

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Facultad de ciencias de la salud  
Osasun zientzien fakultatea

# Causalidad y prevención de las complicaciones asociadas a Ventilación Mecánica Invasiva

Grado en Enfermería  
Enfermería Gradua

Trabajo de Fin de Grado/ Gradu Bukaerako Lana

Miriam Olleta Irisarri

Tutor/Tutora: Marta Ferraz Torres

Mayo, 2021



## RESUMEN

La VMI es la técnica de sustitución de órganos más utilizada y su tendencia va al alza. Sin embargo, son muchas las complicaciones que se asocian a la VMI: barotrauma, volutrauma, atelectrauma y NAVM, aumentando la morbi-mortalidad y el gasto sanitario.

Se establecen como objetivos la identificación de los factores asociados a las complicaciones así como los recursos y medidas efectivas en su prevención, para conseguir establecer la casuística de las complicaciones asociadas a VMI. Para ello se lleva a cabo una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas: Pubmed, Scielo, Dialnet y Cinahl, así como páginas de interés para el tema como la CDC o el Ministerio de Sanidad.

Los resultados obtenidos muestran que son múltiples las condiciones que facilitan la aparición de complicaciones, y van desde aquellas que suponen bajo riesgo (sexo masculino, edad > 70 años) a las que suponen riesgo elevado (Sedación prolongada, decúbito supino, presión transpulmonar elevada). Además se encuentran grandes proyectos consiguen reducir la NAVM aunque para el resto de complicaciones se introduce el concepto Eventos asociados al Ventilador cuya prevención está en estudio. Además, son muchas las medidas establecidas como efectivas aunque en algunas de ellas se encuentren limitaciones o bien en su puesta en práctica o bien en su dudable beneficio.

**Palabras clave:** Ventilación Mecánica Invasiva (VMI), NAVM, Barotrauma, Volutrauma, Factor de riesgo, Prevención.

## ABSTRACT

IMV is the most widely used organ replacement technique and its trend is on the rise. However, there are many complications associated with IMV: barotrauma, volutrauma, atelectrauma and VAP, increasing morbidity and mortality and health costs.

The objectives are established to identify the factors associated with complications as well as the resources and effective measures for their prevention, in order to establish the casuistry of complications associated with IMV. For this, a bibliographic search is carried out in scientific databases: Pubmed, Scielo, Dialnet and Cinahl, as well as pages of interest for the subject such as the CDC or the Ministry of Health.

The results obtained show that there are multiple conditions that facilitate the appearance of complications, ranging from those that pose a low risk (male sex, age > 70 years) to those that pose a high risk (prolonged sedation, supine decubitus, elevated transpulmonary pressure). In addition, there are large projects that reduce AVM, although for the rest of the complications the concept of Ventilator-associated events is introduced, the prevention of which is under study. In addition, there are many measures established as effective, although in some of them there are limitations either in their implementation or in their doubtful benefit.

**Keywords:** Invasive mechanical ventilation (IMV), VAP, Barotrauma, Volutrauma, Risk factor, Prevention.



## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Ventilación mecánica; ¿qué es?.....	1
1.2.	Tipos de Ventilación Mecánica .....	2
1.3.	Principales complicaciones asociadas a la VM.....	6
a.	Neumonía asociada a Ventilación Mecánica .....	6
b.	Volutrauma .....	8
c.	Atelectrauma.....	8
d.	Barotrauma .....	9
2.	OBJETIVOS.....	11
2.1.	Objetivo general.....	11
2.2.	Objetivos específicos.....	11
3.	METODOLOGÍA .....	12
3.1.	Estrategia de búsqueda.....	14
4.	RESULTADOS .....	17
4.1.	Factores de riesgo asociados a la aparición de complicaciones en VM.....	17
4.1.1.	Factores de riesgo comunes a todas las complicaciones.....	18
4.1.2.	Factores de riesgo específicos de NAVM .....	23
4.1.3.	Factores de riesgo específicos de barotrauma, volutrauma y atelectrauma	26
4.2.	Recursos desarrollados para la prevención de dichas complicaciones .....	31
4.2.1.	Prevención de la NAVM .....	31
4.2.2.	Prevención de la totalidad de complicaciones asociadas a VMI.....	34
4.3.	Efectividad de las medidas para la prevención de complicaciones .....	39
4.3.1.	Ventilación mecánica No Invasiva.....	39
4.3.2.	Comprobación de las alarmas.....	40
4.3.1.	Mantenimiento del nivel de presión del neumotaponamiento .....	40
4.3.2.	Correcta sujeción del TET.....	41
4.3.3.	Elevación de la cabecera .....	42
4.3.4.	Higiene de la cavidad oral con Clorhexidina .....	42
4.3.5.	Aspiración de secreciones respiratorias.....	44
4.3.6.	Aspiración de secreciones subglóticas.....	44
4.3.7.	Manejo de la sedación .....	45
4.3.8.	Prueba de respiración espontánea diaria .....	46

