

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



EFICACIA DEL USO DE LA SONDA DE ASPIRACIÓN DE CIRCUITO CERRADO EN PACIENTES CON TUBO OROTRAQUEAL, BAJO VENTILACIÓN MECÁNICA, PARA MANTENER LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL DURANTE LA ASPIRACIÓN DE SECRECIONES EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO, MASCULINOS Y FEMENINOS DE 50 A 80 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL GENERAL DE NEUMOLOGÍA Y MEDICINA FAMILIAR DR. JOSÉ ANTONIO SALDAÑA EN EL MES DE AGOSTO DE 2025.

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

PRESENTADO POR:

JENNYFER DAYANA CORNEJO DURÁN

WALTER RODRIGO SÁNCHEZ RÍOS

KATHERINE IVONNE VILLEGAS ZEPEDA

ASESOR:

LIC. MIGUEL ALBERTO GUZMÁN AVILÉS

CIUDAD UNIVERSITARIA, “DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA” SEPTIEMBRE 2025.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

RECTOR

Msc. JUAN ROSA QUINTANILLA

VICERRECTORA ACADÉMICA

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

DECANO:

DR. SAUL DÍAZ

VICEDECANO

MSC. FRANKLIN MÉNDEZ

SECRETARIO

MSC. ROBERTO HERNÁNDEZ

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

MSC. MÓNICA VENTURA

DIRECTOR DE LA CARRERA DE ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA

MSC. LUIS ALBERTO GUILLÉN GARCÍA

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A DIOS

Por brindarme la vida, salud, paciencia y perseverancia para alcanzar este logro, además de darme fuerza en momentos difíciles, ser la guía y el camino que necesito en mi vida para lograr ser una mejor persona.

A MIS PADRES

José Walter Sánchez Orellana y Elsa Elena Ríos de Sánchez. A quienes principalmente dedico este logro, todo esto fue por y para ustedes, los quiero demasiado, les agradezco cada esfuerzo que hicieron, y que hacen por mí, gracias por todo lo que me han dado, gracias por brindarme el estudio, gracias por tantas cosas que no soy capaz ni de nombrar.

A MIS ABUELOS

José Mercedes Augusto Ríos, Marta Elena Machado de Ríos, Angelina Sánchez y Carlos Orellana, quienes son un pilar importantísimo en mi vida, gracias por los consejos, gracias por todo el apoyo que me han brindado, cada ánimo, palabra de aliento, significó mucho para mí, gracias por todo el cariño que me han dado a lo largo de mi vida.

A MI NOVIA

Katherine Ivonne Villegas Zepeda, además de ser mi compañera de carrera por mucho tiempo, te agradezco por el apoyo que me das, el tiempo, las fuerzas, los ánimos y tu confianza, no existe mejor persona que tú, te amo, y me alegro de que compartamos este logro juntos, y que juntos cosechemos muchísimos más éxitos.

A MIS TIOS, PRIMA Y HERMANO

José Ríos, Lucas Rodríguez, Karla y Karlita Rodríguez, y mi bro Carlos J. Sánchez, gracias por todo su apoyo, el cariño, consejos y todo lo que hacen e hicieron por mí, a mi tía en especial que es mi segunda madre, te quiero inmensamente, te agradezco tu apoyo, comprensión, y gracias por todo lo que me has dado.

A MI MADRINA

Rosmery Erroa, gracias por la confianza, gracias por su apoyo y la ayuda cuando decidí emprender este camino.

Walter Rodrigo Sánchez Ríos

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A DIOS

Primeramente agradezco a Dios, porque en cada momento de dificultad fue mi fortaleza y mi guía. En los momentos en que sentí desfallecer, Él me dio fuerzas para continuar y culminar este trabajo, que hoy presento como fruto no solo de mi esfuerzo, sino también de su infinita bondad.

A MIS PADRES

A mi papá Arnoldo Villegas y a mi madre Irma de Villegas, gracias por todo lo que han hecho por mí, gracias a su amor, esfuerzo y sacrificios me han dado las bases para llegar hasta aquí. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque en cada paso de este camino estuvieron siempre presentes con su apoyo incondicional, gracias por enseñarme a nunca rendirme y por siempre creer en mí, este sueño cumplido les pertenece, porque sin ustedes no lo habría logrado, gracias por ser mi motor y mi mayor inspiración, los amo profundamente.

A MIS TIOS

A mis queridos tíos, Cecy, David, Tana, Mary, Fredy por su apoyo y sus palabras de aliento y el cariño que siempre me han brindado, gracias por estar presentes y por siempre motivarme a seguir adelante, principalmente a mi tía Cecy Zepeda, mi segunda mamá, este logro también le pertenece, por su apoyo inquebrantable, por todo lo que ha hecho por mí, siempre estaré agradecida.

A MIS HERMANOS

Arnoldito, Gaby, José, gracias por su apoyo y por estar siempre a mi lado en este camino, los amo mucho, son muy importantes para mí, este logro lo comparto con ustedes, porque han sido parte de mi esfuerzo y motivación.

A MI NOVIO

Rodrigo Sánchez con quien compartí esta etapa tan importante de mi vida. Gracias por tu amor, tu paciencia y tu motivación constante. Este logro también es tuyo, porque estuviste conmigo en cada momento, siendo mi compañero, mi amigo y un amoroso novio. Deseo seguir construyendo juntos más sueños y triunfos, eres un regalo de Dios, te amo y te admiro por la increíble persona que eres.

A MIS ABUELOS

A mis abuelos Papi Noldo y Mami Eli, quienes ya no están físicamente conmigo, pero siempre permanecen en mi corazón y en cada logro de mi vida. A mi abuela Rosa, gracias por su cariño y apoyo constante. Y principalmente a mi abuelo David, por su amor, sus consejos y por estar siempre a mi lado en este camino apoyándome en todo momento. Este triunfo también es suyo.

A MÍ

Que a pesar de las lágrimas, el cansancio y las veces en que pensé que ya no podía más, encontré la fuerza para continuar, superé obstáculos, vencí miedos y me levanté cada vez que caí. Esta meta alcanzada es la prueba de que nunca me rendí y que todo el esfuerzo, sacrificio, valieron la pena.

KATHERINE IVONNE VILLEGAS ZEPEDA

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Con infinita gratitud a Dios por ser mi guía en cada paso de este largo y difícil camino.

Gracias a mi papá Jorge Alberto, mi tía Toñi, mi mami Flor, mi tío Ede, y familia presente y a los que me han acompañado desde la distancia; seres queridos quienes me acompañaron en este proceso dándome fuerzas y ánimo para continuar cada día; todos y cada uno han sido parte esencial para lograrlo.

No hay palabras suficientes para agradecerles cada y una de las cosas que han hecho por mí: cada consejo, cada sacrificio cada noche en vela esperando que regresara de estudiar. Gracias por enseñarme con su ejemplo que el esfuerzo y la dedicación siempre valen la pena.

Este logro también es suyo porque sin su amor incondicional no habría llegado hasta aquí.

No dejando de lado a mis amigos de siempre que entre risas y bromas también han sido un apoyo fundamental en este proceso: Enrique, Miguelito, Manuel, y Tati.

Mis amigas de la universidad que me ayudaron muchísimo desde que tuve el privilegio de conocerlas: Ivonne, Sofia y Karlita.

A mis queridos compañeros de grupo de tesis: Rodrigo e Ivonne, gracias por la paciencia y por toda su ayuda a lo largo de este año, y por dejarme ser parte de su equipo.

Y a mi familia y seres queridos que se adelantaron físicamente y están en el cielo y nunca me dejan; gracias por ser parte de este gran logro.

A la memoria de mi amado William que me acompañó incondicionalmente durante toda esta etapa, dándome los mejores consejos, las mejores soluciones y sobre todo escuchándome todos los días; su amor, sabiduría y apoyo me acompañaron en cada paso de este camino. Aunque ya no este físicamente su esencia sigue guiándome y motivándome a alcanzar una meta más. Este logro es un homenaje a su legado y a todo lo que significo en mi vida. Sin miedo al éxito.

A mi asesor, Licenciado Miguel Guzmán por todo su apoyo y orientación a lo largo de este proceso.

Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora. Tiempo de nacer, y tiempo de morir; tiempo de plantar, y tiempo de arrancar lo plantado; tiempo de matar, y tiempo de curar; tiempo de destruir, y tiempo de edificar; tiempo de llorar, y tiempo de reír; tiempo de endechar, y tiempo de bailar; tiempo de esparcir piedras, y tiempo de juntar piedras; tiempo de abrazar, y tiempo de abstenerse de abrazar; tiempo de buscar, y tiempo de perder; tiempo de guardar, y tiempo de desechar; tiempo de romper, y tiempo de coser; tiempo de callar, y tiempo de hablar; tiempo de amar, y tiempo de aborrecer; tiempo de guerra, y tiempo de paz.

Todo lo hizo hermoso en su tiempo; y ha puesto eternidad en el corazón de ellos, sin que alcance el hombre a entender la obra que ha hecho Dios desde el principio hasta el fin. Eclesiastes 3:1

Jennyfer Dayana Cornejo Durán

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	2
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL:	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANATOMÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO	6
2.1.1 FISIOLÓGÍA PULMONAR.....	8
2.1.2 VOLÚMENES PULMONARES	9
2.1.3 VOLÚMENES PULMONARES DINÁMICOS	10
2.1.4 QUÉ ES EL DISTRÉS RESPIRATORIO.....	12
2.1.5 COMO AFECTA EL DISTRÉS RESPIRATORIO EN LA VENTILACIÓN MECÁNICA... 14	
2.2.1 FISIOPATOLOGÍA PULMONAR DEL DISTRÉS RESPIRATORIO	16
2.2.2 DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO	17
2.2.3 EVALUACIÓN DEL SDRA	19
2.2.4 TRATAMIENTO	19
2.2.5 VENTILACIÓN MECÁNICA PROTECTORA	21
2.3.1 SISTEMAS CERRADOS DE ASPIRACIÓN.....	28
2.3.2 FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LA SONDA DE ASPIRACIÓN DE CIRCUITO CERRADO	31
2.3.3 RADIOLOGÍA	31
2.3.4 LA RADIOLOGÍA EN EL MANEJO DEL DISTRÉS RESPIRATORIO	33

2.3.5	IMPORTANCIA DE RADIOGRAFÍAS EN VENTILACIÓN MECÁNICA	34
2.4.1	RADIOGRAFÍA DE TORAX EN UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	35
2.4.2	GASOMETRÍA ARTERIAL.....	35
2.4.3	DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL.....	37
2.4.4	TÉCNICA DE GASES ARTERIALES	40
2.4.5	SITIOS DE PUNCIÓN	41
	CAPÍTULO III.....	43
3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	44
	CAPÍTULO IV.....	45
4.	DISEÑO METODOLÓGICO	45
4.1	TIPO DE ESTUDIO	45
4.2	UNIVERSO Y POBLACIÓN	45
4.3	MUESTRA	45
4.4	CRITERIOS DE INCLUSIÓN:	46
4.5	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:.....	46
4.6	MÉTODO.....	46
4.7	TÉCNICA.....	46
4.8	INSTRUMENTO	46
4.9	PROCEDIMIENTO:	47
4.10	PLAN DE RECOLECCION Y TABULACIÓN:	47
4.11	ANÁLISIS DE DATOS	47
	CAPÍTULO V	48
5.1	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
	CAPÍTULO VI.....	76
6.1	CONCLUSIONES	77
6.2	RECOMENDACIONES	78
7.1	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79
	ANEXOS.....	81

RESUMEN

El estudio tuvo como propósito comparar la eficacia del uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado en pacientes con tubo orotraqueal, bajo ventilación mecánica, para mantener la capacidad residual funcional durante la aspiración de secreciones en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo, masculinos y femeninos de 50 a 80 años de edad en la unidad de cuidados intensivos del hospital general de neumología y medicina familiar Dr. José Antonio Saldaña en el mes de Julio de 2025.

El tipo de estudio fue: descriptivo, transversal y cuantitativo, con una muestra de 20 pacientes, de ambos sexos en el rango de edad mencionado. Se empleo una guía de observación, estructurada para registrar datos sobre parámetros ventilatorios, gases arteriales, y el uso de la sonda de circuito cerrado.

Los resultados mostraron que el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado en pacientes ventilados logra mantener la capacidad residual funcional, el manejo y la evolución que presentaron estos pacientes fue superior al de los pacientes que sus secreciones son aspiradas por el método convencional.

Se concluye que la capacidad residual funcional de los pacientes que tienen sonda de aspiración de circuito cerrado se logra mantener en niveles fisiológicos estables. Los cambios que se vieron reflejados, en la capacidad residual funcional, fueron positivos, lo que demuestra que, si la aspiración de secreciones en los pacientes que están en ventilación mecánica es realizada mediante el circuito cerrado y haciendo uso de una técnica correcta y eficaz, se minimiza la posibilidad que se pierda la capacidad residual funcional del paciente ventilado.

Palabras clave: ventilación Mecánica, capacidad residual funcional, Sonda de circuito cerrado, síndrome de distrés respiratorio agudo, parámetros ventilatorios.

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica invasiva es una intervención crítica para pacientes con problemas graves de insuficiencia respiratoria, sobre todo en pacientes con distrés respiratorio teniendo en cuenta que el distrés respiratorio se caracteriza por una hipoxemia profunda y una disminución en la distensibilidad pulmonar.

En el presente trabajo se describirá la importancia de la sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado en pacientes con ventilación mecánica y la eficacia para mantener la capacidad residual funcional en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo, el trabajo se estructura por cuatro capítulos, los cuales son:

Capítulo I: se presenta el planteamiento del problema y el hospital donde se desarrollará la investigación junto al servicio, además la justificación se establecerá la importancia y relevancia del presente trabajo por último se desarrollarán los objetivos que presenten la investigación siendo una guía para buscar los resultados y los datos importantes.

Capitulo II: se desarrollará el marco teórico que brinda información que respalda el tema de investigación sus antecedentes y datos importantes de estudio.

Capitulo III: se estructura la operacionalización de las variables su definición conceptual y operacional las dimensiones e indicadores de cada una de las variables.

Capitulo IV: se determina el diseño metodológico que al momento de realizarlo nos ayudará a cumplir nuestros objetivos planteados en el trabajo junto al tipo de estudio método y técnica donde se realizará el plan de tabulación y sus análisis de datos.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El Hospital Nacional Saldaña que está ubicado en el Kilómetro 8 1/2, Carretera a Planes de Renderos, San Salvador, El Salvador, C.A, que brinda atención de Emergencias 24 horas Atención al Público de 7:30 a.m.- 3:30 p.m, y brinda los servicios de medicina interna, neumología, ortopedia, ginecología, cirugía, rehabilitación pulmonar, laboratorio clínico y patología, farmacia, servicio de quirófano, atención a bienestar magisterial, atención a referidos, entre otros. Además, cuenta con un servicio de rehabilitación pulmonar y fisioterapia, así como atención especializada en áreas como psiquiatría, pediatría y cirugía.

Además, cuenta con su propia Unidad de Cuidados Intensivos la cual tiene capacidad para atender a 16 pacientes, 8 por cada ala de UCI. Cada UCI cuenta con las condiciones óptimas para su funcionamiento: cama, monitor de signos vitales, ventilador mecánico, bombas de infusión y perfusión, desfibrilador, sistemas de oxígeno, aspirador de secreciones y videovigilancia. También cuentan con personal capacitado para trabajar en esa área.

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) es una condición crítica que requiere frecuentemente el uso de ventilación mecánica invasiva mediante intubación orotraqueal para garantizar un adecuado intercambio gaseoso. Durante este procedimiento, se bloquea la función de los cilios de la mucosa bronquial y se acumula secreciones traqueobronquiales que puede comprometer la oxigenación y aumentar el riesgo de infecciones respiratorias. La aspiración de estas secreciones es una intervención esencial, sin embargo, las técnicas tradicionales como desconectando el tubo orotraqueal del ventilador mecánico puede provocar la pérdida de presión positiva al final de la espiración (PEEP), lo cual puede llevar a una disminución de la capacidad residual funcional y, por ende, a una hipoxemia grave en este tipo de pacientes.

El personal de salud encargado de la unidad de cuidados intensivos puede contaminarse al aspirar secreciones con circuito cerrado a través de la exposición a agentes infecciosos presentes en las secreciones del paciente o en los equipos utilizados.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

De lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente enunciado:

¿Será eficaz el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado en pacientes con tubo orotraqueal bajo ventilación mecánica para mantener la capacidad residual funcional en pacientes con distrés respiratorio masculinos y femeninos de 50 a 80 años de edad en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional “Dr José Antonio Saldaña” en el mes de Agosto de 2025?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La facultad de medicina y la escuela de ciencias de la salud de la Universidad Nacional de El Salvador promueven la realización de estudios científicos que buscan promover y reforzar conocimientos actualizados para el personal de salud. Se busca también informar sobre manejo, técnica y un correcto cuidado de la salud del paciente. Este estudio cumple con requisitos legales y éticos de las instituciones correspondientes.

Con esta investigación se quiere llevar a un análisis que permita una evaluación más precisa de como se ve afectada la capacidad residual funcional. En contextos como la anestesia, la ventilación mecánica, la terapia intensiva y rehabilitación pulmonar, conocer la CRF contribuye a tomar decisiones más acertadas sobre el estado fisiológico ventilatorio y el manejo del paciente. Además, surge la incógnita sobre si usar la sonda de circuito cerrado para la aspiración de secreciones influye o afecta la capacidad residual funcional del paciente bajo ventilación mecánica y si se minimiza la exposición a patógenos, para el personal de salud y para el paciente, al reducir el riesgo de infecciones como las neumonías asociadas a la ventilación mecánica. Esta técnica requiere menos tiempo y personal para su realización, permitiendo una respuesta más rápida ante la acumulación de secreciones y brindando un manejo ventilatorio más estable al paciente.

Al finalizar esta investigación se pretende obtener beneficios satisfactorios a nivel institucional, con la disminución de los costos económicos que representan en cuanto al uso de material, servicios y dispositivos, así como una disminución de complicaciones que incidirían en el estado de salud del paciente logrando así una menor estadía hospitalaria.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la eficacia del uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado en pacientes con tubo orotraqueal bajo ventilación Mecánica para mantener la capacidad residual funcional en pacientes con el síndrome de distrés respiratorio agudo masculinos y femeninos de 50 a 80 años de edad, en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional “Dr José Antonio Saldaña” en el periodo de Agosto de 2025.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Comprobar si la sonda de aspiración de circuito cerrado influye en la disminución de la capacidad residual funcional a través de parámetros ventilatorios.
2. Analizar a través de las radiografías de tórax la evolución del paciente con el uso de la sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado.
3. Evaluar la efectividad de la sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado para mantener la capacidad residual funcional a través de los valores de gasometría arterial.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANATOMÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO

El aparato respiratorio está compuesto por la nariz, la faringe (garganta), la laringe (caja de resonancia u órgano de la voz), la tráquea, los bronquios y los pulmones. Sus partes se pueden clasificar de acuerdo con su estructura o su función. Según su estructura, el aparato respiratorio consta de dos porciones: 1) el aparato respiratorio superior, que incluye la nariz, cavidad nasal, la faringe y las estructuras asociadas y 2) el aparato respiratorio inferior, que incluye la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones. (Anexo 3)

Aparato respiratorio superior:

Nariz

La nariz es un órgano especializado localizado en la entrada del aparato respiratorio, que puede dividirse en una porción externa y una interna denominada cavidad nasal. La porción externa es la parte de la nariz visible en la cara y consiste en un armazón de soporte óseo y de cartílago hialino cubierto por músculo y piel, revestido por una mucosa. El marco óseo de la porción externa de la nariz está constituido por los huesos frontal, nasales y maxilar. Las estructuras internas de la porción externa de la nariz cumplen tres funciones: 1) calentamiento, humidificación, y filtración del aire inhalado, 2) detección del estímulo olfatorio, y 3) modificación de las vibraciones vocales a medida que pasan a través de las cámaras de resonancia, que son huecas y poseen gran tamaño.

Faringe

La faringe, o garganta, es un conducto en forma de embudo de alrededor de 13 cm de longitud que comienza en las narinas internas y se extiende hasta el nivel del cartílago cricoides, que es el más inferior de la laringe (caja de resonancia). La faringe se localiza detrás de las cavidades nasal y oral, por encima de la laringe y delante de la columna vertebral cervical.

Aparato respiratorio inferior:

Laringe

La laringe o caja de resonancia es un conducto corto que conecta la laringofaringe con la tráquea. Se encuentra en la línea media del cuello, por delante del esófago y en el segmento comprendido entre la cuarta y la sexta vértebra cervical (C4-C6). La pared de la laringe está compuesta por nueve piezas cartilagosas. tres impares (cartílago tiroides, epiglotis y cartílago cricoides) y tres pares (cartílagos aritenoides, cuneiformes y corniculados).

