es menos viscosa permitiendo el movimiento de los cilios dentro de ella. En un adulto sano se

producen entre 50 y 100 ml de moco, el cual actúa como banda transportadora, lubricante de la vía aérea y capa protectora del epitelio, impidiendo entre otras cosas, la adherencia de gérmenes y la acción de las sustancias tóxicas.

Cilias: Las células ciliadas forman un grupo celular predominante del epitelio de la tráquea y los bronquios. Están asentadas en la lámina basal. La superficie de estas células está recubierta de cilios o porciones móviles del citoplasma de una longitud uniforme que alcanza, en promedio, 5 micras y un ancho de 0,2 a 0,3 micras. El promedio de cilios por célula es de 250. Los cilios desarrollan un movimiento vibrátil parecido a un latigazo que hace avanzar el tapiz mucoso a razón de 1 cm/min. Este sistema asegura un transporte continuado de la secreción en dirección a la nasofaringe.

Aclaramiento Mucociliar: El aclaramiento mucociliar depende de la interacción entre el moco y las cilias. Durante el movimiento de avance, las puntas de los cilios se ponen en contacto con la fase gel del moco bronquial, impulsando con una velocidad menor en las vías aéreas periféricas y mayor en la tráquea. (Ver Anexo N°4)

La limpieza de la vía aérea en el adulto sano se hace en dos tiempos: el primero concierne a la tráquea y a los grandes bronquios donde la depuración de las partículas requiere de dos a cuatro horas; el segundo compromete a las vías respiratorias pequeñas y requiere, en promedio, treinta horas. Todo depende de la calidad del moco, de la estructura celular, de la amplitud de los movimientos ciliares y de su número, de la longitud de los cilios y el número de las células ciliadas. En las bronquitis agudas y crónicas, las modificaciones cualitativas y cuantitativas de las secreciones bronquiales son susceptibles de alterar el aclaramiento mucociliar. El humo de cigarrillo, el humo de leña puede producir con el smoke, alteración del epitelio bronquial y metaplasia escamosa con ausencia de aclaramiento mucociliar.

2.1.1.4 Función del moco respiratorio y reología del moco

El moco representa los productos que proceden de las secreciones de las glándulas traqueobronquiales y de las células caliciformes epiteliales, mientras que las secreciones traqueobronquiales incluyen el moco más otros líquidos y solutos procedentes del epitelio alveolar y del epitelio de las vías aéreas y de la circulación; en personas normales se ha estimado que el volumen de esta secreción varía desde 0,1 a 0,3 ml/kg de peso corporal, o

hasta aproximadamente 10 ml/día. El esputo está formado por moco expectorado o deglutido contaminado por saliva, proteínas séricas trasudadas y células epiteliales inflamatorias y descamadas; de manera invariable se asocia a enfermedad pulmonar.³

Las secreciones traqueobronquiales tienen tres funciones importantes: depuración del material en forma de partículas que se deposita en el interior del aparato respiratorio, protección de la infección microbiana y humidificación del aire inspirado y prevención de pérdidas excesivas de líquido en la superficie de las vías aéreas.

2.1.5 Características bioquímicas de las secreciones traqueobronquiales.

La composición bioquímica de las secreciones traqueobronquiales se puede dividir en dos porciones, una fracción glucoproteica que las da sus propiedades viscoelásticas y reológicas características, más proteínas en fase de sol que proceden de producción local y de trasudación desde el suero. El contenido en proteínas y en glucoproteínas no mucosas de la fase de sol de las secreciones respiratorias se ha caracterizado en el esputo de pacientes y en el líquido del lavado bronquial de personas normales. Entre el 95% y el 98% del peso de las secreciones traqueobronquiales normales es agua. La composición en electrólitos de la fase de sol de las secreciones es similar a la del suero; sin embargo, la concentración relativa de cloruro es significativamente mayor, y las secreciones son hiperosmolares en relación con el plasma.

a. Control de las secreciones traqueobronquiales.

La secreción normal traqueo bronquial parece estar bajo la influencia de una estimulación colinérgica tónica. También parece hacer influencias estimuladoras tanto b como a-adrenérgicas, y el bloqueo b reduce también las secreciones basales. La estimulación a-adrenérgica aumenta principalmente la secreción de las células serosas, mientras que la estimulación β -adrenérgica aumenta principalmente la secreción de las células mucosas; la estimulación colinérgica aumenta la secreción de ambos tipos de células por igual. La hipoxia, la estimulación de mecanorreceptores gástricos, la estimulación de los receptores de la tos de las vías aéreas superiores y una amplia variedad de irritantes como amoníaco, humo de cigarrillos, dióxido de azufre y vapores orgánicos, producen aumento de la secreción de moco. Los mediadores inflamatorios como la histamina, las prostaglandinas, los leucotrienos y los péptidos sustancia P y polipéptido intestinal vasoactivo también son secretagogos del moco

³ Fraser, R. S. Fundamentos de las enfermedades del tórax. Elsevier España; 2006.

respiratorio. La elastasa de los neutrófilos es un potente secretagogo para el moco de las células caliciformes.

La depuración mucociliar óptima por los cilios del aparato respiratorio depende de un equilibrio adecuado entre el volumen de la capa mucosa y el de la fase de sol, que es más líquida y menos viscosa, y a través de la cual se produce el rápido golpe de recuperación de los cilios.

b. Características físicas de las secreciones traqueobronquiales.

La estimulación β -adrenérgica produce estimulación selectiva de las células mucosas y da lugar a un aumento de la elasticidad y de la viscosidad dinámica; por el contrario, la estimulación α -adrenérgica estimula selectivamente las células serosas y da lugar a un moco más acuoso. El esputo purulento es más viscoso, pero menos elástico, que el esputo mucoide.

c. Reflejos expulsivos

La tos puede ser desencadenada por estímulos irritativos en nariz, tráquea y bronquios, a través de receptores epiteliales. Comienza con una inspiración profunda, seguida de una espiración contra la glotis cerrada, elevando la presión intrapleural por encima de 100 mmHg. Al abrirse súbitamente la glotis, cae la presión intrabronquial, produciéndose una reducción rápida del calibre de las vías aéreas con expulsión violenta del aire que arrastra secreciones, cuerpos extraños y partículas. En el sujeto con patología bronquial crónica, la tos contribuye con cerca del 50% de la efectividad del mecanismo del aclaramiento mucociliar al lograr la expulsión del moco y de las secreciones bronquiales acumuladas.⁴

La protección de la vía aérea o capacidad de prevenir la aspiración se ve fuertemente dificultada en los pacientes ante la presencia de secreciones. En pacientes con Glasgow <8, debilidad muscular y necesidad de aspiración de secreciones frecuentes, la tasa de fallos en la extubación se sitúa en el 100%. Investigadores han utilizado su cuantificación en mililitros/hora. Se relacionan volúmenes de secreciones aspiradas en las horas previas a las extubaciones superiores a 2,5 ml/hora, con tres veces más posibilidades de fallos en la extubación.⁵ (Ver Anexo N°5)

⁴ Fraser, R. S. Fundamentos de las enfermedades del tórax. Elsevier España; 2006.

⁵ RamosRodriguez, J.M. Prueba de Ventilación Espontánea. Repositorio Institucional Universidad de

2.1.2 CONTROL DE LA RESPIRACIÓN

El sistema de control de la respiración se puede dividir en cuatro componentes: impulsos aferentes hacia un controlador respiratorio central, el controlador y su integración central, impulsos eferentes desde el centro respiratorio y los órganos efectores de los impulsos eferentes, los músculos respiratorios.

2.1.2.1 Compensación de las cargas ventilatorias añadidas

Los músculos respiratorios actúan contra cargas elásticas y de resistencia que pueden variar mucho en condiciones fisiológicas normales y durante la enfermedad. El primero de estos mecanismos se relaciona con las propiedades mecánicas básicas del músculo esquelético. Como la fuerza que genera el músculo esquelético se relaciona inversamente con su velocidad de acortamiento, un músculo que no está sometido a carga se acorta rápidamente y produce poca fuerza; sin embargo, cuando se añade una carga, el acortamiento se enlentece y aumenta la generación de fuerza, lo que da lugar a una tendencia a contrarrestar la disminución esperada del volumen corriente. El segundo mecanismo incluye reflejos que se inician en los mecanorreceptores del pulmón y de la pared torácica, particularmente los receptores de distensión pulmonar. Cuando se añade una carga elástica o de resistencia se enlentece la inspiración. Los husos musculares modulan un tercer mecanismo mediante el cual se consigue la compensación de la carga. Estos receptores contienen fibras intrafusales que regulan la distensión de los husos y se contraen de manera concertada con las fibras extrafusales que mueven la caja costal. Esto estimula las aferentes gamma, que mediante el reflejo medular producen aumento de las eferencias de las neuronas motoras hacia los músculos inspiratorios. Un último mecanismo de compensación de la carga se inicia cuando los quimiorreceptores centrales y periféricos detectan modificaciones de la composición de los gases de la sangre arterial. La sensación respiratoria y el síntoma de la disnea están muy relacionados con la detección y la compensación de la carga.

2.1.2.2 Control de la respiración durante el sueño

El sueño tiene una influencia profunda sobre los diversos aspectos del control de la respiración. La ventilación en reposo disminuye durante el sueño de ondas lentas, y tanto el volumen corriente como la frecuencia son menores que durante la vigilia; la descarga de los receptores

pulmonares de distensión y de irritación, así como los impulsos que proceden de los husos musculares, son menos eficaces en el aumento de la ventilación y la compensación de las cargas durante el sueño. (Ver Anexo N°6)

2.1.2.3 Bomba Respiratoria

Los músculos de la bomba ventilatoria facilitan el inicio y mantenimiento de la fase de inspiración: el diafragma, los músculos intercostales y los músculos accesorios de la ventilación como el esternocleidomastoideo y los escalenos, la reja costal se mueve como una bisagra creada por un lado con el esternón y por otro con la columna, el movimiento ocurre durante el ciclo respiratorio en dos momentos de apertura y cierre.

Los músculos, principalmente el diafragma, generan el movimiento ventilatorio disparado desde el sistema nervioso central, a través del nervio frénico que se forma del plexo cervical. Sobre el diafragma se pliega una membrana que se extiende por toda la cavidad torácica y el pericardio, llamada pleura parietal, la cual se adosa a otra llamada pleura visceral, mucho más delgada y permeable.

Las pleuras en mutuo contacto permiten el movimiento inspiratorio y espiratorio de los pulmones, la energía de tal movimiento se transmite a los músculos intercostales los cuales se encuentran entre las costillas; las costillas generan protección a los órganos internos, también son el sostén estructural para todo el tórax, protegen órganos vitales; además son parte fundamental de la mecánica ventilatoria.

En el interior del alvéolo se encuentra el surfactante pulmonar que permite disminuir la tensión superficial, las membranas alvéolo-capilares no tienen un funcionamiento igual en todo el parénquima pulmonar, la presión hidrostática y el efecto de la gravedad facilitan el aumento de la presión hidrostática en las bases de los pulmones y un aumento de la presión de oxígeno en los ápices, así se demarcan las zonas de West.

Los músculos de la ventilación son estriados y están bajo el control voluntario además del control automático, y al contrario que las cargas inerciales a las que se enfrenta la mayor parte de los demás músculos esqueléticos deben superar principalmente cargas de resistencia y elásticas.⁶

⁶ Duque CAT, García CEA, Mutis CC, Gómez DM. Fundamentos de medicina: Neumología. Fondo Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB); 2007.

La fuerza que genera el diafragma en contracción depende de la longitud de la fibra muscular, de la ventaja mecánica del músculo, de las cargas que se le imponen al músculo y de la intensidad de la activación del músculo. Cuando el diafragma se contrae no sólo comprime hacia abajo las vísceras abdominales y desplaza la pared abdominal hacia fuera, sino que también eleva y expande la caja torácica debido a la articulación de las costillas y su inserción en las costillas inferiores. La ventaja mecánica de un músculo con forma de cúpula como el diafragma se relaciona con su radio de curvatura; cuanto mayor sea la curvatura cuanto menor sea el radio, más presión se genera para una tensión dada, es decir se cumple la ley de Laplace. Los músculos abdominales y accesorios pueden actuar como músculos fijadores o posicionales; ajustan la configuración del diafragma, de la caja costal y del abdomen de tal manera que se optimiza la curvatura y de esta manera la eficacia del diafragma. Esta función es particularmente evidente en la posición erecta y especialmente durante el ejercicio, cuando la contracción abdominal durante la espiración tiende a alargar las fibras del músculo diafragmático.

2.1.2.4 Trabajo Respiratorio

Para vencer las resistencias ofrecidas por el pulmón, la pared del tórax y el abdomen, los músculos respiratorios deben realizar un trabajo mecánico, durante el cual consumen una cantidad de oxígeno proporcional a la magnitud del trabajo realizado⁷

En la práctica la medición del trabajo respiratorio se hace construyendo una curva de presión-volumen. El área del trapecioide OACD equivale al trabajo para vencer las resistencias elásticas. El área del asa ABCE corresponde al trabajo realizado para vencer las resistencias viscosas, es decir hay una fricción. (Ver Anexo N°7)

a. Algunos aspectos prácticos del trabajo respiratorio para el clínico

La fase inspiratoria se produce siempre por acción de los músculos de la inspiración. Es importante identificar si éstos se encuentran en condiciones normales, si están débiles o se fatigan por la contracción repetida. Además, debe recordarse que el sustrato nutricional debe ser adecuado para satisfacer las demandas de la ventilación espontánea y que los niveles séricos de calcio y fósforo, entre otros, son importantes para determinar la calidad de la función muscular.

⁷ Gómez WC. Fisiología respiratoria: lo esencial en la práctica clínica. 2012.

La contracción muscular en fase inspiratoria debe superar las cargas elásticas y la resistencia del aparato respiratorio. Por esto, la integridad de la vía aérea y del parénquima pulmonar es requerida para que la función sea adecuada.

El diafragma debe trabajar sin desventajas mecánicas. El decúbito, la obesidad, la pérdida de la integridad de la pared abdominal o torácica y la cirugía son condiciones que afectan la función inspiratoria, por tanto, el clínico debería procurar la instauración de medidas que favorezcan la función diafragmática.

La aposición del diafragma en la caja torácica debe ser lo suficientemente amplia para facilitar la inspiración. Dicha aposición disminuye en entidades que cursan con hiperinsuflación pulmonar lo que produce un movimiento paradójico de la caja torácica inferior durante la inspiración, es el llamado signo de Hoover. El uso de músculos accesorios de la inspiración es un signo de disfunción del sistema cardiorrespiratorio. La distensibilidad disminuye por causas intra o extrapulmonares.

Si es posible clínicamente realizar el monitoreo de la distensibilidad, debe hacerse. Este es un parámetro de notable utilidad sobre todo en los pacientes conectados a ventilación mecánica, basta dividir el volumen corriente inspirado sobre la diferencia entre la presión inspiratoria máxima y la Presión Positiva al Final de la Espiración para el cálculo de la distensibilidad del conjunto toracopulmonar, o el volumen corriente espirado sobre la diferencia entre la presión de meseta y la Presión Positiva al Final de la Espiración para el cálculo de la distensibilidad estática.

La espiración no requiere, en condiciones normales, trabajo muscular pues ésta se produce principalmente por acción de la elasticidad pulmonar. La detección de actividad de la musculatura abdominal debe alertar al clínico sobre la existencia de patología obstructiva, ya sea de la vía aérea: obstrucción por broncoespasmo, inflamación o hipersecreción o por pérdida de la elasticidad como en el caso de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica tipo A.

Debe tenerse en cuenta que existen factores que producen anomalías en la síntesis o en la conservación del factor surfactante. En el ámbito clínico es importante tener en mente que la malnutrición, la oxigenoterapia y la ventilación mecánica pueden producir esta situación que genera un impacto negativo sobre la estabilidad alveolar, pudiendo llegar incluso hasta el colapso de áreas del pulmón.

La oxigenoterapia es causa potencial de colapso alveolar no sólo por su efecto directo sobre el surfactante sino también, por el desplazamiento de nitrógeno de los alvéolos. A concentración de 100% de oxígeno, la totalidad del Nitrógeno alveolar desaparece produciéndose un tipo de atelectasia adhesiva que requiere el uso de presión positiva para su tratamiento.

2.1.3 VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA

La ventilación no invasiva se utiliza muy a menudo con ventilación con presión de soporte o presión respiratoria positiva de doble nivel, por cuanto ambos modos son bien tolerados por el paciente consciente y optimizan la sincronía entre él y el respirador. La ventilación mecánica no invasiva ha conseguido éxitos variables cuando se aplica a pacientes con insuficiencia respiratoria aguda o crónica por medio de una careta o mascarilla nasal.⁸

2.1.3.1 Manejo de la Vía Aérea

La intubación orotraqueal es una técnica agresiva que se realiza con mucha frecuencia en los servicios de urgencias y en las urgencias extrahospitalarias. A grandes rasgos, se pueden resumir los motivos de intubación orotraqueal en los siguientes casos: parada cardiorrespiratoria; protección de la vía aérea; en el traumatismo craneoencefálico en aquellos casos en que el nivel de conciencia sea bajo y ponga en riesgo la vida del paciente, debe ser intubado todo aquel cuya puntuación en la escala de coma de Glasgow sea menor de 8 puntos; cualquier paciente que tenga una insuficiencia respiratoria aguda o reagudizada con una frecuencia respiratoria menor de 10 o mayor de 30 respiraciones/min y que comprometa su estabilidad, y disminución del nivel de conciencia con una puntuación de la escala de Glasgow menor de 8 puntos, excepción hecha de aquellos casos en que la causa sea fácilmente reversible, sobredosis por opiáceos, hipoglucemia o intoxicaciones.

La intubación orotraqueal proporciona una relativa protección frente a la aspiración pulmonar, mantiene un conducto de baja resistencia adecuado para el intercambio gaseoso respiratorio y sirve para acoplar los pulmones a los dispositivos de asistencia respiratoria y de terapias de aerosoles; además, es útil para la creación de una vía para la eliminación de las secreciones.

2.1.3.2 Intubación Orotraqueal

La intubación orotraqueal se realiza bajo laringoscopia directa, siendo fácil su ejecución y necesitando un mínimo tiempo. Para intubar primero se separa la cama de la pared y se retira

⁸ Ostabal M. La intubación endotraqueal. Med Integral 2002;39(8):335-42

la cabecera para que de este modo el acceso al paciente sea fácil desde arriba. Si la cabecera es fija, se pondrá al paciente diagonalmente sobre la cama para lograr el acceso a la vía aérea.

La ventilación se debe mantener inicialmente con oxígeno al 100% por medio de mascarilla y bolsa, a menos que la faringe se encuentre obstruida por vómitos. En pacientes con bajo nivel de conciencia se puede mantener la permeabilidad de la vía aérea levantando el mentón y aplicando firmemente la mascarilla sobre la nariz y la boca.

