

# **Ventilación artificial mecánica en la Unidad de Cuidados Intensivos**

**Autor: Abraham Tabraue González\***

**Tutor: MSc. Dr. Juan Carlos López González\*\***

\*Estudiante de 5to año de Medicina, alumno ayudante de Medicina Intensiva.

\*\*Especialista de 1<sup>er</sup> grado en Anestesiología y Reanimación. Especialista de 2<sup>do</sup> grado en Medicina Intensiva y de Emergencias en Adultos. Profesor Asistente.

Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. ICBP "Victoria de Girón". Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas. CIMEQ

## **RESUMEN**

Introducción: La ventilación mecánica (VAM) es una de las medidas de sostén que se lleva a cabo en unidades de cuidados intensivos que ha hecho que mejore la sobrevivencia de los pacientes gravemente enfermos. Objetivos: Evaluar el comportamiento de la ventilación mecánica, en el período de mayo del 2016 a mayo del 2018 en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital CIMEQ. Método: Se realizó estudio prospectivo, descriptivo, observacional y longitudinal. Las variables se agruparon en 3 grupos: datos generales, asociadas a la VAM y asociadas al destete. Los resultados se muestran en tablas y gráficos para un mejor análisis de los datos. Se emplean el coeficiente de Pearson y el análisis ANOVA para relacionar variables. Resultados y conclusiones: Se muestra que en los pacientes ventilados predomina el sexo masculino, en etapa de Adulto Mayor. Presentan un elevado riesgo de muerte al ingreso, con una mortalidad de 44,4%. Siendo una unidad polivalente, la principal causa de VAM es el postoperatorio de cirugía cardiovascular, seguido de las afecciones respiratorias propias. Se cumple con el patrón de ventilación protectora y las modalidades más usadas son las asisto-controladas por volumen y que la duración del destete depende de la modalidad empleada. La traqueostomía se realiza a los 8 días de ventilación artificial. La complicación más frecuente es la infección respiratoria asociada a la ventilación.

Palabras clave: ventilación mecánica, cuidados intensivos, infección respiratoria, ventilación protectora, modalidad ventilatoria.

## INTRODUCCIÓN

La ventilación artificial mecánica (VAM), es un medio de soporte vital que tiene como finalidad sustituir o ayudar temporalmente a la función respiratoria.<sup>1,2</sup>

Sin dudas, la ventilación artificial es la técnica de sustitución de órganos y sistemas más utilizada en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Es cierto que en la mayoría de las ocasiones la VAM no cura las causas que producen una insuficiencia respiratoria, pero sí garantiza el funcionamiento de los pulmones y sus importantes efectos para el mantenimiento de la vida, lo cual proporciona el tiempo necesario para poder curar o aliviar determinadas afecciones que afectan de forma directa o indirecta la función pulmonar.<sup>3-5</sup>

La ventilación mecánica desde sus orígenes ha sido usada para el mantenimiento de pacientes con diversas patologías (neurológicas, musculares y respiratorias entre otras). Fue Vesalio quien hizo el primer reporte de ventilación mecánica y el médico escocés John Dalziel fue quien fabricó el primer respirador a presión negativa, que consistía en un tanque hermético donde el paciente dejaba solo la cabeza y el cuello en el exterior, la presión negativa dentro del tanque era obtenida por medio de un fuelle accionado desde afuera por un pistón y una válvula unidireccional, Von Hauke, en Austria fue el primero en diseñar un respirador con presión negativa tipo “coraza” donde solo el tórax y abdomen superior quedaban encerrados en un recinto hermético. El respirador probablemente más usado en el mundo, en su forma original y con sus variaciones fue diseñado por Drinker, McKann y Shaw en Boston en 1927, este aparato conocido como “pulmón de acero” o “pulmotor” fue de utilidad de estos aparatos era limitada y durante la epidemia de poliomielitis en Copenhague en 1952 el Dr. Lassen demostró que la ventilación asistida con presión positiva intermitente permitía una supervivencia más elevada que la ventilación con presión negativa.<sup>3-6,7</sup>

En las últimas décadas, debido al vertiginoso avance de la tecnología y al mayor conocimiento de la fisiopatología respiratoria, se han desarrollado sistemas de respiración asistida más complejos que permiten no solo ventilar a los pacientes en una forma más “fisiológica” sino también llevar a cabo un monitoreo más estricto y de más variables

respiratorias que permiten mantener en respiración artificial a los enfermos no solo por el tiempo necesario hasta recuperar la función del órgano causante de la instauración de la ventilación mecánica, sino que en muchos casos nos encontramos “ventilando” pacientes que sabemos que lo único que conseguiremos será prolongar la agonía (suya y de sus allegados), y aumentar los gastos, contribuyendo inconscientemente a la crisis actual por la que atraviesa el sistema de salud, en lugar de optimizar recursos y dirigirlos a pacientes con probabilidades ciertas de supervivencia, sin desconocer, que no existe forma de predecir si un paciente sobrevivirá o no basándose en registros de otros pacientes, pero lo que sí puede decirse es que para algunos pacientes con ciertas características la sobrevida no tuvo precedentes.<sup>8,9</sup>

La utilización de soporte ventilatorio se asocia con una elevada mortalidad, de aproximadamente un 65,2%.<sup>4-9</sup> La prevalencia de pacientes con ventilación mecánica asistida varía de país a país. Se encontró que la cantidad de pacientes con soporte ventilatorio en las Unidades de Cuidado Crítico en Colombia es de 62%, en España de 46%, y en un estudio multinacional es de 39% que incluyen Portugal, Canadá, Estados Unidos de Norte América, Chile, Argentina, Uruguay y Brasil.<sup>7-9</sup>

Otros estudios han estimado que más de 300 000 pacientes reciben ventilación artificial en los Estados Unidos, donde se recoge que en el año 2015 en una investigación que incluyó seis estados, el 2.8% de los pacientes hospitalizados recibieron soporte ventilatorio, con una mortalidad del 34.5%. Asimismo, en la República Popular de China, específicamente en la isla de Taiwán, se reportaron casi nueve millones de casos que requirieron VAM en el período de 2007 al 2017.<sup>8,10</sup> Por otra parte, en Cuba en el año 2014,-según se presentó en el Congreso Panamericano de Ventilación 2015- se registra que el 16.8% de los pacientes ingresados en las UCI fueron ventilados, con una mortalidad del 30.9%, cifras estas que sugieren un análisis sobre el tema.

La principal indicación para iniciar la ventilación mecánica es el fallo ventilatorio y la insuficiencia respiratoria aguda, de la cual existen dos tipos básicos:

1. La insuficiencia respiratoria hipoxémica, que suele deberse a enfermedades pulmonares como la neumonía grave, edemapulmonar, hemorragia pulmonar y

síndrome de dificultad respiratoria (también llamado síndrome apneico), que producen un desajuste de la ventilación/perfusión (V/Q) y cortocircuito. La insuficiencia respiratoria hipoxémica está presente cuando se observa una saturación de O<sub>2</sub> en sangre arterial (SaO<sub>2</sub>) <90% a pesar de una fracción inspirada de O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub>) >0.6. El objetivo de la ventilación en este cuadro es proporcionar una SaO<sub>2</sub> adecuada por medio de una combinación de aporte complementario de O<sub>2</sub> y tipos específicos de ventilación que favorezcan la oxigenación al mejorar el acoplamiento V/Q y reducir el cortocircuito pulmonar.<sup>8-10,12</sup>

2. La insuficiencia respiratoria hipercápnica, se debe a una enfermedad que produce un descenso de la ventilación por minuto (volumen respiratorio por minuto) o un aumento del espacio fisiológico muerto, de manera que, a pesar de una ventilación por minuto adecuada, la ventilación alveolar es inadecuada para cubrir las demandas metabólicas. Los trastornos clínicos asociados a la insuficiencia respiratoria hipercápnica son enfermedades neuromusculares como: miastenia grave, polirradiculopatía ascendente y miopatías; afecciones neurológicas con deterioro del nivel de conciencia (enfermedades cerebrovasculares, traumas e infecciones del sistema nervioso central), así como enfermedades causantes de fatiga de los músculos respiratorios por aumento de la carga de trabajo, como asma, neuropatía obstructiva crónica y enfermedad pulmonar restrictiva. La insuficiencia respiratoria hipercápnica aguda se caracteriza por niveles de PCO<sub>2</sub> arterial mayores de 50 mmHg y un pH arterial menor de 7.30.<sup>11-13</sup>

La ventilación mecánica debe instaurarse en la insuficiencia respiratoria aguda. En cambio, la decisión de establecerla cuando están presentes componentes tanto agudos como crónicos depende de los parámetros de los gases en sangre y de la valoración clínica. Cuando un paciente no tiene dificultad respiratoria ni está con trastornos neurológicos por la acumulación de CO<sub>2</sub>, no es obligatorio iniciar la ventilación mecánica si están administrándose otras formas de tratamiento. El objetivo de la ventilación en la insuficiencia respiratoria hipercápnica es normalizar el pH arterial induciendo cambios en las presiones de CO<sub>2</sub>. En pacientes con una enfermedad obstructiva o restrictiva grave, la elevación de las presiones respiratorias puede limitar los volúmenes corrientes hasta el

punto de que no es posible normalizar el pH, situación conocida como hipercapnia permisiva. Para esta estrategia por lo general se requiere suficiente sedación que permita prevenir la taquipnea y la asincronía entre el paciente y el respirador.<sup>14,15</sup>

Entre las aplicaciones terapéuticas aceptadas para la ventilación mecánica se incluye la hiperventilación controlada para reducir el flujo de sangre cerebral en pacientes con aumento de la presión intracraneal (PIC), o para mejorar la hemodinamia pulmonar en pacientes con hipertensión pulmonar posoperatoria. La ventilación mecánica se ha usado también para reducir el trabajo respiratorio en pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva, especialmente en presencia de isquemia miocárdica. El soporte de ventilación suele usarse también, junto a la intubación endotraqueal, para impedir la aspiración del contenido gástrico en pacientes estables durante el lavado gástrico por sospecha de sobredosis de fármacos o durante la endoscopia gastrointestinal superior. En el paciente crítico, la intubación y la ventilación mecánica están indicadas antes de los estudios diagnósticos o terapéuticos básicos, cuando parezca que puede haber insuficiencia respiratoria durante estas maniobras.<sup>16,17</sup>

La diversidad de situaciones clínicas que se presentan en la práctica diaria exigen la existencia de diversas posibilidades de sostén, ventilación mecánica no invasiva, diferentes modos de ventilación, e incluso el uso de modos de ventilación no convencionales.