Tráquea

La tráquea es un conducto aéreo tubular, que mide aproximadamente 12 cm (5 pulgadas) de longitud y 2,5 cm (1 pulgada) de diámetro. Se localiza por delante del esófago y se extiende desde la laringe hasta el borde superior de la quinta vértebra torácica (T5), donde se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo. La pared de la tráquea está compuesta por las siguientes capas, desde la más profunda hasta la más superficial: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) cartílago hialino y 4) adventicia (tejido conectivo areolar). La mucosa de la tráquea consiste en una capa de epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado, y una capa subyacente de lámina propia, que contiene fibras elásticas y reticulares.

Bronquios

En el borde superior de la quinta vértebra torácica, la tráquea se bifurca en un bronquio principal derecho, que se dirige hacia el pulmón derecho, y un bronquio principal izquierdo, que va hacia el pulmón izquierdo. El bronquio principal derecho es más vertical, más corto y más ancho que el izquierdo. Como resultado, un objeto aspirado tiene más probabilidades de aspirarse y alojarse en el bronquio principal derecho que en el izquierdo. Al igual que la tráquea, los bronquios principales tienen anillos cartilaginosos incompletos y están cubiertos por epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado. En el punto donde la tráquea se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo, se identifica una cresta interna llamada carina (quilla), formada por una proyección posterior e inferior del último cartílago traqueal. La mucosa de la carina es una de las áreas más sensibles de la laringe y la tráquea para desencadenar el reflejo tusígeno.

Pulmones

Los pulmones son órganos pares, de forma cónica, situados en la cavidad torácica, están separados entre sí por el corazón y otros órganos del mediastino, estructura que divide la cavidad torácica en dos compartimientos anatómicos distintos. Por esta razón, si un traumatismo provoca el colapso de un pulmón, el otro puede permanecer expandido. Dos capas de serosa, que constituyen la membrana pleural (pleura-, lado), encierran y protegen a cada pulmón. La capa superficial, denominada pleura parietal, tapiza la pared de la cavidad torácica; la capa profunda o pleura visceral reviste a los pulmones.

Los pulmones se extienden desde el diafragma hasta un sitio superior a las clavículas y están limitados por las costillas en sus caras anterior y posterior. La porción ancha, en la cara inferior del pulmón, denominada base, es cóncava y tiene una forma complementaria a la superficie convexa del diafragma. La porción superior estrecha del pulmón es el vértice. La superficie del pulmón que toma contacto con las costillas, denominada superficie costal, concuerda con la curvatura redondeada de éstas. La superficie mediastínica (medial) de cada pulmón contiene una región llamada hilio, a través del cual el bronquio, los vasos sanguíneos pulmonares, los vasos linfáticos y los nervios entran y salen del órgano.

Alvéolos

Alrededor de los conductos alveolares hay numerosos alvéolos y sacos alveolares. Un alvéolo es una evaginación con forma de divertículo revestida por epitelio pavimentoso simple y sostenida por una membrana basal elástica delgada. Un saco alveolar consiste en dos o más alvéolos que comparten la desembocadura¹

2.1.1 FISIOLÓGÍA PULMONAR

VENTILACIÓN Y MECÁNICA RESPIRATORIA

¹ Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2021). Principios de Anatomía y Fisiología. Editorial Médica Panamericana.

La ventilación pulmonar es el proceso funcional por el que el gas es transportado desde el entorno del sujeto hasta los alveolos pulmonares y viceversa. Este proceso puede ser activo o pasivo según que el modo ventilatorio sea espontáneo, cuando se realiza por la actividad de los músculos respiratorios del individuo, o mecánico cuando el proceso de ventilación se realiza por la acción de un mecanismo externo. El nivel de ventilación está regulado desde el centro respiratorio en función de las necesidades metabólicas, del estado gaseoso y el equilibrio ácido-base de la sangre y de las condiciones mecánicas del conjunto pulmón-caja torácica. El objetivo de la ventilación pulmonar es transportar el oxígeno hasta el espacio alveolar para que se produzca el intercambio con el espacio capilar pulmonar y evacuar el CO₂ producido a nivel metabólico.

2.1.2 VOLÚMENES PULMONARES

Volúmenes Pulmonares

Se describen cuatro volúmenes que cuando se suman, son iguales al volumen máximo al que se pueden expandir los pulmones:

- a) Volumen corriente o volumen de ventilación pulmonar: es la cantidad de aire que ingresa a los pulmones con cada inspiración o que sale en cada espiración en reposo. Es de aproximadamente 500 ml en el varón adulto.
- b) Volumen de reserva inspiratoria: se registra cuando se realiza una inspiración forzada, corresponde al aire inspirado adicional al volumen corriente (aproximadamente 3,000 ml)
- c) Volumen de reserva espiratoria: se registra cuando se realiza una espiración forzada, corresponde al aire espirado adicional al volumen corriente (aproximadamente 1,100 ml).
- d) Volumen residual: es el volumen de aire que queda en los pulmones después de una espiración forzada; es en promedio de 1,200 ml.

La cantidad de aire inspirado por minuto o ventilación pulmonar normal es de (500 ml por respiración, por 12 respiraciones por minuto).

Capacidades pulmonares

En el estudio del paciente con alteraciones pulmonares, a veces es deseable considerar la combinación dos o más de los volúmenes pulmonares. Estas combinaciones se denominan capacidades pulmonares, las cuales se describen a continuación:

a) **Capacidad inspiratoria:** Es igual al volumen corriente más el volumen de reserva inspiratoria. Representa la cantidad de aire que una persona puede inspirar, comenzando en el nivel espiratorio normal y distendiendo los pulmones hasta la máxima capacidad, su valor aproximado es de 3600 ml.

b) **Capacidad residual funcional:** Es el volumen de reserva espiratoria más el volumen residual. Representa el aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal. La capacidad residual funcional corresponde al volumen pulmonar en el que la tendencia de retracción de los pulmones y la tendencia opuesta de la pared torácica a expandirse son iguales, es decir están en equilibrio, y corresponde a la posición de reposo del aparato respiratorio (aproximadamente 2,300 ml).

c) **Capacidad vital:** Es el máximo volumen de aire espirado tras un esfuerzo inspiratorio máximo. Se obtiene sumando el volumen de reserva inspiratorio más el volumen corriente, más el volumen de reserva espiratoria (aproximadamente 4,600 ml).

En clínica el valor de la capacidad vital es importante debido a que se utiliza como un índice de la función pulmonar.

d) **Capacidad pulmonar total:** Es el volumen máximo que puede ingresar a los pulmones tras un esfuerzo inspiratorio máximo (aproximadamente 5,800 ml). Se obtiene sumando la capacidad vital más el volumen residual.

2.1.3 VOLÚMENES PULMONARES DINÁMICOS

Se denominan dinámicos porque involucran el factor tiempo, para su medida se usa el espirómetro. Para realizarla se pide al sujeto que llene de aire sus pulmones al máximo, hasta alcanzar su Capacidad Pulmonar Total. Posteriormente se le pide que realice una espiración

forzada durante al menos 6 segundos. Con esta maniobra se pueden medir los siguientes parámetros funcionales:

Capacidad Vital Forzada (CVF): Es el volumen total que el paciente espira mediante una espiración forzada máxima, después de llenar sus pulmones al máximo.

El **FEF 25-75%**, es el flujo de aire en la parte media de la espiración forzada entre el 25% y 75% (se mide en litros/s). Es la medida más sensible para detectar la obstrucción precoz de las vías respiratorias, sobre todo en las de pequeño calibre. Se obtiene identificando en el trazado espirométrico el 25% y el 75% de los puntos volumétricos de la Capacidad Vital Forzada, para después medir el volumen y el tiempo entre esos dos puntos (litros/s)

Índice FEV1/CVF (Índice de Tiffeneau): Es la relación entre el volumen espirado en el primer segundo con respecto a la capacidad vital forzada. Este valor se considera patológico cuando es menor de 0.7; todos los valores obtenidos se deben comparar con tablas de acuerdo con la edad, talla y sexo del paciente. Los valores obtenidos en un espirograma se considerarán normales si se encuentran entre el 80 y 120% de los esperados para ese paciente, de acuerdo con tablas de normalidad poblacional. Todos los volúmenes y capacidades pulmonares son aproximadamente un 20-25% menores en mujeres que en varones, y son mayores en personas de constitución grande y atléticas que en personas de constitución pequeña y asténicas².

El pulmón tiene unas propiedades mecánicas que se caracterizan por:

1- Elasticidad. Depende de las propiedades elásticas de las estructuras del sistema respiratorio. Por definición es la propiedad de un cuerpo a volver a la posición inicial después de haber sido deformado. En el sistema respiratorio se cuantifica como el cambio de presión en relación con el cambio de presión. La elasticidad pulmonar normal se considera de alrededor de 7-9 cmH₂O/L

² West, J. B. (2006). Fisiología respiratoria. Barcelona: Editorial Médica Panamericana.

2- Viscosidad. Depende de la fricción interna de un medio fluido, es decir entre el tejido pulmonar y el gas que circula por las vías aéreas. En el sistema respiratorio se cuantifica como el cambio de presión en relación con el flujo aéreo. El rango normal de la tensión superficial es de 0 a -2 cmH₂O, y la tensión superficial normal en la ventilación mecánica se mantiene mediante el uso de surfactante pulmonar

3- Tensión superficial. Está producida por las fuerzas cohesivas de las moléculas en la superficie del fluido y de la capa de la superficie alveolar. Estas fuerzas dependen de la curvatura de la superficie del fluido y de su composición.

4- Histéresis. Es el fenómeno por el que el efecto de una fuerza persiste más de lo que dura la misma fuerza. No existe un valor único de histéresis normal, pero en general, los valores en pulmones sanos oscilan entre 0,46 y 0,79. En casos de SDRA, la histéresis puede ser mayor, con valores cercanos a 0,75.

2.1.4 QUÉ ES EL DISTRÉS RESPIRATORIO.

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), inicialmente descrito en 1967, se caracteriza por insuficiencia respiratoria aguda con hipoxemia profunda, disminución de la distensibilidad pulmonar e infiltrados bilaterales en la Rx de tórax. En 2012 la definición de Berlín estableció tres categorías con base en la hipoxemia (SDRA leve, moderado y grave), precisando aspectos temporales y permitiendo el diagnóstico con ventilación no invasiva. La pandemia de COVID-19 llevó a reconsiderar la definición, enfocándose en el monitoreo continuo de la oxigenación y la oxigenoterapia de alto flujo. En 2021 se propuso una nueva definición global de SDRA, basada en la definición de Berlín, pero incluyendo una categoría para pacientes no intubados, permitiendo el uso de saturación periférica de oxígeno medida con oximetría de pulso/fracción inspirada de oxígeno (SpO₂/FiO₂) y la ecografía pulmonar para el diagnóstico, y sin ningún requerimiento de soporte especial de la oxigenación en regiones con recursos limitados. Aunque persisten debates, la evolución continua busca adaptarse a las necesidades clínicas y epidemiológicas, y personalizar tratamientos.

Conceptualmente, el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) consiste en un cuadro de insuficiencia respiratoria de comienzo agudo causada por edema pulmonar inflamatorio, caracterizado por el aumento de la permeabilidad vascular con extravasación de líquidos al

intersticio alveolar y consecuente inundación de los espacios alveolares. La pérdida de tejido pulmonar aireado exacerbada por la atelectasia de las zonas dependientes de la gravedad secundaria al incremento del peso del tejido pulmonar suprayacente, lleva al deterioro profundo de la oxigenación por aumento del shunt intrapulmonar y del espacio muerto alveolar; junto con una marcada disminución de la distensibilidad del sistema respiratorio. Esta situación fisiopatológica corresponde con la presencia de infiltrados pulmonares en la radiografía (Rx) y en la tomografía axial computarizada (TAC) de tórax.

El SDRA puede desarrollarse secundariamente a una multiplicidad de factores de riesgo tanto de origen pulmonar (o directos), como extrapulmonares (o indirectos). Esta heterogeneidad etiológica probablemente refleje la activación de diferentes mecanismos de lesión.

Otra cuestión fundamental es que no existe un gold standard para definir al SDRA. Ni siquiera el DAD es patognomónico ya que no se encuentra presente en la totalidad de los casos diagnosticados clínicamente como SDRA. Dada la complejidad fisiopatológica del SDRA y las diversas causas que lo generan -aunque todas confluyan finalmente en la activación de mecanismos proinflamatorios- fue necesario construir una definición que facilite la delimitación de la entidad para homogeneizar el diagnóstico, el manejo clínico y la utilización de los distintos enfoques terapéuticos. Adicionalmente, la definición de una patología favorece el desarrollo de la investigación científica relacionada, fomentando la inclusión estandarizada de pacientes que reúnan los criterios mencionados.

La nueva definición global de SDRA constituye una extensión de la definición de Berlín en aspectos referidos al diagnóstico y al monitoreo de la enfermedad. La categoría de pacientes intubados preserva los puntos de corte de gravedad de PaO_2/FiO_2 descritos anteriormente, pero permite el uso de SpO_2/FiO_2 en situaciones en que la gasometría arterial no se encuentra disponible. Dos innovaciones relevantes son las dos nuevas categorías que se suman: el SDRA en pacientes no intubados y el SDRA en pacientes asistidos en regiones con escasos recursos sanitarios, destacando especialmente que las modificaciones diagnósticas propuestas para la definición en estas regiones se aplican solo en ellas. Se recomienda que los investigadores continúen reportando sus datos con base en la definición de Berlín, cuando sea posible. Todavía es incierto el impacto epidemiológico de la definición modificada para

zonas de escasos recursos. Mirando hacia el futuro, existe gran expectativa en que la identificación de subfenotipos de SDRA podrá facilitar la evaluación de la respuesta a distintos tratamientos y el desarrollo de tratamientos personalizados³

2.1.5 COMO AFECTA EL DISTRÉS RESPIRATORIO EN LA VENTILACIÓN MECÁNICA

El síndrome de Distrés respiratorio agudo (SDRA) es una enfermedad pulmonar inflamatoria aguda y difusa que tiene como consecuencia un aumento de la permeabilidad vascular pulmonar y una disminución del tejido pulmonar aireado. Se caracteriza por presentar hipoxemia, disminución de la compliance, aumento del shunt intrapulmonar y del espacio muerto fisiológico.

El SDRA cuando hace referencia a las siguientes tres fases secuenciales: la exudativa, la proliferativa y la fibroproliferativa, pero, además, respecto al diagnóstico, señala que presenta un extenso diferencial, y en cuanto al abordaje del SDRA dice que se fundamenta en el soporte con la ventilación mecánica de parámetros protectores, la pronación del paciente y el manejo conservador de la fluidoterapia.

Las causas del SDRA pueden implicar una lesión pulmonar directa o indirecta, enlistándolas así: Las causas comunes de lesión pulmonar directa son: Aspiración de ácido gástrico, neumonía

Las causas menos frecuentes de lesión pulmonar directa son: Embolia de líquido amniótico, hemorragia alveolar difusa, ahogamiento, embolia grasa trasplante de pulmón, contusión pulmonar, inhalación de gas irritante.

Las causas frecuentes de lesión pulmonar directa incluyen Sepsis, traumatismo con shock hipovolémico prolongado. Las causas menos frecuentes de lesión pulmonar indirecta incluyen:

Trasplante de médula ósea, sobredosis de fármacos (p. ej., aspirina, cocaína, opiáceos, fenotiazinas, tricíclicos), quemaduras, circulación extracorpórea, transfusión masiva de sangre (> 15 unidades). Edema pulmonar neurogénico debido a accidente cerebrovascular,

convulsiones, traumatismo craneoencefálico, anoxia, pancreatitis, preeclampsia, contraste radiológico, aborto séptico. La sepsis y la neumonía representan cerca del 60% de los casos.

Factores de riesgo

Según Estenssoro & Dubin (2016) dice que pueden ser pulmonares o directos. Los más frecuentes son la neumonía (de cualquier etiología), la aspiración de contenido gástrico y el trauma torácico; también la ventilación mecánica con presiones o volúmenes corrientes elevados constituye un factor de riesgo para SDRA, ya que produce los, vinculados a una mayor intensidad de la respuesta inflamatoria.

El SDRA, fisiopatológicamente, está referido a un trastorno de la membrana alveolocapilar a raíz de un estímulo proinflamatorio, que puede ser local o sistémico, y que se convierte en grados variables de edema intersticial, ocupación alveolar y colapso de los espacios aéreos. Adicionalmente señalaron que:

Se ha establecido que la ventilación mecánica (VM) por sí misma puede dañar el pulmón, concepto conocido como lesión producida por el ventilador (VILI, ventilator induced lung injury). Esta susceptibilidad depende de la distribución heterogénea del deterioro pulmonar, lo que promueve la insuflación anisotrópica, la apertura alveolar fuera de fase y el colapso espiratorio final; éstos promueven el daño pulmonar, desencadenan una respuesta inflamatoria a distancia y determinan, así, el desarrollo de disfunción orgánica múltiple (DOM).

En la práctica, la concepción actual de “VM protectora” implica efectuar un ajuste individualizado de la PEEP y el VT. No obstante, si se integra toda la evidencia disponible, la búsqueda de la PEEP “ideal” y de la estrategia protectora óptima son aún tareas pendientes. Los principios generales de las estrategias ventilatorias protectoras del pulmón en los pacientes con SDRA están:

Posible superioridad de los modos controlados por presión, empleo de un volumen circulante < 10 ml/kg de peso ideal, presión pausa < 30 cm de H₂O, frecuencia respiratoria pautada entre 15 y 25 rpm, FiO₂ 90%, PEEP superior a 10-12 cm de H₂O (ajustada a la mecánica pulmonar y respuesta clínica medida como posibilidad de reclutamiento), valorar la

posibilidad de soporte ventilatorio parcial, emplear la mínima sedación posible manteniendo una adecuada interacción y sincronía paciente-ventilador. Minimizar la posibilidad de desreclutamiento en las aspiraciones. Emplear estrategias para disminuir la incidencia de Neumonía asociada a ventilación mecánica.

Manejo de la VM en SDRA

Se denomina ventilación mecánica (VM) a todo procedimiento de respiración artificial que emplea un aparato mecánico para ayudar o sustituir la función ventilatoria, pudiendo además mejorar la oxigenación e influir en la mecánica pulmonar. La VM no es una terapia, sino un soporte que mantiene al paciente mientras se corrige la lesión estructural o alteración funcional por la cual se indicó.

2.2.1 FISIOPATOLOGÍA PULMONAR DEL DISTRÉS RESPIRATORIO

Como se ha mencionado anteriormente, este cuadro puede iniciarse a partir de distintas causas que van a producir un proceso inflamatorio que puede localizarse exclusivamente en el pulmón o afectar a otros órganos vía hematogena. Esto último ocurre de manera secuencial provocando una falla orgánica múltiple.

Esta respuesta inflamatoria activa leucocitos y macrófagos, quienes generarán metabolitos y radicales libres, entre otros productos, los cuales producirán un daño a nivel del epitelio pulmonar y del endotelio capilar, aumentando así la permeabilidad de la barrera alvéolocapilar. Es de esta forma que se extravasa fluido hacia el parénquima y se genera el edema pulmonar, lo que limita el proceso de hematosis y produce hipoxemia en el paciente.

Dentro del tejido pulmonar, los que se ven más afectados inicialmente son los neumocitos tipo I y por lo mismo, se ve comprometida la capacidad de reabsorción de fluidos dentro del pulmón, y es precisamente por esta pérdida de la homeostasis en cuanto al balance hídrico, que se produce el edema pulmonar. Además, se produce necrosis de los neumocitos tipo II, por lo cual disminuye la producción de surfactante, provocando que los alvéolos tiendan al colapso y se disminuye la capacidad de reabsorción del edema. En etapas más avanzadas, se puede producir tejido fibrótico por la incapacidad de regeneración del tejido pulmonar.

Recordemos que este mecanismo basado en el flujo de fluidos entre alvéolo y capilar (flujo transcapilar) se describe mediante la ecuación de Starling:

$$\text{Flujo transcapilar} = K_{fc} [(P_c - P_i) - \sigma_d (\pi_c - \pi_i)]$$

Donde: K_{fc} : coef. filtración de membrana capilar P_c y P_i : presión hidrostática capilar e intersticial respectivamente π_c y π_i : presión oncótica capilar e intersticial respectivamente σ_d : coef. reflexión osmótica capilar (cuán permeable es al paso de proteínas con capacidad osmótica, cuyo valor es aproximadamente 0,75).

Temporalmente, en el SDRA se presentan tres fases:

1. Aguda (1-6 días): caracterizada por edema alveolar e intersticial secundario al aumento de la permeabilidad capilar, acumulación de glóbulos blancos y rojos, además de destrucción de neumocitos I. Esto compromete el intercambio gaseoso normal dando paso a un colapso alveolar difuso que empeora por la inactivación del surfactante alveolar a causa del líquido del edema, generando así, hipoxemia por un trastorno V/Q de tipo cortocircuito (shunt).