El equipo mínimo requerido incluye un aspirador con cánula de Yankauer, un laringoscopio con una hoja de Macintosh No. 3 para adultos y Miller tipo 1 para niños pequeños y un tubo orotraqueal de calibre adecuado con guía y manguito. En la mujer adulta se recomienda utilizar un tubo de diámetro interno de 7,5 u 8 mm, y en el varón adulto se recomienda un tubo de 8-8,5 mm. Para una intubación de urgencia con el estómago lleno, se utilizará un tubo de un diámetro 0,5 mm más pequeño que el usual, para facilitar la intubación. Intentar intubar a un paciente sin tener experiencia o alguien al lado que la tenga es una aberración, es más importante ventilar al paciente con ambú y oxígeno al 100% que intentar esta maniobra.

La cabeza se colocará en posición de olfateo modificada. Se cogerá el laringoscopio con la mano izquierda cerca de la unión de la hoja con el mango, se introducirá en la boca con cuidado de no pellizcar los labios entre la pala y los dientes. En el adulto, la hoja se introducirá todo lo posible sin resistencia a lo largo de la curvatura de la parte anterior de la faringe. Una vez introducida la hoja se mueve hacia delante y hacia la línea media con lo cual se empuja la lengua a la izquierda del paciente, por fuera de la línea de visión. Si no se consigue visualizar la glotis o la laringe, se eleva la hoja y el mango hacia delante siguiendo la dirección del eje largo del mango sin movimientos de apalancamiento y se retira con cuidado la hoja hasta que la epiglotis cae en el campo de visión. Seguidamente se hace avanzar la hoja dentro de la valleculea y se levanta para exponer las cuerdas vocales y el resto de las estructuras laríngeas.

El tubo orotraqueal se colocará en el interior de la faringe con la mano derecha a partir del lado derecho de la boca y debe pasar sin ofrecer ninguna resistencia a través de las cuerdas vocales. El tubo se introducirá hasta que el manguito haya traspasado las cuerdas. Tras su colocación se debe comprobar de forma inmediata que se ha hecho bien mediante la auscultación bilateral de los sonidos respiratorios, la observación de la expansión del tórax de ambos lados y la constatación de ausencia de sonidos en el estómago.

2.1.3.3 Fármacos utilizados

Los fármacos más utilizados en la intubación endotraqueal son los sedantes, los analgésicos, los opiáceos y los miorelajantes. La sedación está indicada en todos los casos en que se vaya a proceder a la intubación orotraqueal, excepto en los casos en que el paciente se encuentre en parada cardiorrespiratoria o con una puntuación en la escala de Glasgow de 3 puntos.

2.1.3.4 Mantenimiento del Paciente Intubado

En los cuidados del paciente intubado hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

Aspiración: la faringe y la tráquea requieren aspiraciones frecuentes en los pacientes intubados.

Presiones del manguito: las presiones en el manguito del tubo endotraqueal han de mantenerse por debajo de los 25 centímetros de agua para impedir la necrosis de la mucosa traqueal por compresión. La presión del manguito se ha de comprobar varias veces al día.

Cambio de la cinta adhesiva o colocación del tubo orotraqueal hacia la otra comisura bucal para evitar decúbitos. Además, se extremarán los cuidados en la colocación de la venda o la cinta para evitar pellizcar los labios entre ésta y el tubo.

Las fugas por el tubo son otro problema que se pone de manifiesto en múltiples ocasiones y que debe tenerse en cuenta. Su expresión es la pérdida de parte del volumen aportado, habitualmente en forma de un ruido al producirse la fuga faríngea en la inspiración mecánica.

Entre las complicaciones que pueden ocurrir con el transcurso del tiempo la más importante es el crecimiento de tejido de granulación hacia la luz de la vía aérea y la estenosis de las cuerdas vocales y en el lugar donde está el manguito.

2.1.4 VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

La mayoría de los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda reciben apoyo mediante ventilación mecánica invasiva que consiste en conectar el ventilador a la porción superior de las vías aéreas con una cánula o, con menor frecuencia, a través de una traqueostomía. Esta última suele realizarse después de una intubación endotraqueal por un lapso prolongado, pero a veces se realiza al comienzo de la insuficiencia respiratoria si las vías aéreas superiores están afectadas. Las cánulas referidas incluyen un manguito inflable en el extremo distal para

proveer un sello hermético. Las cánulas pueden insertarse a través de la nariz o la boca. Con cualesquiera tipos de cánulas, los pulmones se inflan mediante suministro de presión positiva a las vías aéreas.⁹

Una vez que el paciente intubado se ha estabilizado respecto a la oxigenación, se plantea y comienza el tratamiento definitivo del cuadro primario que originó la insuficiencia respiratoria. Las modificaciones ulteriores del tratamiento con respirador se harán en concordancia con los cambios en el estado clínico de la persona. Al manifestarse la mejoría de la función respiratoria, entre las prioridades primarias están disminuir la presión de Final de Espiración Positiva y administrar oxígeno complementario. Una vez que se ha logrado saturación arterial adecuada y el paciente tiene Fracción Inspirada de Oxígeno ≤ 0.5 y una presión de Final de Espiración Positiva de 5 centímetros de agua, se harán intentos para disminuir el apoyo ventilatorio mecánico. Se necesita cambiar el apoyo absoluto con respirador a una modalidad con estos aparatos que permita al paciente progresivamente no usarlos, como serían las modalidades de Ventilación Mandataria Intermitente Sincronizada, Presión Soporte o una combinación de ambas.¹⁰

2.1.4.1 Retiro de la ventilación mecánica

Para retirar el apoyo ventilatorio mecánico es preciso que se cumplan ciertos criterios. La función de las vías respiratorias altas debe estar intacta para que un paciente permanezca extubado, pero es difícil valorarla en el enfermo intubado. Por tanto, si un paciente puede respirar por sí mismo mediante una cánula endotraqueal, pero presenta estridor o broncoaspiración recidivante una vez que se retira la cánula, se sospechará y se valorará la disfunción de la parte superior de las vías respiratorias o un mecanismo de deglución anormal. El impulso respiratorio y la función de la pared torácica se valoran observando la frecuencia respiratoria, el volumen corriente, la presión inspiratoria y la capacidad vital. El índice para la interrupción gradual del respirador, que se define como la relación de la frecuencia respiratoria y el volumen corriente en respiraciones por minuto por litro, es un indicador sensible y a la vez específico para predecir la posibilidad de una extubación satisfactoria. Cuando este cociente es < 105 mientras el paciente respira sin asistencia mecánica mediante una cánula endotraqueal, es probable que se logre la extubación satisfactoria. De igual manera es indispensable mantener la vigilancia hemodinámica del paciente, verificando constantemente

⁹ West JB, Luks AM. Pulmonary pathophysiology. LWW; 2017.

¹⁰ Loscalzo J, Gómez JP. Harrison Neumología y Cuidados Intensivos. McGraw Hill, México. 2013.

la frecuencia cardiaca manteniéndose en un rango de 60 a 100 latidos por minuto y presión arterial, con rangos de 90 a 130 mmHg para la presión diastólica y 60 a 100 mmHg para la presión sistólica.

La ventilación alveolar se considera adecuada cuando la eliminación de dióxido de carbono basta para mantener un pH en sangre arterial del orden de 7.35 a 7.40, y se puede lograr una Saturación Arterial de Oxígeno >90% con una Fracción Inspirada de Oxígeno <0.5 y una Presión de Final de Espiración Positiva ≤ 5 cmH₂O. Aunque muchos pacientes tal vez no cumplan todos los criterios para la suspensión gradual del respirador, la posibilidad de la extubación exitosa aumenta a medida que se satisfacen más criterios.

Se han aconsejado muchos sistemas para retirar el apoyo ventilatorio. Los mejor tolerados por los pacientes son el de la pieza T y la presión positiva continua de las vías respiratorias, cuando la ventilación mecánica ha durado poco y se necesita poco reacondicionamiento muscular, mientras que la Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada y la Presión Soporte son mejores para los pacientes intubados durante periodos prolongados y que precisan reacondicionamiento gradual de los músculos respiratorios, se controlan los parámetros de los gases en sangre y la frecuencia respiratoria. Frecuencias superiores a 25 respiraciones por minuto al retirar las respiraciones obligadas del respirador suelen indicar fatiga del músculo respiratorio y la necesidad de combinar periodos de ejercicio con otros de reposo.

La Presión Soporte, se utiliza principalmente para la desconexión de la ventilación mecánica. Suele iniciarse a un nivel adecuado para tener un apoyo completo del respirador con Presión Soporte máximo, es decir, se ajusta ligeramente por debajo de las presiones inspiratorias máximas requeridas por el paciente durante la ventilación regulada por el volumen. Entonces se retira de forma gradual el nivel de apoyo de presión con incrementos de 3 a 5 centímetros de agua hasta llegar a un nivel en el que la frecuencia respiratoria aumenta a 25 respiraciones por minuto. En este punto se alternan los periodos intermitentes de soporte de presión más alta con periodos de soporte de presión más baja para proporcionar un reacondicionamiento muscular sin producir fatiga diafragmática. La sustitución gradual de la Presión Soporte continúa hasta que el nivel de soporte es adecuado para superar la resistencia del tubo endotraqueal de 5 a 10 centímetros de agua puede interrumpirse el apoyo y extubar al paciente.

2.1.4.2 Complicaciones durante la intubación

Durante la intubación pueden surgir las siguientes complicaciones que deben prevenirse para actuar con celeridad.¹¹

Como consecuencia de la laringoscopia pueden aparecer: vómitos y aspiraciones pulmonares al provocar la estimulación posterior de la faringe con la hoja del laringoscopio; laringoespasma secundario a la irritación glótica e hipofaríngea; aparición de hipertensión arterial, taquicardia u otro tipo de arritmias como la bradicardia por estimulación vagal o extrasístoles ventriculares por estimulación del sistema simpático.

2.1.4.3 La parálisis de cuerda vocal secundaria a intubación endotraqueal

La parálisis de cuerdas vocales es una complicación poco frecuente, aunque severa, tras una intubación orotraqueal. La causa más frecuente es la traumática, debido a la compresión del nervio laríngeo recurrente entre el manguito del tubo orotraqueal y el cartílago tiroideos. Otras posibles causas son lesión directa de las cuerdas vocales durante la intubación, luxación de los cartílagos aritenoides e infecciones, sobre todo víricas. Suele deberse a una neuroapraxia del nervio laríngeo recurrente, y el curso es benigno en la mayoría de los pacientes.¹²

2.1.4.4 Edema Laríngeo

El edema laríngeo es una complicación frecuente de la intubación. A menudo se presenta poco después de la extubación como estridor posterior a la extubación y es el resultado de un daño de la mucosa laríngea. Este daño es causado por la presión y la isquemia que resulta en una respuesta inflamatoria.¹³

Es una causa común de obstrucción de las vías respiratorias después de la extubación en pacientes de cuidados intensivos y se cree que surge de un traumatismo mecánico directo en la laringe por el tubo endotraqueal. La gravedad de la obstrucción de las vías respiratorias debido a su presencia varía. En casos más graves, puede provocar un compromiso respiratorio agudo que requiera una reintubación de emergencia.

¹¹ Ostabal M. La intubación endotraqueal. *Med Integral* 2002;39(8):335-42

¹² Mata NC, De La Torre SA, Fernández JC, Morán A, Refojo FÁ, Rama-Maceiras P. Parálisis bilateral tardía de cuerdas vocales trasintubación endotraqueal por neumonía COVID-19. *Revista española de anestesiología y reanimación* [Internet]. 1 de febrero de 2022;69(2):105-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.redar.2020.11.010>

¹³ Ortiz P. Edema laríngeo posterior a la extubación en pacientes críticos. *CAMPUS KINESICO* [Internet]. 29 de mayo de 2023; Disponible en: <https://campuskinesico.com/cuidados-intensivos/edema-laríngeo-extubacion/>

La intubación endotraqueal puede dañar la orofaringe, la laringe y la tráquea, con lo cual el edema laríngeo y las úlceras mucosas ocurren en casi todos los pacientes intubados durante 4 días o más.

La ulceración de las cuerdas vocales y el tejido de granulación también se encuentran en la mayoría de los casos, generalmente localizados por detrás del nivel de las cuerdas vocales, donde el tubo ejerce la mayor presión. Estas lesiones suelen ser reversibles y la mayoría de las lesiones se resuelven en 1 mes. La principal complicación del edema laríngeo post extubación es la reintubación. La incidencia de fracaso de la extubación, sin embargo, varía ampliamente: se informan incidencias de hasta el 18%.

2.2 TRAQUEOTOMÍA

La traqueotomía es un procedimiento en el cual se realiza una apertura temporal en la tráquea. Se pueden realizar dos tipos:¹⁴

La traqueotomía quirúrgica: que se realiza en el quirófano y tras una incisión bajo visión directa. Permite una técnica más segura y controlada de la apertura traqueal e intubación.

La traqueotomía percutánea: es un procedimiento mínimamente invasivo con creciente interés. Actualmente se está imponiendo como técnica de primera elección en el paciente crítico, en el cual se realiza la dilatación traqueal mediante la técnica de Seldinger.

2.2.1 INDICACIONES

La realización de una traqueotomía dependerá de si es urgente o de forma electiva, el motivo por el cual se indica y la duración planteada temporal o definitiva. (Ver Anexo N°8)

La complejidad en las indicaciones, la gran variedad de causas que provocan la necesidad de ventilación mecánica, las diferentes técnicas de traqueotomía existentes, y la dificultad en detectar complicaciones de la vía aérea en pacientes críticos, no permiten una respuesta definitiva del momento preciso de realizar una traqueotomía. Esta decisión, por lo tanto, toma un carácter individualizado según los medios, el centro hospitalario y el tipo de paciente.

Se han realizado diversos estudios que comparan tiempo, eficacia, técnica y complicaciones a la hora de realizar una traqueotomía. Una revisión cochrane midió la seguridad y eficacia

¹⁴ De La Torre PA. Manual de manejo de la vía aérea Difícil. 2017.

en traqueotomía precoz < 10 días versus tardía > 10 días en pacientes críticos y, en un ensayo posterior, entre < 4 días vs. >10 días tras iniciar la ventilación mecánica, obteniendo resultados no concluyentes en mortalidad entre ambos grupos. En la actualidad, no obstante, hay más estudios que apoyan la traqueotomía precoz por disminuir los días de hospitalización, días de ventilación mecánica, duración de sedación y días de ingreso a uci en contraste con el aumento en el número de traqueotomías.

Hoy en día, la traqueotomía percutánea es la de mayor uso en unidad de cuidados intensivos, dejando la quirúrgica para pacientes con anatomías complicadas y de mayor riesgo. la importancia de realizar la traqueotomía de forma segura depende de muchos factores:

Se debe preparar al paciente, valorar los riesgos y las contraindicaciones, individualizar cada caso y tener todos los materiales dispuestos tanto para la técnica en sí como para posibles complicaciones. (Ver Anexo N°9)

2.2.2 TÉCNICA

Es importante conocer la anatomía antes de la realización de la técnica, delimitar bien las estructuras ya sea mediante palpación o auxiliado por ecografía para identificar estructuras vasculares, nerviosas, así como diámetro y profundidad de la tráquea.

2.2.2 COMPLICACIONES DE TRAQUEOTOMÍA

La incidencia de complicaciones de la traqueotomía quirúrgica o percutánea es difícil de medir. La frecuencia y gravedad depende de varios factores como el enfoque de la traqueotomía, la situación basal anatómica y funcional del paciente, el grado de habilidad y experiencia del facultativo, entre otros. (Ver Anexo N°10)

2.3 OXIGENOTERAPIA

Una de las imágenes inusuales en cualquier Unidad de Cuidados Intensivos es la de un paciente que no esté recibiendo oxígeno suplementario para respirar. El oxígeno se utiliza de forma liberal en los pacientes ingresados en estas unidades, y la oxigenoterapia viene determinada por parámetros, por ejemplo, presión parcial de oxígeno arterial y saturación de oxígeno que no tienen una relación demostrada con la oxigenación tisular.¹⁵

¹⁵ Loscalzo J, Gómez JP. Harrison Neumología y Cuidados Intensivos. Mc Graw Hill, México. 2013.

2.3.1 DISPOSITIVOS PARA OXIGENOTERAPIA

Es importante definir a los dispositivos clasificados como de alto y bajo flujo de acuerdo con las características propias del dispositivo; lo cual, en condiciones reales dependerá del flujo inspiratorio de cada sujeto y de la capacidad del dispositivo para suplir dicha demanda. Son dispositivos de alto flujo aquellos en los que el flujo aportado supera la demanda inspiratoria del paciente, y por lo tanto, el gas inspirado proviene en su totalidad desde el dispositivo. Por otro lado, son dispositivos de bajo flujo cuando parte del gas inspirado proviene del ambiente y del dispositivo, y, por lo tanto, proveen concentraciones de oxígeno poco estables.¹⁶

2.3.1.2 Sistemas de administración de oxígeno

Los sistemas de administrar oxígeno deben mezclar las proporciones adecuadas de aire y oxígeno para dar la cantidad deseada para cada paciente.¹⁷

2.3.1.3 Sistemas de bajo flujo

Se han diseñado varios sistemas sencillos, que suministran oxígeno a flujos que son menores que la demanda respiratoria del paciente. Este oxígeno se mezcla con el aire inspirado para dar una concentración final de oxígeno la cual va a ser una función de la geometría del dispositivo, el flujo del aire y del oxígeno, la ventilación del paciente y de si éste respira a través de la boca o la nariz, un reservorio anatómico. La respiración superficial toma menos aire ambiente y más oxígeno que la respiración profunda; la frecuencia respiratoria también afecta la fracción inspirada de oxígeno al determinar el tiempo que hay entre el final de la espiración y el inicio de la siguiente inspiración: con taquipnea, el tiempo puede ser insuficiente para que el bajo flujo de oxígeno llene el reservorio inspiratorio, disminuyendo la Fracción inspirada de oxígeno. Se pueden obtener fracciones inspiradas altas con respiración lenta y superficial. Entre menor sea la ventilación, mayor será la contribución del oxígeno suplementario a la mezcla inspirada. Sin embargo, por estas variables, la Fracción inspirada de oxígeno es difícil de predecir y puede variar ampliamente, por lo cual estos sistemas de bajo flujo no sirven en casos en que se desee conocer o tener una Fracción inspirada de oxígeno exacta como en fallas respiratorias o en pacientes con hipercapnias severas; sin embargo, son muy útiles en situaciones menos críticas, en las que el paciente tiene un patrón respiratorio normal.