La ventilación mecánica no invasiva (VNI) constituye una alternativa terapéutica importante cuando desea evitarse la ventilación invasiva. Ofrece ciertas ventajas para el paciente, pero tiene indicaciones específicas, igualmente requiere que se interpongan aditamentos entre el ventilador y el paciente (máscara nasal o facial, fourvent, escafandra) para garantizar los beneficios.<sup>15-18</sup>

Está indicada principalmente en falla respiratoria hipercápnic o hipoxémica, falla respiratoria aguda postextubación, pacientes en espera de trasplante pulmonar, pacientes no candidatos a intubación: (enfermedades terminales con una causa reversible de insuficiencia respiratoria, deseo de no ser intubados, órdenes de no-resucitar, etc.), edema pulmonar cardiogénico sin inestabilidad hemodinámica, falla respiratoria en el

postoperatorio, falla respiratoria en pacientes con SIDA, EPOC, edema agudo del pulmón, e insuficiencia respiratoria aguda no relacionada con EPOC.<sup>15,19-21</sup>

Está contraindicado en inestabilidad hemodinámica (uso de vasopresores), falla multiorgánica, inestabilidad electrocardiográfica con evidencia de isquemia o arritmias ventriculares significativas, necesidad de intubación endotraqueal para proteger las vías aéreas (coma o convulsiones) o para manejo de secreciones, e hipoxemia que comprometa la vida del paciente ( $PO_2 < 60$ ).<sup>17-19,21,22</sup>

El modo ventilatorio se refiere a la forma como se interrelaciona la actividad ventilatoria del paciente con el mecanismo de sostén elegido. En este contexto, si el ventilador comanda la totalidad de la actividad el modo será controlado. Si el enfermo inicia la actividad y el ventilador la complementa el modo se denominará asistido. Si se combinan las dos condiciones mencionadas, el modo será asistido-controlado.<sup>22,23</sup> Los tres modos citados se denominan de manera amplia Ventilación Mandatoria Continua o CMV (por sus siglas en inglés), contraria a la Ventilación Mandatoria Intermitente o IMV en la que el soporte mecánico se alterna con la actividad ventilatoria espontánea.<sup>24</sup> Esta última en la actualidad se conoce como SIMV por la inclusión de un sistema de sincronía entre lo espontáneo y lo automático.<sup>25</sup> Un modo adicional de amplio uso es la ventilación con presión de soporte o PSV, en el que se requiere ventilación espontánea, la que se asiste durante la fase inspiratoria con una presión programada por el operador hasta que el nivel prefijado se alcanza; esta presión disminuye parcial o totalmente el trabajo muscular, el impuesto por la vía aérea artificial y el generado en los circuitos del ventilador. En este se utiliza un flujo desacelerado y servo controlado por el ventilador que permite al aparato sensor la relajación muscular.<sup>25-28</sup>

Existen otros modos de soporte ventilatorio, los de más amplia utilización son la Ventilación con Volumen Controlado y Regulación de Presión (PRVC), BIPAP, ventilación con liberación de presión en la vía aérea, ventilación con relación I: E inversa, hipercapnia permisiva, y ventilación de alta frecuencia. Algunos modos no convencionales, que son menos utilizados, incluyen la ventilación líquida parcial o total, la ventilación pulmonar independiente y, la remoción de  $CO_2$  o la adición de  $O_2$  con aditamentos especiales (insuflación traqueal de gas, heliox, por ejemplo).<sup>27-32</sup>

Existe poca información relacionada con el pronóstico de la duración de la ventilación mecánica asistida.<sup>29</sup> Alrededor del 40% de los pacientes que ingresan en las unidades de cuidados intensivos de adultos (UCIA) precisa ventilación mecánica, y menos del 10% de forma prolongada.

La duración de la ventilación mecánica prolongada es definida por la National Association for Medical Direction of Respiratory Care (NAMDRRC) como la necesidad de VAM durante 21 días consecutivos. La misma produce un importante consumo de recursos sanitarios tanto durante su estancia hospitalaria como por el tratamiento rehabilitador que va a precisar posteriormente para poder recuperar su actividad funcional previa. Estos pacientes generalmente tienen una mortalidad en la UCIA muy elevada, que va a depender no solo de la duración de la ventilación mecánica, sino también de otros factores, como la edad, la gravedad de la enfermedad crítica y la enfermedad de base<sup>32,33-</sup>

35

La traqueostomía es una interface paciente-ventilador, al igual que la máscara facial y el tubo endotraqueal. Es el procedimiento más frecuentemente realizado en el paciente crítico, según algunos autores el 10% de los pacientes intubados la precisan, y existen series en las que se alcanza un 25%. La necesidad de realización de la traqueostomía varía según la enfermedad de base de los pacientes, pudiendo ser de hasta un 39% en los pacientes con patología neuromuscular o 28% en el paciente con EPOC.<sup>36,37-41</sup>

Frecuentemente se reserva para aquellos pacientes en los que se prevé que van a precisar VAM durante un largo período de tiempo, aunque no existe consenso acerca del momento idóneo para su realización y no hay protocolos establecidos. La traqueostomía presenta varias ventajas potenciales respecto a la intubación endotraqueal: reduce el riesgo de úlceras y lesiones en la vía aérea superior, así como la resistencia al paso de aire; es mejor tolerada por los pacientes, disminuyendo así los requerimientos de fármacos sedantes y analgésicos; facilita la capacidad del enfermo para comunicarse y facilita los cuidados de enfermería. Por todo ello, se considera que puede hacer menos complejo el proceso de destete de la ventilación artificial. Solo existen dos contraindicaciones absolutas para su realización, que son la infección cutánea de la zona o el antecedente de cirugía mayor de cuello que altere la anatomía.<sup>35,39,41-43</sup>

El destete o weaning es el proceso de retirada gradual de la VAM, hasta que el paciente es capaz de reasumir totalmente la ventilación espontánea.

La desconexión de la ventilación mecánica y la extubación se realizan con éxito en la mayoría de los pacientes críticos, aunque alrededor del 20% fracasan y requieren un tiempo prolongado de desconexión. El fracaso de la extubación se ha asociado a un mayor riesgo de mortalidad y no existen en la actualidad adecuados parámetros para predecir su éxito o fracaso.<sup>43-45</sup>

El proceso de desconexión del paciente del ventilador incluye en un sentido amplio dos situaciones completamente diferentes: el retiro rápido del ventilador, que constituye la situación más frecuente, y la discontinuación progresiva del soporte ventilatorio (destete o weaning), que se circunscribe a aquellos pacientes difíciles de retirar del respirador.<sup>45,46</sup>

Se estima que un 75% de los pacientes ventilados puede ser desconectado simplemente cuando la razón fisiológica que llevó a la VAM es revertida. En otro 25%, el proceso de desconexión induce cambios importantes en la función respiratoria y puede estar asociado a complicaciones y fracaso. Aunque la mayoría de ellos puede ser exitosamente extubado de 8 a 72 horas después, una proporción de ellos se presenta como un real problema de desconexión y requiere de un proceso lento y planificado de días o semanas. Este último grupo representa al paciente "difícil de desconectar", que en la literatura médica nunca ha sido definido de una manera precisa, lo que ha determinado que no se conozca su incidencia real. Por último, algunos pacientes nunca logran ser liberados del respirador transformándose en el grupo "dependiente de ventilación mecánica", en su mayoría pacientes con EPOC avanzada o enfermedades neuromusculares crónicas de generativas, que en su mayoría fallecen.<sup>43,46,47</sup>

Si bien los efectos benéficos de la presión positiva son obvios, ella genera efectos adversos en diversos sistemas. A nivel pulmonar el barotrauma, el volutrauma, el biotrauma y atelectrauma son los más relevantes, junto con la toxicidad por oxígeno. El barotrauma se presenta principalmente por el incremento en la presión de Plateau (meseta) por encima de 35 cm de agua, aunque el aumento en la presión pico puede ser el punto de inicio de la complicación. El volutrauma es consecuencia del uso de

volúmenes suprafisiológicos que lesionan las uniones intercelulares del epitelio alveolar, del uso de altas velocidades de flujo, fenómenos que inicialmente se manifiestan con incrementos de presión. El atelectrauma es debido al movimiento repetitivo entre una posición de subventilación y una de máxima ventilación; y el biotrauma es debido a la liberación de agentes pro inflamatorios (citoquinas) que generan lesión tisular. La neumonía asociada al ventilador ocurre en un porcentaje variable de pacientes. Estos efectos pueden minimizarse mediante el seguimiento de protocolos basados en la evidencia que deberían ser adoptados en las Unidades de Cuidados Intensivos. Es también frecuente la aparición de atelectasias cuando no se instauran patrones de presión preventivos como el suspiro, tiempo de Plateau y PEEP, aunque la complicación puede ser resultado del mal manejo de secreciones.<sup>46-49</sup>

Hemodinámicamente la disminución del retorno venoso y el incremento de la resistencia vascular pulmonar (RVP) son los efectos de mayor prevalencia. El primero se produce por la desaparición de la presión negativa inspiratoria que fisiológicamente favorece el llenado de la aurícula derecha. Esto conduce a disminución del gasto cardiaco principalmente en el paciente hipovolémico, lo que incrementa los requerimientos de vasoactivos. El segundo efecto –aumento de la RVP- que se presenta cuando se usan altos valores de presión positiva inspiratoria y/o de PEEP genera aumento en la postcarga ventricular derecha que puede incrementar el riesgo de bajo gasto por desviación del tabique interventricular hacia la izquierda lo que disminuye la distensibilidad diastólica del ventrículo izquierdo.<sup>42,47-50</sup>

A nivel renal puede presentarse impacto derivado de la disminución del gasto cardíaco y de la activación de barorreceptores lo que provoca desviación del flujo sanguíneo renal hacia la nefrona yuxtamedular. En pacientes con trauma craneoencefálico la presión positiva puede agravar el edema cerebral por disminución del retorno venoso o por uso de parámetros ventilatorios que permitan la hipercapnia. La presión positiva puede provocar compresión hepática por el desplazamiento cefalocaudal del diafragma y, aumento de la presión abdominal fenómeno deletéreo en el paciente con patología de la cavidad.<sup>49,50</sup>

Si bien los trabajos antes mencionados pudieran tener validez para el tratamiento del soporte ventilatorio, en la realidad no existe un estudio propio que describa las variables principales de la ventilación mecánica en el hospital CIMEQ.

## **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.1. Problema científico**

Durante la atención al paciente crítico, la ventilación artificial es un aspecto fundamental. Hoy en día se opta por mantener los requerimientos ventilatorios del paciente entre límites más fisiológicos y con una monitorización constante, como estrategias de protección pulmonar. Por lo cual, la forma de utilizar este soporte se ha personalizado cada día más y se realizan varios estudios a nivel internacional y nacional.

Sin embargo, en los 33 años de servicio de la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital CIMEQ, no se cuenta con un estudio descriptivo propio. No hay ninguna fórmula mágica, ni ningún modo de ventilación, que garantice de forma absoluta la solución de la insuficiencia respiratoria, pero un estudio estadístico que describa el comportamiento de los parámetros principales de la VAM y la efectividad de su uso, pudieran ayudar a mejorar la calidad de la asistencia al paciente críticamente enfermo.

### **1.2. Pregunta de investigación**

¿Cuál fue el comportamiento de la ventilación mecánica en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital CIMEQ en el período del 2016-2018?

## **OBJETIVOS**

### **1.3. General**

Evaluar el comportamiento de la ventilación mecánica en la Unidad de Cuidados Intensivos.

### **1.4. Específicos**

1. Caracterizar la muestra demográficamente.

2. Identificar principales indicaciones y complicaciones de la ventilación artificial mecánica.
3. Precisar si se cumplen los parámetros de ventilación protectora.
4. Analizar la relación del modo de ventilación de inicio con la duración de la ventilación mecánica, y la modalidad de destete con la duración del mismo.

## **MÉTODO**

### **1.5. Tipo de estudio**

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo, observacional y longitudinal en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas (CIMEQ) en el período comprendido del 1<sup>o</sup> de mayo del 2016 al 1<sup>o</sup> de mayo del 2018.

### **1.6. Universo**

El universo está constituido por todos los pacientes que ingresaron en la UCI del hospital CIMEQ del 1<sup>o</sup> de mayo del 2016 al 1<sup>o</sup> de mayo del 2018. La muestra consiste en todos los pacientes que recibieron ventilación mecánica en igual período de tiempo, que cumplieron con los criterios de inclusión y no tuvieron criterios de exclusión.

### **1.7. Criterios de inclusión**

- Pacientes admitidos en la UCI del CIMEQ con necesidad de ventilación mecánica en el período de estudio.
- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes en quienes la ventilación fue iniciada fuera de la UCI del estudio y fueron luego transferidos al servicio con necesidad de ventilación.