2. Subaguda (7-14 días): Se caracteriza por la resolución de la fase aguda, parte del edema se ha reabsorbido y comienzan a verse señales de reparación tisular, como proliferación de neumocitos tipo II, infiltración de fibroblastos y pequeños depósitos de colágeno.

3. Crónica (>14 días): el infiltrado celular está resuelto casi por completo; en algunos pacientes el edema se reabsorbe y la inflamación baja sin concluir en procesos fibróticos. En cambio, en otros pacientes predomina una fibrosis difusa progresiva en el epitelio alveolar y puede existir colapso de vasos pulmonares e hipertensión pulmonar.

2.2.2 DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO

El diagnóstico se basa principalmente en un cuadro de hipoxemia sumado a infiltrados pulmonares bilaterales, para lo cual se requiere realizar exámenes de sangre y radiografía.

Gasometría arterial: el medir la gasometría arterial nos permite conocer si el paciente presenta hipoxemia, además es una medida que revela la alcalosis en la etapa aguda de la enfermedad y acidosis en una fase más crónica causada por un aumento de la fatiga del paciente con

SDRA. Se puede encontrar una insuficiencia respiratoria global más acidosis respiratoria/metabólica y marcadores inflamatorios elevados.

Radiografía: este examen es importante para el diagnóstico de SDRA debido a que hace visible el hallazgo clave de infiltrados pulmonares bilaterales de carácter “algodonoso”. Se puede encontrar un patrón intersticial más focos de condensación y un posible broncograma aéreo. Además, se puede indicar de manera seriada para controlar la evolución y resolución de la enfermedad. Los hallazgos imagenológicos obtenidos permiten diferenciar dos fenotipos de SDRA: no focal o difuso (asociado a mayor mortalidad y menor distensibilidad pulmonar) y focal o lobar

Exámenes complementarios: es posible que se realicen otros exámenes como hemograma completo, panel metabólico básico, estudios de coagulación, concentración sérica de lactato, hemocultivos, urocultivos y secreción bronquial, entre otros, con el objetivo de determinar los elementos desencadenantes tal como la sepsis, neumonía u otras infecciones, shock, sobredosis de medicamentos y pancreatitis. Además, pueden ser útiles para el diagnóstico diferencial.

Definición de Berlín del SDRA (Anexo 4)

Categoría de SDRA	Oxigenación
Nivel de gravedad	
Leve	$200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}^*$ con PEEP o CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Moderado	$100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ con PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Severo	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$ con PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Cronología/ Tiempo	Comienzo dentro de la semana de ocurrido un daño conocido o síntomas respiratorios agravados o nuevos
Estudios por la imagen (radiografía o TC de tórax)	Opacidades bilaterales no totalmente explicadas por derrames, colapso lobular o pulmonar, o nódulos
Origen del edema	Insuficiencia respiratoria no explicada completamente

	por la insuficiencia cardíaca o la sobrecarga de líquidos
--	---

2.2.3 EVALUACIÓN DEL SDRA

Es importante mantener una monitorización constante de los signos vitales dado que es posible encontrar, fiebre, taquicardia, disminución de la saturación, alteración de la frecuencia respiratoria, los cuales nos pueden indicar la evolución de la enfermedad.

Dentro del examen físico torácico es posible observar la aparición de cianosis, alteración de la mecánica ventilatoria, dificultad respiratoria, en casos de mayor severidad se puede observar uso de la musculatura accesoria supraclavicular, intercostal y subcostal, diaforesis. El paciente, además, puede referir disnea ante bajos esfuerzos. Se debe prestar atención a la vía de entrada de aire, debido que esto nos puede entregar información importante para nuestra terapia.

Al examinar el tórax es posible encontrar frémitos palpables, disminución de la distensibilidad torácica, ruidos respiratorios asociados a la presencia de secreciones como estertores y roncus y ruidos asociados a obstrucción en la vía aérea como sibilancias. El murmullo pulmonar se encontrará disminuido, preferentemente hacia las bases e incluso abolido en algunas zonas, y a la percusión podría haber matidez de predominio basal

En conjunto con el examen físico torácico, es importante observar el estado general del paciente, la orientación, observar las conexiones que requiera, lo cual nos puede entregar información importante a nuestro razonamiento tales como el estado de las venas yugulares, la presencia de edema en las extremidades y coloración de la piel.

2.2.4 TRATAMIENTO

El tratamiento tiene principalmente cuatro focos; reducir las zonas de pobre intercambio gaseoso, aumentar la entrega de oxígeno a los tejidos, disminuir el consumo de oxígeno del aparato respiratorio y evitar futuras complicaciones asociadas al cuadro.

Si bien se utilizan diferentes estrategias farmacológicas para manejar el edema y controlar el proceso inflamatorio (como glucocorticoides, antioxidantes, diuréticos, electrolitos,

antiinflamatorios, etc.), ninguna intervención farmacológica específica ha sido demostrada como efectiva.

Respecto a la oxigenoterapia, será administrada cuando la PaO₂ basal (respirando aire ambiente) es inferior a 60 mmHg y se irá escalando en el soporte ventilatorio según requerimientos del paciente, pudiendo utilizarse sistemas de bajo o alto flujo.

En la actualidad, sabemos que la estrategia ventilatoria que se emplee en el paciente influye de manera crucial en la evolución de la patología, ya que puede agravar la lesión pulmonar y retrasar la curación del pulmón dañado; o reducir el efecto nocivo de la ventilación con presión positiva sobre el pulmón, ajustando los parámetros ventilatorios a los principios básicos de la ventilación protectora.

Para el soporte ventilatorio externo, hay que tener en cuenta que siempre debe usarse ventilación mecánica protectora (volumen corriente de 4-6 ml/kg peso ideal, presión plateau menor a 25-30 cmH₂O, driving pressure menor a 15 cmH₂O), para así prevenir cualquier daño en el pulmón que esté asociado a esta técnica de tratamiento.

Se ha descrito que el 60-70% de los pacientes presentan una mejoría en la oxigenación utilizando la posición prono, probablemente en relación con la redistribución de la ventilación y perfusión, mejorando la relación V/Q, además de asociarse a una reducción significativa tanto en la FiO₂ como en el PEEP; mejoras que pueden mantenerse cuando el paciente vuelve a estar en posición supina). Sumado a esto, la literatura ha puesto en evidencia que la posición prono por un mínimo de 16 horas en la fase temprana del SDRA grave, disminuye la mortalidad sin aumentar las complicaciones asociadas

En pacientes con SDRA severo, la administración de bloqueo neuromuscular como estrategia en el manejo temprano de este síndrome ha demostrado mejorar la sobrevida del paciente, aumentar el número de días sin ventilación mecánica, sin incrementar la debilidad muscular luego del destete.

Para pacientes más graves, se puede llegar a requerir el uso de ECMO (oxigenación por membrana extracorpórea; ECMO por sus siglas en inglés). La indicación clásica para la

ECMO en los pacientes con SDRA es la hipoxemia grave refractaria a la ventilación convencional y medidas de rescate menos invasivas.

Otra estrategia utilizada es el reclutamiento alveolar; la evidencia sugiere que el uso de una estrategia de ventilación mecánica de maniobras de reclutamiento (para abrir el alvéolo colapsado), seguido por altos niveles de PEEP (para evitar el colapso o “desreclutamiento” del pulmón abierto) con control de la presión transpulmonar a través del monitoreo de la presión plateau, maximiza la homogeneidad dentro de los pulmones y reduce al mínimo las fuerzas de cizallamiento en el parénquima pulmonar, lo que mejora la ventilación y la oxigenación en pacientes con SDRA ventilados mecánicamente (Gómez, 2012). Se ha descrito que los pacientes con SDRA difuso tendrían una mejor respuesta a este tipo de tratamiento, logrando un reclutamiento alveolar significativo sin generar distensión excesiva, contrario a lo que ocurre en el SDRA focal, donde se produce un aumento en la distensión pulmonar sin reclutamiento alveolar ³

2.2.5 VENTILACIÓN MECÁNICA PROTECTORA

Optimizar los ajustes del ventilador para evitar atelectasias cíclica y sobre distensión de los alvéolos se traduciría en unos resultados mejorados en pacientes con daños pulmonares agudos. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que la ventilación inadecuada puede inducir o agravar el daño pulmonar, generando lo que se conoce como lesión pulmonar inducida por el ventilador. En respuesta a este fenómeno, se desarrolló la estrategia conocida como ventilación mecánica protectora, cuyo objetivo es minimizar las lesiones estructurales y funcionales del pulmón durante el soporte ventilatorio.

Esto se traduce en un reto de equilibrio de diferentes objetivos; objetivos de oxigenación y ventilación (eliminación de CO₂), la influencia en la circulación y la búsqueda de la puerta “más segura” para el intercambio de gases con diversas opciones de presión, volúmenes y ritmo. Así, se ha comprobado que el ajuste de algunos parámetros de la VM, como la

³ Reilly, J. P., Calfee, C. S., & Christie, J. D. (2019). Fenotipos del síndrome de distrés respiratorio agudo. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*.

reducción del volumen corriente (VC) y la limitación de la presión meseta (PM), tienen un efecto positivo sobre la tasa de mortalidad, los días libres de VM y los días libres de fallas orgánicas no pulmonares. Más recientemente, se ha demostrado que otras variables también tienen una fuerte asociación con la tasa de mortalidad, como la ventilación de espacio muerto, la presión de distensión (driving pressure) (PD) y la potencia mecánica mientras que el efecto de otros parámetros, como la presión positiva de fin de espiración sigue siendo objeto de discusión y debate. La transferencia de la información publicada en los ensayos clínicos a su aplicación en la práctica clínica puede tener demoras importantes. Desde la publicación del estudio de la ARDS Network, se dispone de protocolos de puesta en práctica de la VM protectora de los estudios más importantes. Sin embargo y, pese a la creciente evidencia que sustenta el uso de la VM protectora en los pacientes con SDRA, muchos no reciben el tratamiento ni el monitoreo ventilatorio adecuados.

Volúmenes tidales bajos y limitación de la presión meseta

Actualmente, el uso de volúmenes tidales más bajos y presiones de meseta limitadas en el tratamiento de pacientes con SDRA es el único enfoque sobre ventilación protectora que ha demostrado reducir la mortalidad. Muchos ensayos de otros enfoques mostraron tendencias hacia mejoras de ciertas variables, pero, de momento, no permiten llegar a conclusiones firmes respecto a la pregunta de cómo se puede ajustar de forma ideal la ventilación mecánica. Puede haber diferentes razones para ello: puede que haya demasiados pocos estudios realizados con demasiados pocos pacientes en ensayos controlados aleatorios que tengan la capacidad de mostrar mejoras significativas claramente atribuibles a la estrategia del tratamiento en investigación. El tipo y el desarrollo de la enfermedad pueden diferir entre los pacientes a tal escala que las recomendaciones generales podrían estar muy lejos de las realmente adecuadas para los pacientes individuales. Incluso una estrategia de VT baja demostró estar asociada a la hiperinflación tidal en pacientes con unas regiones pulmonares grandes no aireadas. Las adaptaciones individuales de los ajustes del ventilador, sin embargo, dependen de las herramientas de monitorización bajo las que deben dirigirse. Hoy en día, cada vez hay más y más herramientas disponibles de este tipo en los ventiladores modernos.

Herramientas para la ventilación mecánica protectora

El objetivo es equilibrar la oxigenación y la ventilación manteniendo un volumen pulmonar espiratorio final adecuado al tiempo que elimina suficiente CO₂ a través de la respiración espontánea y las liberaciones de presión intermitentes.

Cuando la condición pulmonar subyacente es limitada e hipóxica por naturaleza, deberían llevarse a cabo menos liberaciones y más cortas para evitar el desreclutamiento y mantener el volumen pulmonar espiratorio final. En caso de hipercapnia, se requieren más liberaciones y más largas para asegurar una ventilación suficiente. Los parámetros típicos de son una presión P_{low} de 0 para promover un flujo espiratorio inicial muy alto, pero un tiempo T_{low} de hasta 0,1 segundos para limitar la bajada de la presión real en el pulmón. La presión P_{low} establecida de 0, por tanto, no se alcanza nunca. Sin embargo, los cambios en los mecanismos respiratorios requieren un ajuste manual de T_{low} para alcanzar el mismo equilibrio de ventilación y mantener el volumen pulmonar respiratorio final. Si aumenta la compliancia o la resistencia, la constante de tiempo del sistema respiratorio también aumenta, exigiendo tiempos T_{low} mayores. Si la compliancia o la resistencia disminuyen, la constante de tiempo disminuye y se requieren tiempos T_{low} más cortos.

Herramientas y tecnologías:

Curvas de presión-volumen (P/V Tool):

La herramienta P/V Tool, disponible en ventiladores como los de Hamilton Medical, permite registrar curvas cuasiestáticas de presión/volumen para evaluar la mecánica pulmonar y la capacidad de reclutamiento alveolar. Es especialmente útil para ajustar la PEEP óptima y realizar maniobras de reclutamiento, adaptando la estrategia de ventilación a la fisiología individual del paciente.

Ventiladores de alta tecnología:

Equipos como los de Fisher & Paykel (por ejemplo, MR860) ofrecen modos avanzados que permiten establecer volúmenes corrientes bajos (6 mL/kg de peso corporal predicho), controlar la presión de la vía aérea y monitorizar parámetros en tiempo real. Estos

ventiladores facilitan la implementación de estrategias protectoras y la personalización del soporte respiratorio.

Sistemas de humidificación activa:

La humidificación adecuada, mediante dispositivos como el HC150 y HumiGard, es esencial para proteger las vías respiratorias y reducir el riesgo de daño a las mucosas, mejorando la comodidad y seguridad del paciente ventilado.

Ventilación de alta frecuencia:

Monitoreo de presión plateau y driving pressure:

El control de la presión plateau (<30 cmH₂O) y la presión de distensión (driving pressure) menor a 15 cm H₂O, es clave para evitar la sobre distensión y reducir la mortalidad asociada a la ventilación mecánica invasiva.

Driving pressure:

La driving pressure (ΔP) es la diferencia entre la presión plateau (Pplat) y la presión positiva al final de la espiración (PEEP) durante la ventilación mecánica.

Driving Pressure = P plateau - PEEP

¿Qué representa?

La driving pressure representa la presión necesaria para distender los alvéolos pulmonares, una vez que se ha vencido la presión basal (PEEP). Está directamente relacionada con la distensibilidad (compliance) del sistema respiratorio:

Importancia clínica

Estudios han mostrado que la driving pressure es un predictor más confiable de la mortalidad en el SDRA que otras variables como el volumen corriente o la PEEP por sí solos.

Valores recomendados: Se sugiere mantener una driving pressure < 15 cm H₂O, idealmente < 13 cm H₂O, para reducir el riesgo de daño pulmonar inducido por el ventilador.

Si la driving pressure es elevada, se recomienda:

Reducir el volumen corriente

Optimizar la PEEP para mejorar la compliance sin sobre distensión

Medición práctica: Para calcular la $P_{plateau}$, se debe hacer una pausa inspiratoria de 0.5–2 segundos en un paciente pasivo (sin esfuerzo respiratorio espontáneo). Luego, se mide la $P_{plateau}$ en el ventilador.

Ejemplo:

$P_{plat} = 25 \text{ cm H}_2\text{O}$

$PEEP = 10 \text{ cm H}_2\text{O}$

$\text{Driving pressure} = 25 - 10 = 15 \text{ cm H}_2\text{O}$

Estrategias de ventilación protectora recomendadas

Volumen corriente (VC) bajo: 6 mL/kg de peso corporal predicho, peep ajustada por encima del punto de inflexión inferior de la curva P/V, presión plateau <30 cmH₂O, hipercapnia permisiva si es necesario, modos controlados por presión en pacientes seleccionados, monitoreo continuo de la mecánica respiratoria y la respuesta clínica.

Hipercapnia permisiva:

La hipercapnia permisiva consiste en permitir niveles elevados de dióxido de carbono (CO₂) en sangre (hipercapnia) como consecuencia de usar volúmenes corrientes (VT) bajos durante la ventilación mecánica, sin intentar corregirlos agresivamente, siempre que el pH no caiga a niveles peligrosos.

Cuando se aplica ventilación mecánica protectora, uno de sus principios es usar volúmenes corrientes bajos (4–6 mL/kg de peso ideal) para evitar la sobredistensión alveolar. Pero esta reducción de volumen corriente provoca una disminución de la ventilación alveolar, lo que conlleva inevitablemente a una acumulación de dióxido de carbono (CO₂) → hipercapnia.

En lugar de aumentar el volumen corriente o la presión para eliminar ese CO₂ (lo cual dañaría los pulmones), se acepta ese aumento de CO₂: eso es la hipercapnia permisiva.

En modelos animales y estudios humanos se ha observado que:

La hipercapnia leve tiene efectos antiinflamatorios pulmonares.

Disminuye la liberación de citoquinas proinflamatorias.

Puede modular positivamente la respuesta inmune y reducir el daño alveolar.

Pero estos beneficios son más evidentes cuando el pH no cae demasiado (<7.15 o <7.20).

Preparación inicial de las interfaces en el paciente y del ventilador mecánico

Chequeo inicial del respirador

Antes de conectar al paciente al respirador, es necesario comprobar y asegurar su correcto funcionamiento y calibración (funcionalidad técnica, fugas internas, transductores de presión, celda/sensor de oxígeno, transductores de flujo, válvula de seguridad, módulos de batería), así como la integridad del circuito ventilatorio (estanqueidad/hermetismo, resistencia y distensibilidad de las tubuladuras). Esto permite garantizar la operación adecuada del respirador me-mecánico, haciendo confiables la programación de sus parámetros y el monitoreo de los valores medidos y de los gráficos. Para una correcta calibración se debe seguir la secuencia de pasos establecidas por el fabricante y, si el equipo lo requiere, contar con elementos específicos adicionales (pulmones de prueba, tubuladuras especiales). De preferencia, la comprobación del circuito ventilatorio debe realizarse con todas las interfaces correctamente colocadas, tal como van a ser utilizadas (circuito ventilatorio, filtros, sistema cerrado de aspiración, humidificador, aerocámara, etc.) evitando utilizar elementos innecesarios, sobre todo aquellos que puedan aumentar el espacio muerto instrumental o generar fugas. Si el respirador lo permite, es importante programar el tipo de

humidificación para la calibración adecuada del sensor de flujo espiratorio, de modo que garantice la precisión de la espirometría y de la entrega del gas⁴

Circuito respiratorio

Se prefiere utilizar circuitos de baja distensibilidad (hasta 2,5 ml/cmH₂O) para minimizar el volumen de compresión. De este modo, se evita que el volumen que se pierde en la distensión de las tubuladuras reduzca la entrega efectiva del VC programado. En caso de que el respirador no compense el volumen de compresión.

Humidificación

Habitualmente, al comienzo de la VM, se emplean humidificadores pasivos (heat and moisture exchangers, HME), porque son más económicos y su uso es más simple. Sin embargo, en el contexto de una estrategia ventilatoria de bajo VC, su rendimiento técnico puede verse afectado. A su vez, la contribución al espacio muerto instrumental puede impactar en la ventilación alveolar efectiva. Es recomendable seguir las especificaciones técnicas del fabricante sobre el uso del HME. La humidificación activa puede garantizar un óptimo acondicionamiento del gas y disminuir la ventilación por minuto requerida, mejorando el pH y la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO₂). El impacto del cambio de humidificación pasiva por activa es mayor cuando los valores de PaCO₂ son más altos y cuando se utilizan VC <6 ml/kg. Con la humidificación activa, se sugiere el uso de circuitos con alambre caliente para minimizar la condensación en el circuito y los filtros, o circuitos con trampas de agua para facilitar su drenaje. En caso de modificar el tipo de humidificación empleada, es conveniente realizar un chequeo del circuito con la nueva interfaz que se utilizará.