¹⁶ Campoverde AF, Jeria RA, Quiñones MM, Rocha ARM, Gómez WC. Mascarillas para oxigenoterapia de alto flujo: ¿Son realmente venturi? Revista chilena de anestesia [Internet]. 1 de enero de 2022;51(2):173-83. Disponible en: <https://doi.org/10.25237/revchilanestv5104021724>

¹⁷ Ibid., p. 25

Cánula nasal: Es el método más común y mejor tolerado. Pueden dar Oxígeno a flujos entre 1 a 6 L/ minuto en la nasofaringe, la cual actúa como el reservorio de Oxígeno. Flujos mayores a 6 L/minuto son mal tolerados y no aportan mejores fracciones inspiradas. Otra de sus ventajas es que son cómodas, sencillas y baratas y pueden utilizarse con el paciente hablando o comiendo. Algunos efectos secundarios, que se presentan más frecuentemente cuando se utilizan a altos flujos, incluyen irritación local, dermatitis y sequedad de la mucosa.

Máscaras simples: Aumentan el tamaño del reservorio, por lo cual pueden dar fracciones de oxígeno algo mayores a las dadas con la cánula nasal. Tienen un reservorio de 100-200 ml; si el flujo a la máscara es menor de 5 L/minuto, los gases exhalados podrían acumularse causando inhalación de dióxido de carbono; para esto se recomienda utilizarlas con flujos de oxígeno superiores. Una desventaja sobre la cánula es que no pueden utilizarse durante la alimentación.

Máscaras con bolsa de reserva: Son útiles para dar una fracción inspirada de oxígeno mayor a 50% utilizando bajos flujos de oxígeno, siempre y cuando el flujo sea suficiente para mantener la bolsa de reservorio parcialmente inflada durante la inspiración. Se requieren flujos de mínimo 6 L/minuto para mantener la bolsa inflada y para barrer el dióxido de carbono de la máscara.

Cánula transtraqueal: Requiere menores flujos que los utilizados con la cánula nasal aproximadamente la mitad, ya que el oxígeno es administrado directamente en la tráquea, disminuyendo el espacio muerto correspondiente a las vías aéreas superiores. La cánula se coloca bajo anestesia local entre el segundo y tercer anillos traqueales. Además de economizar oxígeno, tienen la ventaja de mayor comodidad no se desplazan en ejercicio o durante el sueño, menor irritación nasal o auricular y el beneficio estético para el paciente. Pueden tener algunas complicaciones como son el enfisema subcutáneo, broncoespasmo o tos paroxística.

2.3.1.4 Sistemas de alto flujo

Los sistemas de alto flujo deben tener un reservorio mayor al espacio muerto anatómico, un flujo muy alto o ambos, con el fin de proveer toda la atmósfera inspiratoria que el paciente demande. Pueden proveer Fracción inspirada de oxígeno bajas o altas a nivel traqueal, las cuales son predecibles y por esto son útiles en los casos en que se desee tener una Fracción inspirada de oxígeno exacta.

Sistema de Venturi: Utiliza una ley física de los fluidos, es el principio de Bernoulli, el cual dice que a medida que aumenta la velocidad de un gas, su presión lateral disminuye; pasando oxígeno por un tubo que va disminuyendo su diámetro, va a ir aumentando su velocidad y por ende disminuyendo la presión lateral; colocando un orificio lateral en este tubo, se va a aspirar aire ambiente hacia la máscara.

2.3.2 PRINCIPIO DE BERNOULLI

Para entender objetivamente lo que implica un sistema Venturi, el punto de partida es comprender de qué se trata el efecto Bernoulli. Basado en la ley de Boyle que rige a los gases ideales en espacios cerrados, y principalmente basado en la primera ley de la termodinámica o ley de la conservación de la energía: cuando existe un descenso de la presión de un sistema debido a un estrechamiento en la vía del flujo continuo de alta velocidad, se incrementa la energía cinética a expensas de la energía de presión. En otras palabras, el Efecto Bernoulli no es más que la disminución de la presión al aumentar la velocidad del flujo constante de un fluido, en este caso oxígeno y posteriormente una mezcla con aire ambiental. Cuando existe flujo turbulento o movimiento caótico, significa entonces que la energía cinética no está contribuyendo del todo al avance del fluido.¹⁸

Basado en la ecuación de Bernoulli se interpreta que la presión 2 (P2), una vez que el flujo supera el estrechamiento, volvería al valor de presión 1 (P1) ya que el radio final (A2) vuelve a tener un valor similar al radio original (A1). Sin embargo, esto no es tan así y se debe en parte a la pérdida de la energía del flujo por la fricción ocasionada a consecuencia del movimiento molecular desordenado, aunque algunos autores creen que esta disipación viscosa es despreciable. Considerando que el aire tiene un comportamiento dinámico que lo define como fluido newtoniano, su viscosidad es independiente del gradiente de velocidad y puede depender solo de la temperatura y quizá de la presión, habrá que estimar además las pérdidas por fricción despreciable. La Ley de Poiseuille, teóricamente modela un flujo laminar cuyo avance depende además de la viscosidad del fluido, y por ende resultará en una disminución de la presión a medida que avanza dicho fluido. La Ley de Poiseuille postula que el caudal del volumen está determinado por la diferencia de presión, partida por la resistencia que ofrece linealmente la viscosidad, la longitud y la cuarta potencia del radio.

¹⁸ Ibid., p. 36

La velocidad del fluido a nivel de la constricción del tubo deberá incrementarse a medida que disminuye el área transversal, para así conservar un caudal constante. Otro concepto importante para considerar es el número de Reynolds (Re). Es un número adimensional, cuya aplicación predice el patrón de flujo de un fluido en una tubería. Expresa la relación entre las fuerzas de inercia y las viscosas de un fluido, siendo la fuerza de inercia el producto de la velocidad promedio y del diámetro interno, y siendo la fuerza viscosa la viscosidad cinemática. Por definición, un fluido que circula en régimen laminar cumple con la Ley de Newton de la viscosidad. Si aplicamos este concepto a una conducción cilíndrica, el resultado de incluir la Ley de Newton de la viscosidad en un sistema que incluya la ecuación del movimiento y la ecuación de la continuidad, da como resultado que el fluido tenga un perfil parabólico de velocidades, siendo máxima en el centro y cero en las paredes de conducción por fricción. De esta manera, las láminas del fluido en movimiento permanecen bien definidas viajando cada una a su velocidad, sin mezclarse en un régimen ordenado.

Existe un régimen de transición que implica un Re entre 2.100 y 4.000, en el cual se da el paso cíclico de flujo laminar a turbulento, y predominan las altas vibraciones y diferentes pérdidas de carga. Finalmente, si el Re es mayor a 4.000, la Ley de Newton de la viscosidad se pierde, convirtiéndose prácticamente en imposible la analítica del perfil de velocidades. Este régimen turbulento se caracteriza por un movimiento caótico de las partículas, formando incluso remolinos aperiódicos. El aporte de flujos elevados permite brindar mezclas de gas con Fracción Inspirada de oxígeno a concentraciones más precisas, para satisfacer la demanda inspiratoria del paciente.

La Fracción Inspirada de oxígeno aportada dependerá del diseño del dispositivo o mascarilla en este caso, pero también del flujo y del tipo de gas aportado. El mecanismo de acción dependerá entonces del principio mediante el cual se incorpora la entrada de aire, lo que ocurrirá como consecuencia de la viscosidad del fluido o gas.

2.3.3 PRINCIPIO DE VENTURI Y SU APLICACIÓN

El diseño de este sistema fue descrito en 1797 por Giovanni Battista Venturi, el cual aplica el principio de Bernoulli para un gas que fluye a través de un tubo con un estrechamiento constricción y aprovecha la caída de la presión interna para incorporar, a manera de mezcla, otro gas. Un inyector es un dispositivo que, al aplicar el principio de Venturi, bombea un fluido

a alta velocidad a través de una boquilla hacia una zona de baja presión, logrando mezclar dos fluidos y otorgándole velocidad final. El movimiento molecular a nivel de la constricción viaja de una manera menos caótica, y en consecuencia existe menor fricción contra las paredes del tubo, disminuyendo la frecuencia e intensidad de la fuerza con la que lo hace. A medida que las moléculas del gas se acercan a la constricción del tubo Venturi, las que tienen mayor probabilidad de entrar en dicha construcción son aquellas cuyo mayor movimiento térmico ocurre en dirección del flujo y aquellas con un mínimo componente perpendicular de fricción. Por consiguiente, esas moléculas viajan más rápido a través de la constricción usando parte de su velocidad térmica. El resto de las moléculas seguirán el mismo patrón una vez que haya cesado su característico movimiento de rebote y logren alinearse en dirección del flujo. En suma, la constricción actúa como un filtro de velocidad al seleccionar las moléculas cuyas velocidades térmicas logran alinearse a lo largo de la dirección del flujo, aumentando entonces la velocidad de dicho flujo y disminuyendo la probabilidad de colisión contra las paredes. Con respecto al flujo de descarga post tubo, es decir al momento de la transición tubo-mascarilla, una interesante aproximación podría ser explicada mediante la utilización del principio de Torricelli; el cual, siendo una aplicación del principio de Bernoulli, explica el caudal de salida del flujo a través de un orificio como consecuencia de la interacción entre las fuerzas dentro de su contenedor viscosidad, tensión superficial y la fuerza gravitacional, acelerando las partículas en la zona de restricción para mantener la estabilidad del sistema.

2.3.4 CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO

La cánula nasal de alto flujo es un soporte respiratorio no invasivo diseñado para suministrar flujos entre 30-60 L/min. Mezclando aire y oxígeno, humidificado y calentado a través de una cánula nasal diseñada específicamente para esta terapéutica. Su potencial atractivo se fundamenta en su confort y mayor adherencia al tratamiento.¹⁹

El potencial radica en mejorar ciertos resultados clínicos. Tales como, disminuir las tasas de intubación orotraqueal, prevenir la falla respiratoria aguda post extubación en pacientes con alto riesgo de reintubación orotraqueal. Además, ha sido utilizada en toda una gama de escenarios clínicos que cursan con falla respiratoria aguda, tales como: Edema agudo de Pulmón, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, post operatorios, cirugías cardiovasculares, tórax, abdomen, trasplantes de pulmón y pacientes con orden de no

¹⁹ Alfonso, N. C. Cánula Nasal Alto-Flujo (CNAF): Puesta al día High-Flow Nasal Cannula (HFNC): Update. Archivos de medicina, 2019; 15(4), 7.

intubación orotraqueal. Asimismo, en procedimientos como la preoxigenación antes de la intubación y broncoscopias. Entre los efectos fisiológicos que causa la Cánula Nasal de Alto Flujo tenemos:

2.3.4.1 Efecto Wash Out en la Vía Aérea Superior

Todavía no hay mucha información sobre el papel de la cánula nasal de alto flujo en el manejo de la hipercapnia, a excepción del mecanismo de wash out de vía aérea superior. Uno de los principales efectos de administrar altos flujos de gas directamente en la nasofaringe es lavar el dióxido de carbono, reduciendo la reinhalación de este y proporcionando un depósito de gas fresco. Como resultado reduce el espacio muerto y aumenta la ventilación alveolar en relación con la ventilación minuto.

Normalmente podemos volver a reinhalamos hasta un tercio de nuestro volumen corriente previamente exhalado. Esto se debe a que el gas previamente exhalado bajo en oxígeno y alto en dióxido de carbono no se exhala por completo y permanece en la Vía Aérea Superior.

Un estudio experimental demostró el efecto de lavado de Dióxido de Carbono de la Cánula Nasal Alto Flujo con un flujo relativamente bajo en los modelos de boca abierta de 10 L/m de flujo disminuyen la Presión Parcial de Dióxido de Carbono exhalado al final de la espiración PETCO₂ subglótico a 30 mmHg. El modelo de boca cerrada necesitaba más flujo para generar un efecto de lavado se requirió un flujo de 40 L/m para disminuirlo.

2.3.4.2 Efecto Presión Positiva al Final de la Espiración, PEEP.

Existe cierto debate sobre el nivel presión positiva al final de la espiración proporcionada por los dispositivos de alto flujo. Aunque la Cánula Nasal Alto Flujo es un sistema abierto, el alto flujo ofrece resistencia contra el flujo espiratorio y aumenta la presión de las vías respiratorias. La presión media de la Vía Aérea Superior con la boca cerrada mostró una presión creciente con el aumento del flujo administrado por la Cánula Nasal de Alto Flujo.

2.3.4.3 Mejora el clearance mucociliar

La administración de terapia de oxígeno convencional se suele entregar en condiciones de escasa humedad y temperatura. Conllevando a situaciones conocidas en la práctica clínica, tales como: Sequedad de la mucosa bucal, nasal, irritación ocular y broncoconstricción.

La entrega de un gas termohumidificado causará menos descamación mucociliar y, por lo tanto, mantendrá el clearance mucociliar en mayor grado que otros métodos de suministro de oxígeno que no tienen estas características.

Estudios en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica y bronquiectasias demostraron una mejoría en la higiene bronquial durante la utilización de la Cánula Nasal de Alto Flujo. Hasani y cols. demostraron que, utilizando un periodo de 3 horas al día en el hogar, durante 7 días, aumentó significativamente el aclaramiento mucociliar, medido por el marcador radioaerosol. En el mismo sentido Rea y col. realizaron un estudio aleatorizado de 12 meses con 108 pacientes diagnosticados con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica o bronquiectasias que recibieron terapia de cánula nasal de alto flujo $CNAF \geq 2$ horas por día en su hogar para examinar los efectos de la terapia en la frecuencia de exacerbaciones, calidad de vida, función pulmonar, capacidad de ejercicio e inflamación de las vías respiratorias. Los resultados mostraron que a largo plazo tuvieron significativamente menos días de exacerbaciones, mayor tiempo hasta la primera exacerbación y una menor frecuencia de exacerbación en comparación con la atención habitual. Los puntajes de calidad de vida y la función pulmonar a los 3 y 12 meses mejoraron significativamente con la Cánula Nasal de Alto Flujo.

2.3.4.4 Efectos fisiológicos y desenlaces clínicos

Los mecanismos de soporte respiratorio, la hidratación de las vías respiratorias, la comodidad del paciente y el oxígeno suplementario contribuyen a los distintivos efectos fisiológicos y desenlaces clínicos.

Mejora la ventilación y el intercambio de gases, Reduce la frecuencia respiratoria, Reduce el dióxido de carbono, Aumenta el volumen tidal, Aumenta el volumen pulmonar espiratorio final, Mejora la expulsión de mucosidad, Mejora la oxigenación, Reduce el escalado terapéutico de los cuidados en Preintubación o Postextubación, Reduce el índice de mortalidad, Mejora el alivio de los síntomas, Mejora la comodidad y el cumplimiento del paciente

a. Interfaz de alto flujo para traqueotomía

Tecnología Evaqua, que reduce la formación de condensación móvil en la interfaz del paciente, se conecta a tubo respiratorio AirSpiral para reducir en un 93 % la condensación y protector de secreciones estable y fácil de usar, también disponible como pieza de repuesto.²⁰

b. Características de interfaz de traqueotomía de alto flujo

Tecnología Evaqua, que reduce la formación de condensación móvil en la interfaz del paciente, opciones para interfaces de conexión directa o específicos para traqueostomía, parámetros ajustables de flujo, el generador de flujo integrado proporciona una amplia gama de flujos de 10-60 L/min. de forma silenciosa. No requiere compresores ni suministro de aire externo, oxígeno suplementario cuando sea necesario, Presión Inspiratoria de oxígeno de 21% a 100 %. Diseñado para un ajuste, uso y limpieza sencillos, con tubo respiratorio calentado, cables calefactores de espiral dobles y exclusivo sensor de temperatura integrado, sensor de temperatura integrado, vapor de agua frente a gotas de agua.²¹ (Ver Anexo N°11)

2.3.5 HUMIDIFICACIÓN

El aire que respiramos se acondiciona, es decir calienta y humidifica normalmente en las vías respiratorias altas, fosas nasales y en la tráquea, y alcanza las condiciones idóneas 5 cm más allá de la carina límite de saturación isotérmica. En estas zonas se agrega calor y humedad al aire inspirado y se extrae calor y humedad del aire espirado.²²

La humedad absoluta es directamente proporcional a la temperatura del gas, y se expresa en general como mg/ml. La humedad absoluta con la que se prepara el aire inspirado es de 48 mg/ml y, en la zona alveolar, la humedad relativa a 37 °C es del 100%. Es necesario recordar estos conceptos, ya que, si el gas sale de un humidificador a temperatura de 34 °C y una humedad relativa del 100%, y es calentado a 37 °C en la vía aérea, la humedad relativa disminuye y esto contribuye al espesamiento y deshidratación de las secreciones en las vías respiratorias y circuitos. El acondicionamiento del aire inspirado antes de su inhalación

²⁰ Interfaz de traqueostomía Optiflow+ [Internet]. <https://www.fphcare.com/es-es/homecare/home-respiratory/humidified-high-flow/optiflow-interfaces/optiflow-tracheostomy-interface-for-myairvo/>

²¹ Takigawa K. Mejoramos el cuidado de pacientes de traqueostomía. Fisher and paykel healthcare.

²² González-Moro JMR, Martín SL, Muñoz GS, Ramos P. Humidificación del aire inspirado y oxigenoterapia crónica domiciliaria. Revista de Patología Respiratoria [Internet]. 1 de abril de 2011;14(2):49-53. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s1576-9895\(11\)70107-2](https://doi.org/10.1016/s1576-9895(11)70107-2)

depende por tanto del método de administración utilizado, del flujo en litros, y de la presencia o ausencia de una vía aérea artificial.

2.3.5.1 Sistemas de humidificación

Un humidificador es básicamente un recipiente al cual se le introduce agua destilada estéril hasta aproximadamente $2/3$ de su capacidad y que se coloca interpuesto en el sistema de oxígeno o de ventilación del paciente. Es un dispositivo cuya finalidad es proporcionar la humedad requerida a los gases respirados por el paciente. El humidificador se puede utilizar en combinación con mascarillas, gafas nasales y conexión traqueal.