### **1.8. Criterios de exclusión**

- Pacientes menores de 18 años.
- Pacientes que son admitidos a la UCI y requieren ventilación mecánica, con una estancia menor de 1 hora.

### 1.9. Operacionalización de las variables

Variable	Naturaleza	Medición	Unidad de Med	Definición Operacional	Definición Conceptual
<b>Edad</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Años, grupos etarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≤25</li> <li>• 26-35</li> <li>• 36-45</li> <li>• 46-55</li> <li>• 56-65</li> <li>• 66-75</li> <li>• 76-85</li> <li>• ≥86</li> </ul>	Años cumplidos
<b>Sexo</b>	Cualitativa	Nominal Dicotómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Femenino</li> <li>• Masculino</li> </ul>	Condición orgánica sexo biológico.
<b>Riesgo de Muerte</b>	Cuantitativa	Continua de Razón	Por ciento		Riesgo de muerte según APACHE
<b>Motivo ingreso UCI</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afección respiratoria</li> <li>• Afección neurológica</li> <li>• Sepsis/ Shock séptico</li> <li>• Status post-PCR</li> <li>• Cardiopatía</li> <li>• Afección digestiva</li> <li>• Trauma <ul style="list-style-type: none"> <li>• Post-operatorio (CDV)</li> <li>• Post-operatorio (otros)</li> </ul> </li> <li>• Transplante</li> </ul>	Grupo diagnóstico principal al ingreso
<b>Necesidad de VAM al ingreso</b>	Cualitativa	Nominal	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	En caso de que se encuentre intubado y ventilado o lo requiera

		Dicotómica			de forma inminen
<b>Duración VA</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Días	Media	Tiempo total de entilación mecáni
<b>Causa indicación VA</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afección respiratoria</li> <li>• Depresión nivel de conciencia <ul style="list-style-type: none"> <li>• PCR</li> <li>• Cirugía CDV</li> <li>• Cirugía (otros)</li> </ul> </li> <li>• Afección CDV</li> </ul>	Situación causante ventilación artifici
<b>Tipo de vía aérea</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TET</li> <li>• VNI</li> <li>• Mixto</li> </ul>	Forma inicial de cceso a la vía aé
<b>Traqueosto-</b>	Cualitativa	Nominal Dicotómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	Indicación de est proceder.
<b>Tiempo al q se realiza l traqueosto-</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Días	Media	Días de ventilación que se realiza proceder.
<b>Modo de inici VAM</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V-A/C</li> <li>• P-A/C</li> <li>• BIPAP</li> <li>• SIMV</li> <li>• PSV</li> </ul>	Modo inicial emple para la ventilació
<b>Modo de manteni- miento VA</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V-A/C</li> <li>• P-A/C</li> <li>• BIPAP</li> <li>• SIMV</li> <li>• PSV</li> </ul>	Modo en el cual s mantiene más tien ventilado.
<b>Vt inicio</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Valor, media	ml/kg	Volumen tidal inici n modos ciclados olumen entre el p

					corporal predich
<b>Pr. Sup. inic</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Valor	cmH <sub>2</sub> O	Presión inspirator máxima inicial e modos cicladas p presión.
<b>PEEP inici</b>	Cuantitativa	Continua	Valor	cmH <sub>2</sub> O	Presión positiva inal de la espiraci inicial.
<b>Modalidad de destete</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PSV</li> <li>• Tubo en "T"</li> <li>• PSV + Tubo en "T"</li> <li>• PSV + VNI</li> <li>• CPAP</li> </ul>	Modalidad emplea para desacoplar paciente del ventilador.
<b>Duración de destete</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Días	Media	Tiempo necesari para desacoplar paciente del ventilador.
<b>Necesidad de reintubación</b>	Cualitativa	Nominal Dicotómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	En caso de volver intubar al paciente extubado en su estadía en UCI.
<b>Fracaso de destete</b>	Cualitativa	Nominal Dicotómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	Si reintubación en primeras 48h.
<b>Causa de fracaso de destete</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afección respiratoria</li> <li>• Depresión nivel de conciencia</li> </ul>	Situación causante reintubación en la primeras 48h.
<b>Reintubación después de 48h</b>	Cualitativa	Nominal Dicotómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	Si reintubación después de 48h de extubado.

<b>Causa de reintubación</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Afección respiratoria</li> <li>•Depresión nivel de conciencia</li> </ul>	Situación causante de reintubación después de 48h de extubación
<b>Episodios ventilatorio-ri</b>	Cuantitativa	Discreta	% de acuerdo condición	Valor entero	Número de ocasiones con soporte ventilatorio.
<b>Complicación VAM</b>	Cualitativa	Nominal Politómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lesión traumática</li> <li>•Traqueo-bronquitis</li> <li>•NAVM</li> <li>•Estenosis vía respiratoria</li> <li>•Paresias</li> </ul>	Situación asociada a ventilación artificial
<b>Estado al egreso</b>	Cualitativa	Nominal Dicotómica	% de acuerdo condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vivo</li> <li>•Fallecido</li> </ul>	Condición al alta UCI.
<b>Estadía en UCI</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Días	Media	Diferencia en días entre ingreso-egreso en la UCI.
<b>Estadía hospitalaria</b>	Cuantitativa	Continua de Intervalo	Días	Media	Diferencia en días entre ingreso-egreso en el hospital.

PCR: Parada cardiorrespiratoria; CDV: Cardiovascular; TET: Tubo endotraqueal; VNI: Ventilación No Invasiva; V-A/C: Modalidad ventilatoria asisto-controlada por volumen; BIPAP: Modalidad ventilatoria asisto-controlada entre dos niveles de presión; SIMV: Ventilación Sincronizada Mandatoria Intermitente; PSV: Ventilación con Presión Soporte; CPAP: Ventilación espontánea con PEEP; NAVM: Neumonía asociada a la ventilación mecánica.

#### **1.10. Recolección de datos**

Se utiliza como fuente de datos el Libro de control de ingresos y egresos del servicio de UCI, la Historia Clínica de los pacientes incluidos en el estudio y datos estadísticos del Departamento de Bioestadística del Hospital CIMEQ. De esta manera el investigador conoció la evolución detallada del paciente y si no pudo estar presente, completó su información con la historia clínica, personal médico y de enfermería que atendió al paciente.

La información se recoge en una base de datos y los resultados se presentan mediante tablas y gráficos, confeccionadas al efecto, para facilitar su comprensión.

La discusión se realizó a través de la interrelación de los resultados siguiendo el orden de los objetivos planteados, de forma tal que se puedan establecer juicios generales a modo de conclusiones que respondan a dichos objetivos.

#### **1.11. Consideraciones éticas**

Dado el carácter del estudio de ser de tipo observacional y por tanto de no intervención y no revelarse ningún dato personal de los pacientes, no se precisa de consentimiento informado. Toda la información recogida forma parte de la historia clínica y evolución diaria.

La investigación se realizó según los preceptos establecidos en el «Código internacional de ética médica» y los que competen a las investigaciones biomédicas en humanos contemplados en la «Declaración de Helsinki», adoptada por la «18ª Asamblea de la

Asociación médica mundial» de junio de 1964 y enmendadas en los años 1975, 1983, 1989, 1996 y 2000, junto a las notas de clarificación agregadas en los años 2002 y 2004; incluyendo su última edición en el año 2013<sup>51,52</sup>.

Toda la información utilizada en el estudio se conservó bajo los principios de máxima confiabilidad y en ningún caso se reflejará la identidad de las personas. Solo se empleará esta información con fines científicos. De los resultados que de este estudio deriven en publicaciones científicas será respetado la confidencialidad del paciente y todo lo que pueda comprometer, en caso de absoluta necesidad de divulgación será con previa autorización escrita o tutor legal.

### **1.12. Métodos de procesamiento y análisis de la información**

Se utilizó el sistema operativo Windows 10 x 64, con la versión de Microsoft Office, Office Profesional Plus 2016.

Se confeccionó una base de datos utilizando el sistema *IBM SPSS Statistics Version 20*, para la recopilación y análisis de la información.

Como método de probabilidad, se calculó el Odds Ratio (OR), siendo el cociente entre la probabilidad de requerir ventilación artificial y la probabilidad de no requerir, según el sexo de los pacientes.

Para el análisis descriptivo se utilizaron medidas de resumen. En el caso de las variables cuantitativas, su distribución se caracteriza por la media aritmética y la desviación estándar, mientras que, en el caso de las variables cualitativas, se utiliza como indicador la frecuencia absoluta (fc) y el porcentaje o frecuencia relativa.

El análisis de la varianza con un factor ANOVA se utilizó para analizar la dependencia de los valores medios de una variable cuantitativa con una variable cualitativa que tiene más de dos grupos o categorías (duración de la VAM vs modo ventilatorio inicial) y (duración del destete vs modalidad de destete). Todas las pruebas se realizaron a un nivel de significación de 0.05.

## CONTROL SEMÁNTICO

### Términos:

- Presión inspiratoria Pico o superior ( $P_1$ , PIP): Es la presión máxima alcanzada en la vía aérea durante la introducción del volumen tidal.
- Presión Plateau o meseta ( $P_2$ ): Presión que se alcanza al final de la inspiración.
- Cociente  $PaO_2/FiO_2$  (índice de Kirby): Índice para evaluar el intercambio de oxígeno. Mide indirectamente la lesión.
- Peso corporal predicho (PCP): Peso en kg para calcular volumen tidal limitado (6-8 ml/kg) en ventilación protectora. Las fórmulas son:  
Hombres:  $50,0 + 0,91(\text{talla en cm} - 152,4)$   
Mujeres:  $45,5 + 0,91(\text{talla en cm} - 152,4)$
- Odds Ratio (OR): Razón de probabilidad.

### Siglas:

- ECG: Escala de Coma de Glasgow.
- ECV: Enfermedad cerebrovascular.
- EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
- $PaO_2$ : Presión arterial de oxígeno.
- $FiO_2$ : Fracción inspiratoria de oxígeno.
- PEEP: Presión positiva al final de la espiración.
- $V_t$ : Volumen tidal.

### Resultados y Discusión

El presente estudio cuenta con un universo de 730 pacientes, que son los ingresados en la UCI del hospital CIMEQ en el período del 1<sup>o</sup> de mayo del 2016 al 1<sup>o</sup> de mayo del 2018. La muestra se conforma con aquellos que requirieron ventilación mecánica, siendo 196 pacientes, lo que representa un 26,8% del total, valores similares a los encontrados en otros centros hospitalarios, según la revisión bibliográfica.

### 1.13. Caracterización de la muestra

La Figura 1.13-1 muestra una caracterización demográfica sencilla de los pacientes que requieren ventilación mecánica, atendiendo al sexo y la edad. Se observa una distribución predominante del sexo masculino, en número de 126, para un 64,3 %.