Filtros bacterianos y virales

El empleo de filtros bacterianos/virales constituye una indicación en todos los pacientes que requieren VM a través de una vía aérea artificial, con el objetivo de remover partículas tanto

⁴ Amato, M. B., & Ranieri, V. M. (2022). Estrategias de ventilación protectora en cirugía cardiovascular. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182022000100006

de los gases inspirados como espirados. Se deben usar siguiendo las recomendaciones del fabricante. Si se emplea un HME, se sugiere usar un filtro en la salida de la rama inspiratoria y otro en la salida espiratoria del respirador (entre este y la rama espiratoria del circuito). En caso de utilizar humidificadores pasivos con filtro (heat and moisture exchanger filter, HMEF), se recomienda igualmente usar filtro inspiratorio para proteger el circuito de impurezas que puedan tener los gases medicinales. Si se opta por la humidificación activa, se sugiere usar un filtro en la rama inspiratoria y en la rama espiratoria del circuito. Algunos equipos de VM calientan el filtro espiratorio para minimizar la condensación. Si el equipo de VM dispone de esa opción, es conveniente activarla durante el chequeo inicial. Si no cuenta con esa posibilidad, hay que controlar, con frecuencia, si hay condensación en el filtro espiratorio para evitar su obstrucción⁵

2.3.1 SISTEMAS CERRADOS DE ASPIRACIÓN

El sistema de aspiración cerrado es un dispositivo médico diseñado para extraer secreciones respiratorias en pacientes con vía aérea artificial sin interrumpir la ventilación mecánica. En este método, la sonda de aspiración está contenida en una funda plástica estéril y se conecta en línea al tubo orotraqueal para posteriormente poder aspirar las secreciones del paciente que está en conexión con el ventilador. (Anexo 5). Según definiciones clínicas, se describe como un “procedimiento que se efectúa para extraer secreciones evitando la desconexión del ventilador mecánico, lo que facilitará la oxigenación continua durante la aspiración evitando así la pérdida de presión positiva o desreclutamiento. Es decir, al introducir el catéter de succión multiorificio a través de un conector en T instalado en el tubo endotraqueal o cánula traqueal, se mantiene la continuidad del circuito respiratorio y de la presión intrapulmonar positiva (PEEP). De este modo, la sonda permite remover las secreciones bronquiales sin desconectar al paciente del ventilador, protegiendo la vía aérea y la barrera estéril del sistema respiratorio. Para el manejo de las secreciones bronquiales en los pacientes con VM, los sistemas cerrados de aspiración brindan ventajas respecto de los sistemas de aspiración

⁵ Botto, M., Carballo, J. M., Dotta, M. E., Giménez, M. L., & Tiribelli, N. (5 de Junio de 2023). Revista Argentina de Terapia Intensiva. Obtenido de Implementación de la ventilación mecánica protectora en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda. Obtenido de: <https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/885/1063>

abiertos en cuanto a la bioseguridad y al impacto en el volumen pulmonar. Aunque no se ha demostrado que los sistemas cerrados de aspiración reduzcan la incidencia de neumonía asociada a la VM, se recomienda su uso para disminuir la exposición de los profesionales de la salud y minimizar la aerosolización de partículas asociada a la apertura del circuito del respirador. Si consideramos el volumen pulmonar y la oxigenación durante la aspiración de secreciones, el empleo de sistemas cerrados de aspiración disminuye el desreclutamiento y la caída de la saturación de oxígeno (SatO₂), en comparación con la aspiración abierta. Por lo tanto, para el manejo de los pacientes con SDRA ventilados con una estrategia de protección pulmonar, se sugiere el uso de rutina de sistemas cerrados de aspiración.

Principio de funcionamiento de las sondas de circuito cerrado

En la sonda de aspiración de circuito cerrado la sonda de succión permanente se desplaza dentro de su funda protectora. El operador fija la salida en T al ventilador, introduce el catéter unos 10–12 cm en la tráquea y desliza la funda de plástico hacia atrás con el pulgar e índice. Al notar resistencia o el reflejo tusígeno del paciente, se activa la aspiración por medio de una válvula de control, aplicando presión negativa sólo en el momento de retirar lentamente el catéter. Esta maniobra de “empujar y retraer” la funda con el catéter evita exponer la vía aérea al aire ambiente. El mecanismo de succión genera un flujo negativo que arrastra las secreciones hacia el catéter; A continuación, el operador cierra la válvula y reintroduce la funda. Así, se repite la secuencia hasta limpiar las secreciones mantenidas en la vía aérea. En algunos dispositivos existe además un puerto de irrigación estéril para instilar pequeñas cantidades de solución salina en la funda y limpiar el catéter tras varias aspiraciones, todo sin desconectar el paciente del ventilador.

Indicaciones clínicas y aplicaciones en cuidados intensivos

Las sondas de aspiración cerrada se emplean principalmente en pacientes con ventilación mecánica invasiva en unidades de cuidados intensivos. Se indica su uso en adultos críticamente enfermos que requieren alto soporte ventilatorio (por ejemplo, con alta FiO₂ o PEEP elevado) o que presentan riesgo de colapso pulmonar. En estos casos, mantener la ventilación continua durante la aspiración contribuye a la oxigenación del paciente. El

sistema de aspiración se considera especialmente útil en pacientes con insuficiencia respiratoria grave o con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), ya que evita la caída brusca de presión intratorácica. Clínicamente, se usa cuando existen secreciones bronquiales abundantes que obstruyen la vía aérea (por ejemplo, ruidos respiratorios sospechosos, atelectasias parciales o necesidad de muestras de esputo) y siempre que el paciente esté intubado o traqueostomizado bajo ventilación mecánica. En la práctica hospitalaria de UCI, la aspiración cerrada es uno de los procedimientos más frecuentes para el manejo de secreciones en pacientes sedados o inconscientes, contribuyendo a la permeabilidad de la vía aérea y al soporte de la oxigenación en todo momento. Más de aspiración de secreciones cerradas: indicaciones y cuidados.

Componentes técnicos del sistema de aspiración cerrado

Los sistemas comerciales de aspiración cerrada constan de varios componentes integrados: (Anexo 6)

Conector en T: Pieza en forma de T que se inserta entre el tubo endotraqueal o traqueostomía y el respirador; posee una entrada para el paciente y otra para el circuito ventilatorio.

Puerto de irrigación: Entrada estéril donde se puede inyectar solución salina (0.9% en jeringa) para limpiar el catéter entre aspiraciones, sin interrumpir la ventilación.

Catéter de succión multiorificio: Sonda flexible con punta roma, diseñada con varios orificios (generalmente tres) en su extremo distal para evitar obstrucciones. El catéter está recubierto por una funda plástica retráctil que lo mantiene estéril mientras no se usa.

Válvula de control: Dispositivo manual (botón o palanca) que abre y cierra la vía de succión. El operador la presiona para activar el aspirador y liberar presión negativa sólo durante la retracción del catéter.

Conexión al aspirador: Punto donde se enchufa la manguera del aspirador central o portátil.

Adaptador ventilador: Accesorio flexible para asegurar la conexión firme del circuito al respirador.

Sistema de identificación: Etiquetas o indicadores de color en el equipo que señalan el calibre (FR) del catéter y la fecha/hora de inicio de uso del circuito.

Cada uno de estos elementos está diseñado para mantener la esterilidad del sistema y la integridad del circuito respiratorio, facilitando múltiples aspiraciones seguidas en el mismo paciente.

2.3.2 FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LA SONDA DE ASPIRACIÓN DE CIRCUITO CERRADO

La aspiración con circuito cerrado endotraqueal modifica momentáneamente las dinámicas respiratorias del paciente. Al introducir un catéter y aplicar succión, se genera una presión intratorácica negativa localizada, lo cual tiende a reducir el volumen pulmonar y puede ocasionar desaturación de oxígeno y barotrauma local si no se controla adecuadamente. En el sistema cerrado, al no desconectar el ventilador, la presión positiva al final de la espiración (PEEP) se mantiene constante. Esto ayuda a mantener abiertos los alvéolos ya reclutados, evitando el desreclutamiento alveolar y preservando la capacidad residual funcional del pulmón. En pacientes con SDRA o hipoxemia, la PEEP es uno de los pilares del tratamiento ventilatorio; así, mantenerla durante la aspiración es crítico para no deteriorar la oxigenación.

Desde el punto de vista fisiológico, la aspiración logra mejorar la ventilación al eliminar las secreciones que obstruyen la vía aérea. Esto aumenta la permeabilidad de los bronquios y facilita el intercambio gaseoso en los alvéolos y mejora de la relación ventilación-perfusión. Sin embargo, si se interrumpe la ventilación como en el sistema abierto, pueden producirse hipoxemia y atelectasias por pérdida de volumen pulmonar. En cambio, el método cerrado minimiza estos efectos adversos porque la ventilación y la presión en los pulmones se mantienen constantes. Además, al evitar la manipulación directa del tubo, se reduce el estímulo vagal y las alteraciones hemodinámicas secundarias a la succión.

2.3.3 RADIOLOGÍA

De los rayos X a la tomografía, la radiología tiene una gran importancia para la salud, ya sea en sus vertientes diagnóstica o intervencionista. De manera general, la radiología es una rama

de la medicina que utiliza imágenes para el diagnóstico y tratamiento de lesiones y enfermedades.

La radiología tiene un papel de suma importancia en la salud. Algunos ejemplos de la aplicación de esta rama de la medicina son el hallazgo de lesiones o fracturas a causa de traumatismos (con rayos X); la detección temprana del cáncer de mama (a través de la mastografía), el seguimiento del adecuado desarrollo y la detección de posibles anomalías en el feto (con el ultrasonido), etc.

La radiología puede dividirse en “diagnóstica” e “intervencionista”. La primera permite diagnosticar el origen de síntomas y detectar enfermedades, así como conocer el progreso de un tratamiento determinado. Por otro lado, la radiología intervencionista utiliza las imágenes como guía para los procedimientos médicos.

Los rayos X son una herramienta fundamental en medicina para visualizar el interior del cuerpo, lo que facilita el diagnóstico de diversas enfermedades y lesiones. Permiten detectar fracturas óseas, neumonías, lesiones, calcificaciones, objetos extraños y problemas dentales, entre otras condiciones. Además, son útiles en la evaluación de la salud de los trabajadores y para guiar procedimientos médicos.

Diagnóstico de enfermedades: Los rayos X pueden detectar neumonías, cáncer de pulmón, y otros problemas cardíacos.

Evaluación de la salud: Pueden ayudar a prevenir problemas de salud relacionados con el trabajo, como la detección temprana de lesiones o enfermedades.

Guía en procedimientos médicos: Se utilizan para guiar la colocación de dispositivos médicos como catéteres.

Seguimiento de la evolución de una enfermedad: Permiten observar la respuesta del cuerpo a un tratamiento.

Radiología de tórax: Ayudan a identificar problemas en el corazón y los pulmones, como neumonía o enfisema.⁶

2.3.4 LA RADIOLOGÍA EN EL MANEJO DEL DISTRÉS RESPIRATORIO

El SDRA es una urgencia respiratoria grave con elevada mortalidad inducida por un daño inflamatorio alveolocapilar difuso de etiología pulmonar o extrapulmonar que provoca un edema pulmonar agudo no cardiogénico refractario a oxigenoterapia.

Los hallazgos más habituales observados en la radiografía simple torácica son: opacidades alveolares difusas bilaterales, consolidaciones con broncograma aéreo y derrame pleural; correspondiéndose en la tomografía computarizada con la presencia de: múltiples áreas en vidrio deslustrado de patrón en mosaico bilateral y simétrico, áreas de consolidación y signos indirectos de fallo cardíaco.

La radiología es crucial en el manejo del distrés respiratorio, tanto en su diagnóstico inicial como en el seguimiento y detección de complicaciones. Las imágenes radiográficas, como la radiografía de tórax, permiten evaluar la condición de los pulmones y detectar posibles causas de la dificultad respiratoria, como neumonía, barotraumas o neumotórax. Además, la radiología ayuda a monitorizar el tratamiento y la respuesta del paciente

El papel de la radiología en el distrés respiratorio.

Diagnóstico inicial:

Permite visualizar la presencia de infiltrados pulmonares, opacidades, atelectasias, entre otros. (Anexo 7)

Seguimiento:

Ayuda a evaluar la evolución de la condición pulmonar, la respuesta al tratamiento y la presencia de complicaciones como neumonía nosocomial, barotraumas, neumotórax, etc. hallazgos que pueden indicar la causa del distrés respiratorio.

⁶ Secretaría de Salud. (2018). Obtenido de: Radiología disciplina esencial para la salud. <https://www.gob.mx/salud/articulos/la-radiologia-y-su-importancia-para-la-salud>

Detección de complicaciones:

Detecta posibles complicaciones que pueden surgir durante el tratamiento del distrés respiratorio, como neumonía nosocomial, barotraumas, neumotórax.

Diagnóstico diferencial:

Ayuda a distinguir entre diferentes causas de distrés respiratorio, como edema pulmonar, hemorragia pulmonar, neumonía, entre otras.

Evaluación de la respuesta al tratamiento:

Permite evaluar la eficacia del tratamiento de la dificultad respiratoria, observando si los infiltrados pulmonares disminuyen o se resuelven.

2.3.5 IMPORTANCIA DE RADIOGRAFÍAS EN VENTILACIÓN MECÁNICA

La radiografía de tórax es crucial en la ventilación mecánica para evaluar la posición del tubo endotraqueal, detectar neumotórax, confirmar la colocación correcta de catéteres centrales y monitorear la aparición de complicaciones como atelectasias o neumonías. También ayuda a identificar patrones radiológicos que orientan sobre la condición pulmonar del paciente y a ajustar la estrategia ventilatoria.

Posición del tubo endotraqueal: La radiografía permite verificar que el tubo esté correctamente colocado en la tráquea y no haya migrado hacia el esófago.

Neumotórax: Es fundamental para detectar la presencia de aire en la cavidad pleural, lo cual puede ser una complicación de la ventilación mecánica.

Complicaciones pulmonares: Permite identificar la aparición de atelectasias (colapso alveolar), infiltrados (signo de neumonía) o derrame pleural. La interpretación de los patrones radiológicos puede orientar al equipo médico sobre la naturaleza de la patología pulmonar y ayudar a determinar la estrategia ventilatoria más adecuada. (Anexo 8)

La radiografía de tórax puede ser utilizada para evaluar la evolución del paciente a lo largo de la ventilación mecánica y detectar cambios en el estado pulmonar.

En radiografías de tórax en casos de distrés respiratorio, se pueden observar hallazgos que sugieren la presencia de un síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) o de otras condiciones que afectan la función pulmonar. Los hallazgos radiográficos en SDRA incluyen opacidades bilaterales difusas, coalescentes, que pueden parecerse a un edema pulmonar o hemorragia pulmonar. La radiografía de tórax puede ayudar a diferenciar el SDRA de otros tipos de edema pulmonar, como el cardiogénico, que remite con tratamiento diurético.⁷

2.4.1 RADIOGRAFÍA DE TORAX EN UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

La radiografía de tórax es un elemento cotidiano presente en las áreas críticas. Junto con la exploración física, las determinaciones analíticas y los registros electrocardiográficos, se utiliza como herramienta para el seguimiento de la situación clínica del paciente.

La radiografía de tórax está indicada como técnica de primera elección en el estudio del aparato respiratorio, vía aérea y parénquima pulmonar, ya que aporta una visión general de forma rápida y precisa del estado cardiorrespiratorio del paciente, así como de la enfermedad. Es útil para valorar afección pleural, presencia patológica en el espacio pleural de aire (neumotórax), líquido (derrame o hemotórax) o tumoraciones.

Otra de las utilidades, especialmente en los pacientes críticos, es la localización catéteres, vías, tubos endotraqueales y sondas nasogástricas. Normalmente estos dispositivos están dotados de un hilo radiopaco que hace posible su diferenciación en la imagen⁸

2.4.2 GASOMETRÍA ARTERIAL

Es un procedimiento que se lleva a cabo para obtener una muestra de sangre y medir la concentración de algunos gases en sangre arterial. La gasometría mide el pH y la presión parcial de oxígeno (PaO₂) y de dióxido de carbono (PaCO₂). Las extracciones para la

⁷ Manual Merck. (s.f.). Obtenido de Generalidades sobre la ventilación mecánica: <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/insuficiencia-respiratoria-y-ventilaci%C3%B3n-mec%C3%A1nica/generalidades-sobre-la-ventilaci%C3%B3n-mec%C3%A1nica>

⁸ Galimany Masclans, J., Berlanga Olalla, R., & Pernas Canadell, J. C. (2013). La radiografía de tórax en la unidad de cuidados intensivos. *Imagen Diagnóstica*, 13-19. Obtenido de: <https://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-articulo-la-radiografia-torax-unidad-cuidados-S2171366912000030>

gasometría se analizan de igual modo para determinar la saturación de oxígeno (SaO₂) y la tasa de bicarbonato (HCO₃).

pH: Mide la acidez o alcalinidad de la sangre. Un pH bajo indica acidosis y un pH alto, alcalosis.

PaO₂: Mide la presión parcial de oxígeno en la sangre. Una PaO₂ baja (hipoxemia) puede indicar insuficiencia respiratoria o problemas en la oxigenación de los tejidos.

PaCO₂: Mide la presión parcial de dióxido de carbono en la sangre. Una PaCO₂ alta (hipercapnia) puede indicar hipoventilación o retención de dióxido de carbono.

HCO₃: Mide la concentración de bicarbonato en la sangre. Un bicarbonato alto puede indicar alcalosis metabólica y un bicarbonato bajo, acidosis metabólica.

SaO₂: Mide la cantidad de glóbulos rojos que están saturados de oxígeno. Una SaO₂ baja puede indicar hipoxia o problemas en la oxigenación de los tejidos.

Estos análisis se hacen principalmente para saber el estado de la oxigenación, el equilibrio ácido base y la ventilación del paciente. (Anexo 9)

Kirby o PaO₂/FiO₂: es una herramienta útil para evaluar la capacidad de los pulmones para oxigenar la sangre en la gasometría arterial. Mide la relación entre la presión parcial de oxígeno en la sangre (PaO₂) y la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂), indicando indirectamente la gravedad de una lesión pulmonar, especialmente en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). (Anexo 10)

Y mide la relación entre la cantidad de oxígeno que se transfiere de los pulmones a la sangre y la cantidad de oxígeno que se inhala. Y se calcula dividiendo la PaO₂ (presión parcial de oxígeno arterial) por la FiO₂ (fracción inspirada de oxígeno).

Evaluación de la oxigenación: Permite determinar si el paciente está recibiendo suficiente oxígeno y si los pulmones están transfiriendo eficientemente el oxígeno a la sangre.

Diagnóstico de SDRA: Puede ayudar a identificar y clasificar la gravedad del SDRA, ya que los valores bajos del índice sugieren mayor daño pulmonar.

Pronóstico: Un índice de Kirby bajo puede ser un factor pronóstico de mortalidad en pacientes con SDRA

Guía de tratamiento: Puede ayudar a ajustar la ventilación mecánica y la oxigenoterapia para optimizar la oxigenación.

Valores de referencia: En condiciones normales, el $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ es mayor de 350 mmHg; un valor menor de 300 mmHg sugiere hipoxemia, y un valor inferior a 200 mmHg indica hipoxemia grave.⁹

2.4.3 DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL

El término "alveolar arterial" se refiere a la diferencia entre la presión parcial de oxígeno en los alvéolos pulmonares (donde se produce el intercambio de gases con el aire) y la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial (que sale de los pulmones hacia el resto del cuerpo). Esta diferencia, conocida como gradiente alveolo-arterial, es un indicador de la eficiencia de la transferencia de oxígeno de los pulmones a la sangre.

La diferencia alveolo-arterial (A-a) es la diferencia entre la presión parcial de oxígeno (PO_2) en el aire alveolar (PAO_2) y la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial (PaO_2). En condiciones normales, esta diferencia es mínima, lo que indica una eficiente difusión de oxígeno a través de la membrana alveolocapilar.

PAO₂: Es la presión parcial de oxígeno en el aire alveolar, que se calcula basándose en la presión parcial de oxígeno inspirada y la presión parcial de dióxido de carbono en la sangre.

PaO₂: Es la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial, que se mide a través de una gasometría arterial.¹⁰

⁹ Chavarri Laserna, A. (2023). Relación entre parámetros gasométricos en una muestra de pacientes críticos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12880/5370>

¹⁰ Virginia Tech. (s.f.). Pulmonary physiology for pre-clinical students, The alveolar gas equation and alveolar-arterial PO_2 difference. Obtenido de <https://pressbooks.lib.vt.edu/pulmonaryphysiology/chapter/the-alveolar-gas-equation-and-alveolar-arterial-po2-difference/>

Evaluación de la función pulmonar: Un gradiente Aa elevado sugiere que los pulmones no están transfiriendo oxígeno de manera eficiente, lo que puede ser debido a diversas causas, como enfermedades pulmonares crónicas, cortocircuitos pulmonares o problemas con la ventilación.

Evaluación de la función pulmonar: El gradiente A-a proporciona información sobre la eficiencia del intercambio gaseoso en los pulmones.

Diagnóstico de hipoxemia: Un aumento del gradiente A-a puede indicar una alteración en el intercambio pulmonar, como un cortocircuito, ventilación-perfusión desequilibrada o alteraciones en la membrana alveolocapilar.

Guía para el manejo de la hipoxemia: La medición del gradiente A-a puede ayudar a identificar la causa de la hipoxemia y a dirigir el tratamiento.