2.3.5.2 Indicaciones de los humidificadores

El oxígeno proporcionado por los diferentes métodos, líquido, concentrador, gaseoso, es seco de manera que, en determinadas situaciones, es conveniente agregar vapor de agua antes de que se ponga en contacto con las vías aéreas para evitar la desecación de estas y de las secreciones respiratorias. La necesidad de humidificación es muy necesaria cuando el flujo de gas proporcionado es mayor de 4-5 l/min y cuando se han excluido los sistemas naturales de acondicionamiento del aire inspirado, como sucede en los pacientes intubados. De acuerdo con lo anterior, las posibles situaciones que hacen necesaria la utilización de un humidificador son las siguientes:

La administración terapéutica de oxígeno en pacientes con una vía aérea artificial puede asociarse con una mayor sequedad de las secreciones al producirse un déficit de humedad y de calor ya que el aire no pasa por la vía aérea superior que, como se ha visto en el apartado anterior, es la zona encargada de acondicionarlo. Esta situación conduce a alteraciones de la actividad ciliar y del movimiento del moco, a cambios inflamatorios con destrucción del epitelio ciliado bronquial, a la retención de secreciones viscosas adherentes con aparición de atelectasias y a un mayor crecimiento bacteriano que, a su vez, favorece la aparición de complicaciones infecciosas como bronquitis y neumonía. Durante la ventilación mecánica el aire es inspirado exclusivamente desde el circuito del respirador y debe estar totalmente preparado antes de ingresar en la vía aérea del paciente.

2.3.5.3 Sistemas activos

Proporcionan un alto intervalo de temperaturas y humedad.²³ Están constituidos por un elemento calentador, un reservorio de agua, una unidad de control de temperatura incluye una sonda de temperatura y alarmas, y una interfase de gas y líquido que aumenta la superficie de evaporización. Se dividen en varias categorías como: Humidificadores de paso, Humidificadores de cascada y Humidificadores de mecha. En esta clase de dispositivos se tiene que vigilar continuamente la temperatura de los pacientes con un termistor. Aunque no es común, también es de interés vigilar la humedad relativa en la vía respiratoria proximal. El nivel de agua en el reservorio debe mantenerse manualmente, ya sea añadiendo agua de una bolsa, a través de un dispositivo de llenado conectado al humidificador como el equipo de venoclisis, o por un sistema de llenado conectado al humidificador, o por un sistema de llenado por flotación que mantiene el nivel de agua constante. La mayor parte de los humidificadores se controla con un servomecanismo, es decir, el operador fija la temperatura preferida en el termistor, el sistema mantiene el control de la temperatura del gas que le llega al paciente independientemente de los cambios en el flujo de gas o del nivel de agua en el reservorio.

2.3.5.4 Humidificadores pasivos o intercambiadores de humedad pasivos

Este es el término genérico que se usa para describir un grupo de dispositivos de humidificación similares que operan sin electricidad y sin una fuente de agua suplementaria. Estos dispositivos son llamados frecuentemente narices artificiales o nariz de camello el nombre proviene de la similitud en el funcionamiento del aparato con la nariz humana. Por definición el humidificador pasivo recoge el calor espirado y la humedad del paciente, y los regresa en la siguiente inspiración. El término de humidificador pasivo es preferible al de la nariz artificial porque es más específico con respecto a su función. Existen diferentes tipos de humidificadores pasivos, la diferencia reside en el diseño: Heat and Moisture Exchangers (HME), intercambiadores de humedad y calor; Heat Moisture Exchangers Filter (HMEF), filtro intercambiador de calor y humedad. Hygroscopic Heat and Moisture Exchangers (HHME), y al añadirle un filtro se obtendrá un HHMEF.

²³ Moya, C. L. C. Sistemas de humidificación en ventilación mecánica. Mirada de un terapeuta respiratorio. *Teoría y praxis investigativa*, 2008 3(2), 73-82.

2.3.6 COMPLICACIONES DE LA OXIGENOTERAPIA

El oxígeno debe ser administrado a las dosis y por el tiempo requerido en cada paciente, ya que como con el uso de cualquier droga, puede tener efectos secundarios que incluyen el trauma local de los dispositivos en la cara, nariz u orejas; resequedad de mucosas desencadenando epistaxis, tos o broncoespasmo; éstos se pueden evitar usando flujos menores y en algunos casos humidificando el oxígeno. El no seguir las recomendaciones de flujos, fracción inspirada de oxígeno o dispositivos, puede desencadenar hiperoxemias relativas con hipercapnias severas en los pacientes retenedores de dióxido de carbono. El uso de Fracción Inspirada de Oxígeno muy altas podría causar atelectasias de absorción o toxicidad por oxígeno. En el primero se observará hipoxemia a medida que se aumenta la Fracción Inspirada de Oxígeno. La toxicidad por oxígeno puede observarse después de utilizar fracciones inspiradas mayores de 60%; son factores contribuyentes para desarrollar este efecto la presencia de enfermedad de base, la duración de la exposición y la presión barométrica. Por lo anterior, como con el uso de cualquier droga, el oxígeno debe ser utilizado a la menor dosis que produzca el efecto benéfico deseado. Un adecuado conocimiento de las indicaciones y mecanismos de la oxigenoterapia permitirá un uso racionalizado y efectivo para el paciente

2.3.7 PATOLOGÍAS MÁS FRECUENTES QUE REQUIEREN OXIGENACIÓN SUPLEMENTARIA

Las principales patologías que padecen los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos están asociadas al sistema respiratorio, estas pueden complicar la recuperación de estos, por lo que requieren atención especial y administración de oxígeno suplementario que permita abastecer la necesidad metabólica de su organismo.

2.3.7.1 Asma

El asma es un síndrome caracterizado por obstrucción de las vías respiratorias, que varía considerablemente, de manera espontánea y con el tratamiento. En los asmáticos se observa un tipo especial de inflamación de las vías respiratorias que las hace más reactivas a diversos elementos desencadenantes que ocasionan reducción excesiva de la luz y disminución de la corriente de aire, y con ello, la aparición de sibilancias y disnea sintomáticas. La reducción de la luz de las vías respiratorias por lo regular es reversible, pero en algunas personas con asma crónica la obstrucción es irreversible.²⁴

²⁴ Loscalzo J, Gómez JP. Harrison Neumología y Cuidados Intensivos. McGraw Hill, México. 2013.

El asma se manifiesta más a menudo por episodios de disnea, sibilancias y tos, que pueden ocurrir en relación con factores desencadenantes, aunque también pueden iniciar en forma espontánea. Estos síntomas pueden aparecer en combinación o por separado. Otros síntomas posibles incluyen sensación de constricción torácica y producción de moco; pueden desaparecer de forma espontánea o con el tratamiento. En algunos pacientes, las sibilancias y la disnea pueden ser persistentes. Los episodios de broncoespasmo agudo, conocido como exacerbaciones, pueden ser lo bastante graves para requerir atención médica urgente u hospitalización y pueden causar la muerte.²⁵

2.3.7.2 Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica EPOC, es un padecimiento que se caracteriza por síntomas respiratorios persistentes y obstrucción de las vías respiratorias. La EPOC incluye enfisema, una enfermedad definida desde el punto de vista anatómico, que se caracteriza por destrucción de los alvéolos pulmonares con agrandamiento del espacio aéreo; bronquitis crónica, trastorno con tos y flema crónicas, y enfermedad de las vías respiratorias pequeñas, afección en la cual los bronquiolos están estrechados y reducidos en número. La definición clásica de EPOC presenta obstrucción crónica del flujo de aire, determinada por medio de espirometría, que por lo general ocurre cuando hay exposiciones ambientales nocivas, lo más común son los productos de combustión, el tabaquismo en Estados Unidos y los biocombustibles en otros países.

2.3.7.3 Hipoxemia

La hipoxemia puede definirse como una Presión Parcial de Oxígeno arterial PO₂, por debajo de la esperada para la edad del paciente. Sin embargo, no suele emitir señales de emergencia hasta que disminuye por debajo de 60 mm Hg o cuando la saturación de oxígeno desciende por debajo del 90 %. Las causas de la hipoxemia pueden dividirse en tres categorías en función de los procesos fisiológicos implicados. Cada grupo de trastornos puede distinguirse por el gradiente A-a de Presión parcial de Dióxido de Carbono y por la Presión Parcial de Oxígeno en sangre venosa mixta, o por ambos parámetros.²⁶

²⁵ Jameson JL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Loscalzo J. Harrison, Principios de medicina interna [Internet]. McGraw-Hill Education eBooks. 2016b. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=828623>

²⁶ Marino PL. El libro de la UCI. Lww; España. 2014.

2.3.7.4 Hipoventilación

La hipoventilación alveolar produce tanto hipoxemia como hipercapnia, de forma parecida a lo que sucede al contener la respiración. La mayoría de las causas de hipoventilación en la Unidad de Cuidados Intensivos se deben a la depresión respiratoria inducida farmacológicamente o a la debilidad neuromuscular. La hipoventilación asociada a la obesidad, como el síndrome de Pickwick, también hay que tenerla en cuenta, ya que esta afección se observa hasta en un tercio de los pacientes con obesidad mórbida índice de masa corporal $> 35 \text{ kg/m}^2$.

Alteración de la relación Ventilación Perfusión V/Q

La mayoría de los casos de hipoxemia se deben a una discordancia de Ventilación Perfusión en los pulmones. Prácticamente cualquier afección pulmonar puede incluirse en esta categoría, pero las que con mayor frecuencia se observan en la Unidad de Cuidados Intensivos son: neumonías, lesión pulmonar inflamatoria síndrome de dificultad respiratoria aguda, enfermedad pulmonar obstructiva, edema pulmonar hidrostático y embolia pulmonar. El gradiente A-a de la PO₂ casi siempre está elevado en estos cuadros, pero la elevación puede ser mínima en los pacientes con una obstrucción grave de las vías respiratorias que se comporta como una hipoventilación.

a. Hipercapnia

La hipercapnia se define como una Presión Parcial de Dióxido de Carbono arterial por encima de 46 mm Hg que no representa la compensación de una alcalosis metabólica.

Hipoventilación

Debido a la elevada incidencia de hipoxemia en los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos, la hipercapnia puede ser el primer signo de hipoventilación por debilidad neuromuscular o por depresión respiratoria inducida por fármacos. También sucede así en el síndrome de hipoventilación por obesidad, en el que la hipercapnia suele ser el primer signo de hipoventilación. Por otro lado, la hipercapnia es un signo relativamente tardío de trastornos neuromusculares, y no aparece hasta que la presión inspiratoria máxima o P_Imáx está por debajo del 50 % del valor normal.

Aumento de la producción de Dióxido de Carbono

Un aumento de la producción de Dióxido de Carbono suele estar relacionado con el metabolismo oxidativo, si bien también puede existir producción de Dióxido de Carbono de origen no metabólico cuando los ácidos extracelulares generan hidrogeniones que se combinan con iones bicarbonato y producen Dióxido de Carbono. Independientemente del origen, el aumento de la producción de Dióxido de Carbono suele acompañarse de un aumento de la ventilación por minuto, que elimina el exceso de Dióxido de Carbono y mantiene una Presión Dióxido de Carbono arterial constante. Por lo tanto, el exceso de producción de Dióxido de Carbono no suele causar hipercapnia. Sin embargo, cuando se altera la excreción de Dióxido de Carbono, un aumento de su producción puede producir un incremento en la Presión Arterial de Dióxido de Carbono. Por lo tanto, el incremento en la producción de Dióxido de Carbono constituye un factor importante en la generación de hipercapnia sólo cuando está alterada la capacidad para eliminar Dióxido de Carbono.

b. Síndrome de Dificultad Respiratoria Agudo

El síndrome de dificultad respiratoria aguda o *acute respiratory distress syndrome*, ARDS, llamado también síndrome de dificultad respiratoria o síndrome apnéico, es un cuadro clínico de disnea intensa de comienzo rápido, hipoxemia e infiltrados pulmonares difusos que culminan en insuficiencia respiratoria, es causado por la lesión difusa en los pulmones, proveniente de muchos trastornos médicos y quirúrgicos subyacentes. La lesión del pulmón puede ser directa, como sería la ocurrida al inhalar gases tóxicos, o indirecta, como en la septicemia. El curso natural se caracteriza por tres fases: exudativa, proliferativa y fibrótica, y cada una posee signos clínicos y patológicos característicos.

c. Cortocircuito o shunt

Un cortocircuito permite que parte de la sangre alcance el sistema arterial sin pasar a través de las regiones pulmonares ventiladas. Los cortocircuitos intrapulmonares pueden estar causados por malformaciones arteriovenosas, que con frecuencia tienen una base genética. Además, una zona pulmonar no ventilada, pero perfundida, como por ejemplo un lóbulo consolidado por una neumonía, constituye un cortocircuito. Podría argumentarse que este último es sólo un ejemplo extremo del espectro de cocientes ventilación-perfusión, y que es más razonable, por tanto, clasificar la hipoxemia causada de este modo con la denominación de desequilibrio ventilación-perfusión. Sin embargo, un cortocircuito causa un patrón tan característico de

intercambio de gases durante la respiración de oxígeno a 100%, que es conveniente incluir los alvéolos no ventilados bajo esta denominación. En el síndrome de dificultad respiratoria del adulto suelen observarse grandes cortocircuitos. Muchos son extrapulmonares, como los que se producen en las cardiopatías congénitas a través de comunicaciones interauriculares o interventriculares, o a través de un foramen oval permeable. En estos pacientes debe existir un aumento de la presión en las cavidades cardíacas derechas que produce el cortocircuito de derecha a izquierda.²⁷

2.3.8 EI ÍNDICE DE ROX EN OXIGENOTERAPIA DE ALTO FLUJO

El índice ROX es una herramienta útil porque solo requiere unos cuantos puntos de datos y puede medirse en la cabecera del paciente. El índice puede utilizarse para vigilar al paciente y predecir la probabilidad de éxito o fracaso del tratamiento nasal de flujo alto. Además, el ROX resalta la importancia de la Fracción Inspirada de Oxígeno necesaria; si la Fracción Inspirada de Oxígeno necesaria es alta, el paciente puede tener un mayor riesgo de fracaso.²⁸

Roca y otros colegas establecieron por primera vez el índice ROX para predecir el éxito del tratamiento nasal de flujo alto. El índice ROX combina tres mediciones habituales: Fracción Inspirada de Oxígeno FiO_2 , saturación parcial de oxígeno SpO_2 y frecuencia respiratoria. La cánula nasal de alto flujo de 50 L/min o más en adultos supera el flujo inspiratorio y reduce la entrada de aire. Esto hace que la Fracción Inspirada de Oxígeno administrada sea más precisa, lo que puede dar lugar a un cálculo de ROX más exacto. (Ver Anexo N°12)

Validación del ROX

El índice se validó en un estudio multicéntrico prospectivo sobre 191 pacientes con neumonía. Los autores confirmaron que un valor de ROX predecía el éxito de la cánula nasal de alto flujo. Además, indicaron valores de ROX que podían predecir el fracaso de cánula nasal de alto flujo con una alta especificidad del 98-99 %: 0,85 a las 2 horas, a las 6 horas y 43,85 a las 12 horas de uso de cánula nasal de alto flujo. (Ver Anexo N°13).

La importancia de la Fracción Inspirada de Oxígeno

Entre los componentes del índice, la relación SpO_2/FiO_2 tuvo mayor peso que la frecuencia

²⁷ West JB, Luks AM. Pulmonary pathophysiology. LWW; 2017.

²⁸ Tatkov, M. Predecir el resultado del tratamiento nasal de flujo alto con el índice de frecuencia respiratoria y oxigenación (ROX). F and P optiflow, 9.2019

respiratoria. Esto se refleja en la figura 47: una FiO_2 de 0,80 o más predice un índice ROX inferior a 4,88 mostrado en rojo y una FiO_2 de 0,500 menos predice un ROX más alto mostrado en azul. (Ver anexo N°14)

Significado de los cambios en el ROX

Si la frecuencia respiratoria o la necesidad de Fracción Inspirada de Oxígeno aumentan, significa que el paciente se está deteriorando claramente. ¿La monitorización continua del ROX puede ser especialmente útil cuando el paciente está inestable? Por ejemplo, dos pacientes comienzan el tratamiento con cánula nasal de alto flujo y ambos tienen un ROX de 4,0. Debido a que esto es solo el principio del tratamiento, se puede monitorizar el valor de ROX para ver si la índice mejora. (Ver anexo N°15)

Durante las primeras 6 horas, el paciente 1 mostró una disminución de la frecuencia respiratoria y de la Fracción Inspirada de Oxígeno; el paciente 2 mostró un aumento de la frecuencia respiratoria y de la FiO_2 . Como resultado, el valor de ROX a las 6 horas para el paciente 1 fue de 6,0 y para el paciente 2, de 3,0. Basándose en los valores indicados por Roca. El paciente 1 tiene una alta probabilidad de éxito del tratamiento nasal de flujo alto y puede mantenerse. Sin embargo, el paciente 2 muestra una tendencia en declive y un ROX bajo. Por tanto, debe considerarse el escalado terapéutico.

Vector ROX

La combinación de los valores de ROX con el cambio en la frecuencia respiratoria y la Fracción Inspirada de Oxígeno puede indicar si es necesaria la intensificación. Un gráfico XY propuesto de los componentes principales del ROX puede mostrar la dirección de los cambios en forma de vector. Los vectores hacia la parte superior derecha indican un deterioro, y hacia la parte inferior izquierda, una mejora. (Ver anexo N°16)

2.3.9 ESCALA DE CABRINI (CABRINI RESPIRATORY STRAIN SCALE)

En el Hospital Santa Cabrini de Montreal, se está utilizando una escala de tensión respiratoria, Escala de tensión respiratoria de Cabrini para ayudar en la documentación clínica y en un esfuerzo por validarla como un marcador de gravedad y potencialmente como una herramienta de decisión para progresar a una mayor nivel de soporte ventilatorio.²⁹ (Ver anexo N°17)

²⁹ Rola P, Farkas JD, Spiegel R, Kyle-Sidell C, Weingart SD, Duggan LV, et al. Rethinking the early

2.3.10 ESCALA DE BORG

La escala de Borg es una herramienta utilizada para la medición subjetiva de la disnea al final del ejercicio, suministra valiosa información sobre los factores que determinan a limitación del ejercicio.³⁰ (Ver Anexo N°18)

intubation paradigm of COVID-19: Clinical and experimental emergency medicine [Internet]. 2020 jun 10;7(2):78-80. <https://doi.org/10.15441/ceem.20.043>

³⁰ Lao CF, Valenza MC, Del Carmen García Ríos M, Valenza G. Estudio de la disnea según la escala de Borg en un grupo de pacientes diagnosticados de asma bronquial que han seguido y recibido entrenamiento de fisioterapia respiratoria. Fisioterapia [Internet]. 1 de enero de 2009;31(1):12-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ft.2008.01.004>

CAPÍTULO III

<p>TRAQUEOTOMÍA VENTILACIÓN MECÁNICA</p>	<p>POST</p>	<p>La traqueotomía es un procedimiento quirúrgico que crea una nueva vía respiratoria al hacer una incisión en el cuello que llega a la tráquea, manteniendo la vía aérea permeable por medio de una endocánula, generalmente indicado en pacientes con intubación prolongada. El destete de la ventilación mecánica es el proceso de liberación del soporte mecánico y del tubo endotraqueal en pacientes que reciben ventilación mecánica invasiva a presión positiva.</p>	<p>La traqueotomía es una incisión a nivel del cuello con la finalidad de introducir un tubo pequeño a través de la tráquea como apoyo artificial para la ventilación mecánica.</p>	<p>Traqueotomía</p>	<p>Indicaciones</p>
--	-------------	--	---	---------------------	---------------------

CAPÍTULO IV

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo Transversal

4.1.1 Descriptivo

Es descriptivo porque se detalla la funcionalidad de los dispositivos de alto flujo a través de los datos recopilados de signos vitales en los pacientes con traqueotomía de la Unidad de Cuidados Intensivos.