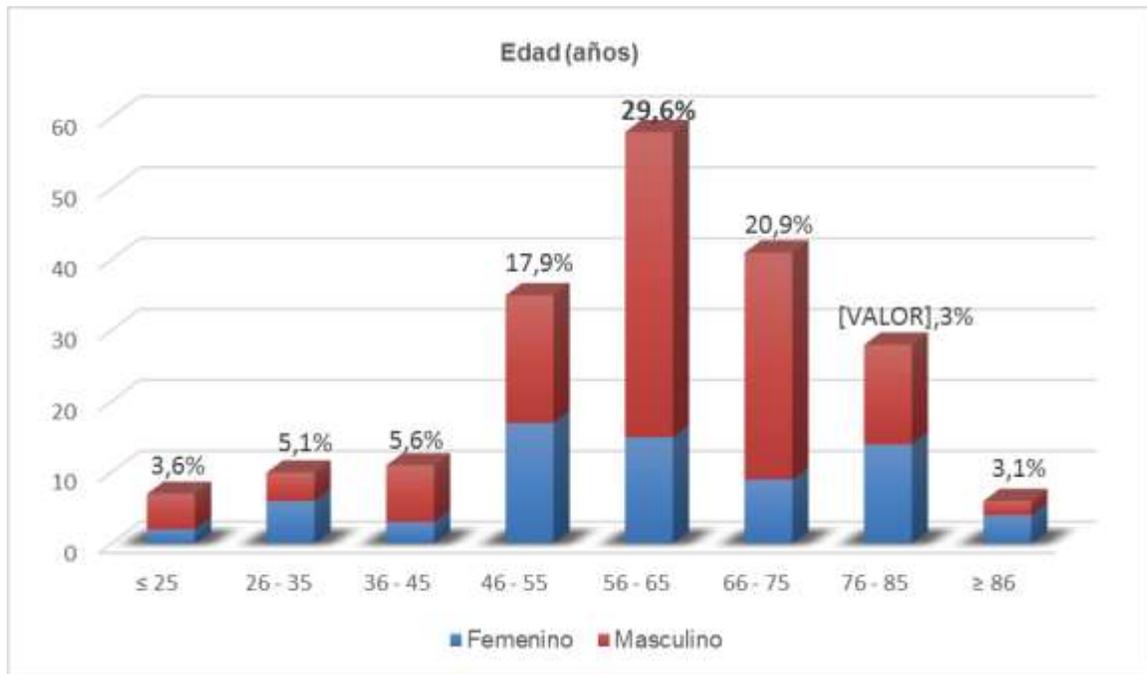


Figura 1.13-1 Distribución de pacientes según edad y sexo. UCI-CIMEQ. 2016-2018.

El valor de OR en nuestro estudio es de 1,6 aproximadamente, cifras estas similares a las referidas en otros estudios que se comentan a continuación.

En la investigación de Mateo Galán (2014), " Factores de riesgo de neumonía y ventilación mecánica. Hospital General Milanés de Bayamo, Cuba" se hace referencia a la vulnerabilidad asociada al sexo, describe varios referidos a la categoría sexo<sup>7</sup>. En ese estudio se menciona que el sexo masculino es afectado en mayor consideración que el femenino. Se evidenció en el sexo masculino un OR =1,5 como uno de los factores de riesgo.

Otro estudio prospectivo, descriptivo y longitudinal realizado en 79 pacientes que requirieron soporte ventilatorio durante el período de enero del 2005 a junio del 2006 en la

UCIP del Hospital Escuela (Honduras), predominó la población de sexo masculino con 57 pacientes para un 72.4%<sup>9,17</sup>. Sin embargo, existen otros autores que no tienen diferencias en cuanto al predominio del sexo<sup>18,20,29</sup>.

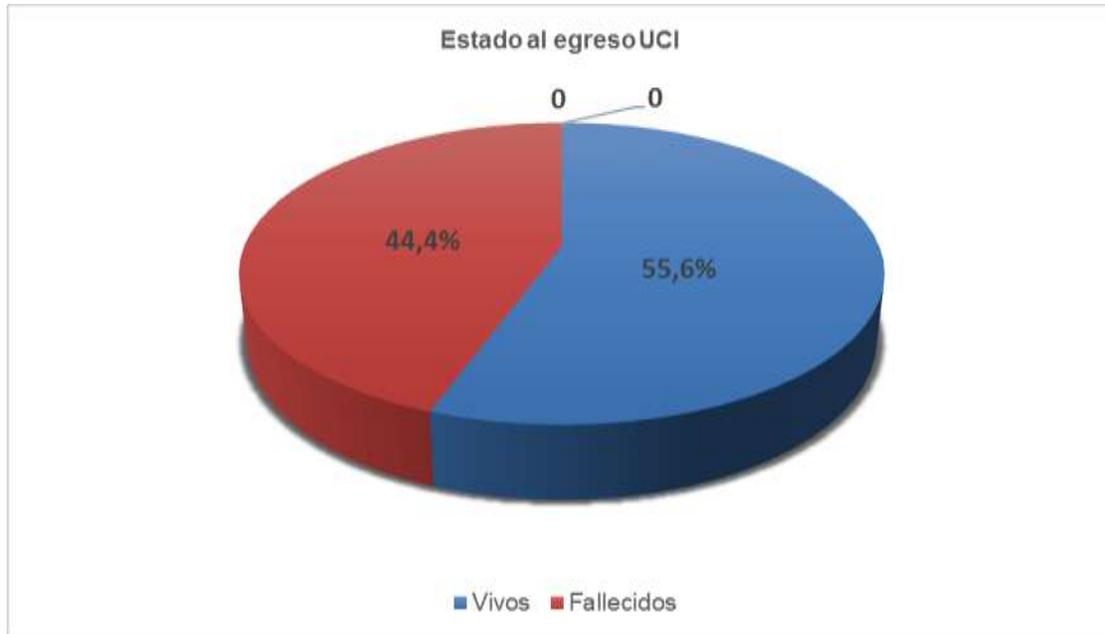
La distribución estudiada con respecto a la edad tuvo un predominio en el rango de 56 a 65 años con un 29,6% (fc=58, n=196), seguido del grupo de 66 a 75 años con un 20,9% (fc=41, n=196), seguido en tercer lugar por el grupo de edad de 46 a 55 años con 17,9% (fc=35, n=196); siendo el grupo con menor frecuencia el de mayores de 86 años con un 3,1% (fc=6, n=196). El paciente con menor edad fue de 18 años y el de mayor edad con 92 años, presentando entre toda la muestra una media de aproximadamente 61 años, SD±15,44.

En el trabajo de Hugues (2012), "Factores de riesgo asociados a ventilación mecánica y requerimiento de traqueostomía. España", se supo que, en una serie de 227 pacientes ventilados, las personas de 65 años y más eran las más afectadas<sup>19,22</sup>. Asimismo, se reporta en un estudio analítico realizado en junio del 2015 en pacientes atendidos en la UCI del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, un predominio en el rango de 60 a 69 años con un 27,5% (fc=11, n=40) y una edad promedio de 55 años<sup>7,26,32</sup>.

Otra investigación multicéntrica, que incluyó a seis estados de Norteamérica, en el año 2015 reporta que, de 6 469 674 hospitalizaciones, el 2,8% (180 326) recibió ventilación artificial mecánica. El 52,2% de los pacientes presentaban menos de 65 años de edad, cifras estas que no corresponden con las obtenidas.

Varios estudios nacionales, coinciden con nuestra investigación, en que el por ciento de enfermos admitidos en las UCI corresponden cada vez más con pacientes de la tercera edad, como expresión del aumento en la expectativa de vida de la población en nuestro país. El Adulto Mayor generalmente presenta varias comorbilidades asociadas, con períodos de descompensación y estado nutricional e inmunológico precario, razones que en cierta medida contribuyen a esto.

En la Figura 1.13-2 se observa que la mortalidad es de un 44,4%, es decir, del total de pacientes ventilados, 87 fallecieron y 109 egresaron de la unidad de terapia intensiva para las salas, lo que representa un 55,6%.



*Figura 1.13-2 Distribución de pacientes según estado al egreso. UCI-CIMEQ. 2016-2018*

La necesidad de soporte ventilatorio le confiere al paciente ingresado en la UCI un mayor grado de gravedad.

En un trabajo del Hospital Obrero No.1 de la Caja Nacional de Salud, Bolivia 2017 se publica que la distribución de la mortalidad de los pacientes analizados fue del 63% (fc=25, n=40), con una tendencia similar a otro estudio cubano del autor M. Puga<sup>4</sup>, quien reporta una mortalidad del 62,5%.

En un estudio multicéntrico en los Estados Unidos en el año 2015, se recoge que la mortalidad de pacientes ventilados en la UCI es de un 34,5%. De los pacientes dados de alta para las salas, solo el 30,8% finalmente egresa para su hogar, pues las infecciones nosocomiales afectan de manera importante. Asimismo, se hace referencia que los 790 257 pacientes que requirieron ventilación artificial en el año 2008, representan un estimado de 2,7 episodios ventilatorios por 1000 personas.

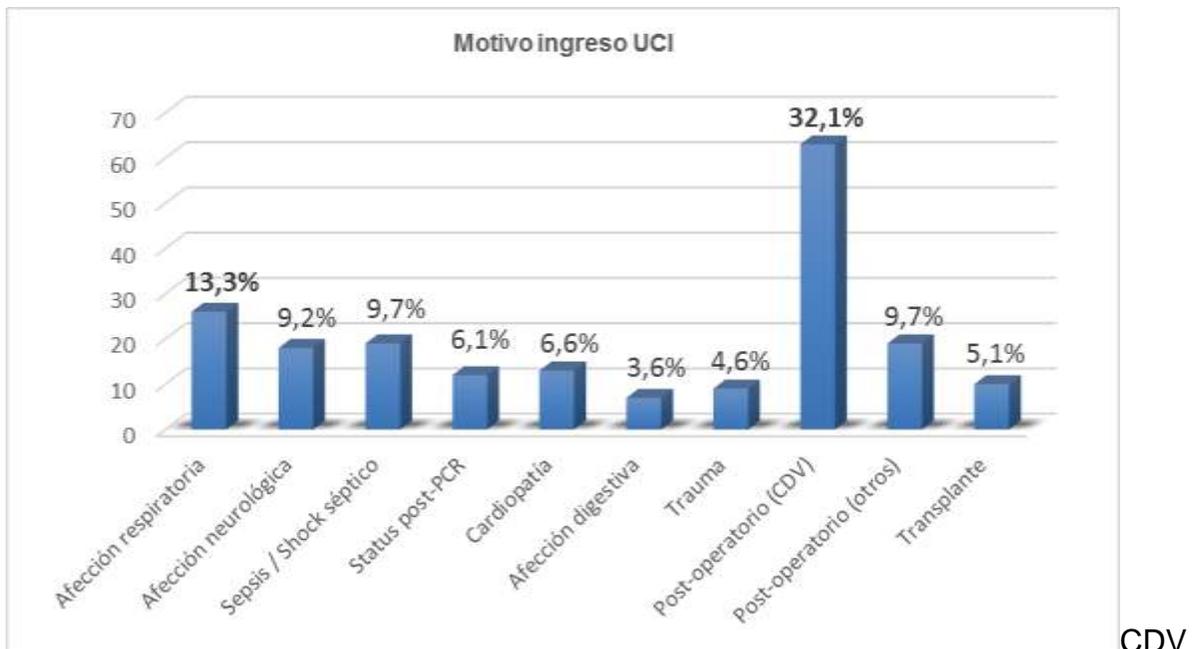
Por otra parte, se destaca el tiempo de estancia en la Unidad de Terapia Intensiva, donde se especifica que el 63,4% estuvo entre 1 y 9 días, asimismo el 28,2% tuvo una estadía de 10 a 19 días y el 8,5% estuvo más de 20 días.

#### **1.14. Motivos de ingreso en la UCI y causas de ventilación artificial.**

Debido al tipo de unidad de cuidados intensivos, ya sea quirúrgica, coronaria, de ictus o polivalente, como en nuestro caso, serán los criterios específicos de ingreso y las características de cada grupo de pacientes; sin embargo, nuestros resultados son similares a Jiménez<sup>10</sup> y a otros autores.<sup>13-15,27</sup>

En el presente estudio se recoge que 149 pacientes, que representa un 76,0% necesitaron ventilación artificial a su entrada a la terapia intensiva, mientras que los otros 47 pacientes (24,0%) fueron ventilados en otro momento de su estancia en el servicio.