El gradiente alveolo-arterial normal de oxígeno (A-aDO₂) es generalmente menor de 15 mmHg en adultos jóvenes al nivel del mar. En personas mayores, este valor puede ser hasta 30 mmHg. El gradiente aumenta aproximadamente 1 mmHg por década de vida.

a) Indicaciones

La gasometría arterial es el estándar para diagnosticar anomalías en el intercambio gaseoso y equilibrio ácido base están indicados para la evaluación de pacientes críticamente enfermos, pacientes insuficiencia respiratoria o pacientes estables, pero con enfermedades respiratorias crónicas.

1. Necesidad de medir el estado ventilatorio y el equilibrio ácido base y oxigenación.
2. Cuantificación de una respuesta terapéutica (por ejemplo, oxigenoterapia).
3. Necesidad de monitorizar la severidad o la progresión de un proceso clínico.

b) Contraindicaciones

1. Prueba modificada de Allen positiva

2. Evidencia de enfermedad vascular periférica o infecciosa de la extremidad seleccionada como solución debe de buscarse otra extremidad.
3. Ausencia de pulso en la zona donde se planea llevar a cabo la punción arterial
4. Presencia de fístula arteriovenosa (tratamiento con hemodiálisis) en el sitio considerado para la punción.
5. Coagulopatía o tratamiento de altas dosis de anticoagulantes es una contraindicación relativa.

c) Limitaciones

1. Dolor
2. Hematoma
3. Espasmo arterial
4. Reacción vagal
5. Hiperventilación
6. Traumatismo arterial

Equipo

Todo hospital que posea una unidad de cuidado intensivo, y todo hospital que atienda trauma o cirugía mayor debe estar equipado para la determinación ágil e inmediata de gases sanguíneos. En la época actual este método de monitoreo fisiológica es indispensable para la buena atención hospitalaria. El equipo debe ser operado por personal idóneo, y su mantenimiento debe ser riguroso y meticulosamente programado. El acceso al equipo de gases sanguíneos debe ser fácil e inmediato, Por lo tanto, éste debe quedar ubicado en un lugar que permita servicio permanente y continuo durante las 24 horas, se debe de contar con lo siguiente:

1. Gasómetro

2. Guantes estériles o guantes limpios
3. Antiséptico (Alcohol, clorhexidina, povidona yodada,
4. Contenedor de objetos punzantes.
5. Gasas estériles
6. Jeringa y aguja específica para gasometría.
7. Esparadrapo

Datos que se obtienen

1. Presión parcial (o tensión) del oxígeno disuelto en el plasma, PaO₂.
2. Presión parcial (o tensión) del bióxido de carbono disuelto en el plasma, PaCO₂.
3. El grado de acidez o alcalinidad del plasma, lo cual se expresa por el logaritmo inverso de la concentración de iones H⁺, el pH.
4. Bicarbonato.
5. Base exceso.
6. La hemoglobina (o el hematocrito).
7. La saturación de la hemoglobina

2.4.4 TÉCNICA DE GASES ARTERIALES

El análisis de los gases sanguíneos requiere una muestra arterial porque solo los ventrículos derecho e izquierdo contienen sangre completamente mezclada que ha regresado de los lechos capilares en los que ha tenido lugar la respiración. Las arterias son conductos en los que en esencia no se produce intercambio gaseoso, por lo tanto, se presume que una muestra arterial tiene el mismo pH, PCO₂, y PO₂ que existe en los ventrículos.

Los criterios para escoger un sitio y una técnica para obtener muestras de sangre arterial se deben basar en:

- Seguridad
- Accesibilidad
- Comodidad del paciente

Antes de tomar una muestra se deben considerar tres problemas significativos asociados a la invasión: Hemorragia, Obstrucción Vascular e Infección. A menudo la punción arterial determina una obstrucción transitoria del flujo sanguíneo secundaria a espasmo, coagulación intraluminal o hemorragia con formación de hematoma.

2.4.5 SITIOS DE PUNCIÓN

Arteria Radial

La arteria radial a nivel de la muñeca es el mejor sitio para obtener una muestra de sangre arterial porque:

1. Su localización es superficial y es bastante fácil de palpar y estabilizar.
2. La circulación colateral a través de la arteria cubital suele ser excelente.
3. La arteria no es adyacente a grandes venas

Arteria Cubital

Cuando la arteria radial constituye la irrigación dominante del arco palmar se puede elegir la arteria cubital como sitio de punción. Aunque la arteria cubital no es el vaso de elección de la muñeca porque es más difícil de estabilizar y está sujeta a trombosis con más facilidad debido a su menor diámetro.

Arteria Humeral (Braquial)

La fosa antecubital es una alternativa lógica cuando no se dispone de arterias radiales. Sin embargo, este sitio no está exento de riesgo. Las arterias humeral y axilar pueden ser utilizadas de manera segura en la unidad de terapia intensivas y en el quirófano. Pero exigen una vigilancia estricta para detectar complicaciones y deben ser retirados de inmediato si aparecen signos de isquemia en la mano. (Anexo 11)

Arteria Femoral

Es el último recurso excepto en pacientes con aneurismas de aorta descendente o con vasoconstricción periférica significativa. Los signos de isquemia del pie son una indicación para retirar de inmediato el catéter.¹¹

¹¹ Chavarri Laserna, A. (2023). Relación entre parámetros gasométricos en una muestra de pacientes críticos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12880/5370>

CAPÍTULO III

3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DESCRIPTIVAS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sonda de aspiración con circuito cerrado.	Es un dispositivo médico que permite aspirar secreciones del árbol traqueobronquial de pacientes ventilados mecánicamente sin interrumpir el circuito de ventilación.	Es el procedimiento mediante el cual se elimina la secreción traqueobronquial del paciente intubado o traqueostomizado, utilizando un sistema de aspiración cerrado que permanece conectado al circuito ventilatorio, permitiendo mantener la oxigenación y reducir el riesgo de contaminación durante la aspiración.	Parámetros ventilatorios	Presión pico Presión meseta Presión media Compliance
Mantenimiento de la Capacidad residual funcional	La capacidad residual funcional (CRF) es el volumen de aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal y pasiva (es decir, sin esfuerzo).	Es el volumen mínimo necesario para que el paciente pueda realizar un intercambio gaseoso evitar atelectasias y mantener el pulmón oxigenado.	Gasometría Arterial	Po2 Pco2 Índice Kirby Diferencia alvéolo arterial
			Radiografías	Neumonías Atelectasias Derrame Pleural Infiltrados
Pacientes con SDRA	Es una condición clínica caracterizada por una insuficiencia respiratoria aguda, de inicio reciente, debida a un proceso inflamatorio pulmonar difuso que provoca aumento de la permeabilidad capilar pulmonar, edema alveolar no cardiogénico y una severa alteración del intercambio gaseoso, manifestado por hipoxemia refractaria al oxígeno suplementario.	Paciente con diagnóstico clínico de Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo (SDRA)	Estado clínico	Edad Peso Genero

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

4.1.1 DESCRIPTIVO

La investigación se hizo de tipo descriptivo, ya que nos enfocamos en exponer cómo reacciona la capacidad residual funcional de los pacientes en respuesta a la sonda de aspiración de secreciones de circuito cerrado en un grupo específico de pacientes en la cual medimos su eficacia a través de radiografías de tórax, parámetros ventilatorios y gasometría arterial.

4.1.2 TRANSVERSAL

Se realizó de tipo transversal porque el estudio se desarrolló en un periodo de tiempo específico, se llevó a cabo en el mes de Agosto de 2025, sin ningún seguimiento posterior.

4.2 UNIVERSO Y POBLACIÓN

Se tomaron los pacientes que se encuentran en ventilación mecánica con tubo orotraqueal y sonda de aspiración de secreciones de circuito cerrado, considerando que es una población finita, se tomaron a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.

4.3 MUESTRA

Se realizó en 20 pacientes de ambos sexos entre las edades de 50 a 80 años, en ventilación mecánica con tubo orotraqueal los cuales disponían de sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado en la Unidad de Cuidados Intensivos.

TIPO DE MUESTREO

El presente trabajo de investigación cumplió los criterios de un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que fue una técnica que selecciono las personas que hicieron parte de la muestra de una manera subjetiva, esto se refiere a que fue en base de la decisión del investigador evitando realizarlo al azar. Se seleccionaron a aquellos pacientes que cumplieran con los criterios necesarios para los fines de estudio.

4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

1. Pacientes bajo ventilación mecánica con tubo orotraqueal y sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado.
2. Pacientes entre las edades de 50 a 80 años.
3. Pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo

4.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

1. Pacientes bajo ventilación mecánica que no usen sonda de aspiración de circuito cerrado.
2. Pacientes menores de 50 años.
3. Pacientes mayores de 80 años.
4. Pacientes bajo ventilación mecánica sin síndrome de distrés respiratorio

4.6 MÉTODO

Es de tipo descriptivo cualitativo ya que se permitió realizar los procedimientos en un orden lógico y temporal para registrar los hechos, permitiendo realizar una descripción de la eficacia del uso de la sonda de aspiración de secreciones de circuito cerrado en pacientes con síndrome de distrés respiratorio para mantener la capacidad residual funcional.

4.7 TÉCNICA

Se efectuó por medio de la observación y vigilancia a través de los parámetros ventilatorios, gases arteriales y radiografías para comprobar la eficacia de la sonda de succión de circuito cerrado.

4.8 INSTRUMENTO

El instrumento que se manejó en esta investigación es la observación, donde se llevó un registro de todos los datos de los pacientes incluidos en el estudio.

4.9 PROCEDIMIENTO:

Para la realización de este estudio se utilizó la observación clínica de los pacientes seleccionados con sonda de aspiración de circuito cerrado, se llevó un control de los parámetros ventilatorios, la gasometría arterial y la radiografías en pacientes intubados bajo ventilación mecánica.

4.10 PLAN DE RECOLECCION Y TABULACIÓN:

La tabulación de los resultados del estudio se realizó en forma manual, es decir se introdujeron todos los datos recolectados en tablas estadísticas, para posteriormente calcular su frecuencia relativa y realizarles su respectiva interpretación descriptiva.

Haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Fr}\% = n \times 100 / N$$

Donde:

Fr%: Frecuencia relativa

n: Número de casos

N: Número total de la muestra

Se multiplica n (número de casos) por cien y luego se dividirá el resultado entre N (número total de la muestra), al realizar esta operación se obtuvo el porcentaje de la frecuencia a estudiar.

4.11 ANÁLISIS DE DATOS

Se procedió a interpretar todos los resultados, para poder evidenciar los resultados más sobresalientes.

4.12 CONSIDERACIONES ÉTICAS:

Esta investigación se realizó bajo un entorno en el que se respetó la privacidad y dignidad de los pacientes que formaron parte del instrumento de observación, los datos de los pacientes, registros clínicos fueron utilizados de forma anónima.

CAPÍTULO V

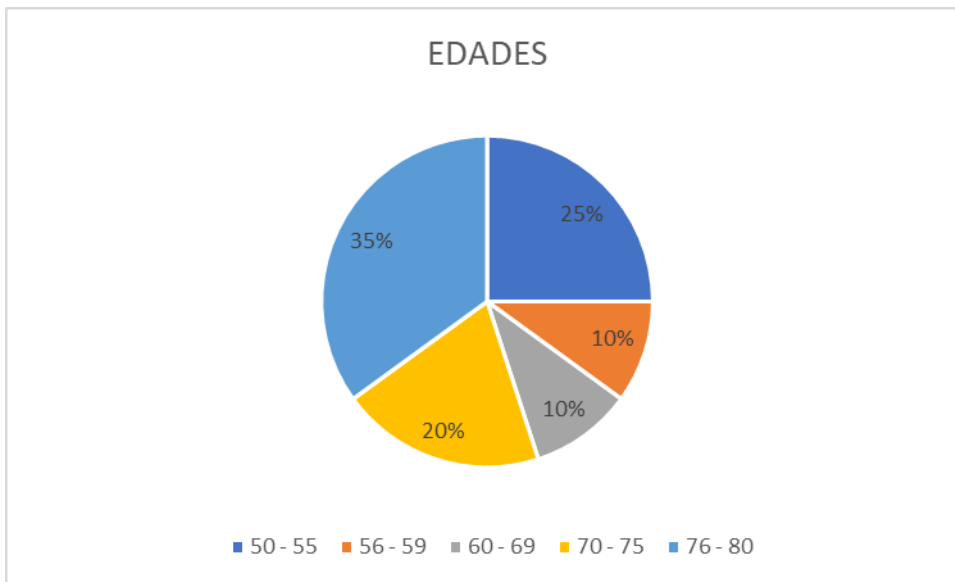
5.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

CUADRO N° 1

Distribución de los pacientes de 50 a 80 años, que tienen colocado la sonda de aspiración con circuito cerrado, y han sido parte del estudio.

EDADES	Fa	Fr
50 - 55	5	25%
56 - 59	2	10%
60 - 69	2	10%
70 - 75	4	20%
76 - 80	7	35%
TOTAL	20	100%

GRAFICO N° 1



Análisis:

La tabla y el gráfico circular N° 1, presentan la distribución de 20 pacientes entre 50 a 80 años, que tienen colocado la sonda de aspiración con circuito cerrado, y han sido parte del estudio. La distribución se realiza en función de cinco rangos etarios específicos: 50-55 años, 56-59 años, 60-69 años, 70-75 años, 76-80 años.

2. Análisis de la Tabla de Frecuencias (FA) y Frecuencias Relativas (FR %):

- Rango 50-55 años: Este grupo constituye a una proporción de la muestra, siendo el segundo grupo con mayor muestra. Con una Frecuencia Absoluta (FA) de 5 pacientes, representa el 25% del total. Esto indica la cuarta parte del estudio de los pacientes con sonda de aspiración con circuito cerrado.
- Rango 56-59 años: Este grupo constituye a una proporción de la muestra. Con una Frecuencia Absoluta (FA) de 2 pacientes, representa el 10% del total. Esto indica un pequeño grupo del estudio de los pacientes con sonda de aspiración con circuito cerrado.
- Rango 60-69 años: Este grupo constituye a una proporción de la muestra. Con una Frecuencia Absoluta (FA) de 2 pacientes, representa el 10% del total. Esto indica una menor representación de estudio de los pacientes con sonda de aspiración con circuito cerrado.
- Rango 70-75 años: Este grupo constituye a una proporción de la muestra. Con una Frecuencia Absoluta (FA) de 4 pacientes, representa el 20% del total. Esto indica un significativo grupo del estudio de los pacientes con sonda de aspiración con circuito cerrado.
- Rango 76-80 años: Este grupo constituye a una proporción de la muestra. Con una Frecuencia Absoluta (FA) de 7 pacientes, representa el 35% del total. Esto indica la sección más grande del gráfico, siendo de mayor predominio del estudio con los pacientes con sonda de aspiración con circuito cerrado.

Total: La suma de las frecuencias absolutas es 20, y la suma de las frecuencias relativas es 100%, lo que confirma la completitud de los datos.

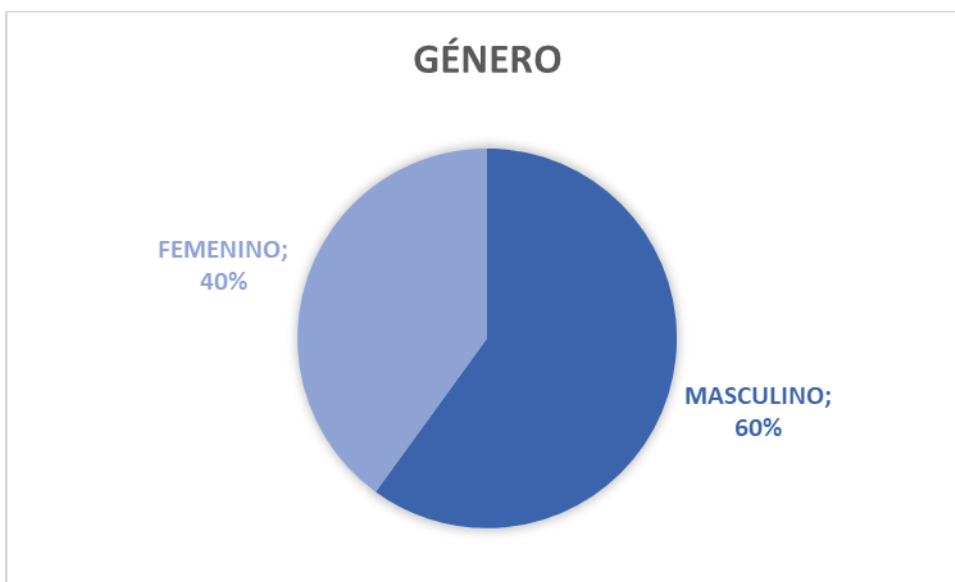
La parte inferior del gráfico especifica los colores asociados a cada rango de edad, facilitando la interpretación visual.

CUADRO N°2

Distribución de los pacientes según su género masculino o femenino.

GÉNERO	Fa	Fr
MASCULINO	12	60%
FEMENINO	8	40%
TOTAL	20	100%

GRAFICO N° 2



Análisis:

Se presenta la distribución de los pacientes según género. Se observa que el 60% de la muestra corresponde al sexo masculino, mientras que el 40% corresponde al sexo femenino.

Estos hallazgos ponen de manifiesto una mayor representación de pacientes masculinos dentro de la población estudiada. La diferencia de veinte puntos porcentuales entre ambos grupos resulta relevante, dado que la variable género puede influir en la presentación clínica, los factores de riesgo asociados y la evolución de determinadas enfermedades.

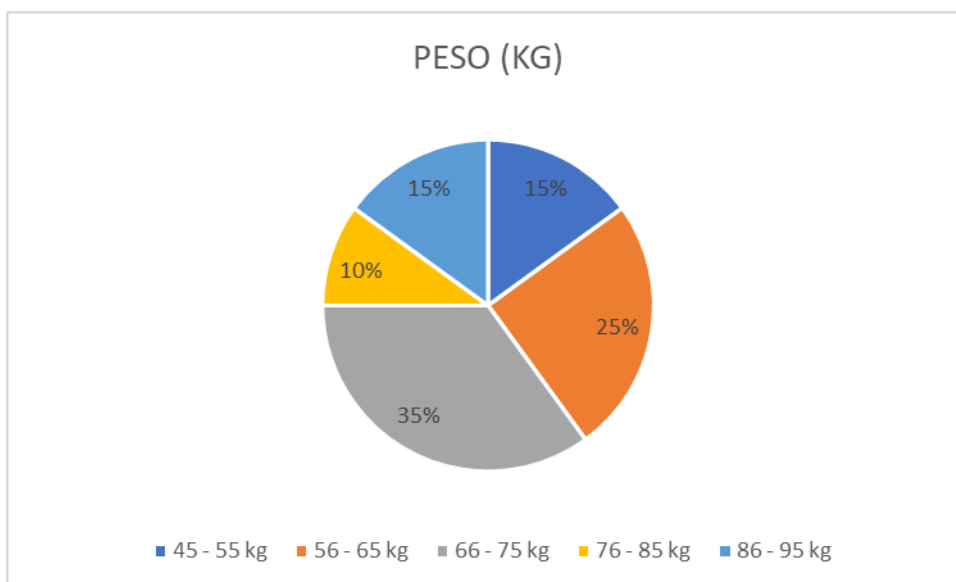
Total: la suma de las frecuencias relativas es 100%, lo que confirma la completitud de los datos.

CUADRO N°3

Distribución del peso (kg), en los pacientes de 50-80 años.

PESO (KG)	CANTIDAD	PORCENTAJE
45 - 55 kg	3	15%
56 - 65 kg	5	25%
66 - 75 kg	7	35%
76 - 85 kg	2	10%
86 - 95 kg	3	15%
TOTAL	20	100%

GRAFICO N°3



Análisis:

Se observa la distribución de los pacientes según su peso corporal.

- La categoría con mayor representación corresponde al grupo de 66 a 75 kg, que incluye al 35% de los pacientes.
- En segundo lugar, se encuentra el grupo de 56 a 65 kg, que representa el 25% de los pacientes.
- Las categorías de 45 a 55 kg y 86 a 95 kg concentran cada una el 15% de los pacientes.
- El grupo de 76 a 85 kg constituye la menor proporción, con únicamente el 10% de la muestra.

Estos resultados muestran que la mayor parte de los pacientes se ubican en un rango intermedio de peso (56 a 75 kg), lo que equivale al 60% del total de la población estudiada. En contraste, los de la distribución (45 a 55 kg y 86 a 95 kg) presentan menor representación, con un 30% en conjunto y por último el (76 a 85 kg) con el 10%.