4.1.2 Transversal

Es transversal porque se tomaron los datos durante el mes de octubre.

4.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y TIPO DE MUESTREO

4.2.1 Población

Son todos los pacientes que se encontraron en la Unidad de Cuidados Intensivos con traqueotomía post ventilación mecánica entre las edades de 30 a 80 años en las cuales se administró soporte de oxigenoterapia por medio de dispositivos de alto flujo.

4.2.2 Muestra

Se seleccionó a conveniencia una muestra de 25 pacientes con traqueotomía y con dispositivos de alto flujo.

4.2.3 Tipo de muestreo

Se hizo la selección a través de un muestreo probabilístico por conveniencia, tomando en cuenta criterios de inclusión y exclusión.

4.3 CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION

4.3.1 Criterio de inclusión:

1. Pacientes de ambos sexos
2. Edades entre 30 a 80 años

3. Pacientes post ventilación mecánica
4. Pacientes con traqueotomía
5. Pacientes que necesiten oxígeno suplementario
6. Pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos

4.3.2 Criterios de exclusión

1. Pacientes que no se le haya indicado destete ventilatorio
2. Pacientes sin estabilidad neuroventilatoria
3. Pacientes que se nieguen a ser parte del estudio

4.4 METODOLOGÍA, MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO Y PROCEDIMIENTO

4.4.1 Metodología

Se recopilaron datos de forma consecuente y ordenada, mediante la observación de parámetros, escalas utilizadas e interpretación posterior de los resultados sobre la efectividad del suministro de oxígeno de los dispositivos de alto flujo.

4.4.2 Método

Para esta investigación se utilizó el método deductivo, basándose en la observación sistemática de parámetros de signos vitales de los pacientes con traqueotomía en los cuales se aplicaron los dispositivos de alto flujo.

4.4.3 Técnica e instrumento

El registro de datos se obtuvo a través de la observación de signos clínicos mediante el uso del instrumento de guía observacional compuesto por los indicadores siguientes: escala de Borg, Cabrini, índice de Rox, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y saturación de oxígeno.

4.4.4 Procedimiento

Para la realización del estudio se solicitó los permisos pertinentes a la Junta Directiva, Comité de Ética y Jefatura del área de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional El Salvador, se procedió a la recopilación de la información por medio de visitas periódicas a los

sujetos que fueron parte de la muestra de la investigación, en el tiempo establecido. Se revisó el expediente clínico de los pacientes que cumplen con los criterios de inclusión para constatar que se indicó el uso de los dispositivos de alto flujo o si existió algo que interfiera en su aplicación, también se hizo el cambio y colocación de dispositivo según necesidad del paciente.

Se observaron los signos vitales tales como: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, saturación de oxígeno y se registró la FiO₂, el Flujo, para establecer parámetros obtenidos según dispositivo utilizado. Posteriormente, los datos obtenidos se plasmaron en tablas y gráficos de cada una de las variables anteriormente descritas, para una fácil interpretación.

4.5 PLAN DE RECOLECCIÓN, TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

4.5.1 Plan de Recolección

La obtención de datos se realizó por medio de una guía observacional de preguntas cerradas que se aplicó en aquellos pacientes que cumplen con los criterios de inclusión.

4.5.2 Plan de Tabulación

Los datos que se recolectaron a través de la guía de observación se tabularon con métodos estadísticos sencillos en cuadros, tablas y gráficas, en una hoja de cálculo de Excel, permitiendo un análisis conciso de los distintos resultados. Para obtener la Frecuencia Relativa porcentual, se utilizó la siguiente fórmula: $FR = n \times 100 / N$.

4.5.3 Análisis de datos

Al reunir todos los datos obtenidos, se realizó un análisis describiendo los resultados más recurrentes y beneficiosos ante el uso de los dispositivos empleados para responder a la problemática y a los objetivos que se plantearon

CAPÍTULO V

V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

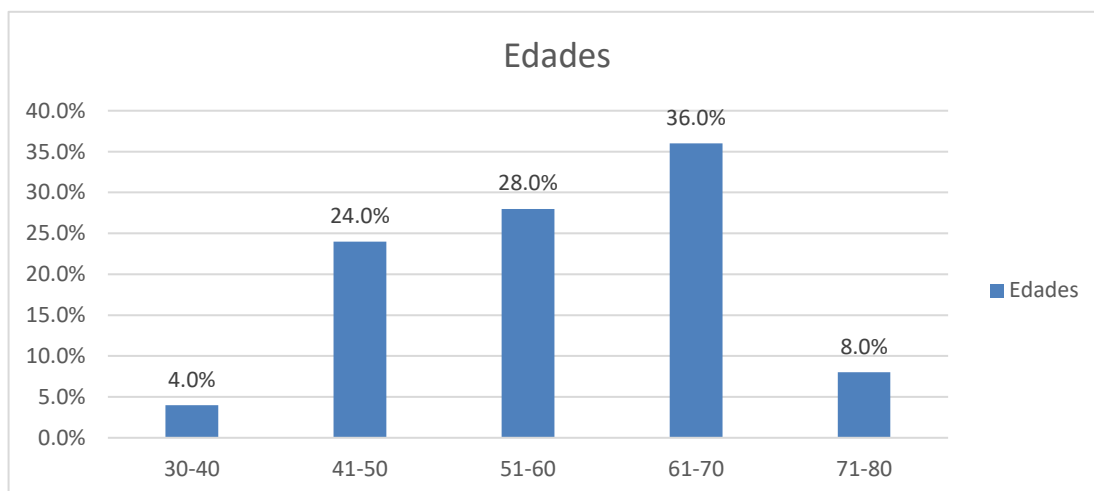
Una vez aprobado el protocolo de investigación y la solicitud de autorización del Comité de Ética, se procedió a la evaluación del uso de dispositivos de cánula de traqueotomía de alto flujo y máscara venturi en traqueotomía post ventilación mecánica en pacientes con edades entre 30 a 80 años en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Nacional El Salvador mediante observación y revisión de expedientes durante el periodo de octubre de 2023.

Se procedió a la etapa de ejecución de la investigación, en la cual fueron seleccionados 25 pacientes de 30 a 80 años con Cánula de Alto Flujo Optiflow e Interfaz Ventury en traqueotomía post ventilación mecánica en la Unidad de Cuidados Intensivos, ya que cumplían con los criterios de inclusión. Dichos pacientes fueron monitorizados y evaluados mientras se oxigenaban con los dos dispositivos a estudiar. Una vez obtenidos los datos utilizando el instrumento de recolección, se tabularon en cuadros en donde se representa la Frecuencia Absoluta y la Frecuencia Relativa de cada uno de los parámetros evaluados, plasmándose en distintos estilos de gráficos que se exponen a continuación.

Tabla #1

Edad de los pacientes con dispositivo de alto flujo con traqueotomía post ventilación mecánica.

Edades	Fr	Fr%
30-40	1	4.0%
41-50	6	24.0%
51-60	7	28.0%
61-70	9	36.0%
71-80	2	8.0%
Total	25	100.0%

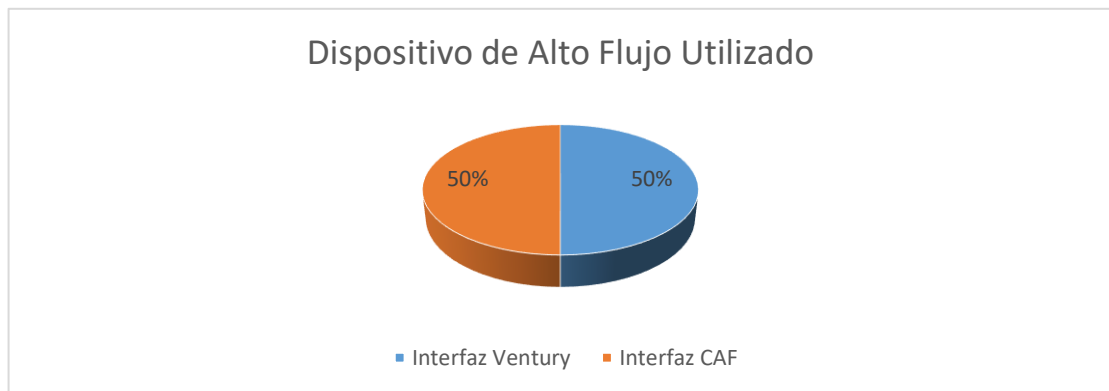
Gráfica #1**Análisis de gráfico #1**

Porcentaje de rango de edades de los pacientes a los cuales se les indicó un dispositivo de alto flujo y se tomaron como parte del estudio, el 4% comprendían las edades de 30-40 años, el 24% se encontraban en la edad de 41-50, el 28% de los pacientes tenían rango de edades de 51-60, el 36% comprendían las edades de 61-70 y un 8% se encontraban entre 71-80 años.

Tabla #2

Distribución de pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Dispositivo de Alto Flujo Utilizado	Fr	Fr%
Interfaz Ventury	25	50%
Interfaz CAF	25	50%
Total	50	100%

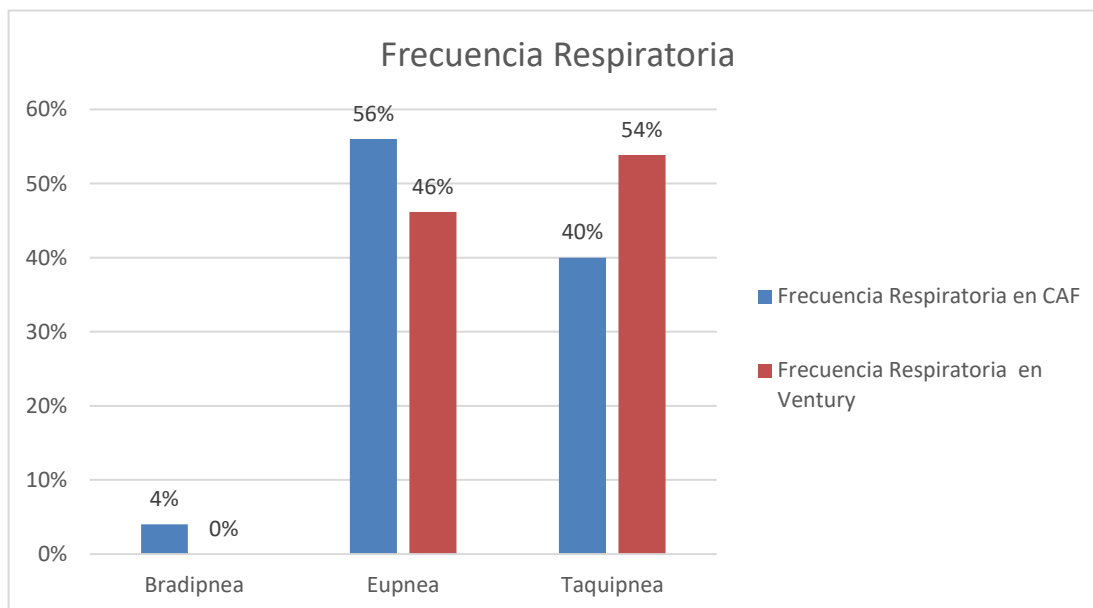
Gráfica #2**Análisis de Gráfico #2**

Representación del porcentaje de dispositivos de alto flujo indicados a los pacientes traqueotomizados post ventilación mecánica, resultando en un 50% para la interfaz traqueal de alto flujo y un 50% para la interfaz de sistema Ventury.

Tabla #3

Registro de Frecuencia Respiratoria en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Frecuencia Respiratoria en CAF	Fr	Fr%
Bradipnea	1	4%
Eupnea	14	56%
Taquipnea	10	40%
Total	25	100%
Frecuencia Respiratoria en Ventury	Fr	Fr%
Bradipnea	0	0%
Eupnea	12	46%
Taquipnea	14	54%
Total	26	100%

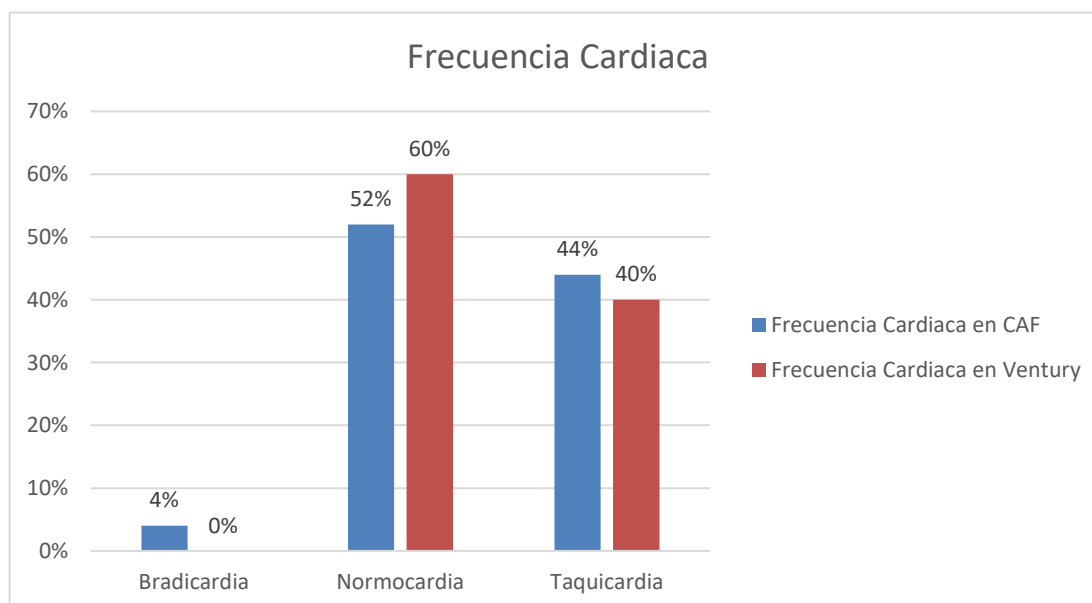
Gráfica #3**Análisis de gráfica #3**

En la anterior gráfica se muestran los rangos de frecuencia respiratoria registrada durante el uso de los dispositivos de alto flujo de oxígeno. Las frecuencias respiratorias para la Cánula de Alto Flujo interfaz de traqueostomía resultó en un 4% con Bradipnea, seguido de un 56% con Eupnea, y un 40% de los pacientes con Taquipnea. Para la interfaz Ventury se registró un 0% con Bradipnea, seguido de un 46% con Eupnea y terminando con un 54% con Taquipnea.

Tabla #4

Registro de Frecuencia Cardiaca en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Frecuencia Cardiaca en CAF	Fr	Fr%
Bradicardia	1	4%
Normocardia	13	52%
Taquicardia	11	44%
Total	25	100%
Frecuencia Cardiaca en Ventury	Fr	Fr%
Bradicardia	0	0%
Normocardia	15	60%
Taquicardia	10	40%
Total	25	100%

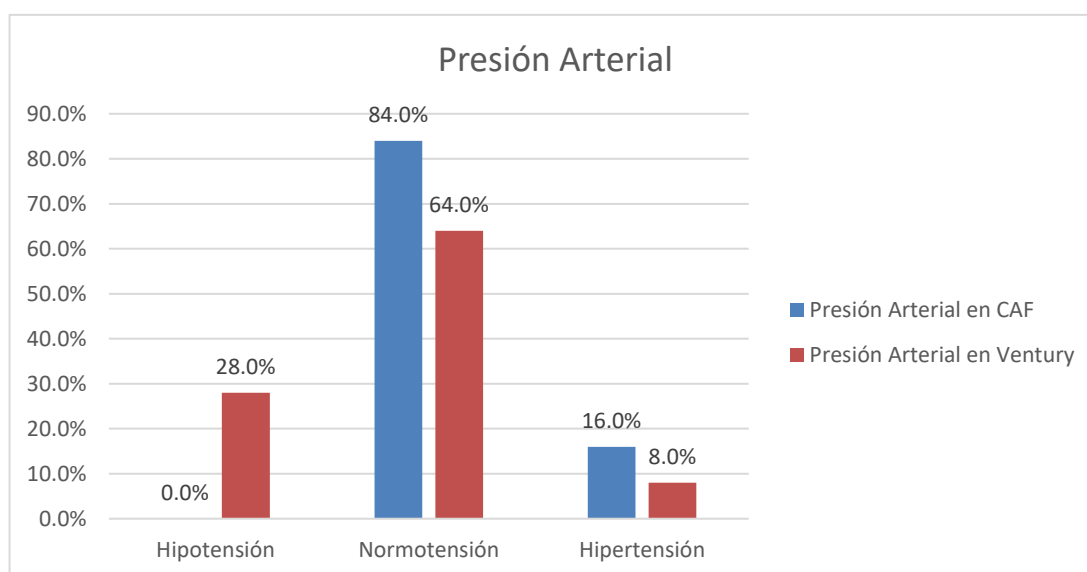
Gráfica #4**Análisis de gráfica #4**

En la representación gráfica se muestran los datos registrados de la frecuencia cardiaca durante el uso de dispositivos de alto flujo. Con el uso de sistema Ventury, el 54% de los pacientes mostraron una frecuencia cardiaca de 60 a 100, y un 46% arriba de 100 latidos por minuto, mientras que con el dispositivo de alto flujo interfaz de traqueostomía, el 8% muestra frecuencias cardiacas menos de 60 latidos por minuto, el 42% muestra frecuencias entre 60 a 100 latidos por minutos y un 50% mostró frecuencias cardiacas arribas de 100.