Se puede constatar en la Figura 1.14-1 que la mayoría de los pacientes que requieren soporte ventilatorio que ingresan a la UCI, se deben al postoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular, con un número de 63 pacientes para un 32,1%, seguido de las afecciones respiratorias, con 26 casos, lo que representa el 13,3%, dados fundamentalmente por períodos de descompensación de enfermedades pulmonares crónicas.

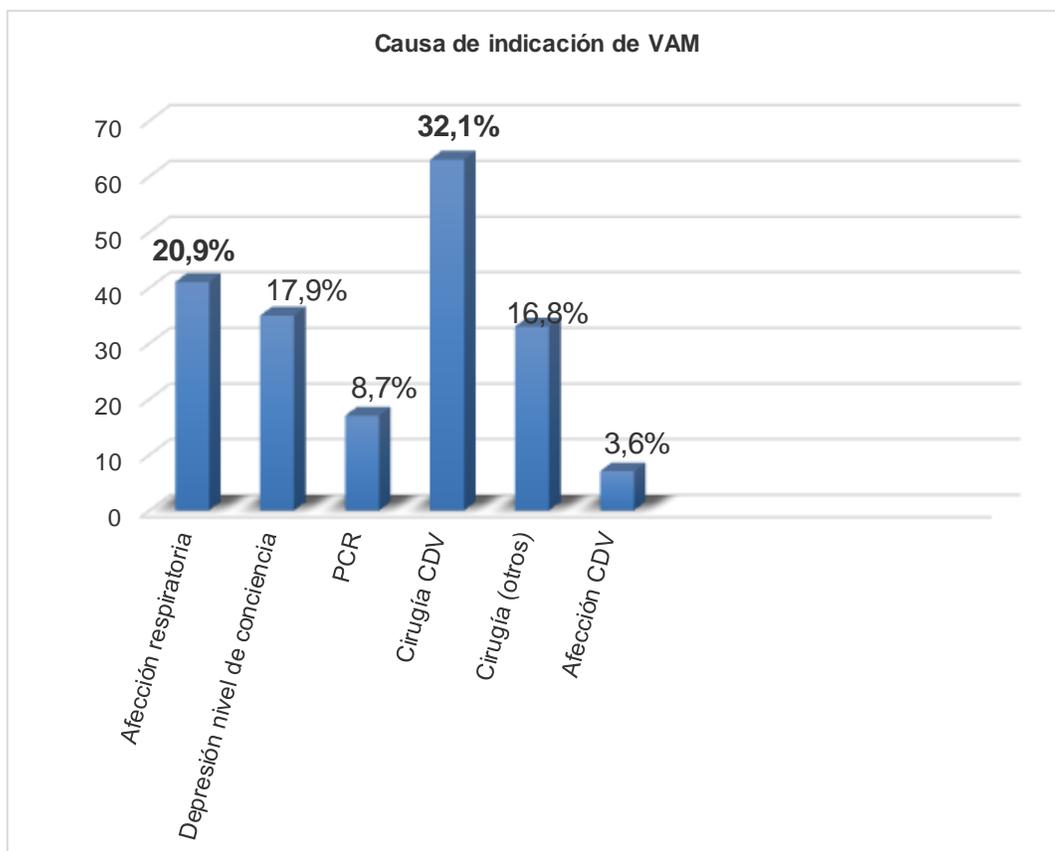


: Cardiovascular

*Figura 1.14-1 Distribución de pacientes según motivo de ingreso en UCI. UCI-CIMEQ. 2016-2018.*

Las situaciones clínicas frente a las cuales el médico decide instaurar la ventilación artificial mecánica son variadas. El abanico de posibilidades va, desde los pacientes que presentan una apnea franca, hasta aquellos con signos clínicos de incremento de trabajo respiratorio, acompañados o no de evidencias gasométricas de alteraciones del intercambio gaseoso. Su uso también está indicado en pacientes que por varios motivos no son capaces de proteger la vía aérea de la broncoaspiración o no pueden expulsar eficazmente las secreciones traqueobronquiales.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las causas directas de indicación de ventilación artificial, donde es necesario señalar que la cantidad de pacientes con afecciones respiratorias ascienden a 41, para un 20,9%, debido a que varios casos ingresan con otras entidades nosológicas que posteriormente se complican con un cuadro de insuficiencia respiratoria aguda.



PCR: Parada cardiorrespiratoria; CDV: Cardiovascular

*Figura 1.14-2 Distribución de pacientes según causa de VAM . UCI-CIMEQ. 2016-2018.*

Asimismo, el 17,9% (fc=35) agrupa las enfermedades cerebrovasculares (ECV), principalmente de etiología hemorrágica, la narcosis por elevados niveles de CO<sub>2</sub>, el trauma craneoencefálico único o como parte importante del paciente politraumatizado, a pesar de que nuestro hospital no es centro de referencia de trauma; todas conllevan a la depresión del nivel de conciencia, con ECG <8puntos. Le sigue, por pequeña diferencia el grupo de casos quirúrgicos (no cardiovasculares), con 33 pacientes para un 16,8%, donde se encuentra el postoperatorio inmediato y mediato del trasplante hepático y la cirugía derivativa de vías biliares y páncreas. Por último, con menor por ciento (3,6%, fc=7) se observan las afecciones cardiovasculares, que incluyen la insuficiencia cardíaca descompensada y los síndromes coronarios agudos, los cuales tienen mejor pronóstico debido a la posibilidad de tratamiento intervencionista existente en el centro hace aproximadamente 10 años.

En el trabajo "Comportamiento de la VAM en la Emergencia Móvil de La Habana, 2008-2009" se pudo constatar que las ECV constituyeron el 46.5% de los ventilados, demostrando la alta incidencia de estas entidades como causa de ventilación artificial mecánica y los pacientes politraumatizados complejos ocuparon el segundo lugar con 18.6% del total de ventilados trasladados. Mientras que las enfermedades pulmonares como el estatus asmático y las neumonías complicadas tuvieron un similar comportamiento (0.6%) representando las enfermedades que menos necesitaron soporte ventilatorio durante el traslado<sup>19-21,32</sup>, cifras estas diferentes a las nuestras.

Por otra parte, se registra que la duración de la ventilación mecánica promedio en la UCI del hospital CIMEQ es de 5 días (SD±7,1), específicamente se establece que el 34,7% estuvo con VAM menos de 24horas, el 28,1% se mantuvo ventilado por un lapso de 24 a 72 horas y el 37,2% estuvo con ventilación artificial por tiempo mayor a 72 horas. Como se aprecia, 68 pacientes fueron ventilados por menos de 24 horas, lo que está en relación con la causa que originó su ingreso al servicio de cuidados intensivos.

De esta manera, si descontamos los pacientes que requirieron VAM por un tiempo menor de 24 horas, con una n=128, se reporta que la duración media de ventilación mecánica es de aproximadamente 7,5 días (SD±7,7), con un máximo de hasta 39 días con soporte ventilatorio, cifras muy similares a estudios publicados de países desarrollados. Esta situación muestra el logro de sobrevida en algunos pacientes graves, pero le confiere un gran riesgo de complicaciones, siendo las infecciones las de mayor incidencia.

En una publicación de la Revista Sociedad Medicina Interna de Buenos Aires, 2015 respecto a la variable de duración de ventilación mecánica se establece que el 16,9% estuvo con ventilación mecánica por un lapso de 24 a 72 horas, y el 83,1% estuvo con ventilación mecánica por tiempo mayor a 72 horas, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en nuestro estudio.

### **1.15. Variables relacionadas con la ventilación mecánica.**

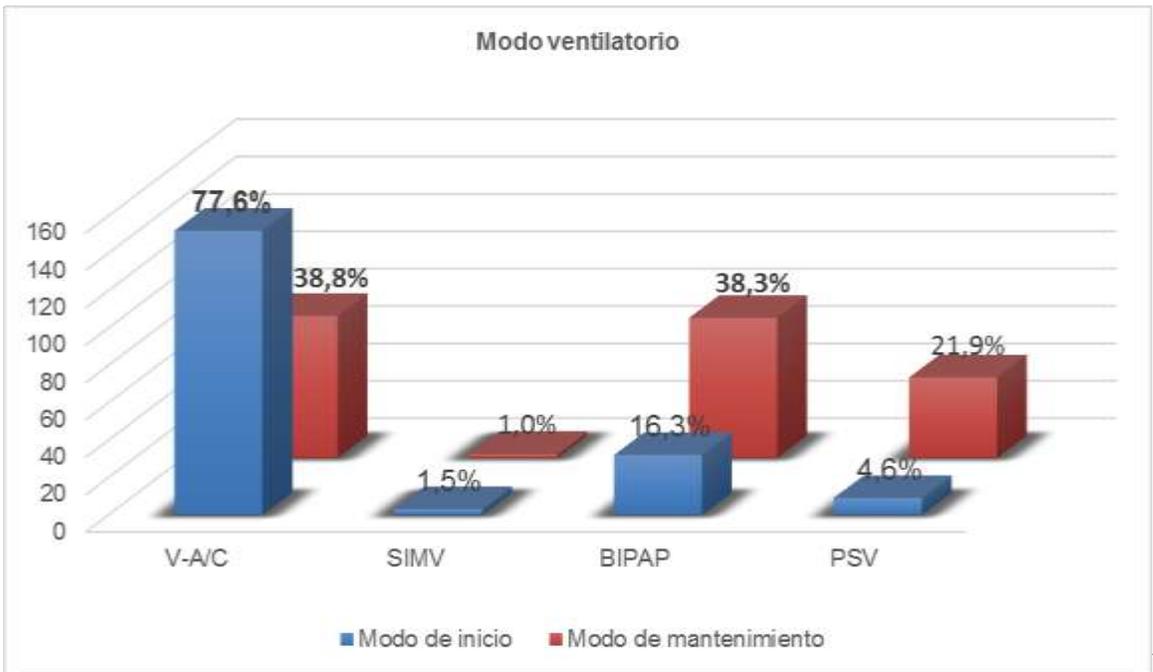
Al iniciar el período de soporte ventilatorio deben escogerse parámetros de inicio adecuados a la particularidad de cada paciente. El primer paso es la elección del modo, el cual generalmente es asistido controlado. Debe instaurarse un valor de sensibilidad que permita

al paciente iniciar el ciclo (-2 cm de agua en sensibilidad por presión o 2 litros por minuto en sensibilidad por flujo, o sensibilidad dual en la que se produce el disparo dependiendo de la sensibilidad alcanzada primero). Posteriormente se escoge el límite de ciclado, existiendo preferencia por el límite de volumen en el paciente adulto; sin embargo, el límite por presión debe considerarse en los pacientes con disminución de la distensibilidad. Al elegir el ciclado por volumen, su valor debe ser de 6 a 8 ml/kg. En el ciclado por presión deben instaurarse valores que preferiblemente no superen 20 cm de agua, pero si se requieren valores más elevados no se debe superar el límite de 35 cm de agua de presión inspiratoria máxima, puesto que valores superiores se correlacionan significativamente con la aparición de barotrauma e incremento de las presiones transmuralas vasculares, lo que favorece el aumento en la presión hidrostática y alteración en la permeabilidad de la membrana con el consecuente riesgo de aumento del agua alveolar.

La PEEP debe ser baja de inicio hasta que el paciente se estabilice. Debe omitirse en pacientes con hipovolemia o con aumento de la presión intracraneal hasta que se implemente el manejo médico pertinente. Es importante tener presente el mantener siempre una PEEP óptima (5-15 cmH<sub>2</sub>O).

Diversas complicaciones pueden generarse por el uso de la ventilación mecánica. La PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> es un buen indicativo de aparición de complicaciones. Valores inferiores a 200 son sugestivos de Síndrome de Distress Respiratorio en Adultos (SDRA). Actualmente es conveniente utilizar estrategias de protección en pacientes con alto riesgo de injuria pulmonar.