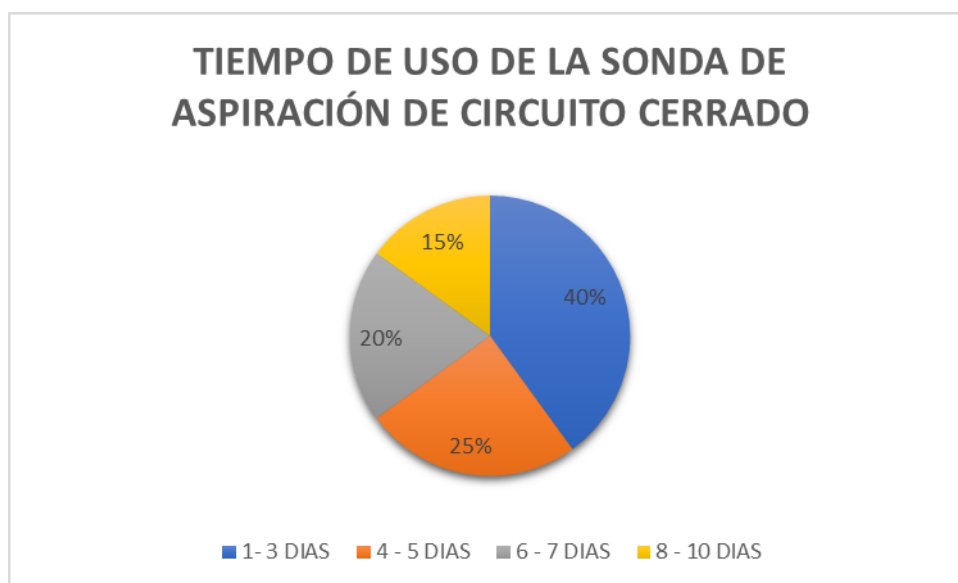
Total: la suma de las frecuencias relativas es 100%, lo que confirma la completitud de los datos.

CUADRO N°4

Distribución del tiempo de uso de la sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado.

DIAS	Fa	Fr %
1- 3 DIAS	8	40%
4 - 5 DIAS	5	25%
6 - 7 DIAS	4	20%
8 - 10 DIAS	3	15%
TOTAL	20	100%

GRAFICO N°4



Análisis:

- Los resultados muestran que la mayor proporción de pacientes (40%) utilizó la sonda entre 1 y 3 días, lo que representa a 8 casos.

Este hallazgo refleja que, en la mayoría de los pacientes, el uso del dispositivo fue limitado a un período corto, probablemente asociado a una necesidad aguda y transitoria de apoyo en la eliminación de secreciones.

- En segundo lugar, el 25% de los pacientes (5 casos) requirieron el uso de la sonda durante 4 a 5 días.
- El 20% (4 casos) prolongaron su uso de sonda de aspiración de circuito cerrado hasta 6 a 7 días.

- Y finalmente el grupo minoritario, correspondiente al 15% (3 casos), mantuvo la utilización de la sonda entre 8 y 10 días, lo cual indica un requerimiento más prolongado, posiblemente vinculado a mayor severidad clínica o complicaciones que prolongaron la necesidad del procedimiento.

Total: la suma de las frecuencias relativas es 100%, lo que confirma la completitud de los datos.

Estos resultados evidencian que, aunque la mayoría de los pacientes se concentra en los primeros 3 días de uso, existe un porcentaje relevante que requiere períodos más largos de aspiración (hasta 10 días), lo que puede asociarse con mayor compromiso respiratorio o la presencia de patologías de base que dificultan la capacidad de eliminar secreciones de manera autónoma.

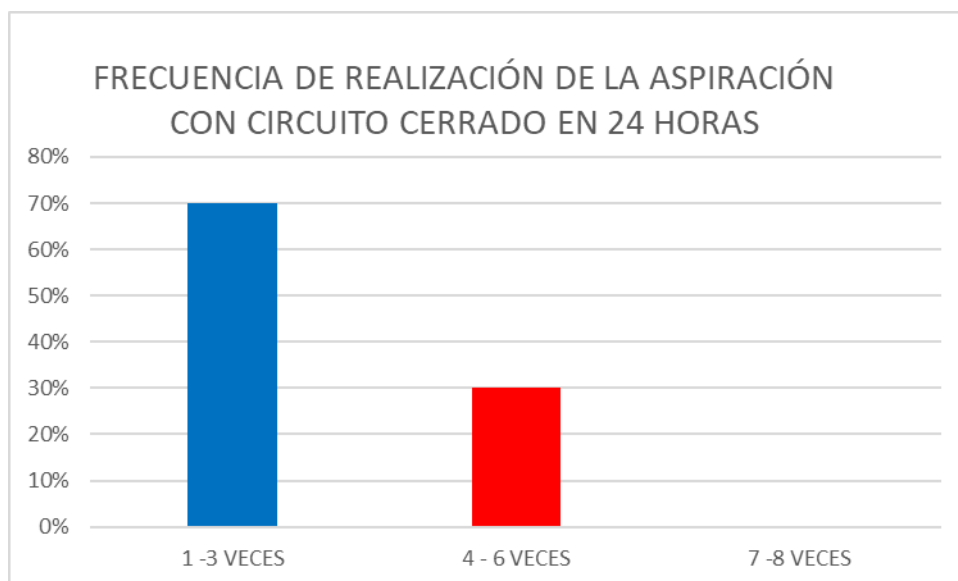
En términos generales, el análisis permite inferir que el uso de la sonda de aspiración suele ser mayoritariamente temporal y a veces de corta duración, aunque en ciertos casos específicos puede extenderse por varios días más, lo que resalta la importancia de un monitoreo constante del uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado para el manejo clínico.

CUADRO N°5

Frecuencia de realización del uso de la sonda de aspiración de secreciones con circuito cerrado en el lapso de 24 horas.

N° ASPIRACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
1 -3 VECES	14	70%
4 - 6 VECES	6	30%
7 -8 VECES	0	0
TOTAL	20	100%

GRAFICO N°5



Análisis:

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla y representados en el gráfico, se observa que:

- La mayoría de los participantes (70%, equivalente a 14 personas) realizan la aspiración entre 1 y 3 veces en un periodo de 24 horas.

Este resultado indica que, en general, la necesidad de aspiración en la población estudiada se mantiene en un rango bajo, lo que podría interpretarse como una condición clínica relativamente estable o con baja producción de secreciones.

- Un 30% de los participantes (6 personas) reportaron realizar la aspiración de 4 a 6 veces en 24 horas, lo que refleja un grupo menor con mayores requerimientos de este procedimiento. Este aumento en la frecuencia podría relacionarse con factores como el estado de salud, la presencia de secreciones abundantes o la severidad del cuadro clínico.

- Ningún participante refirió aspiraciones entre 7 y 8 veces en 24 horas, lo que sugiere que la necesidad de realizar el procedimiento de manera tan frecuente no es común dentro de la muestra estudiada. Esto puede considerarse positivo, ya que la aspiración repetitiva en exceso puede aumentar el riesgo de complicaciones como lesiones en la mucosa, infecciones o irritación de la vía aérea.

Total: la suma de las frecuencias relativas es 100%, lo que confirma la completitud de los datos.

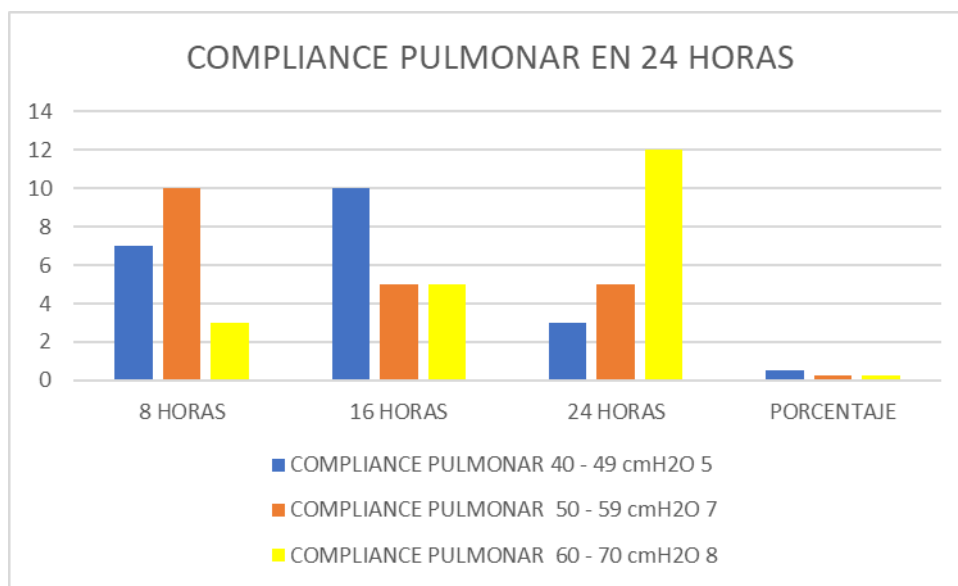
En términos globales, los resultados muestran que la frecuencia de aspiración en 24 horas se concentra mayoritariamente en el rango más bajo (1–3 veces), con una menor proporción de casos que requieren una frecuencia moderada (4–6 veces), y sin presencia de frecuencias elevadas. Esto aporta evidencia sobre la distribución de la necesidad de aspiración en la población analizada.

CUADRO N°6

Distribución de compliance pulmonar en 24 horas con el uso de la sonda de aspiración con circuito cerrado.

COMPLIANCE PULMONAR	RANGOS	AL INICIO	8 HORAS	16 HORAS	24 HORAS	Fr %
COMPLIANCE PULMONAR	40 - 49 cmH2O	5	7	10	3	50%
COMPLIANCE PULMONAR	50 - 59 cmH2O	7	10	5	5	25%
COMPLIANCE PULMONAR	60 - 70 cmH2O	8	3	5	12	25%
TOTAL		20	20	20	20	100%

GRAFICO N°6



Análisis:

En la tabla y gráfico presentados se observa la evolución del compliance pulmonar en los diferentes rangos (40–49 cmH₂O, 50–59 cmH₂O y 60–70 cmH₂O) medidos al inicio, a las 8, 16 y 24 horas.

Al analizar la evolución temporal, se observa un comportamiento dinámico del compliance:

- Al inicio, la distribución se concentraba en los tres rangos, con una proporción similar.
- A las 8 horas, el grupo con compliance de 50–59 cmH₂O alcanzó su mayor frecuencia (10 casos), sugiriendo una ligera mejoría en comparación con el inicio.
- A las 16 horas, predominó el rango de 40–49 cmH₂O (10 casos), lo que podría reflejar un empeoramiento transitorio de la mecánica pulmonar en algunos pacientes.

- A las 24 horas, se evidenció un aumento marcado en el rango de 60–70 cmH₂O (12 casos), lo que indica que la mayoría de los pacientes presentó una mejoría significativa en la distensibilidad pulmonar hacia el final del periodo de observación.

En términos clínicos, esta evolución sugiere que, aunque una parte importante de los pacientes inicia con valores de compliance bajos, existe una tendencia hacia la recuperación y mejora progresiva en las siguientes horas, especialmente hacia las 24 horas. El hallazgo es relevante ya que el compliance pulmonar es un parámetro clave en el manejo de pacientes críticos, permitiendo evaluar la respuesta al tratamiento ventilatorio y la evolución de la función pulmonar.

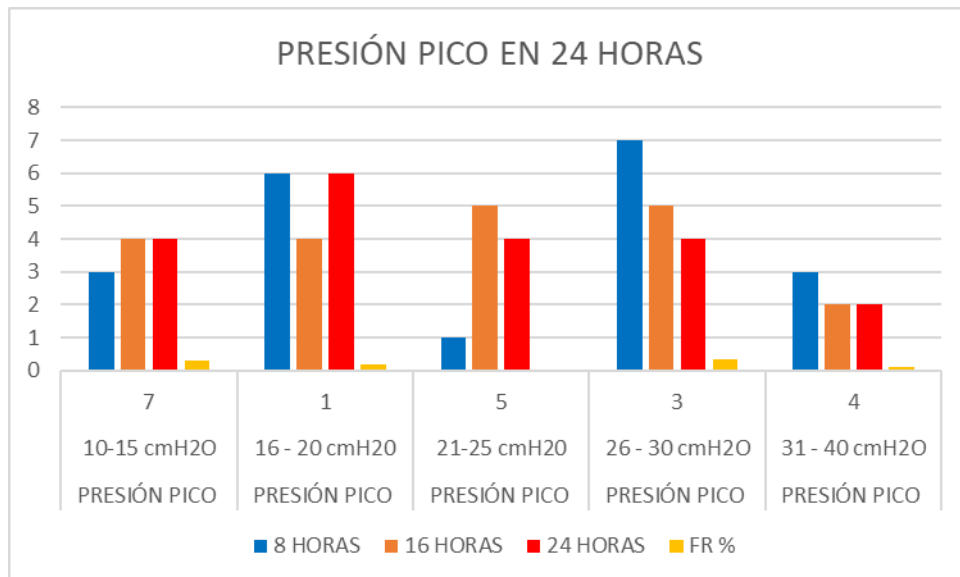
Así mismo, el hecho de que un 50% de los pacientes se mantuviera inicialmente en un rango bajo (40–49 cmH₂O), resalta la importancia de la vigilancia estrecha y la intervención oportuna para evitar complicaciones asociadas a la disminución de la elasticidad pulmonar, como el incremento del trabajo respiratorio y el riesgo de hipoxemia.

CUADRO N°7

Distribución de la presión pico en 24 horas con el uso de la sonda de aspiración con circuito cerrado.

PRESIÓN PICO	RANGOS	AL INICIO	8 HORAS	16 HORAS	24 HORAS	FR %
PRESIÓN PICO	10-15 cmH2O	7	3	4	4	30%
PRESIÓN PICO	16 - 20 cmH2O	1	6	4	6	20%
PRESIÓN PICO	21-25 cmH2O	5	1	5	4	5%
PRESIÓN PICO	26 - 30 cmH2O	3	7	5	4	35%
PRESIÓN PICO	31 - 40 cmH2O	4	3	2	2	10%
TOTAL		20	20	20	20	100%

GRAFICO N°7



Análisis:

En la tabla y el gráfico se muestra la distribución de la presión pico en distintos rangos (10–15 cmH₂O, 16–20 cmH₂O, 21–25 cmH₂O, 26–30 cmH₂O y 31–40 cmH₂O), evaluados al inicio, a las 8, 16 y 24 horas.

En cuanto a la evolución temporal, se aprecia que:

- Al inicio, la distribución se concentraba en los rangos extremos: 10–15 cmH₂O (7 casos) y 31–40 cmH₂O (4 casos).
- A las 8 horas, aumentó la proporción de pacientes en los rangos intermedios (16–20 cmH₂O y 26–30 cmH₂O), lo que puede interpretarse como un ajuste inicial de la mecánica ventilatoria.

- A las 16 horas, se observa un equilibrio entre los diferentes rangos, con mayor presencia en 26–30 cmH₂O (7 casos), lo que sugiere una tendencia hacia presiones más altas en algunos pacientes.
- A las 24 horas, la distribución se estabilizó, manteniéndose (4 pacientes) en los rangos de 10–15 cmH₂O y 21–25 cmH₂O, (6 pacientes) en 16–20 cmH₂O y (2 pacientes) en los rangos más altos (31–40 cmH₂O).

Desde el punto de vista clínico, la presencia de valores de presión pico elevados (≥ 30 cmH₂O) en un 10% de los pacientes es un hallazgo relevante, ya que este parámetro se asocia con riesgo de barotrauma, volutrauma y lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica. Sin embargo, el hecho de que la mayoría de los pacientes se mantuviera en rangos bajos a moderados (10–30 cmH₂O) indica un control relativamente adecuado de la mecánica ventilatoria dentro de las primeras 24 horas.

- Los resultados reflejan que la mayor proporción de pacientes (35%) se encuentra en el rango de 26–30 cmH₂O, seguido por un 30% en el rango de 10–15 cmH₂O.

Estos hallazgos sugieren que una parte significativa de los pacientes presenta valores relativamente bajos de presión pico (10–15 cmH₂O), asociados con una menor resistencia en la vía aérea, mientras que otro grupo considerable requiere presiones moderadas (26–30 cmH₂O), lo cual puede indicar cierto grado de compromiso respiratorio o reducción de la distensibilidad pulmonar.

- Por otra parte, el 20% de los pacientes se ubicó en el rango de 16–20 cmH₂O, y un 10% en el rango de 31–40 cmH₂O, mientras que solo un 5% presentó valores de 21–25 cmH₂O.

Esto evidencia que los extremos de presión muy baja o alta no son predominantes, pero sí existen pacientes con mayor riesgo de complicaciones ventilatorias al encontrarse en los rangos elevados (31–40 cmH₂O).

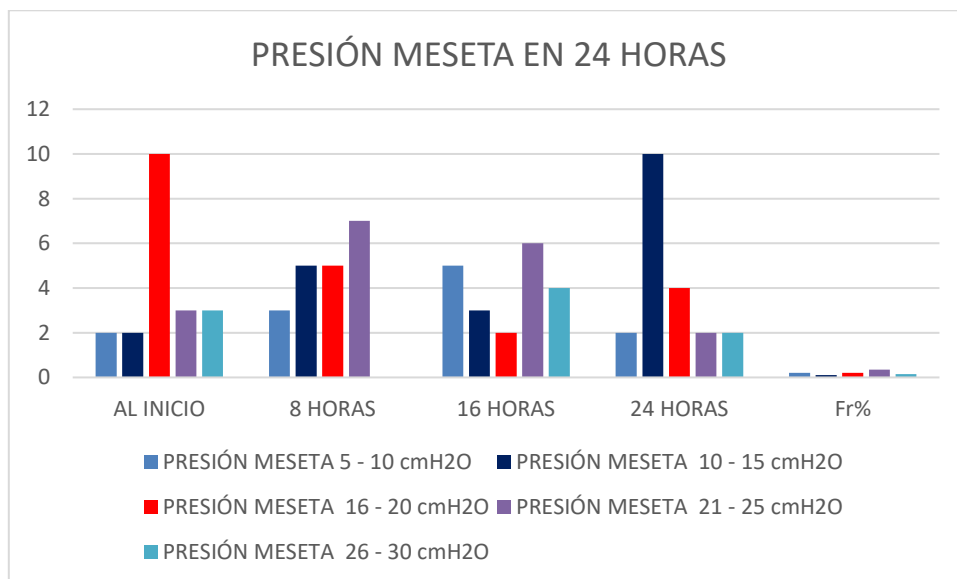
En conclusión, los datos muestran una tendencia hacia la estabilidad de la presión pico, con predominio en valores moderados y una disminución gradual de los casos en rangos elevados al final del periodo de observación. Esto refleja la importancia del monitoreo continuo y de los ajustes en la estrategia ventilatoria para prevenir complicaciones y optimizar el intercambio gaseoso.

CUADRO N°8

Distribución porcentual de la presión meseta durante 24 horas con el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado.

PRESIÓN MESETA	RANGOS	AL INICIO	8 HORAS	16 HORAS	24 HORAS	Fr%
PRESIÓN MESETA	5 - 10 cmH2O	2	3	5	2	20%
PRESIÓN MESETA	10 - 15 cmH2O	2	5	3	10	10%
PRESIÓN MESETA	16 - 20 cmH2O	10	5	2	4	20%
PRESIÓN MESETA	21 - 25 cmH2O	3	7	6	2	35%
PRESIÓN MESETA	26 - 30 cmH2O	3	0	4	2	15%
TOTAL		20	20	20	20	100%

GRAFICO N°8



Análisis:

- A las 8 horas

Hay una reducción notable de las presiones muy elevadas (26-30 cmH2O). Se concentran más pacientes en rangos intermedios (16-20 y 21-25 cmH2O)

- A las 16 horas

Se observa una mayor distribución equilibrada, con predominio de los rangos intermedios (16-25 cmH2O). Disminuyen los casos en los extremos (muy bajos o muy altos).

- A las 24 horas

Hay un cambio claro, aumenta el número de pacientes en los rangos bajos (5-10 cmH2O y 10-15 cmH2O).

Disminuyen los pacientes con presiones meseta mayores a 20 cmH₂O..

Al inicio, una proporción considerable de pacientes presentaba presiones meseta elevadas, lo que los exponía a mayor riesgo de lesión pulmonar inducida por el ventilador. A lo largo de las 24 horas, se observa una tendencia descendente en la presión meseta, con mayor concentración en los rangos seguros (<25 cmH₂O).

En el grafico anterior se observa una mayor proporción de pacientes con presiones meseta altas (26-30 cmH₂O), lo que indica un inicio con condiciones más críticas.