Tabla #5

Registro de Presión Arterial en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Presión Arterial en CAF	Fr	Fr%
Hipotensión	0	0.0%
Normotensión	21	84.0%
Hipertensión	4	16.0%
Total	25	100.0%
Presión Arterial en Ventury	Fr	Fr%
Hipotensión	7	28.0%
Normotensión	16	64.0%
Hipertensión	2	8.0%
Total	25	100.0%

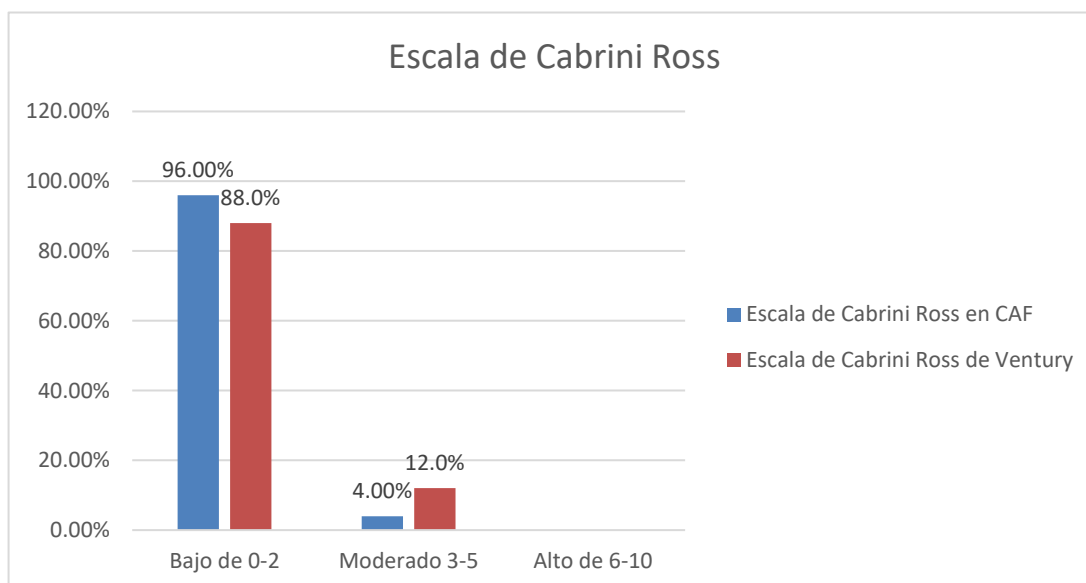
Gráfica #5**Análisis de gráfica #5**

La gráfica muestra los cambios de presión arterial según el uso de dispositivo de alto flujo. Para la Cánula de Alto Flujo interfaz de traqueotomía se registró un 0% de hipotensión, seguido de un 84% de Normotensión y un 16% de Hipertensión. En el Sistema Ventury se obtuvo un 28% de Hipotensión, un 64% de Normotensión y por último se obtuvo un 8% de Hipertensión.

Tabla #6

Resultado de Escala de Tensión Respiratoria del Hospital Santa Cabrini de Montreal, en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Escala de Cabrini Ross en CAF	Fr	Fr%
Bajo de 0-2	24	96.00%
Moderado 3-5	1	4.00%
Alto de 6-10	0	0.00%
Total	25	100.00%
Escala de Cabrini Ross de Ventury	Fr	Fr%
Bajo de 0-2	22	88.0%
Moderado 3-5	3	12.0%
Alto de 6-10	0	0.0%
Total	25	100.0%

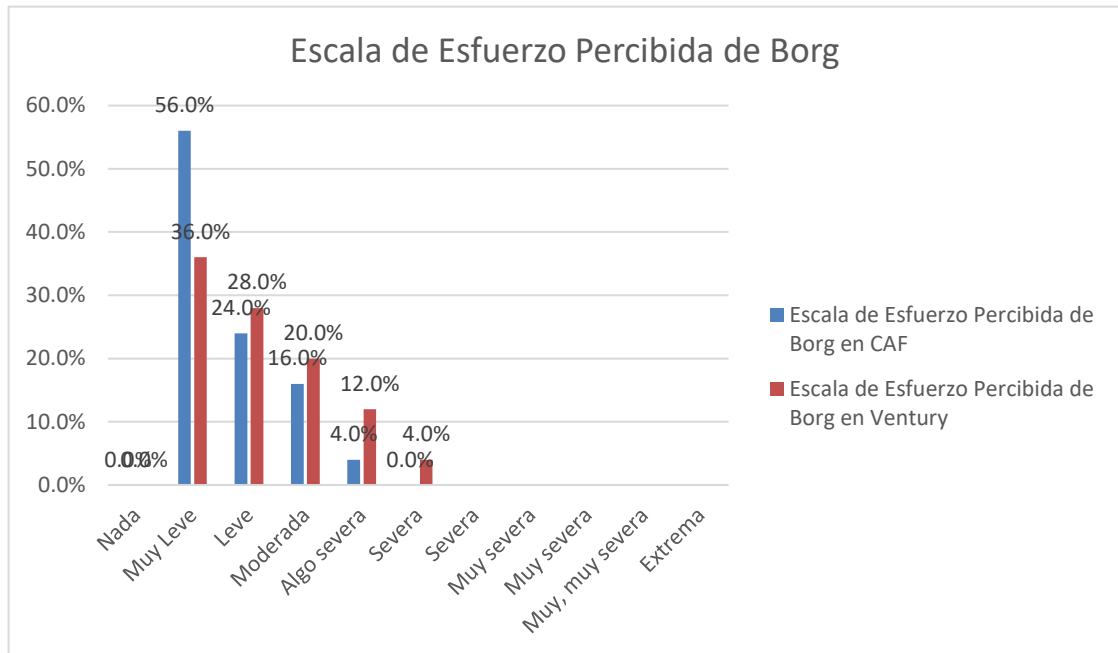
Gráfica #6**Análisis de Gráfica #6**

El gráfico anterior expresa que la Cánula de Alto Flujo Interfaz de Traqueotomía presentó un 96% en puntaje Bajo 0-2, un 4% de Moderado 3-5 y un 0% de Alto 6-10, seguidamente del Sistema Ventury con 88% en puntaje Bajo 0-2, un 12% en Moderado 3-5, por último, un 0% en Alto de 6-10.

Tabla #7

Resultado de Escala de Esfuerzo Percibida de Borg en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Escala de Esfuerzo Percibida de Borg en CAF		Fr	Fr%
0	Nada	0	0.0%
1	Muy Leve	14	56.0%
2	Leve	6	24.0%
3	Moderada	4	16.0%
4	Algo severa	1	4.0%
5	Severa	0	0.0%
6	Severa	0	0.0%
7	Muy severa	0	0.0%
8	Muy severa	0	0.0%
9	Muy, muy severa	0	0.0%
10	Extrema	0	0.0%
	Total	25	100.0%
Escala de Esfuerzo Percibida de Borg en Ventury		Fr	Fr%
0	Nada	0	0.0%
1	Muy Leve	9	36.0%
2	Leve	7	28.0%
3	Moderada	5	20.0%
4	Algo severa	3	12.0%
5	Severa	1	4.0%
6	Severa	0	0.0%
7	Muy severa	0	0.0%
8	Muy severa	0	0.0%
9	Muy, muy severa	0	0.0%
10	Extrema	0	0.0%
	Total	25	100.0%

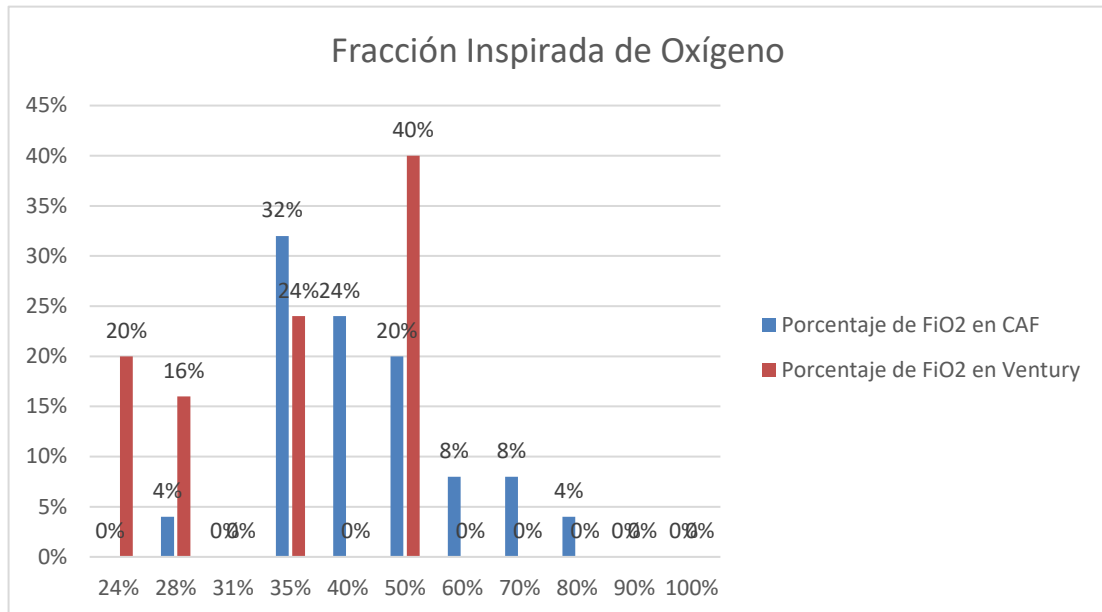
Gráfica #7**Análisis Gráfica #7**

La gráfica representa la disnea de esfuerzo percibida por los pacientes con cada dispositivo. En primer lugar, la Cánula de Alto flujo muestra que el 0% de los pacientes no presentan Nada de esfuerzo respiratorio, el 56% sintió un esfuerzo Muy Leve; el 24% percibió un esfuerzo Leve; el 16% percibió un esfuerzo moderado y solo un 4% percibió un esfuerzo algo severo. Con el dispositivo de interfaz Ventury, los pacientes mostraron un 36% de un esfuerzo Muy Leve, mientras que el 28% tuvo un esfuerzo Leve, seguido de un 20% de pacientes percibieron un esfuerzo moderado, un 12% percibió un esfuerzo Algo Severo y solo un 4% percibió un esfuerzo Severo. Para los valores restantes el resultado fue de 0%

Tabla #8

Registro de Fracción Inspirada de Oxígeno en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Porcentaje de FiO2 en CAF			
FiO ₂	Flujo	Fr	Fr%
24%		0	0%
28%		1	4%
31%		0	0%
35%		8	32%
40%	40 L/m	6	24%
50%	40 L/m	5	20%
60%	50 L/m	2	8%
70%	L/m	2	8%
80%	L/m	1	4%
90%	L/m	0	0%
100%	60 L/m	0	0%
Total		25	100%
Porcentaje de FiO2 en Ventury			
Fio ₂	Flujo	Fa	Fr%
24%	4 L/m	5	20%
28%	6 L/m	4	16%
31%	8 L/m	0	0%
35%	10 L/m	6	24%
40%	12 L/m	0	0%
50%	15 L/m	10	40%
60%		0	0%
70%		0	0%
80%		0	0%
90%		0	0%
100%		0	0%
Total		25	100%

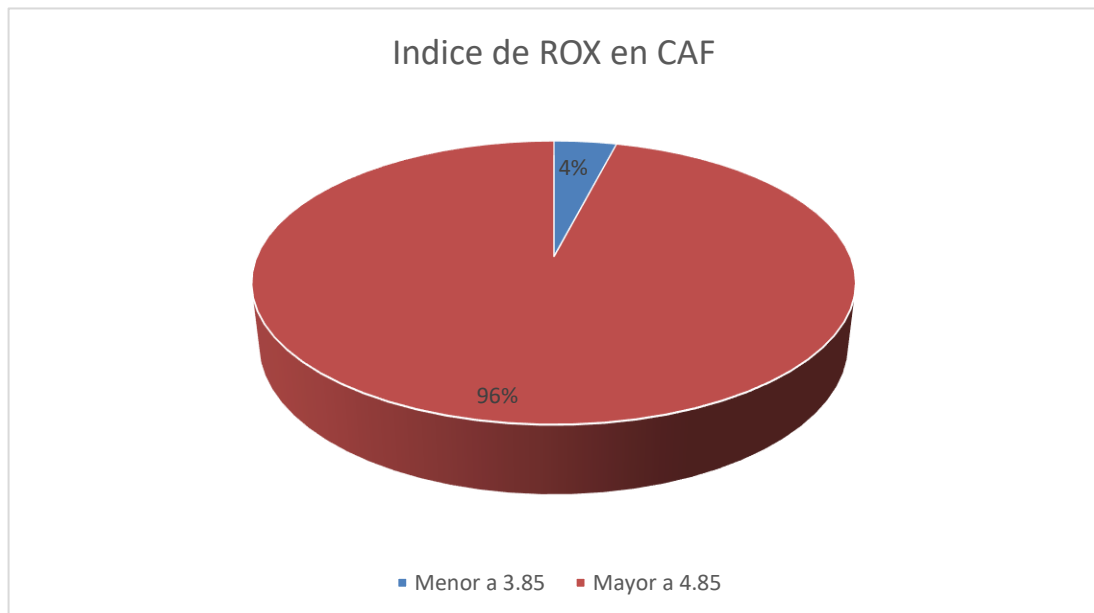
Gráfica #8**Análisis de Gráfica #8**

La presente gráfica muestra la incidencia de la Fracción Inspirada de Oxígeno (FiO₂) con traqueotomía post ventilación mecánica con dispositivos de alto flujo. La Cánula de Alto Flujo interfaz de traqueotomía registró un 4% de Fracción Inspirada de Oxígeno de 28%, luego un 32% de Fracción Inspirada de Oxígeno al 35%, seguidamente de un 24% de Fracción Inspirada de Oxígeno al 40%, un 20% de Fracción Inspirada de Oxígeno al 50%, un 8% para Fracción Inspirada de Oxígeno al 60% y 70% así como un 4% de Fracción Inspirada de Oxígeno al 80%. Para el Sistema Ventury se registró un 20% de FiO₂ al 24%, un 16% de FiO₂ al 16%, seguido de un 24% de FiO₂ al 35% y por último se registró una FiO₂ al 50%. Para los demás valores el porcentaje fue de 0%.

Tabla #9

Resultado de Índice de ROX en pacientes con indicación de Cánula de Alto Flujo Interfaz de traqueotomía.

Índice de ROX en Cánula de Alto Flujo	Fr	Fr%
Menor a 3.85	1	4%
Mayor a 4.85	24	96%
Total	25	100%

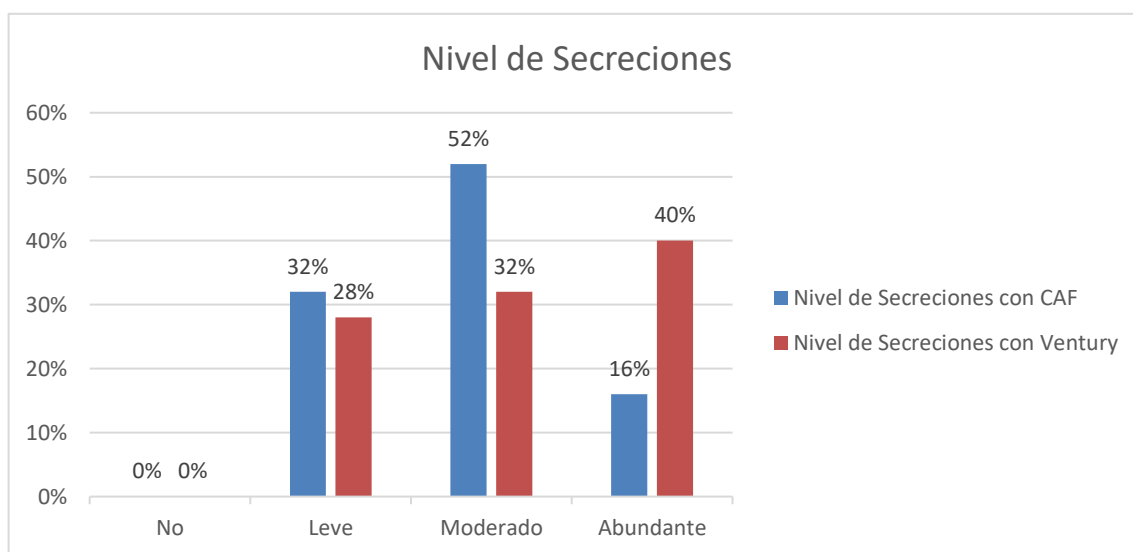
Gráfico #9**Análisis Gráfica #9**

En la presente gráfica se expone el Índice de ROX para Cánula de Alto Flujo Interfaz de traqueotomía exitosa, en la cual el 96% de los pacientes presentó un puntaje Mayor a 4.85 seguido de un 4% con un puntaje Menor a 3.85.

Tabla #10

Registro del nivel de secreciones presentada en pacientes traqueotomizados con indicación de dispositivos de alto flujo post ventilación mecánica.

Nivel de Secreciones con CAF	Fr	Fr%
No	0	0%
Leve	8	32%
Moderado	13	52%
Abundante	4	16%
Total	25	100%
Nivel de Secreciones con Ventury	Fr	Fr%
No	0	0%
Leve	7	28%
Moderado	8	32%
Abundante	10	40%
Total	25	100%

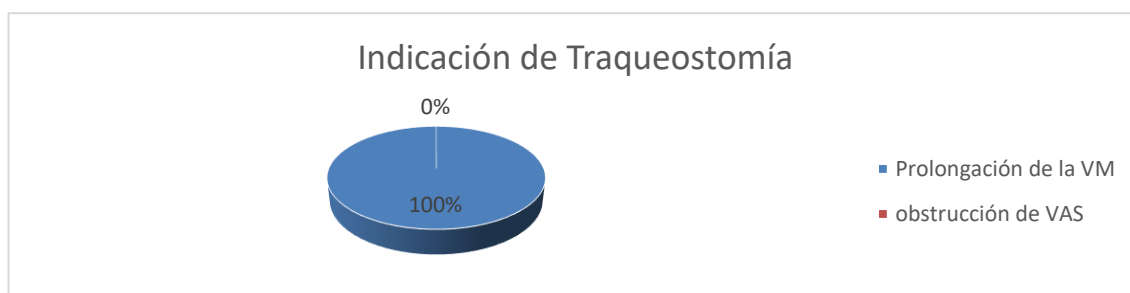
Gráfica #10**Análisis Gráfica #10**

La presente gráfica se muestra el nivel de secreciones encontradas en los pacientes con cada uno de los dispositivos de alto flujo utilizados, siendo en la Cánula de Alto Flujo un 32% Leve, seguido de un 52% Moderado y con un 16% de Abundante; por otra parte, el nivel de secreciones en Ventury fueron de un 28% leve, 32% para Moderado y resaltando con 40% en Abundante.

Tabla #11

Principal indicación de traqueotomía en pacientes con dispositivo de alto flujo post ventilación mecánica.

Indicación de Traqueostomía	Fr	Fr%
Prolongación de la VM	25	100%
Obstrucción de VAS	0	0%
Total	25	100%

Gráfica #11**Análisis de Gráfica #11**

En la gráfica anterior se expone la principal indicación de traqueotomía en pacientes que se aplicó un dispositivo de alto flujo post ventilación mecánica, resultando con un 100% para aquellos pacientes en los que se prolongó la ventilación mecánica.