De manera general en este estudio se evidencia que en nuestra unidad se preconiza la ventilación protectora. Se emplea como modo ventilatorio inicial, el asisto-controlado por volumen con un 77,6% (fc=152), según se aprecia en la Figura 1.15-1. Además, prácticamente con igual frecuencia como modalidad ventilatoria de mantenimiento se utiliza la asisto-controlada por volumen (38,8%) y BIPAP o "ventilación en dos niveles de presión" (38,3%).



V-A/C:

Modalidad ventilatoria asisto-controlada por volumen; BIPAP: Modalidad ventilatoria asisto-controlada entre dos niveles de presión; SIMV: Ventilación Sincronizada Mandatoria Intermitente; PSV: Ventilación con Presión Soporte.

*Figura 1.15-1 Distribución de pacientes según modo ventilatorio de inicio y de mantenimiento. UCI-CIMEQ. 2016-2018.*

Asimismo, como se expone en la

Tabla 1.15-1, el volumen tidal ( $V_t$ ) medio es de 6,4 ml/kg de peso ideal predicho ( $SD \pm 1,2$ ) en las modalidades cicladas por volumen, la presión superior pico (PIC) de aproximadamente 20  $cmH_2O$  ( $SD \pm 6,2$ ) en las modalidades cicladas por presión y una PEEP de 5  $cmH_2O$  ( $SD \pm 1,3$ ). Con respecto a este último parámetro, vale la pena destacar que el valor máximo reportado es de 14  $cmH_2O$  en casos de SDRA, es decir, solo 8 pacientes, que representan un 4,1% tuvieron  $PEEP > 8$ , que es hasta donde muchos autores consideran fisiológica.

*Tabla 1.15-1 Relación de parámetros ventilatorios iniciales. UCI-CIMEQ. 2016-2018.*

Parámetro	No.	Media	Desviación Estánd (SD)
<b>Vt (ml/kg)</b>	156	6,4	1,2
<b>Presión Superior (cmH<sub>2</sub>O)</b>	40	20	6,2
<b>PEEP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	196	5	1,3

En la publicación ya mencionada anteriormente, de la Revista Sociedad Medicina Interna de Buenos Aires, 2015, se presentan resultados similares a los descritos por nosotros.

La modalidad ventilatoria más utilizada fue, con un 68.3%, la del tipo V-A/C (ventilación asisto-controlada por volumen); la cual sí permite la ventilación espontánea del paciente, siempre que se active el trigger. Por supuesto, la modalidad de BIPAP es superior en este aspecto, pues permite la ventilación espontánea en cualquier momento del ciclo ventilatorio, por lo que se prefiere en pacientes en los que se iniciará la desconexión del ventilador mecánico.

Otro aspecto a considerar es que el tipo de vía aérea artificial más frecuentemente utilizado es el tubo endotraqueal con un 91,3% (fc=179), seguido de un 5,6%, de forma mixta, 11 pacientes, que se comenzó con ventilación mecánica no invasiva, pero al no resolver la situación requieren la colocación de un tubo en la vía aérea, y el 3,1% sí resolvió con la VNI. No se recoge ningún caso de tubo nasotraqueal.

#### **1.16. Variables relacionadas con el destete**

El destete de la VAM puede ser un proceso complicado en ciertos casos y conlleva una importante carga de trabajo para los profesionales de las unidades de cuidados

intensivos. Según algunos autores, entre un 40% y un 50% del tiempo que un paciente de naturaleza médica se encuentra bajo ventilación artificial se emplea en la retirada de la misma.<sup>19,38,49</sup>

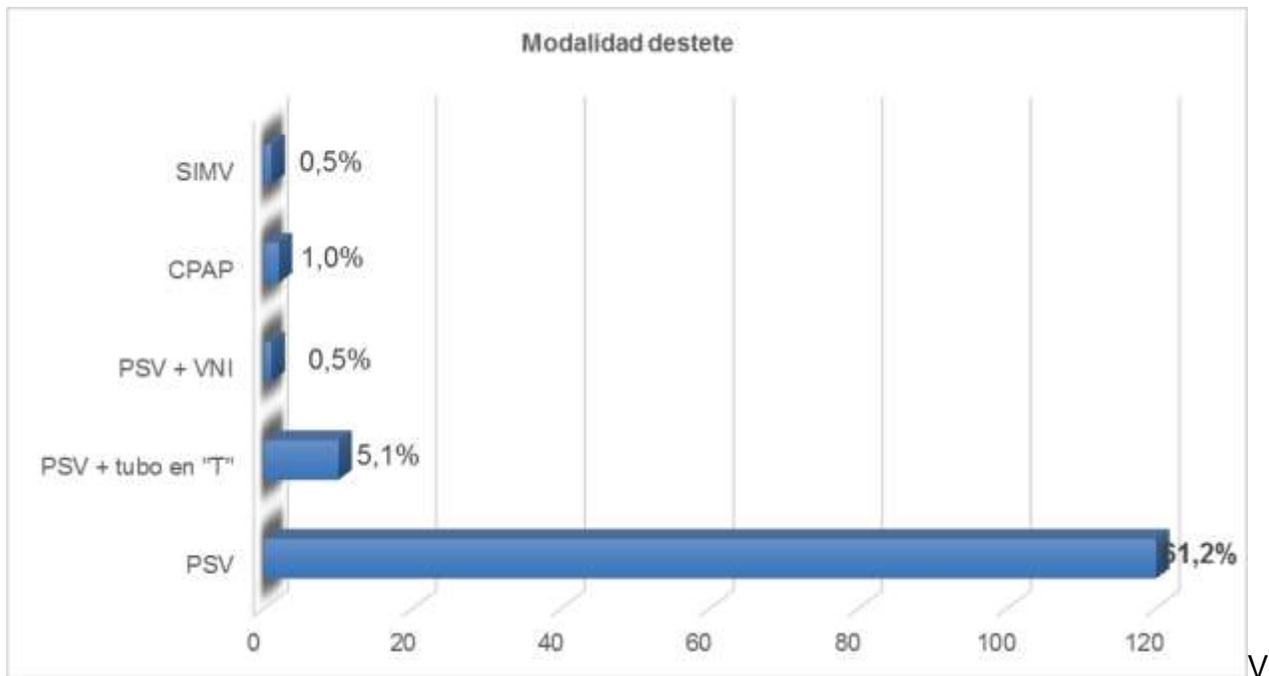
A pesar de que se han realizado estudios rigurosos no existen datos objetivos que determinen las indicaciones exactas para iniciar el destete de la ventilación mecánica, por lo que cada profesional deberá confiar en su juicio clínico.

Sin embargo, existen una serie de condiciones esenciales que se deben cumplir para plantear el inicio del proceso de weaning<sup>32,45</sup>: la causa o causas subyacentes que motivaron el inicio de la VAM han desaparecido, el paciente está estabilizado y presenta mejoría clínica; el paciente está hemodinámicamente estable sin fármacos vasopresores o con dosis mínimas de los mismos; la oxigenación es adecuada ( $paO_2/FiO_2 > 200$  con  $PEEP < 8$  y  $FiO_2 < 0,5$ ) y el paciente es capaz de generar esfuerzos respiratorios espontáneos.

Si se cumplen estas condiciones, es posible iniciar el destete, para lo cual se realizará un cambio de modalidad del respirador, pasando de las modalidades controladas completamente por el respirador, a las espontáneas.

En nuestro análisis el 68,4% ( $fc=134$ ) de los pacientes presentaron proceso de destete, mientras que el otro 31,6% no lo logró, pues fallecieron al poco tiempo de ser intubados. La duración del destete promedio fue de 2,5 días ( $SD \pm 5,2$ ), que coincide con el 50% del tiempo de duración de la ventilación mecánica, reportado en la literatura consultada.

Como se aprecia en la Figura 1.16-1 el método de destete más utilizado fue el de PSV (Ventilación con Presión de Soporte), con 120 pacientes, para un 61,2%.



NI: Ventilación No Invasiva; SIMV: Ventilación Sincronizada Mandatoria Intermitente; PSV: Ventilación con Presión Soporte; CPAP: Ventilación espontánea con PEEP

*Figura 1.16-1 Relación de pacientes según modalidad de destete. UCI-CIMEQ. 2016-2018. (n=134)*

En el mismo se comenzó con una presión de soporte igual a la presión meseta durante la VAM controlada o aquella que garantizara un Vt de 6-8 ml/kg de peso del paciente. Se fue disminuyendo progresivamente la PSV de dos en dos cmH<sub>2</sub>O cada 30 min a 2 horas según tolerancia. Cuando el nivel de presión era de 8 cmH<sub>2</sub>O se colocaba catéter de O<sub>2</sub> suplementario por tubo endotraqueal, pudiéndose extubar 2-3 horas después si el paciente se mantenía estable. Otra alternativa final es pasar a un tubo en "T", representada en nuestra muestra por un 5,1%, siendo pocos pacientes por la poca disponibilidad de este accesorio.

El tubo en "T" es en la actualidad el método que más se emplea de forma extendida por sus ventajas y seguridad. Ofrece las ventajas de que elimina las resistencias que ofrecen los circuitos del respirador y que pueden aumentar el trabajo respiratorio, evita los fenómenos de asincronía y garantiza un flujo de aire adecuado en cada ciclo respiratorio, ya que el paciente recibe el flujo inspiratorio resultado de su esfuerzo sin las limitaciones de un trigger para disparar la respiración.

El fracaso de extubación y la necesidad de reintubación produce una prolongación de la estancia en UCI, de la morbilidad y de la mortalidad<sup>3,14</sup> y es por tanto considerado uno de los "indicadores de calidad asistencial" más importante dentro de las unidades de cuidados intensivos.<sup>47</sup>

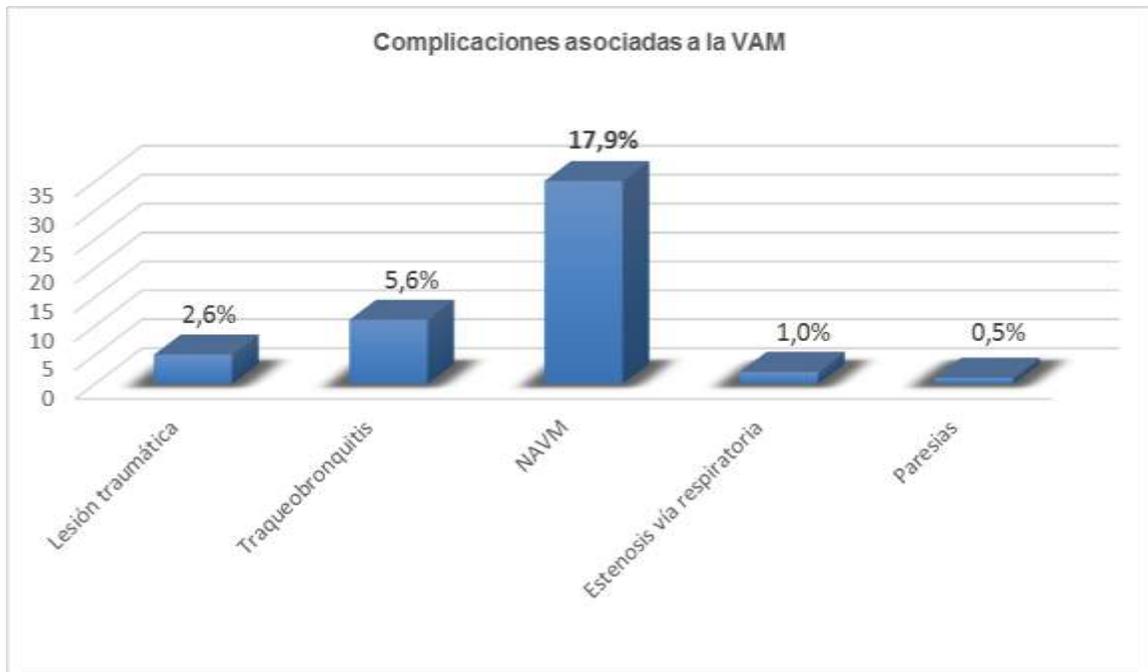
En el presente trabajo, de los 134 pacientes que iniciaron proceso de destete, 25 requirieron reintubación, para un 12,8%, de los cuales prácticamente en la mitad sucedió antes de las 48 horas, lo que se considera fracaso de la extubación, siendo las causas más frecuentes las secreciones respiratorias excesivas y la fatiga de los músculos respiratorios en primer lugar y en segundo lugar la incapacidad de proteger la vía aérea por depresión neurológica.