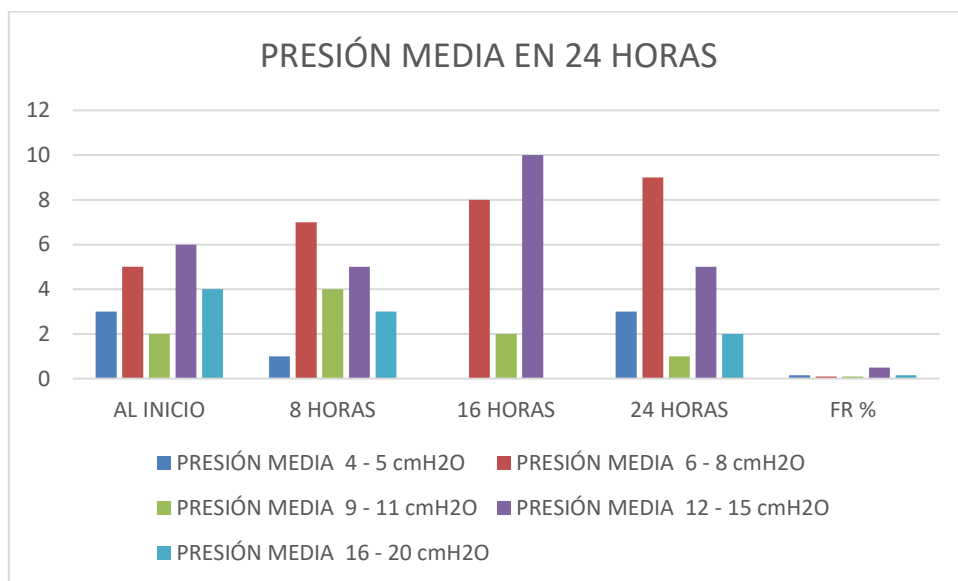
Los valores intermedios (16-25 cmH₂O) también tienen una representación importante.

CUADRO N°9

Distribución porcentual de la presión media durante 24 horas con el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado.

PRESIÓN MEDIA	RANGOS	AL INICIO	8 HORAS	16 HORAS	24 HORAS	FR %
PRESIÓN MEDIA	4 - 5 cmH ₂ O	3	1	0	3	15%
PRESIÓN MEDIA	6 - 8 cmH ₂ O	5	7	8	9	10%
PRESIÓN MEDIA	9 - 11 cmH ₂ O	2	4	2	1	10%
PRESIÓN MEDIA	12 - 15 cmH ₂ O	6	5	10	5	50%
PRESIÓN MEDIA	16 - 20 cmH ₂ O	4	3	0	2	15%
TOTAL		20	20	20	20	100%

GRAFICO N°9



Análisis:

Al inicio

Se observa una mayor concentración de pacientes en los rangos de 9-11 cmH₂O y 12-15 cmH₂O, lo que indica valores intermedios de presión media.

También hay casos en rangos bajos (4-5 y 6-8 cmH₂O), pero con menor frecuencia.

- A las 8 horas

Aumenta la proporción de pacientes en 12-15 cmH₂O, sugiriendo un incremento de la presión media, probablemente asociado a ajustes ventilatorios (PEEP, tiempo inspiratorio o relación I:E).

Los valores más bajos (4-5 cmH₂O) prácticamente desaparecen.

- A las 16 horas

Se mantiene un predominio en los rangos de 12-15 cmH₂O, pero también hay una proporción importante en 9-11 cmH₂O.

Esto muestra una tendencia a estabilizarse en rangos medios de seguridad, evitando tanto presiones muy bajas como muy elevadas.

- A las 24 horas

La distribución se concentra en 9-11 cmH₂O y 12-15 cmH₂O, con menos casos en los extremos.

Se observa un equilibrio más claro, lo que podría reflejar un mejor ajuste ventilatorio y condiciones pulmonares más estables.

El gráfico muestra que, al inicio, algunos pacientes tenían valores bajos (4-8 cmH₂O), lo que podía comprometer oxigenación.

Conforme avanzaron las horas, la presión media se desplazó hacia los rangos intermedios (9-15 cmH₂O), considerados más seguros y efectivos para garantizar adecuada oxigenación sin excesivo riesgo de daño.

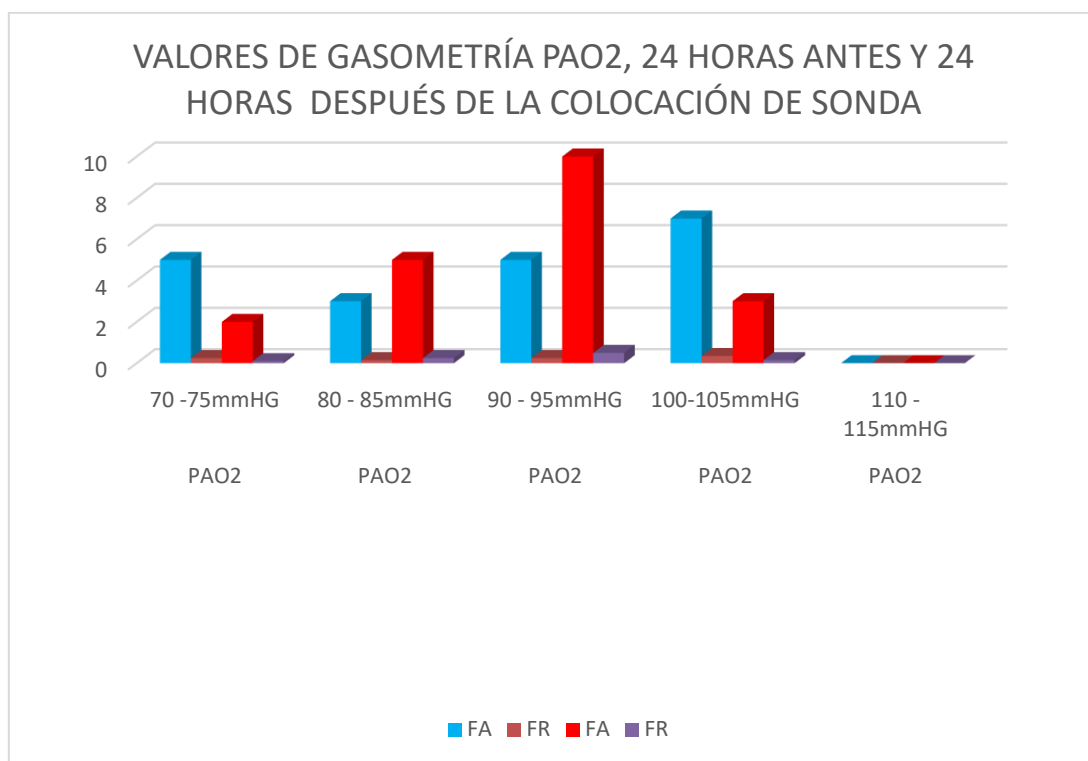
La reducción de valores extremos a las 24 horas refleja optimización y estabilidad.

CUADRO N°10

Distribución porcentual de la presión parcial de oxígeno en sangre arterial durante 24 horas con el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado.

PARAMETRO	RANGOS	24H ANTES DE LA SONDA		24 HORAS DESPUÉS DE LA SONDA	
		FA	FR	FA	FR
PAO2	70 -75mmHG	5	25%	2	10%
PAO2	80 - 85mmHG	3	15%	5	25%
PAO2	90 - 95mmHG	5	25%	10	50%
PAO2	100-105mmHG	7	35%	3	15%
PAO2	110 - 115mmHG	0	0	0	0
TOTAL		20	100%	20	100%

GRAFICO N°10



Análisis:

PaO₂ 70–75 mmHg

•Antes de la colocación de sonda (FA), hay varios pacientes en este rango (hipoxemia leve).

•Después (FR), la frecuencia disminuye notablemente, lo que indica mejoría en la oxigenación.

PaO₂ 80–85 mmHg

Ligeramente representado en FA, pero aumenta tras el procedimiento en FR, lo que muestra

un desplazamiento hacia valores más altos de oxigenación.

PaO₂ 90–95 mmHg

Es el rango con mayor número de pacientes en FR, mientras que en FA era bajo.

Esto sugiere que la mayoría migró hacia valores considerados normales de oxigenación.

PaO₂ 100–105 mmHg

Presencia significativa en FR, con un aumento respecto a FA.

Indica que un grupo de pacientes alcanzó valores incluso superiores al rango normal bajo (80–100 mmHg), reflejando una oxigenación más efectiva.

PaO₂ > 110 mmHg

Muy pocos casos tanto en FA como en FR, lo que muestra que no hubo hiperoxia marcada.

La comparación demuestra un desplazamiento positivo en los valores de PaO₂ después de la colocación de la sonda, con reducción de hipoxemia y aumento en los rangos de normalidad (90–105 mmHg).

Antes de la intervención, varios pacientes estaban en hipoxemia leve (70–75 mmHg),.

Esto sugiere que la colocación de la sonda tuvo un efecto favorable en la ventilación y/o en la oxigenación, posiblemente por mejor drenaje, ajuste ventilatorio más eficiente o estabilización del intercambio gaseoso.

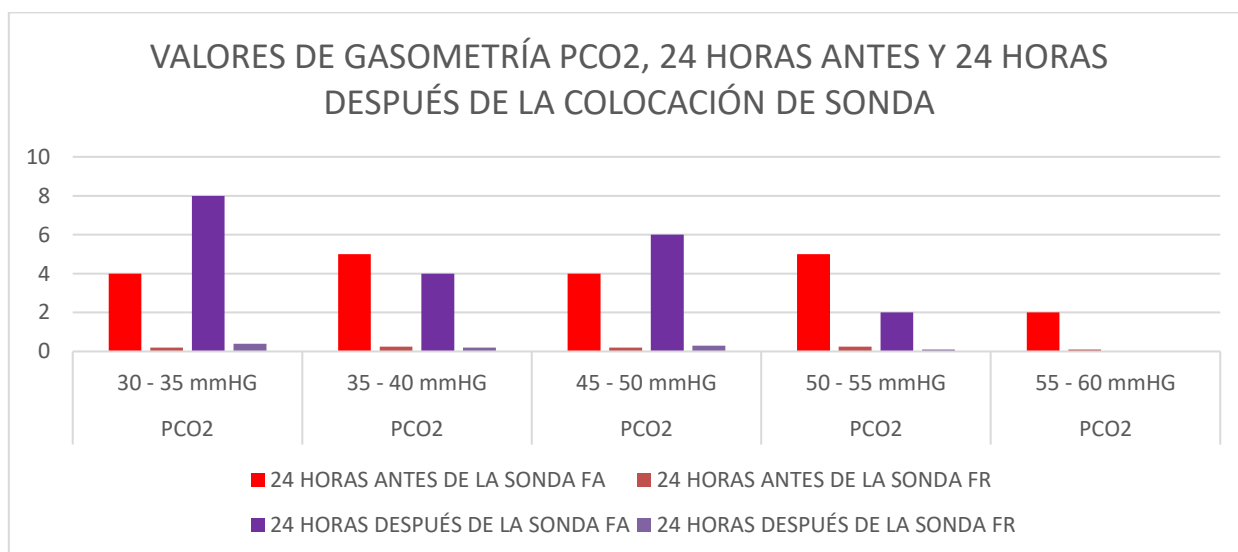
Los valores gasométricos de PaO₂ muestran una mejoría significativa en la oxigenación a las 24 horas posteriores a la colocación de la sonda. La mayor parte de los pacientes pasó de presentar hipoxemia leve a mantener valores dentro del rango normal de oxigenación.

CUADRO N°11

Distribución porcentual de la presión parcial de dióxido de carbono en sangre durante 24 horas con el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado.

PARAMETRO	RANGOS	24 HORAS ANTES DE LA SONDA		24 HORAS DESPUÉS DE LA SONDA	
		FA	FR	FA	FR
PCO2	30 - 35 mmHG	4	20%	8	40%
PCO2	35 - 40 mmHG	5	25%	4	20%
PCO2	45 - 50 mmHG	4	20%	6	30%
PCO2	50 - 55 mmHG	5	25%	2	10%
PCO2	55 - 60 mmHG	2	10%	0	0
TOTAL		20	100%	20	100%

GRAFICO N°11



Análisis:

En la tabla y gráfico presentados se observa la distribución de los valores de presión parcial de dióxido de carbono (PCO₂) en sangre arterial, comparando los resultados obtenidos 24 horas antes y 24 horas después de la colocación de la sonda.

Previo a la colocación, los valores se encontraban distribuidos en diferentes rangos, destacando que un 25% de los pacientes presentaban hipercapnia moderada (50–55 mmHg) y un 10% hipercapnia más marcada (55–60 mmHg). En contraste, únicamente un 20% se encontraban dentro del rango considerado bajo-normal (30–35 mmHg).

Posterior a la intervención, los valores evidencian una redistribución significativa: el 40% de los pacientes alcanzaron niveles de 30–35 mmHg y un 20% se situaron en 35–40 mmHg,

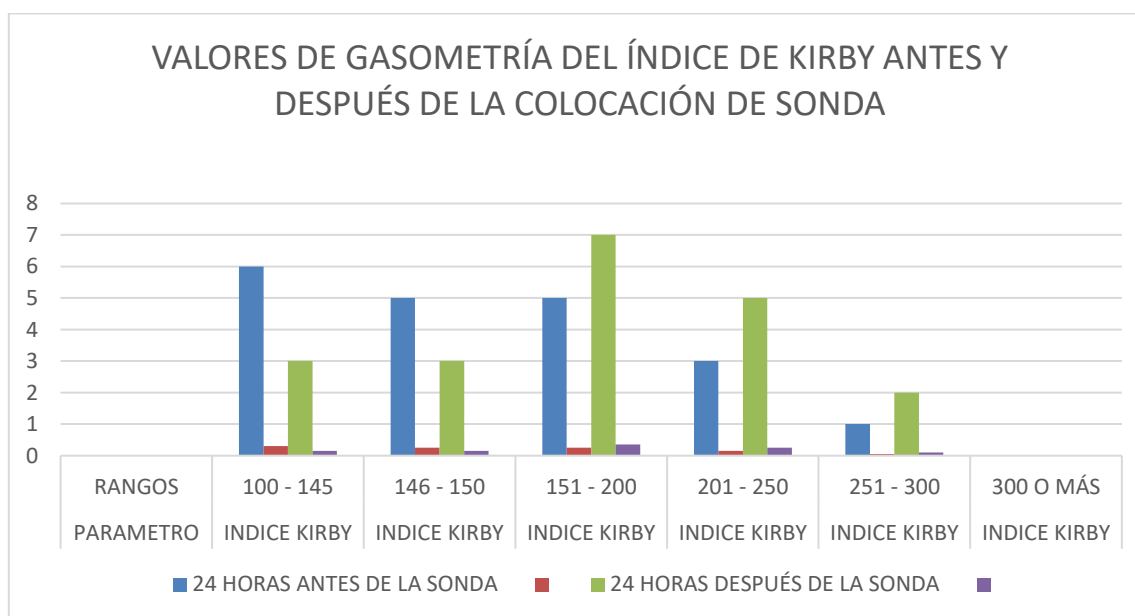
lo que representa un incremento en la proporción de pacientes dentro de rangos cercanos a la normocapnia. Asimismo, la frecuencia de pacientes con PCO_2 elevado disminuyó notablemente: de un 35% en los rangos de 50–60 mmHg antes de la colocación, a solo un 15% después de la misma.

Estos hallazgos sugieren que la colocación de la sonda favoreció un mejor control de la ventilación alveolar, reduciendo los casos de hipercapnia y promoviendo valores de PCO_2 más estables y compatibles con un adecuado intercambio gaseoso. De esta manera, el procedimiento se muestra eficaz como estrategia de apoyo en pacientes bajo ventilación mecánica, contribuyendo a la prevención de complicaciones asociadas con la retención de CO_2 .

Distribución del índice de kirby durante 24 horas con el uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado.

PARAMETRO	RANGOS	24 HORAS ANTES DE LA SONDA		24 HORAS DESPUÉS DE LA SONDA	
		FA	FR	FA	FR
INDICE KIRBY	100 - 145	6	30%	3	15%
INDICE KIRBY	146 - 150	5	25%	3	15%
INDICE KIRBY	151 - 200	5	25%	7	35%
INDICE KIRBY	201 - 250	3	15%	5	25%
INDICE KIRBY	251 - 300	1	5%	2	10%
INDICE KIRBY	300 O MÁS	0	0%	0	0%
TOTAL			20 100%		20 100%

GRAFICO N°12



Análisis:

- Rangos bajos (100–145 y 146–150)

Antes de la colocación de la sonda había un número importante de pacientes en estos rangos, lo que refleja oxigenación severamente comprometida (SDRA grave o moderado-severo).

Después de la colocación de la sonda, disminuye la frecuencia en estos rangos, indicando mejoría en la relación PaO₂/FiO₂.

- Rango intermedio (151–200)

Antes del procedimiento ya existía representación en este rango.

Después de la colocación, aumenta notablemente el número de pacientes aquí, lo que sugiere que muchos migraron desde rangos más bajos hacia una condición de SDRA moderado.

- Rangos superiores (201–250 y 251–300)

Prácticamente no había pacientes antes de la intervención.

Tras la colocación de la sonda, aparece un grupo en estos rangos, lo cual refleja una mejoría significativa en la oxigenación, acercándose incluso a valores de normalidad relativa (>300).

Los resultados del índice de Kirby muestran que 24 horas después de la colocación de la sonda se observa un claro desplazamiento hacia rangos más altos de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, lo cual representa una mejoría de la oxigenación arterial.

Antes del procedimiento predominaban valores compatibles con SDRA grave o moderado-severo, mientras que después aumenta la proporción de pacientes en rangos de SDRA moderado y leve, e incluso algunos alcanzaron valores casi normales.

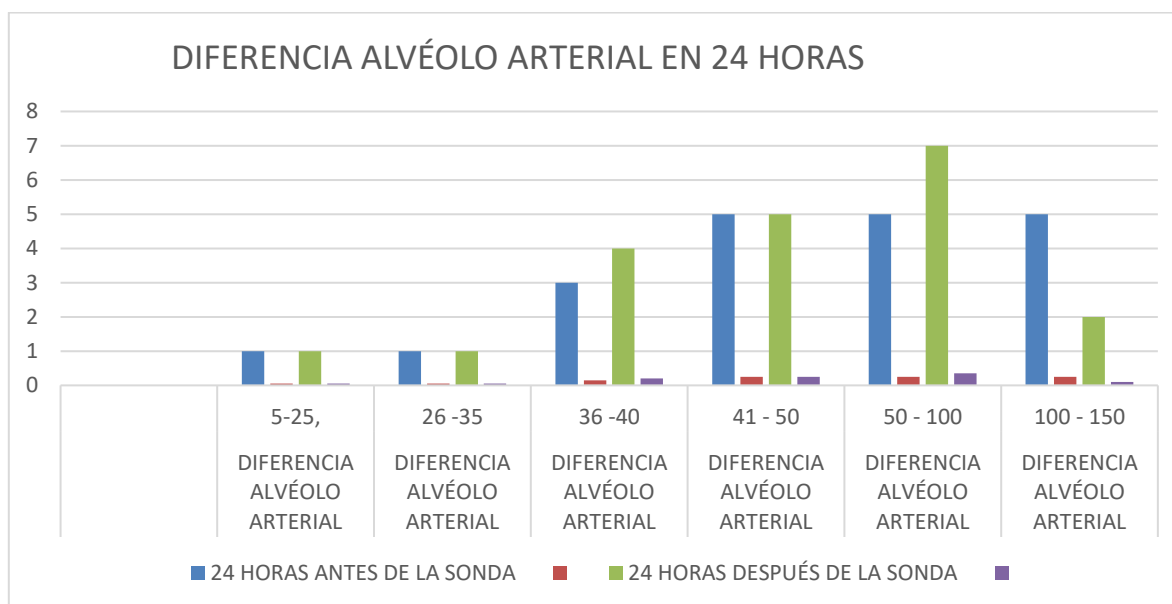
Estos hallazgos refuerzan la conclusión de que la colocación de la sonda constituye una intervención que favorece la función pulmonar y reduce la severidad del compromiso respiratorio.

CUADRO N°13

Distribución de la diferencia alveolo arterial durante 24 horas con el uso de la sonda de circuito cerrado.

PARAMETRO	RANGOS	24 HORAS ANTES DE LA SONDA		24 HORAS DESPUÉS DE LA SONDA	
		FA	FR	FA	FR
DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL	5-25,	1	5%	1	5%
DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL	26 -35	1	5%	1	5%
DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL	36 -40	3	15%	4	20%
DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL	41 - 50	5	25%	5	25%
DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL	50 - 100	5	25%	7	35%
DIFERENCIA ALVÉOLO ARTERIAL	100 - 150	5	25%	2	10%
TOTAL		20	100%	20	100%

GRAFICO N°13



Análisis:

- Rangos bajos (5–25 y 26–35 mmHg)
Antes de la colocación de la sonda había pocos pacientes en estos rangos.
Después del procedimiento, se observa un incremento, indicando mejoría en la eficiencia del intercambio gaseoso.