CAPÍTULO VI

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación del uso de dispositivos de cánula de traqueotomía de alto flujo y máscara Venturi en traqueotomía post ventilación mecánica en pacientes con edades entre 30 a 80 años en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Nacional El Salvador, durante el periodo de octubre de 2023, se concluye que:

- 1 La indicación de los dispositivos de alto flujo en pacientes con traqueotomía posterior a la ventilación mecánica permite el progreso de decalaje de oxígeno dirigido a la restauración de la respiración espontánea; la funcionalidad de la Cánula de Alto Flujo Interfaz Traqueal (Optiflow), muestra un alto porcentaje de éxito calculada por medio del Índice de Rox que evidencia la relación directa entre la Fracción Inspirada de Oxígeno y la Saturación de Oxígeno, al mismo tiempo con la disponibilidad de los altos flujos y humidificación activa, mejora el patrón respiratorio, y disminuye el esfuerzo de la musculatura respiratoria así como la cantidad de secreciones en los pacientes; la escala de Cabrini como marcador de gravedad, permite decidir el progreso a un nivel más alto de soporte ventilatorio, la interfaz traqueal de alto flujo evidenció una menor incidencia de retorno a la ventilación mecánica al contrario que con el uso del Sistema Ventury.
- 2 Las variaciones de los signos vitales por medio del monitoreo no invasivo fueron representativas con el uso de cada dispositivo, la Interfaz Traqueal de Alto Flujo mantuvo mejores niveles de Frecuencia Respiratoria, Frecuencia Cardíaca y Presión Arterial a diferencia de la utilización del Sistema Ventury.
- 3 Las complicaciones más frecuentes en pacientes con traqueotomía post ventilación mecánica que utilizan Interfaz Traqueal de Alto Flujo son el aumento de secreciones por termorregulación inadecuada de la cascada de humidificación, falla de alto flujo por asignación incorrecta de Fracción Inspirada de Oxígeno y flujos de aire inadecuados que resultan en aumento en la resequedad de la mucosa respiratoria si no se tiene un control constante de la humidificación activa; las complicaciones más frecuentes con el uso del Sistema Ventury para pacientes traqueotomizados son una mayor presencia de tapones de moco debido a la falta de humidificación, aumento de secreciones por lavado bronquial, mayor sobreesfuerzo respiratorio y una deficiencia de flujos que permitan solventar las necesidades respiratorias.

1.2 Recomendaciones

1. En pacientes con Traqueotomía post ventilación mecánica, se sugiere usar como primera opción la cánula de alto flujo de traqueotomía (Optiflow) ya que esta disminuye el esfuerzo de los músculos respiratorios, proporcionando variabilidad de la Fracción Inspirada de Oxígeno óptimo para el paciente, realizando un decalaje de oxígeno exitoso hasta indicar el siguiente dispositivo como lo es la interfaz traqueal de Sistema Ventury.
2. Priorizar el monitoreo constante de los Signos Vitales para evaluar el éxito o el fallo del manejo respiratorio durante el decalaje de oxígeno, permitiendo al clínico un criterio más sólido al momento de ajustar flujos y fracción inspirada de oxígeno según la necesidad del paciente de acuerdo al dispositivo de Alto Flujo indicado.
3. Supervisar que la Cánula de Alto Flujo de traqueotomía (Optiflow) mantenga una humidificación activa constante y una temperatura adecuada para la vía aérea del paciente, con el propósito de reducir la cantidad y concentración de secreciones, así como la resequedad de la mucosa de la vía respiratoria, realizando un manejo adecuado de aspiración de secreciones endotraqueales de los pacientes a los cuales se les indicó un dispositivo de alto flujo, evitando la instilación de solución salina la cual promueve la hipersecreción.

GLOSARIO

- 1. Alvéolos:** son las partes más pequeñas del árbol traqueobronquial que permiten el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en los pulmones.
- 2. Bronquiectasia:** es una enfermedad que se produce cuando los conductos que transportan el aire dentro y fuera de los pulmones se dañan, lo que hace que se ensanchen y se aflojen y aparezcan cicatrices.
- 3. Cilios:** son estructuras que pueden moverse y su principal misión es la de desplazar fluidos, como ocurre con el mucus del tracto respiratorio.
- 4. Disfonía:** es un trastorno caracterizado por una alteración del timbre de la voz, que puede ser debida a diversas causas orgánicas o funcionales de la laringe y de las cuerdas vocales.
- 5. Enzimas proteolíticas:** la degradación de proteínas ya sea mediante enzimas específicas, llamadas peptidasas, o por medio de degradación intracelular.
- 6. Estroma:** es una clase de tejido conjuntivo que brinda sostén a otro tipo de tejido (el parénquima), el cual desarrolla distintas acciones en el órgano.
- 7. Fagocitar:** El proceso mediante el cual estos glóbulos blancos rodean, engullen y destruyen sustancias extrañas.
- 8. Fractal:** Un fractal es un objeto geométrico caracterizado por presentar una estructura que se repite a diferentes escalas.
- 9. Hiperoxemia:** Aumento del contenido de oxígeno en la sangre, que se traduce en un pH en sangre más bajo que el normal, es decir, hay una cierta acidez.
- 10. Huso neuromuscular:** es un receptor que se encarga de percibir las variaciones que se producen con respecto al tamaño del músculo. Por lo tanto, son considerados los receptores que detectan la longitud muscular cuando se produce un estiramiento.
- 11. Injuria:** se entiende como un delito que implica la imputación a una persona de una conducta o un hecho que afecta su estimación o su renombre.

12. Lobulillos pulmonares: son pequeños sacos membranosos, pegados entre sí y unidos por escaso tejido conectivo. Tienen un volumen de un centímetro cúbico. Los lobulillos se dividen en alvéolos pulmonares. Cada alveolo se compone de pared y epitelio.

13. Macrófagos: son células especializadas en la detección, fagocitosis y destrucción de bacterias y otros organismos dañinos.

14. Mesenquimatoso: son células madre adultas no hematopoyéticas multipotentes que están presentes en múltiples tejidos, incluyendo la médula ósea, el tejido adiposo y la gelatina de wharton.

15. Neuroapraxia: Lesión leve de un nervio periférico que ocasiona una perturbación transitoria (de horas o semanas) de la conducción, pero sin interrumpir la continuidad axónica; afecta de forma preferente a las fibras motora

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Consultada:

1. Nayib Bukele inaugura en El Salvador primera fase del ‘mejor hospital de Latinoamérica’ exclusivo para covid-19. (2020, 24 junio). El comercio.com. Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/bukele-hospital-uci-covid-salvador.html>
2. El Economista. (2021, 19 febrero). El Salvador | «El día que ofreció camas a Costa Rica estábamos saturados». El Economista. <https://www.eleconomista.net/actualidad/El-Salvador--El-dia-que-ofrecio-camas-a-Costa-Rica-estabamos-saturados202102190009.html>
3. Presidente Nayib Bukele inaugura primera fase del Hospital El Salvador. (2020, 20 junio). Ministerio de Gobernación. Recuperado 29 de mayo de 2023, de <https://www.gobernacion.gob.sv/presidente-nayib-bukele-inaugura-primera-fase-del-hospital-el-salvador/>
4. User S. Qué es la disnea y cómo mejorarla | Rehaliza [Internet]. Disponible en: <https://www.rehaliza.com/consejos-y-recursos/que-es-la-disnea-y-como-mejorarla-confisioterapia-respiratoria>
5. Levine AR, Stankiewicz J. Rehabilitación pulmonar [Internet]. Manual MSD versión para público general. 2023. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-del-pulm%C3%B3n-y-lasv%C3%ADas-respiratorias/rehabilitaci%C3%B3n-en-las-enfermedades-pulmonares-y-delasv%C3%ADas-respiratorias/rehabilitaci%C3%B3n-pulmonar>

Citada:

1. West JB, Luks AM. Pulmonary pathophysiology. LWW; 2017.
2. Cediell Carrillo, X. J., et al. Enfoque del paciente crítico y ventilación mecánica para no expertos. 2020.
3. Fraser, R. S. Fundamentos de las enfermedades del tórax. Elsevier España; 2006.
4. Duque CAT, García CEA, Mutis CC, Gómez DM. Fundamentos de medicina: Neumología. Fondo Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB); 2007.
5. RamosRodriguez, J.M. Prueba de Ventilación Espontánea. Repositorio Institucional Universidad de Cádiz (RODIN). Departamento de Enfermería y Fisioterapia. 2014. Disponible en: <https://rodin.uca.es/handle/10498/15726>
6. Gómez WC. Fisiología respiratoria: lo esencial en la práctica clínica. 2012.
7. Ostabal M. La intubación endotraqueal. Med Integral 2002;39(8):335-42
8. Loscalzo J, Gómez JP. Harrison Neumología y Cuidados Intensivos. McGraw Hill, México.2013.
9. Mata NC, De La Torre SA, Fernández JC, Morán A, Refojo FÁ, Rama-Maceiras P. Parálisis bilateral tardía de cuerdas vocales trasintubación endotraqueal por neumonía COVID-19. Revista española de anestesiología y reanimación [Internet]. 1 de febrero de 2022;69(2):105-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.redar.2020.11.010>
10. Ortiz P. Edema laríngeo posterior a la extubación en pacientes críticos. CAMPUS KINESICO [Internet]. 29 de mayo de 2023; Disponible en: <https://campuskinesico.com/cuidados-intensivos/edema-laringeo-extubacion/>
11. De La Torre PA. Manual de manejo de la vía aérea Difícil. 2017
12. Campoverde AF, Jeria RA, Quiñones MM, Rocha ÂRM, Gómez WC. Mascarillas para oxigenoterapia de alto flujo: ¿Son realmente venturi? Revista chilena de anestesia [Internet]. 1 de enero de 2022;51(2):173-83. Disponible en: <https://doi.org/10.25237/revchilanestv5104021724>

13. Alfonso, N. C. Cánula Nasal Alto-Flujo (CNAF): Puesta al día High-Flow Nasal Cannula (HFNC): Update. Archivos de medicina, 2019; 15(4), 7.
14. Interfaz de traqueostomía Optiflow+ [Internet]. <https://www.fphcare.com/es-es/homecare/home-respiratory/humidified-high-flow/optiflow-interfaces/optiflow-tracheostomy-interface-for-myairvo/>
15. Takigawa K. Mejoramos el cuidado de pacientes de traqueostomía. Fisher and paykel healthcare.
16. González-Moro JMR, Martín SL, Muñoz GS, Ramos P. Humidificación del aire inspirado y oxigenoterapia crónica domiciliaria. Revista de Patología Respiratoria [Internet]. 1 de abril de 2011;14(2):49-53. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s1576-9895\(11\)70107-2](https://doi.org/10.1016/s1576-9895(11)70107-2)
17. Moya, C. L. C. Sistemas de humidificación en ventilación mecánica. Mirada de un terapeuta respiratorio. Teoría y praxis investigativa, 2008 3(2), 73-82.
18. Jameson JL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Loscalzo J. Harrison, Principios de medicina interna [Internet]. McGraw-Hill Education eBooks. 2016b. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=828623>
19. Marino PL. El libro de la UCI. Lww; España. 2014.
20. Tatkov, M. Predecir el resultado del tratamiento nasal de flujo alto con el índice de frecuencia respiratoria y oxigenación (ROX). F and P optiflow, 9.2019
21. Rola P, Farkas JD, Spiegel R, Kyle-Sidell C, Weingart SD, Duggan LV, et al. Rethinking the early intubation paradigm of COVID-19: Clinical and experimental emergency medicine [Internet]. 2020 jun 10;7(2):78-80. <https://doi.org/10.15441/ceem.20.043>
22. Lao CF, Valenza MC, Del Carmen García Ríos M, Valenza G. Estudio de la disnea según la escala de Borg en un grupo de pacientes diagnosticados de asma bronquial que han seguido y recibido entrenamiento de fisioterapia respiratoria. Fisioterapia [Internet]. 1 de enero de 2009;31(1):12-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ft.2008.01.004>

ANEXOS

ANEXO N°0

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA



GUIA DE RECOLECCION DE DATOS

OBJETIVO: RECOLECTAR INFORMACIÓN PARA DETERMINAR LA EFECTIVIDAD DEL SUMINISTRO DE OXÍGENO POR MEDIO DE LOS DISPOSITIVOS DE CÁNULA DE TRAQUEOTOMÍA DE ALTO DE FLUJO Y MÁSCARA VENTURY PARA EL DECALAJE DE OXÍGENO Y MANEJO DE SECRECIONES EN PACIENTES CON EDADES DE 30 A 80 AÑOS POST VENTILACIÓN MECÁNICA, INGRESADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE A OCTUBRE DE 2023

GRUPO INVESTIGADOR:

BR. HELEN PAOLA PALMA AYALA	PA13072
BR. GUSTAVO ALEXANDER PARADA CLAROS	PC12042
BR. FRANKLIN JOSUÉ RUBIO ALEMÁN	RA18045

ASESOR

LIC. LUIS ALBERTO GUILLÉN GARCÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE – OCTUBRE 2023

GUIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES:

1. ¿Cuál es la edad del paciente? _____

2. ¿Qué dispositivo de oxigenoterapia tiene indicado el paciente?

Interfaz de traqueotomía de sistema Ventury: _____

Interfaz de Cánula de alto flujo en traqueotomía: _____

3. ¿Cuál es el rango de respiraciones por minuto presentadas por el paciente?

Menor de 12 respiraciones por minuto

De 12 a 20 respiraciones por minuto

Más de 20 respiraciones por minuto

4. ¿Cuál es el rango de la frecuencia cardiaca en un minuto presentada por el paciente?

Menor de 60 respiraciones por minuto

De 60 a 100 respiraciones por minuto

Más de 100 respiraciones por minuto

5. ¿Cuál es el valor de la presión arterial observado en el paciente?

_____ mmHg.

6. Según la Escala de Cabrini Ross, ¿Cuál es el puntaje obtenido del paciente?

Parámetro	Puntos
Frecuencia Respiratoria	
Menor a 20	0
De 20 a 30	1
De 31 a 40	2
Mayor de 40	4
Uso de musculatura accesoria	
Ninguno	0
Mediano	1
Moderado	2
Severa	3
Estado de Ánimo	
Relajado	0
Inconforme	1
Ansioso	2
Agitado	3

Bajo de 0-2

Moderado 3-5

Alto de 6-10

7. Determine el grado de disnea presentada por el paciente:

Escala de Esfuerzo de Borg

0	Nada	
1	Muy Leve	
2	Leve	
3	Moderada	
4	Algo severa	
5	Severa	
6	Severa	
7	Muy severa	
8	Muy severa	
9	Muy, muy severa	
10	Extrema	

8. ¿Cuál es la Fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) y Flujo de gas aportado al paciente a través del dispositivo utilizado?

Máscara Ventury

FiO_2	Flujo
24%	4 L/m
28%	6 L/m
31%	8 L/m
35%	10 L/m
40%	12 L/m
50%	15 L/m

Cánula de Traqueotomía de Alto Flujo

FiO_2	Flujo
40%	L/m
50%	L/m
60%	L/m
70%	L/m
80%	L/m
90%	L/m
100%	L/m

9. ¿Cuál es el valor del índice de Rox registrado en los pacientes con Cánula de Traqueotomía de alto flujo después de 6 horas de uso?

Menor a 3.85

Mayor a 4.85

10. Según la Escala de Puntuación para Secreciones Endotraqueales, describa el estado de las secreciones de los pacientes. Marque con una “X” según corresponda.

Nivel de Secreciones	Descripción	Frecuencia de Aspiraciones	
1	No	Cada 4-6 h: 0-1 aspiración	
2	Leve	Cada 3-4 h: 1 aspiración	
3	Moderado	Cada 2-3 h: 2 o más aspiraciones	
4	Abundante	Aspiración horaria o más frecuente	

11. ¿Cuál fue la indicación clínica de la realización de traqueotomía en el o la paciente?

ANEXO N°1

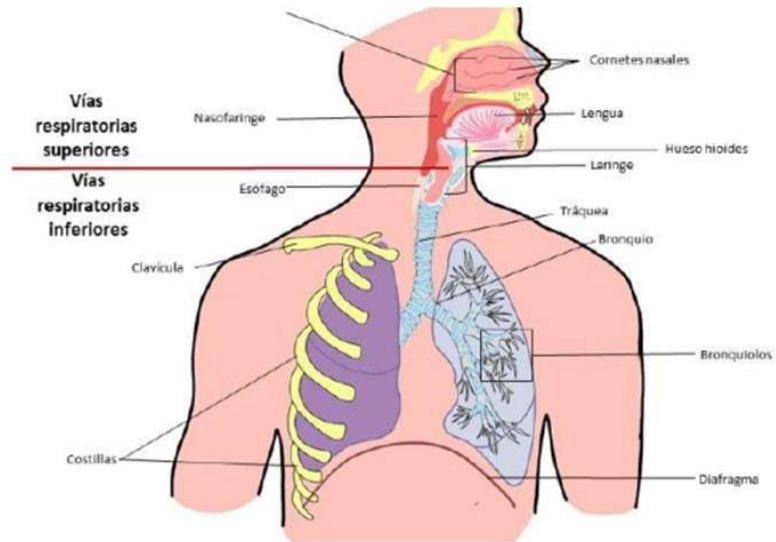


Figura 1. El sistema respiratorio. Estructura básica del sistema respiratorio, constituida por las vías aéreas superiores e inferiores y el diafragma.

ANEXO N° 2

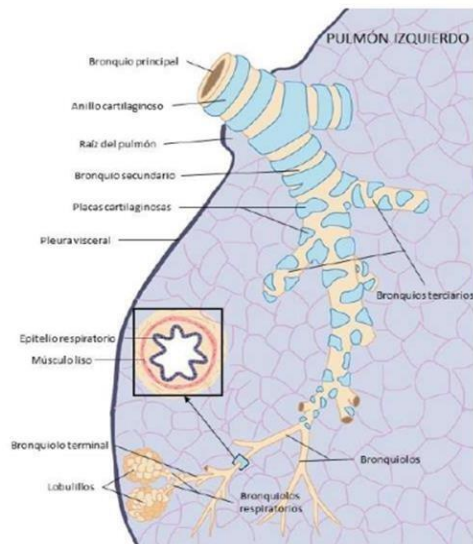


Figura 2. Segmentación bronquial. Los bronquios se segmentan, disminuyendo en su diámetro y aumentando la resistencia al flujo, hasta llegar a los lobulillos y alveolos pulmonares. Al comienzo cartilaginosos y luego musculares.