A pesar de la existencia de ciertos parámetros predictores de éxito/fracaso, según diferentes estudios, el fracaso del destete ocurre en un 5-25% de los casos de retirada de la VAM.<sup>5,19,28,44,50</sup>

### **1.17. Complicaciones asociadas a la ventilación mecánica**

A pesar de la correcta aplicación de la técnica y el uso de modos de ventilación protectores, la VAM no está exenta de complicaciones que en ocasiones pueden suponer un riesgo vital para el enfermo.<sup>31-36</sup> Las más frecuentes, de forma general, son las infecciones respiratorias asociadas a la ventilación artificial y las lesiones pulmonares (barotrauma, volutrauma), entre otras. Es por este motivo que la retirada temprana del soporte respiratorio tan pronto como sea posible y la no prolongación innecesaria del mismo deben ser objetivos primarios de los profesionales de cuidados intensivos.

En el presente trabajo se recoge que, del total de pacientes ventilados, presentaron complicaciones el 27,6%, con una frecuencia absoluta de 54 casos, datos muy similares a los reportados en estudios consultados. Como se muestra en la Figura 0-1, el mayor número está representado por las infecciones respiratorias asociadas a la ventilación artificial; de las cuales 35 pacientes (17,9%) tienen diagnóstico confirmado de NAVM y el 5,6% se informa como traqueobronquitis. En menor proporción, con un 2,6% se encuentran las lesiones traumáticas, ocurridas fundamentalmente durante el momento de la intubación; así, por último, están la estenosis traqueal y la paresia del nervio laríngeo.



NAVM

: Neumonía asociada a la ventilación mecánica.

*Figura 0-1 Relación de complicaciones asociadas a la VAM. UCI-CIMEQ. 2016-2018. (n=54)*

Según el estudio realizado por Jardines, Oliva y Romero, titulado: Morbilidad y mortalidad por ventilación mecánica invasiva en una Unidad de Cuidados Intensivos, respecto a la duración de la ventilación mecánica, muestra que, las complicaciones fueron presentándose más frecuentemente a medida que se extendió el tiempo de ventilación por encima 48 horas, principalmente la neumonía. Con respecto a la duración, el tiempo promedio de ventilación en los pacientes resultó ser de 3,96 días,<sup>4</sup> discretamente menor que el obtenido en nuestro trabajo (5 días).

Los autores del estudio citado, indican que la aparición de las complicaciones se asocia estrechamente con la prolongación de la VAM, habiéndose tomado en este trabajo como valor de referencia hasta 5 días o menos y 6 o más días; y deviene un problema epidemiológico en cuidados intensivos, cuya frecuencia fluctúa entre 20 - 50%, con mortalidad oscilante entre 24 - 50%, que puede llegar hasta 76% en algunas situaciones específicas.<sup>4,7</sup>

Según el estudio de Hernández, et. al. (2014) en su investigación titulada: “Factores de riesgo predisponentes de neumonía asociada a la ventilación mecánica en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Lomas” acerca del factor de reintubación muestran un OR 5.8, IC 95%: 1.70 a 20.19 ( $p < 0.05$ ).<sup>15,22,25</sup>

Bajo los datos mencionados al OR 5,8 de reintubación, expresado por los autores citados, significa que este es un factor de riesgo. Por lo que se debe tomar en cuenta ya que es uno de los principales factores de riesgo para la neumonía asociada con la ventilación mecánica.

Se ha demostrado que las reintubaciones incrementan significativamente la frecuencia y gravedad de las complicaciones, las cuales generalmente están vinculadas con la extensión en el tiempo de su utilización.<sup>34</sup> Como ya fue mencionado previamente, en el presente estudio, 25 pacientes requirieron reintubación, lo que representa un 12,8%, de los cuales el 1,5% tuvo que ser reintubado en dos ocasiones.

Por otra parte, respecto a la utilización de la traqueostomía como método de facilitación del proceso de retirada de la VAM, numerosos autores demuestran que los pacientes portadores de traqueostomía tienen una mayor tasa de éxito de destete respecto a los portadores de tubo endotraqueal por varias razones, tales como: incrementa el confort de los pacientes ya que les permite comunicarse, iniciar tolerancia oral y facilita la higiene bucal<sup>26,27</sup>, permite la movilización precoz de los enfermos<sup>48</sup> y por tanto favorece la recuperación de la fuerza muscular de forma temprana. Además, disminuye el trabajo respiratorio al reducir las resistencias de la vía aérea y el espacio muerto, reduce la presión pico inspiratoria y la auto-PEEP, mejora la sincronía paciente-ventilador y disminuye el riesgo de neumonía asociada a la VAM<sup>27</sup> y lesiones de tipo mecánico.

En nuestro estudio fueron tributarios de traqueostomía 43 pacientes, para un 21,9% del total de pacientes ventilados, con un tiempo promedio al que se realiza de aproximadamente 8 días de ventilación artificial mecánica ( $SD \pm 3,9$ ), con un máximo de 21 días, que se asocia a los pacientes operados de cirugía cardiovascular que deben esperar este período de tiempo, debido al elevado riesgo de desarrollar mediastinitis. Este tema ha sido objeto de debate en los últimos años.

No existe consenso acerca del momento en el que se debe realizar la traqueostomía, a pesar de que se han llevado a cabo múltiples estudios con la intención de formular recomendaciones. En la mayoría de los casos, el momento en el que se realiza depende generalmente de la indicación que la motiva. Un estudio multicéntrico llevado a cabo por Esteban y colaboradores que incluyó 1638 pacientes sometidos a ventilación mecánica demostró que, en la práctica clínica, se realizaba la traqueostomía después de una media de 11 días de ventilación mecánica<sup>38,43</sup>, aunque normalmente, el tiempo de realización varía entre el tercer y el vigesimoprimer día de VAM.<sup>35,47</sup>

Griffiths y colaboradores llevaron a cabo un metaanálisis que incluyó cinco estudios y 406 pacientes, en el que concluyeron que la traqueostomía temprana reducía el tiempo de VAM y de estancia hospitalaria<sup>46</sup>; otro estudio randomizado comparó la traqueostomía precoz (realizada durante las primeras 48 horas de VAM) y la tardía (14-16 días de VAM) en pacientes con fracaso respiratorio<sup>50</sup>, y objetivó en el primer grupo una menor tasa de mortalidad, de neumonía asociada a la VAM y de días de duración de la misma, pero la metodología dejaba alguna duda y el estudio concluyó que los resultados debían ser validados por otros ensayos.

Por otra parte, otro metaanálisis realizado en pacientes politraumatizados comparando también traqueostomía precoz o tardía<sup>48</sup> no encontró diferencias en cuanto a días de VAM, días de estancia hospitalaria o incidencia de neumonía, hallando únicamente diferencias significativas en los pacientes con traumatismo craneal y daño neurológico grave.

Por el momento, no existe evidencia suficiente para establecer el tiempo ideal para la realización de la traqueostomía, y es razonable pensar que otros factores (y no exclusivamente el tiempo absoluto) juegan un papel decisivo en la toma de la decisión, por lo que se deberá individualizar en cada paciente. Lo que sí parece evidente es que la traqueostomía precoz, entendida como la realizada el séptimo día de VAM, se recomienda en todos aquellos pacientes en los que no se prevé la extubación en menos de 14 días<sup>46</sup> y que este concepto es válido también para pacientes con patología neurológica de base<sup>49</sup>. También parece aceptado que hoy en día se considera que 14 días de VAM es la fecha límite para considerar la realización de la traqueostomía, y más

en caso de pacientes en los que se prevé que la ventilación artificial será aún más prolongada o que presentan problemas de protección de la vía aérea<sup>43-50</sup>.

En la Tabla 0-1 se presenta el valor promedio de la duración de la ventilación artificial mecánica en los cuatro tipos de modo ventilatorio inicial, lo que nos hace preguntarnos si la duración media de la VAM difiere en estas cuatro modalidades o si es la misma.

*Tabla 0-1 Descriptivos de duración de la VAM vs modo ventilatorio inicial.*

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
V A/C	152	4,9673	7,19312	,58344	3,8146	6,1201	,16	39,00
SIMV	3	5,0000	4,00000	2,30940	-4,9366	14,9366	1,00	9,00
BIPAP	32	6,5082	7,61754	1,34660	3,7618	9,2546	,17	38,00
PS	9	3,0767	3,00194	1,00065	,7692	5,3842	,19	8,00
Total	196	5,1326	7,09590	,50685	4,1330	6,1322	,16	39,00

La lógica bajo la cual se plantea la hipótesis del investigador es que siempre busca diferencias, por lo que la hipótesis alterna o  $H_1$ , es precisamente la hipótesis de que existe dependenciay la hipótesis nula ( $H_0$ ) es la hipótesis de que no dependen; con un nivel de significancia de 5% ( $p < 0,05$ ).

La prueba de ANOVA se muestra en la Tabla 0-2 con un p-valor o significancia asintótica, que en este caso es mayor que 0,05, que es el nivel de significancia con el que se trabajaconvencionalmente. Por tanto, como  $p > 0,05$  aprobamos la hipótesis nula, que nos dice que los grupos son distintos, no se muestra dependencia. Así, se interpreta que con un  $p = 0,567$ , las diferencias en la duración de la VAM no parecen depender del modo ventilatorio de inicio.

*Tabla 0-2 Análisis ANOVA de la duración de VAM vs modo ventilatorio inicial.*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	102,800	3	34,267	,677	,567
Intra-grupos	9715,814	192	50,603		
Total	9818,614	195			

Por otra parte, se muestra en la Tabla 0-3 el valor promedio de duración del destete en las cinco modalidades de destete.

*Tabla 0-3 Descriptivos de duración del destete vs modalidad de destete.*

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
PS	120	1,9607	3,41771	,31199	1,3430	2,5785	,04	20,00
PS + tubo en "T"	10	9,6630	13,21684	4,17953	,2082	19,1178	,33	36,00
PS + VNI	1	1,0000	.	.	.	.	1,00	1,00
CPAP	2	9,7500	1,06066	,75000	,2203	19,2797	9,00	10,50
SIMV	1	2,0000	.	.	.	.	2,00	2,00
Total	134	2,6449	5,21427	,45044	1,7540	3,5359	,04	36,00

La prueba de ANOVA que se observa en la Tabla 0-4 presenta un p-valor menor ( $p=0$ ) que el nivel de significancia habitual. Por tanto, si  $p < 0,05$  rechazamos la hipótesis nula, y nos quedamos con la hipótesis  $H_1$  o alterna, que plantea que sí dependen. Entonces, las diferencias en la duración del destete parecen depender de la modalidad de destete que se seleccione para el paciente.