- Rangos intermedios (36–40 y 41–50 mmHg)
Antes, la mayoría de los pacientes se concentraba en estos valores.
Después, persiste una proporción considerable, aunque con ligera reducción en 41-50 mmHg, lo que sugiere que parte de estos pacientes migraron hacia valores más bajos.
- Rango alto (50–100 mmHg)
Antes del procedimiento, varios pacientes estaban en este rango, reflejando alteración significativa del intercambio gaseoso.
Después, se observa una reducción importante, mostrando una tendencia a la mejoría.
- Rango muy alto (100–150 mmHg)
Presente en algunos pacientes antes de la intervención.
Tras 24 horas de la colocación de la sonda, este grupo prácticamente desaparece, lo que representa un cambio positivo en la oxigenación.

El análisis de la diferencia alvéolo-arterial demuestra que 24 horas después de la colocación de la sonda se observa una reducción significativa en los valores elevados de A-aDO₂, con desplazamiento hacia rangos más bajos.

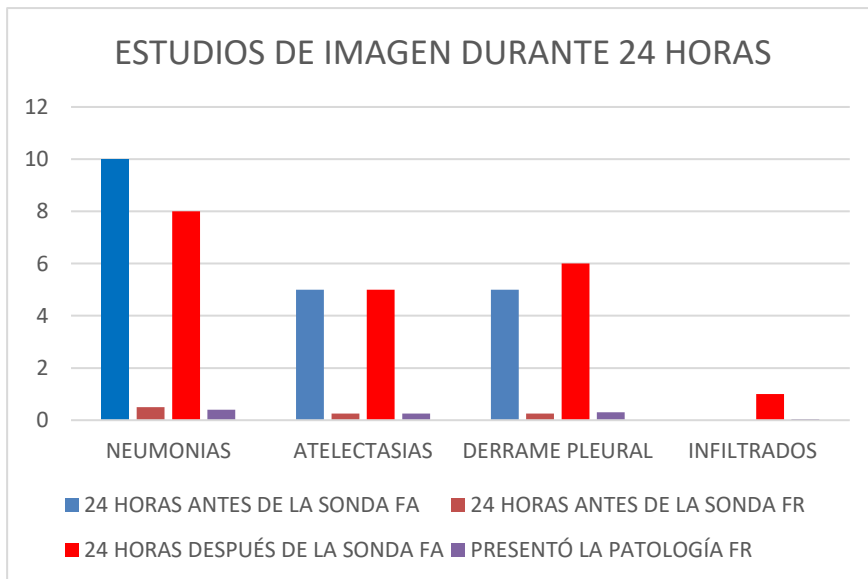
Estos hallazgos reflejan una mejoría en la eficiencia del intercambio gaseoso, consistente con la mejoría observada en otros parámetros gasométricos (PaO₂ y el índice de Kirby).

CUADRO N°14

Distribución porcentual de los pacientes que presentaron problemas en las radiografías antes y después de la colocación de la sonda de aspiración de circuito cerrado.

RADIOGRAFÍA DE TORAX	PRESENTÓ LA PATOLOGÍA	24 HORAS ANTES DE LA SONDA		24 HORAS DESPUÉS DE LA SONDA	
		FA	FR	FA	FR
NEUMONIAS	SI	10	50%	8	40%
ATELECTASIAS	SI	5	25%	5	25%
DERRAME PLEURAL	SI	5	25%	6	30%
INFILTRADOS	NO	0	0%	1	5%
TOTAL		20	100%	20	100%

GRAFICO N°14



Análisis:

- Neumonías

Antes de la colocación de la sonda (FA) se identificaba un número elevado de casos (≈ 10). Después de 24 horas, la frecuencia disminuye de manera notable (≈ 7). Esto sugiere que hubo una reducción en la consolidación pulmonar tras el procedimiento.

- Atelectasias

Al inicio, se observa una proporción significativa de pacientes con esta alteración. Después de la colocación de la sonda, la frecuencia se mantiene similar o con ligera

reducción, lo que indica que persiste la alteración, pero sin incremento.

- Derrame pleural

Presente antes de la intervención en varios pacientes.

Posteriormente, se mantiene con ligera disminución, lo que indica cierta mejoría en la dinámica pulmonar.

- Infiltrados

Muy pocos casos antes del procedimiento.

Tras 24 horas, se mantiene baja frecuencia, mostrando estabilidad.

Los estudios de imagen muestran que 24 horas después de la colocación de la sonda hubo una reducción en los casos de neumonía y derrame pleural, mientras que las atelectasias permanecieron relativamente estables.

Estos hallazgos son consistentes con la mejoría en parámetros gasométricos (PaO_2 , PaCO_2 , índice de Kirby y diferencia A-a), ya que una disminución de las alteraciones pulmonares se traduce en un mejor intercambio gaseoso.

En conjunto, los resultados sugieren que la colocación de la sonda contribuyó no solo a una mejoría funcional en la oxigenación y ventilación, sino también a una evidente mejoría radiológica en la condición pulmonar de los pacientes.

CAPÍTULO VI

6.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio realizado y el análisis de los resultados encontrados en la investigación, a través del instrumento de recolección de datos que se utilizó en el Hospital general de neumología y medicina familiar Dr. José Antonio Saldaña se concluyó que:

El estado de la capacidad residual funcional de los pacientes que tienen sonda de aspiración de circuito cerrado se logró mantener en niveles fisiológicos estables.

Los cambios que se vieron reflejados, en la capacidad residual funcional, fueron positivos, lo que demuestra que, si la aspiración de secreciones en los pacientes que están en ventilación mecánica es realizada mediante el circuito cerrado y haciendo uso de una técnica correcta y eficaz, se minimiza la posibilidad que se pierda la capacidad residual funcional del paciente ventilado.

Asimismo, es importante señalar que la presencia de distrés respiratorio en los pacientes ventilados representa un factor crítico que puede agravar la pérdida de la capacidad residual funcional. Dicho estado se caracteriza por alteraciones en la oxigenación y en la mecánica pulmonar, lo que incrementa la vulnerabilidad del paciente a complicaciones asociadas con la aspiración de secreciones. En este contexto, la utilización del sistema de aspiración con circuito cerrado no solo favorece la preservación de la función pulmonar, sino que también contribuye a disminuir los episodios de descompensación respiratoria, fortaleciendo su papel como una estrategia esencial en el manejo integral de pacientes críticos.

La evolución de posibles soluciones para minimizar la pérdida de la capacidad residual funcional en los pacientes sugiere hacer uso de la sonda de circuito cerrado, ya que protege la oxigenación, mantiene la PEEP, reduce el riesgo de infección, permite aspiraciones más frecuentes y es más segura para pacientes críticos que la aspiración abierta u otros métodos.

6.2 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos se sugiere la colocación de la sonda de circuito cerrado como una medida eficaz para optimizar la ventilación alveolar en pacientes bajo ventilación mecánica, ya que los resultados mostraron una disminución de los casos de hipercapnia, favoreciendo un adecuado intercambio gaseoso, siempre implementando vigilancia constante en este tipo de pacientes críticos.

Se recomienda reforzar acciones paralelas como la fisioterapia respiratoria, una aspiración de secreciones eficaz con la ayuda del circuito cerrado y un monitoreo continuo de los parámetros ventilatorios, con el fin de reducir el riesgo de atelectasias, neumonías y derrames pleurales asociados al procedimiento, utilizando el circuito cerrado se podrá disminuir la exposición del circuito respiratorio al ambiente, así se podrá reducir el riesgo de las neumonías asociadas al ventilador, favoreciendo más a las personas mayores de edad.

Es primordial capacitar de manera continua al personal de salud en la correcta colocación, manejo y seguimiento de la sonda de aspiración con circuito cerrado, garantizando una aplicación segura y estandarizada del procedimiento, ya que es útil en pacientes críticos con secreciones abundantes o que tengan una inestabilidad hemodinámica.

Se sugiere desarrollar estudios a futuros orientados a comparar el impacto de la sonda de aspiración con circuito cerrado en comparación con otras técnicas de aspiración en pacientes con distrés respiratorio sobre la capacidad residual funcional, lo cual permitirá generar estrategias terapéuticas más efectivas y una mejor planificación del cuidado clínico, considerando distintos grupos de pacientes y condiciones clínicas para poder ampliar la evidencia científica.

7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2021). Principios de Anatomía y Fisiología. Editorial Médica Panamericana.
2. West, J. B. (2006). Fisiología respiratoria. Barcelona: Editorial Médica Panamericana.
3. Estenssoro, E., Gonzalez, I., & Plotnikow, G. A. (Mayo de 2024). Síndrome de distrés respiratorio agudo en la pos-pandemia una nueva definición. Obtenido de: <https://www.medintensiva.org/es-sindrome-distres-respiratorio-agudo-pos-pandemia-articulo-S0210569124000603>
4. Reilly, J. P., Calfee, C. S., & Christie, J. D. (2019). Fenotipos del síndrome de distrés respiratorio agudo. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*.
5. Hamilton Medical. (2025). Obtenido de Hamilton Medical: <https://www.hamilton-medical.com/es/Products/Technologies/P-V-Tool.html>
6. Amato, M. B., & Ranieri, V. M. (2022). Estrategias de ventilación protectora en cirugía cardiovascular. Obtenido de https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182022000100006
7. Botto, M., Carballo, J. M., Dotta, M. E., Giménez, M. L., & Tiribelli, N. (5 de Junio de 2023). Revista Argentina de Terapia Intensiva. Obtenido de Implementación de la ventilación mecánica protectora en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda. Obtenido de: <https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/885/1063>
8. Secretaría de Salud. (2018). Obtenido de: Radiología disciplina esencial para la salud. <https://www.gob.mx/salud/articulos/la-radiologia-y-su-importancia-para-la-salud>
9. Secretaría de Salud. (2018). Obtenido de: Radiología disciplina esencial para la salud. <https://www.gob.mx/salud/articulos/la-radiologia-y-su-importancia-para-la-salud>
10. Manual Merck. (s.f.). Obtenido de Generalidades sobre la ventilación mecánica: <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/insuficiencia-respiratoria-y-ventilaci%C3%B3n-mec%C3%A1nica/generalidades-sobre-la-ventilaci%C3%B3n-mec%C3%A1nica>
11. Galimany Masclans, J., Berlanga Olalla, R., & Pernas Canadell, J. C. (2013). La radiografía de tórax en la unidad de cuidados intensivos. *Imagen Diagnóstica*, 13-19. Obtenido de: <https://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-articulo-la-radiografia-torax-unidad-cuidados-S2171366912000030>

12. Chavarri Laserna, A. (2023). Relación entre parámetros gasométricos en una muestra de pacientes críticos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12880/5370>
13. Virginia Tech. (s.f.). Pulmonary physiology for pre-clinical students, The alveolar gas equation and alveolar–arterial PO₂ difference. Obtenido de <https://pressbooks.lib.vt.edu/pulmonaryphysiology/chapter/the-alveolar-gas-equation-and-alveolar-arterial-po2-difference/>
14. Chavarri Laserna, A. (2023). Relación entre parámetros gasométricos en una muestra de pacientes críticos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12880/5370>

ANEXOS

ANEXO 1. PORTADA DEL INFORME FINAL

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



EFICACIA DEL USO DE LA SONDA DE ASPIRACIÓN DE CIRCUITO CERRADO EN PACIENTES CON TUBO OROTRAQUEAL BAJO VENTILACIÓN MECÁNICA PARA MANTENER LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL DURANTE LA ASPIRACIÓN DE SECRECIONES EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO MASCULINOS Y FEMENINOS DE 50 A 80 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL GENERAL DE NEUMOLOGÍA Y MEDICINA FAMILIAR DR. JOSÉ ANTONIO SALDAÑA EN EL MES DE AGOSTO DE 2025.

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

PRESENTADO POR:

BR. JENNYFER DAYANA CORNEJO DURÁN CD19022

BR. WALTER RODRIGO SÁNCHEZ RÍOS SR20020

BR. KATHERINE IVONNE VILLEGAS ZEPEDA VZ19003

ASESOR:

LIC. MIGUEL ALBERTO GUZMÁN AVILÉS

CIUDAD UNIVERSITARIA, "DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA" SEPTIEMBRE 2025.

ANEXO 2. INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

GUIA DE OBSERVACIÓN

1. DATOS GENERALES

Edad: _____ años Sexo: F____ M_____ Peso: _____Kg

2. DATOS SOBRE EL USO DE LA SONDA DE ASPIRACIÓN

Tiempo de uso de la sonda de aspiración de circuito cerrado Días_____Horas_____

Frecuencia con la que se realiza la técnica de aspiración de secreciones en los pacientes

1 – 3 veces _____ 4 – 6 veces _____ 7 - 8 veces _____

3. PARÁMETROS VENTILATORIOS

Indicador	Al inicio	8 horas	16 horas	24 horas
Compliance pulmonar				
Presión pico				
Presión meseta				
Presión media				

4. GASOMETRÍA ARTERIAL

¿Cuáles fueron los resultados de los valores antes y después de la toma de gasometría arterial en pacientes que fueron aspirados con la sonda de succión de circuito cerrado?

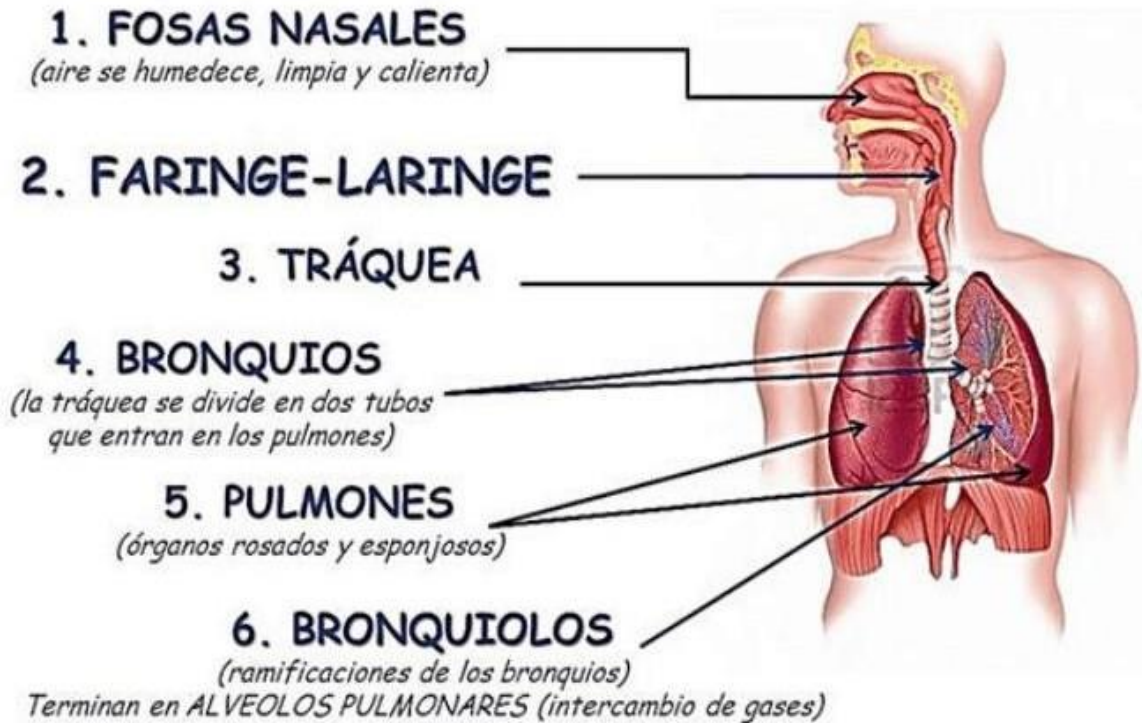
PARAMETROS	JORNADA RUTINARIA DE TOMA DE GASES ARTERIALES DE LAS 4:00 AM, PREVIO A LA COLOCACION DE LA SONDA	JORNADA RUTINARIA DE TOMA DE GASES ARTERIALES 24 HORAS DESPUES DE LA COLOCACION DE LA SONDA
Pao2		
Pco2		
Índice Kirby/ Pafi		
Diferencia Alveolo Arterial		

5. ESTUDIOS DE IMAGEN

Resultados de las radiografías al usar la sonda de succión con circuito cerrado.

RADIOGRAFIA DE TORAX	JORNADA RUTINARIA DE TOMA DE RADIOGRAFIA A LAS 4:00 AM, PREVIO A LA COLOCACION DE LA SONDA	JORNADA RUTINARIA DE TOMA DE RADIOGRAFIA 24 HORAS DESPUES DE LA COLOCACION DE LA SONDA
NEUMONIAS		
ATELECTASIAS		
DERRAME PLEURAL		
INFILTRADOS		

ANEXO 3.



ANEXO 4.

SÍNDROME DE DIFICULTAD RESPIRAORIA AGUDA
DEFINICIÓN DE BERLÍN

CATEGORÍA DE SDRA	OXIGENACIÓN
Nivel de Gravedad	
Leve	200 mmHg < PaO ₂ /FIO ₂ ≤ 300 mmHg* con PEEP o CPAP ≥ 5 cm H ₂ O
Moderado	100 mmHg < PaO ₂ /FIO ₂ ≤ 200 mmHg con PEEP ≥ 5 cm H ₂ O
Grave	PaO ₂ /FIO ₂ ≤ 100 mmHg con PEEP ≥ 5 cm H ₂ O
CRITERIOS CLÍNICOS	
Cronología	Comienzo dentro de la semana de ocurrido un daño conocido o síntomas respiratorios agravados o nuevos
Estudios de Imagen	Opacidades bilaterales no totalmente explicadas por derrames, colapso lobular o pulmonar, o nódulos
Origen del Edema	Insuficiencia respiratoria no explicada completamente por la insuficiencia cardíaca o la sobrecarga de líquidos

ANEXO 5



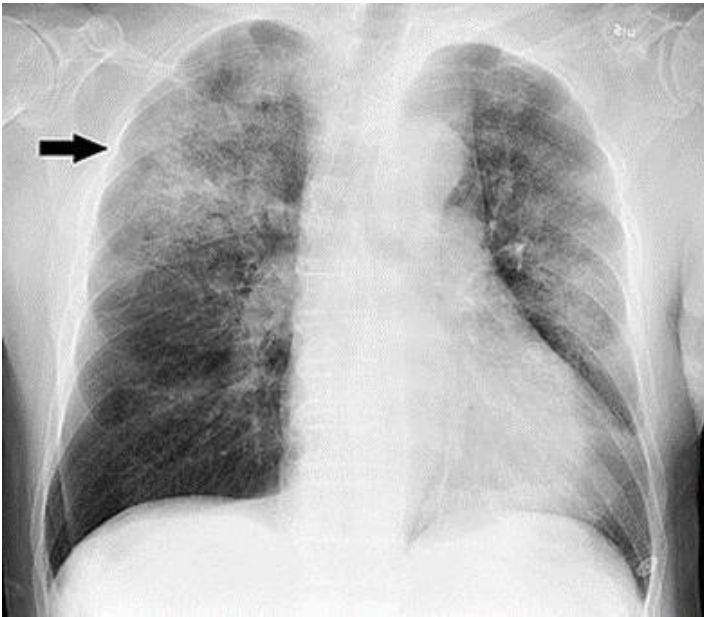
ANEXO 6



ANEXO 7



ANEXO 8



ANEXO 9

	Normales	Altos	bajo
PaCO2	35-45 mmHg	>45mmHg Hipercapnia	<35mmHg Hipocapnia
PaO2	≥80	-	<80 Hipoxemia
SaO2	≥95	-	<90 Hipoxia
CO2	27-33 mmol/L	-	-
pH	7.35-7.45	>7.45 Alcalemia	<7.35 Acidemia
HCO3	22-26 mEq/L	-	-
EB	-2 - +2 mmol/L	-	-
Na+	135-145 mmol/L	>145 Hipernatremia	<135 Hiponatremia
K+	3.5-5.0 mmol/L	>5.0 Hiperpotasemia	<3.5 Hipopotasemia
Ca2+	1.15-1.35 mmol/L	>1.35 Hipercalcemia	<1.15 Hipocalcemia
Cl-	95-105 mmol/L	>105 Hipercloremia	<95 Hipocloremia

ANEXO 10

Gasometría Arterial		
Sangre	Arterial	Venosa.
Ph	7.35 - 7.45	7.25 - 7.35
pCO₂	35 - 45 mmHg	40 - 50 mmHg
pO₂	70 - 100 mmHg	28 - 40 mmHg
HCO₃	20 -24 mmol/L	18 - 24 mmol/L
EB	-2 - +3mmol/L	
Hb	12 - 16 g/dl	
SpO₂	90 - 100%	62 - 84%
Na+	70 - 100 mmol/L	135 - 145 mmol/L
K+	3,6 - 4,8 mmol/L	
Cl⁻	95 - 105 mmol/L	
Glucosa	70 -100 mg/dl	
Lactato	<16 mg/dl	
Kirby	200 -300	

ANEXO 11

Arteria Radial



Arteria Braquial



Arteria Femoral