ANEXO N° 3

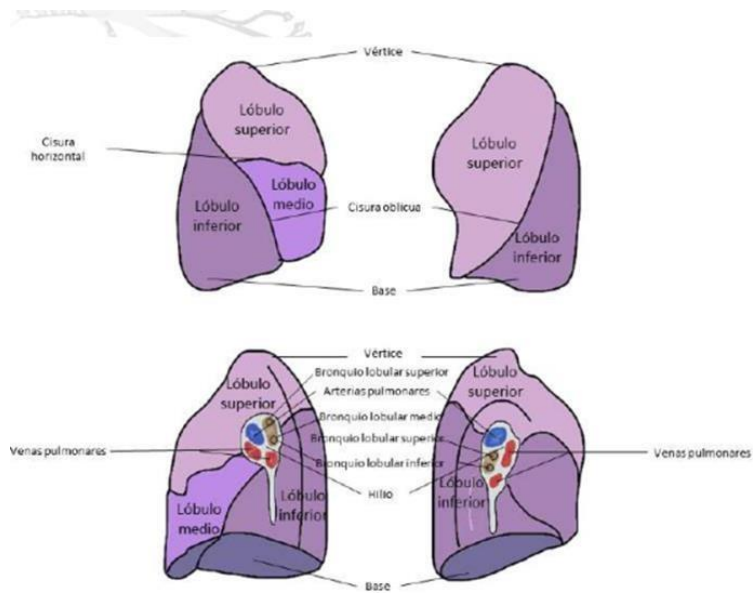


Figura 3. Lóbulos pulmonares. Los lóbulos pulmonares son tres para el pulmón derecho y dos para el pulmón izquierdo.

ANEXO N°4

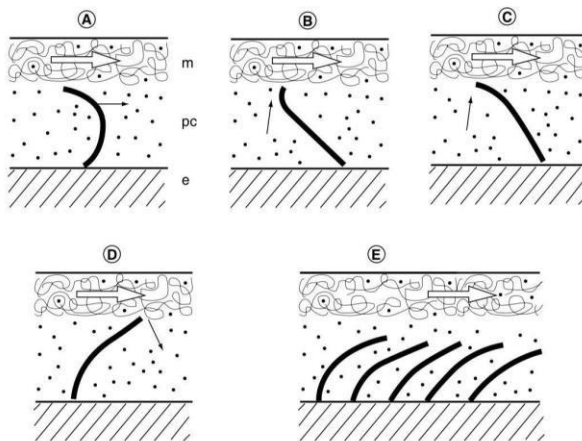


Figura 3-2. Interacción de las cilia con el moco bronquial. A. Insuficiencia motriz. B. Inicio de la propulsión. C. Acoplamiento mucociliar. D. Movimiento mucociliar. E. Reposo.

ANEXO N°5

Tabla 1: Escala de Puntuación para Secreciones Endotraqueales		
Nivel Secreciones	Descripción	Frecuencia de Aspiraciones
1	No	Cada 4 - 6 horas: 0 -1 aspiración
2	Leve	Cada 3-4 horas: 1 aspiración
3	Moderado	Cada 2-3 horas: 2 o más aspiraciones.
4	Abundante	Aspiración horaria o más frecuente

Tabla 1. Escala de Puntuación para Secreciones Endotraqueales

Fuente: Extraído de Smalles ST et al. Cough strength, secretions and extubation outcome in burn patients who have passed a spontaneous breathing trial. *Burns* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.burns.2012.09.028>

ANEXO N°6

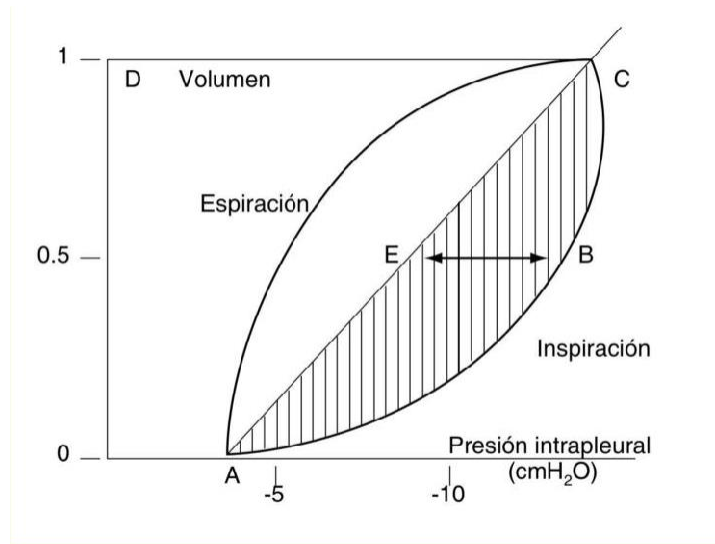
TABLA I-3. Efectos del sueño sobre la respiración

Actividad respiratoria	Sueño de ondas lentas	Sueño MOR
Ventilación alveolar	Disminución por ↓ V _c y ↓ F	Variable
PCO ₂ arterial	↑ 4 mm Hg-6 mm Hg	Variable
PO ₂ arterial	↓ 4 mm Hg-8 mm Hg	Variable
Patrón respiratorio	Fases 1 y 2 periódicas Fases 3 y 4 regulares	Irregular ↑F más ↓V _c
Contracción diafragmática	Sin alteraciones	Sin alteraciones
Contracción intercostal	↓	↓↓
Contracción de los músculos de las vías aéreas superiores	↓	↓↓
Respuesta ventilatoria al CO ₂	↓	↓↓
Respuesta ventilatoria a la hipoxemia	↓	↓↓
Respuesta a los impulsos aferentes pulmonares	↓	↓↓
Respuesta a los impulsos aferentes de los músculos respiratorios	↓	↓↓

REM, movimientos oculares rápidos.

Tomado de Fraser RS, Müller NL, Colman NC, Paré PD: Fraser and Paré's Diagnosis of Diseases of the Chest, 4th ed. Philadelphia, WB Saunders, 1999.

ANEXO N°7



ANEXO N° 8.

Tabla 1. Indicaciones traqueotomía.

Indicación	Causas	Urgencia
<ul style="list-style-type: none"> Obstrucción vía aérea aguda o progresiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Patología de cabeza y cuello (infección, neoplasia). Trauma - postquirúrgica. 	<ul style="list-style-type: none"> Emergencia. Semi-electivo. Electivo.
<ul style="list-style-type: none"> Insuficiencia respiratoria que requiere ventilación por presión positiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Enfermedad respiratoria o neurológica. Soporte ventilatorio prolongado. Debilidad para ventilar. 	<ul style="list-style-type: none"> Semi-electivo. Electivo.
<ul style="list-style-type: none"> Fracaso neurológico o incapacidad para deglutir. Protección de la vía aérea contra aspiración oral o gástrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de conciencia bajo. Enfermedades neuromusculares. 	<ul style="list-style-type: none"> Semi-electivo. Electivo.
<ul style="list-style-type: none"> Manejo de secreciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Secreciones copiosas. Debilidad para la tos. 	<ul style="list-style-type: none"> Semi-electivo. Electivo.

ANEXO N°9

Tabla 2. Contraindicaciones de traqueotomía.

Absolutas	Relativas
<ul style="list-style-type: none"> Fractura cervical inestable. Infección severa en la región anterior del cuello. Coagulopatía no controlada. 	<ul style="list-style-type: none"> Infección local controlada. Coagulopatía. Requerimientos de alta PEEP o FiO2. Dificultad de anatomía (solo para percutánea). Hipertensión intracraneal.

ANEXO N°10

Complicación	Definición
• Hipoxemia	SatO2 por pulsioximetría \leq 90 % durante > 30 sg.
• Hipoxemia grave	SatO2 por pulsioximetría \leq 90 % durante > 60 sg. o \leq 85 % cualquier duración.
• Pérdida del control de la vía aérea	Fracaso para acceder a la vía aérea durante más de 20 sg.
• Broncoespasmo	Broncoconstricción relacionada con el desarrollo de la técnica.
• Arritmia leve	Bradicardia o taquicardia sin repercusión sobre la tensión arterial.
• Arritmia grave	Taquicardia ventricular, fibrilación ventricular, asistolia o cualquier arritmia con deterioro hemodinámico.
• Dificultad de inserción de la cánula de traqueotomía	Necesidad de más de 2 intentos para la inserción de la cánula.
• Rotura de balón	Imposibilidad para mantener hinchado el balón como consecuencia de una maniobra durante la realización de la técnica.
• Hipotensión	Descenso de al menos un 20 % de la tensión arterial en relación con las cifras basales.
• Hipotensión moderada	Hipotensión que precisa tratamiento con infusión de menos de 1.000 ml. de fluidos durante el procedimiento.
• Hipotensión grave	Hipotensión que requiere tratamiento con vasopresores o más de 1.000 ml. de fluidos durante el procedimiento.
• Hemorragia	Leve: hemorragia que cede con compresión digital y estimada en menos de 20 cc. Moderado: hemorragia estimada en más de 20 cc . Grave: hemorragia con repercusión sobre hematocrito (\geq 3 puntos) que precisa reparación quirúrgica o transfusión.
• Barotrauma	Leve: enfisema subcutáneo . Moderado: enfisema mediastínico. Grave: neumotórax.
• Falsa vía	Dilatación o inserción de la cánula de traqueotomía fuera de la luz traqueal.
• Lesión en pared posterior de la tráquea	Daño producido en la pared posterior de la tráquea con la aguja, guía o dilatador.
• Rotura traqueal	Desgarro de la pared de la tráquea producida durante el procedimiento de dilatación.
• Atelectasia	Colapso pulmonar total o parcial no existente antes de la realización de la técnica y objetivado en control postoperatorio.
• Flexión de la guía metálica	Incapacidad de paso de la guía a la luz de la tráquea.
• Atrapamiento de la guía metálica	Imposibilidad de retirada de la guía metálica.
• Fracaso para finalizar la técnica	Necesidad de un segundo equipo (distinto) para finalizar la técnica o necesidad de finalización mediante TQ.
• Lateralización del estoma	Estoma situado fuera del cuadrante anterior de la pared traqueal.
• Fractura de anillo traqueal	Rotura de anillo traqueal durante cualquier fase del procedimiento.
• Exitus	Muerte relacionada con una complicación de la técnica.

ANEXO N°11

Los pacientes de traqueostomía y sus cuidadores ya no tendrán que conformarse con un proceso de humidificación más ruidoso y menos efectivo suministrado por compresores y nebulizadores de agua fría.

Interfaz de traqueostomía Optiflow™+

- Tecnología Evaqua™, que reduce la formación de condensación móvil en la interfaz del paciente.
- Opciones para interfaces de conexión directa o específicos para traqueostomía.

Oxígeno suplementario (cuando sea necesario)

- FiO₂ de 21 % a 100 %.
- El analizador de oxígeno ultrasónico integrado no necesita calibración, mantenimiento ni sustitución.

Parámetros ajustables de flujo

- El generador de flujo integrado proporciona una amplia gama de flujos (10-60 L/min) de forma silenciosa. No requiere compresores ni suministro de aire externo.

Diseñado para un ajuste, uso y limpieza sencillos

- Las animaciones de la pantalla facilitan la configuración y la solución de problemas.

Tubo respiratorio calentado (AirSpiral™)

- Cables calefactores de espiral dobles y exclusivo sensor de temperatura integrado.

Sensor de temperatura integrado

- No requiere sondas externas, cables ni adaptadores.

90040201-ES-00019 © 2018 Fisher & Paykel Healthcare Limited

Vapor de agua frente a gotas de agua

El humidificador myAIRVO™ 2 de F&P está diseñado para generar vapor de agua (moléculas)

- Los nebulizadores y otros sistemas de administración de aerosol están diseñados para generar gotas de agua. A diferencia del vapor de agua, las gotas tienen un tamaño suficiente para transportar patógenos.¹



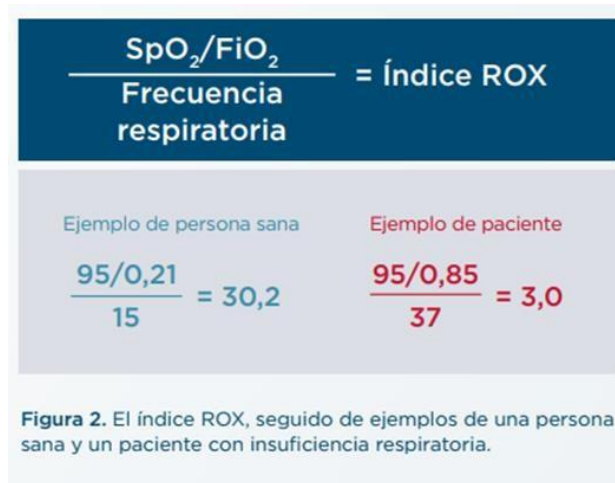
¹ Tellez-Rojo R, Fuller J, Negelema K, Yamaguchi Y, Yanagisawa Y, Ouchi K. Nosocomial Outbreak of Pseudomonas cepacia Respiratory Infection in Immunocompromised Patients Associated with Condensate Nebulizer Devices. Am J Infect Dis. 1995; 43(1):105-107.

Para obtener más información, visite www.fphcare.com/myairvo

Códigos de producto	
PT100x	Humidificador myAIRVO 2
900PT560	Tubo respiratorio calentado AirSpiral™ (paquete de 10)
900PT560E	Tubo respiratorio calentado AirSpiral™ (paquete de 1)
OPT970	Interfaz de traqueostomía Optiflow™+ (paquete de 20)
OPT970E	Interfaz de traqueostomía Optiflow™+ (paquete de 1)
OPT971	Protector contra espumas de repuesto (paquete de 20)
OPT980	Adaptador de interfaz de la máscara (paquete de 20)
OPT980E	Adaptador de interfaz de la máscara (paquete de 1)

Fisher & Paykel
HEALTHCARE

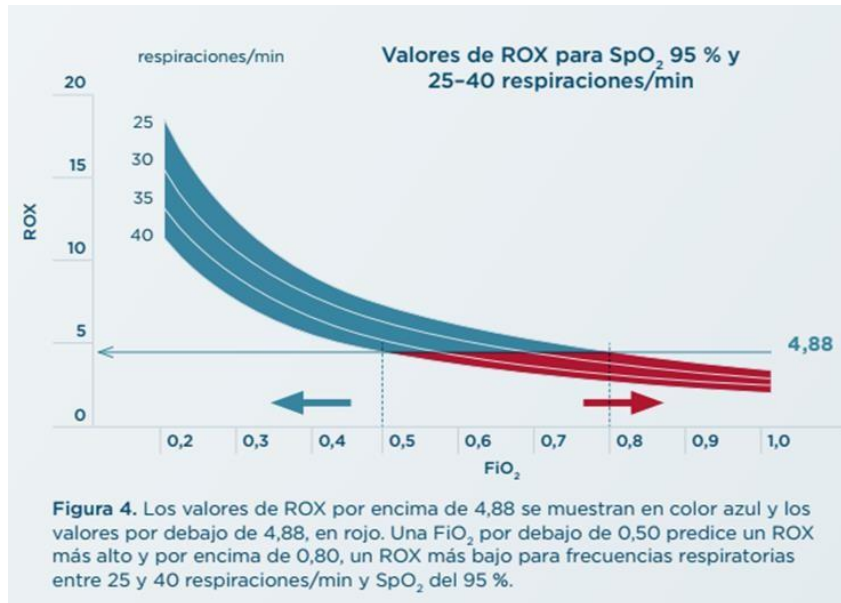
ANEXO N°12



ANEXO N°13



ANEXO N° 14

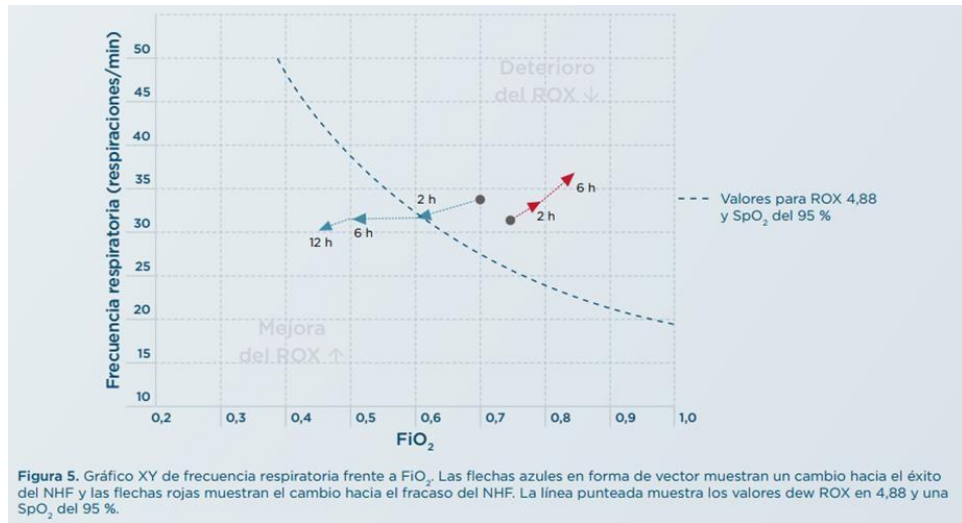


ANEXO N°15

Paciente 1					Paciente 2						
N.º	Fecha/hora	SpO ₂ (%)	FiO ₂	RR (min-1)	ROX	N.º	Fecha/hora	SpO ₂ (%)	FiO ₂	RR (min-1)	ROX
1	inicio	95	0,70	34	4,0	1	inicio	95	0,75	32	4,0
2	2	95	0,60	32	5,0	2	2	95	0,80	34	3,5*
3	6	95	0,50	32	6,0	3	6	95	0,85	37	3,0
4	12	95	0,45	30	7,0	4	12	Escalado terapéutico			

* Aunque un valor de índice ROX de 3,5 a las 2 horas no indica fracaso, el valor del índice ROX ha disminuido desde el inicio del tratamiento, lo que indica que debe considerarse el escalado terapéutico.

ANEXO N°16



ANEXO N°17

Table 1. Cabrini Respiratory Strain Scale

Parameter	Point ¹⁾
Respiratory rate	
< 20	0
20–30	1
31–40	2
> 40	4
Retraction/accessory muscle use	
None	0
Mild	1
Moderate	2
Severe	3
Overall state	
Relaxed	0
Uncomfortable	1
Anxious	2
Agitated	3

¹⁾0–2, low; 3–5, moderate; 6–10, high.

ANEXO N°18

	Esala	Ejercicio	Disnea
	0	En reposo	Nada
	1	Muy, muy suave	Muy leve
	2	Muy suave	Leve
	3	Suave	Moderada
	4	Un poco duro	Algo severa
	5	Duro	Severa
	6	Duro	Severa
	7	Muy duro	Muy severa
	8	Muy duro	Muy severa
	9	Máximo	Muy, muy severa
	10	Extremo	Extrema

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2023

Meses	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Asignación de asesores																																																
Selección del tema																																																
Planteamiento del problema																																																
Justificación																																																
Objetivos																																																
Marco teórico																																																
Conceptualización de variables																																																
Diseño metodológico																																																
Recolección de datos																																																
Tabulación de datos																																																
Informe final																																																
Presentación de informe final																																																