*Tabla 0-4 Análisis ANOVA de la duración del destete vs modalidad de destete.*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	652,793	4	163,198	7,104	,000
Intra-grupos	2963,296	129	22,971		
Total	3616,089	133			

## CONCLUSIONES

Los objetivos del trabajo fueron cumplidos, ya que el empleo de la ventilación artificial mecánica en la UCI del CIMEQ ha sido caracterizada. Se muestra que en los pacientes ventilados predomina el sexo masculino, en etapa de Adulto Mayor, cifras que difieren con las reportadas en la literatura de algunos países desarrollados.

Los pacientes ventilados presentan un elevado riesgo de muerte, con una mortalidad de un 44,4%.

Debido al tipo de unidad de cuidados intensivos (polivalente), la principal causa de VAM en la UCI es el postoperatorio de cirugía cardiovascular, seguido de las afecciones respiratorias propias.

Se cumple de manera general con el patrón de ventilación protectora, siendo las modalidades más usadas al inicio las asisto-controladas por volumen y en el mantenimiento de la ventilación se usan por igual las asisto-controladas por volumen y por presión. No parece existir dependencia entre la duración de la VAM y el modo ventilatorio de inicio, sin embargo, sí parece depender la duración del destete de la modalidad de destete seleccionada.

La traqueostomía se realiza a los 8 días de ventilación artificial, cifra límite para definirla como precoz o tardía; lo cual constituye un tema muy controversial en la actualidad. La complicación más frecuente es la infección respiratoria asociada a la ventilación, que incluye la NAVM y las traqueobronquitis.

## **RECOMENDACIONES**

- Mantener la línea de investigación desarrollada en este estudio, incorporando a la base de datos los nuevos pacientes que han ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital CIMEQ a partir de junio del 2018.
- Tener en cuenta la caracterización realizada de la aplicación de la ventilación mecánica en el servicio de UCI del hospital CIMEQ en la práctica médica cotidiana.
- Continuar estudiando posibles relaciones entre las distintas variables incluidas en la base de datos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Hung et al.: Life expectancies and incidence rates of patients under prolonged mechanical ventilation: a population-based study during 2008 to 2017 in Taiwan. *Critical Care* 2017 15: R107.
2. Wunsc H. et al. The epidemiology of mechanical ventilation uses in the United States. *Crit. Care Med.* 2015;38(10):7.

3. Caballero A. Terapia Intensiva, tomo II. Editorial Ciencias Médicas. Segunda edición, La Habana 2006;p:464-474.
4. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J, Graham P, Bersten AD. Effect of noninvasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Lancet*. 2016; 367:1155-63.
5. Puga M. Factores que influyen en la mortalidad del paciente ventilado en una unidad de cuidados intensivos. *RevCubMedInten y Emerg* [en línea] 2009 [accesado 2 Ago 2012]; (2): 1-8. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/mie/vol8\\_4\\_09/mie02409.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/mie/vol8_4_09/mie02409.pdf).
6. Pinsky MR. The hemodynamic consequences of mechanical ventilation: an evolving story. *Intensive Care Med* 2017; 23:493-503.
7. Qvist J. Hemodynamic responses to mechanical ventilation with PEEP: the effect of hypervolemia. *Anesthesiology* 2015; 42:45-55.
8. Ram FSF, Picot J, Lightowler J, Wedzicha JA. Ventilación con presión positiva no invasiva para el tratamiento de la insuficiencia respiratoria debida a exacerbaciones de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2016; 1. Oxford; Update Software Ltda.
9. Sutherasan Y, Vargas M, Pelosi P. Protective mechanical ventilation in the non-injured lung: review and meta-analysis. *Crit Care*. 2014;18(2):211. doi:10.1186/cc13778.
10. Vieillard-Baron A, et al. Experts' opinion on management of hemodynamics in ARDS patients: focus on the effects of mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):739–49.
11. Beitler JR, et al. Quantifying unintended exposure to high tidal volumes from breath stacking dyssynchrony in ARDS: theBREATHE criteria. *Intensive Care Med*. 2016;42(9):1427–36.

12. Files DC, Sanchez MA, Morris PE. A conceptual framework: the early and late phases of skeletal muscle dysfunction in the acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2015;19:266.
13. Petrof BJ, Hussain SN. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction: what have we learned? *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(1):67–72.
14. Akoumianaki E, et al. The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(5):520–31.
15. Mauri T, et al. Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives. *Intensive Care Med*. 2016; 42(9):1360–73.
16. Brochard L, Slutsky A, Pesenti A. Mechanical ventilation to minimize progression of lung injury in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(4):438–42.
17. Yoshida T, et al. Spontaneous effort during mechanical ventilation: maximal injury with less positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med*. 2016;44(8):678–88.
18. Tintoré M, Evita 4. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª edición. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2011. p. 485-99.
19. Protti A, et al. Role of strain rate in the pathogenesis of ventilator-induced lung edema. *Crit Care Med*. 2016;44(9):838–45.
20. Nin N, et al. Severe hypercapnia and outcome of mechanically ventilated patients with moderate or severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2017;43(2):200–8.
21. Amato MB, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372(8):747–55.

22. Fanelli V, et al. Feasibility and safety of low-flow extracorporeal carbon dioxide removal to facilitate ultra-protective ventilation in patients with moderate acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2016; 20:36.
23. Protti A, et al. Lung anatomy, energy load, and ventilator-induced lung injury. *Intensive Care Med Exp*. 2015;3(1):34.
24. Retamal J, et al. Open lung approach ventilation abolishes the negative effects of respiratory rate in experimental lung injury. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2016;60(8):1131–41.
25. Cressoni M, et al. Mechanical power and development of ventilator-induced lung injury. *Anesthesiology*. 2016;124(5):1100–8.
26. Dreyfuss D, Ricard JD, Gaudry S. Did studies on HFOV fail to improve ARDS survival because they did not decrease VILI? On the potential validity of a physiological concept enounced several decades ago. *Intensive Care Med*. 2015;41(12):2076–86.
27. Bellani G, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016;315(8):788–800.
28. Cressoni M, et al. Lung inhomogeneity in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(2):149–58.
29. Gattinoni L, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med*. 2016;42(10):1567–75.
30. Marini JJ, Jaber S. Dynamic predictors of VILI risk: beyond the driving pressure. *Intensive Care Med*. 2017;42(10):1597–600.
31. Goebel U, et al. Flow-controlled expiration: a novel ventilation mode to attenuate experimental porcine lung injury. *Br J Anaesth*. 2014;113(3):474–83.

32. Schumann S, et al. Determination of respiratory system mechanics during inspiration and expiration by FLOW-controlled EXpiration (FLEX): a pilot study in anesthetized pigs. *Minerva Anesthesiol.* 2014;80(1):19–28.
33. Ferrando C, Suárez-Sipmann F, GutierrezA, Tusman G, Carbonell J, García M, et al. Adjusting tidal volume to stress index in an open lung condition optimizes ventilation and prevents over distension in an experimental model of lung injury and reduced chest wall compliance. *Crit Care* 2015; 19:9.
34. Fish E, Novack V, Banner-Goodspeed VM, Sarge T, Loring S, Talmor D. The esophageal pressure-guided ventilation 2 (EPVent2) trial protocol: a multicentre, randomized clinical trial of mechanical ventilation guided by transpulmonary pressure. *BMJ Open* 2014(9);4: e006356.
35. National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network, Truitt JD, Bernard GR, Steingrub J, Matthay MA, Liu KD, et al. Rosuvastatin for sepsis-associated acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2014;370(23):2191-2200.
36. Jung JD, Kim SH, Yu BS, Kim HJ. Effects of a preemptive alveolar recruitment strategy on arterial oxygenation during one-lung ventilation with different tidal volumes in patients with normal pulmonary function test. *Korean J Anesthesiol* 2014; 67: 96-102.
37. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med.* 2013; 369:2126–36. [PubMed: 24283226] [Erratum, *N Engl J Med* 2014;370:1668-9.]
38. Esteban A, Anzueto A, Alía I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med* 2012; 161:1450–8.
39. Chatbun RL, El-Khatib M, Mireles-Cabodevila E. A taxonomy for mechanical ventilation: 10 fundamental maxims. *Respir Care.* 2014;59(11):1747-1763.

40. Tobin MJ, Alex CG. Discontinuation of mechanical ventilation. En: Tobin MJ, ed. Principles and practice of mechanical ventilation. New York: Mc Graw-Hill, 1994:1177-98.
41. Mehta AB, Syeda SN, Wiener RS, Walkey AJ. Epidemiological trends in invasive mechanical ventilation in the United States: a population-based study. J Crit Care. 2015;30(6):1217-1221.
42. Dres M, Dubé B-P, Mayaux J, et al. Coexistence and impact of limb muscle and diaphragm weakness at time of liberation from mechanical ventilation in medical intensive care unit patients. Am J RespirCrit Care Med. 2017;195(1):57-66.
43. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. N Engl J Med 1995;332: 345-50.
44. Blanch L, Villagra A, Sales B, et al. Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. IntensiveCareMed. 2015;41(4):633-641.
45. Brown CA III, Bair AE, Pallin DJ, Walls RM; NEAR III Investigators. Techniques, success, and adverse events of emergency department adult intubations. Ann Emerg Med. 2015;65(4):363-370.e 1.
46. Hagberg CA, Gabel JC, Connis RT. Difficult Airway Society 2015 guidelines for the management of unanticipated difficult intubation in adults: not just another algorithm [published correction appears in Br JAnaesth. 2016;116(2):309]. Br J Anaesth. 2015;115(6):812-814.
47. MekontsoDessap A, Boissier F, Charron C, et al. Acute cor pulmonale during protective ventilation for acute respiratory distress syndrome: prevalence, predictors, and clinical impact. Intensive Care Med. 2016;42(5):862-870.
48. Minhas MA, Velasquez AG, Kaul A, Salinas PD, Celi LA. Effect of protocolized sedation on clinical outcomes in mechanically ventilated intensive care unit patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Mayo Clin Proc. 2015;90(5):613-623.

49. Girardis M, Busani S, Damiani E, et al. Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit: the Oxygen-ICU Randomized Clinical Trial. JAMA. 2016;316(15):1583-1589.
50. Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, et al. Management of adults with hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: 2016 clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the American Thoracic Society. Clin Infect Dis. 2016;63(5): e61-e111.
51. Código Internacional de Ética Médica. Adoptado por la 3ª Asamblea General de la AMM en Londres, Inglaterra, octubre 1949 y enmendado por la 22ª Asamblea Médica Mundial, Sydney, Australia, agosto 1968 y la 35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre 1983.
52. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Washington 2002; y del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Planilla de recolección de datos de los pacientes:

APP	
Estatura (cm)	
Peso corporal predicho	

Nombre y apellidos	
No. HC	
Edad	
Sexo	
APACHE II	
Riesgo de muerte	
Fecha ingreso hosp.	
Fecha ingreso UCI	
Motivo ingreso UCI	
Fecha inicio VAM	
Causa indicación VAM	
Tipo vía aérea	
Modo inicio VAM	
VT inicio	
Pr. Superior inicio	
PEEP	
Modo mtto. VAM	
Fecha traqueostomía	
Tiempo al q se realiza traqueost.	
Fecha inicio destete	
Modalidad destete	
Fecha final destete	
Duración destete	
Fracaso destete	
Causa fracaso destete	
Necesidad reintubac	
Causa reintubación	
No. reintubaciones	
No. episod. ventilat.	
Fecha final VAM	
Duración VAM	
Complicac VAM	
Fecha egreso UCI	
Estadía UCI	
Estado al egreso UCI	
Fecha egreso hosp.	
Estadía hosp	

Temp.		pH art		Na	
TA		Si FIO2 ≤5 paO2		Hto	
TAM		Si FIO2 >5 pa-A		Leucog.	
FC		HCO3		Creat.	
FR		K		ECG	