4.3.9.	Cambios no rutinarios del circuito del ventilador.....	47
4.3.10.	Control y conocimiento de las presiones transpulmonar, meseta y conducción.....	48
4.3.11.	Ventilación pulmonar protectora.....	49
5.	DISCUSIÓN.....	57
6.	CONCLUSIONES.....	63
7.	PROPUESTA DE MEJORA.....	64
7.1.	Introducción.....	64
7.2.	Objetivos.....	64
7.3.	Método.....	64
7.4.	Cronograma.....	65
7.5.	Herramientas.....	67
a.	Check list.....	67
b.	Protocolo.....	70
7.6.	Evaluación.....	74
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
	ANEXO 1 “Escala RASS”.....	92
	ANEXO 2 Póster del protocolo.....	92
	ANEXO 3 “Test para la evaluación de adquisición de conocimientos”.....	95
	ANEXO 4 “Test de opinión”.....	97

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Ventilación mecánica; ¿qué es?

Se denomina ventilación mecánica (VM) a todo procedimiento de respiración artificial que suple de manera total o parcial la función respiratoria (1) utilizando para ello un aparato mecánico. (2)

Resulta de importancia señalar que la ventilación mecánica, en la mayoría de las ocasiones (3), no consiste en un tratamiento curativo sino que actúa como soporte, garantizando el mantenimiento de la función respiratoria mientras perdura la causa que originó su disfunción. (1, 2, 4) De esta manera, ofrece tiempo para el alivio o resolución de las diferentes afecciones que provocan perjuicio de manera directa o indirecta a la función pulmonar. (3,5) Por tanto, a pesar de ser una técnica no exenta de riesgos, proporciona un importante beneficio supliendo la función respiratoria.(5)

Para conseguir un empleo adecuado de la ventilación mecánica se hace necesario conocer los pilares sobre los que se asienta. De esta manera, por definición, constituye una herramienta muy importante en el tratamiento de pacientes que se encuentran en situación de insuficiencia respiratoria, por ser el principal soporte de las funciones respiratoria y cardiaca. (6, 7, 8)

Aunque constituye la técnica de sustitución de órganos más utilizada, (5) la prevalencia de la utilización de VMI en las unidades de cuidados intensivos es variada. Un estudio llevado a cabo en 2013 en una unidad de cuidados intensivos del Hospital Universitario de Freeidurg resaltó que el 14% de los pacientes ingresados habían sido ventilado mecánicamente (9). Estos resultados son similares a los encontrados en un estudio llevado a cabo en 2015 en un hospital cubano en el que el 16,9% de los ingresados recibieron ventilación mecánica. (10) Son muchos los estudios que señalan que esta prevalencia es mayor y que hasta un 41,2 % de los pacientes ingresados en las unidades de críticos reciben este tipo de terapia. (11) En España, un estudio que comparó la utilización de ventilación mecánica invasiva y no invasiva en los años 1998, 2004, 2010 y 2016, señala que en el año 2016 en España

un 30% de los pacientes admitidos en UCI recibían soporte del tipo invasivo, (12) y la tendencia es al alza, tal y como muestra un estudio sobre la tendencia del uso de VMI en EEUU, resaltando que en 1993 la utilización de VMI fue de 178,8 casos cada 100.000 adultos estadounidenses, mientras que en 2009 era de 310,9 por cada 100.000.(13)

Tanto es así que se trata del principal motivo por el que los pacientes son admitidos en las unidades de cuidados intensivos (UCI) (5). De hecho, puede afirmarse que la ventilación mecánica fue la principal razón para el origen de estas unidades siendo una de las terapias más utilizadas dentro del cuidado del paciente crítico a pesar de ser de las terapias más costosas. (14)

A lo largo de los últimos 30 años se ha producido un rápido desarrollo del campo de la mecánica respiratoria, así como de nuevos instrumentos dedicados a la ventilación y un incremento de los conocimientos acerca de la anatomía y fisiopatología pulmonar, en la asistencia al paciente que padece insuficiencia respiratoria grave. (3, 10) Además, debido al aumento de la esperanza de vida y su consiguiente envejecimiento poblacional, la utilización de la VM está aumentando significativamente y pese a que consiga salvar gran número de vidas, tiene una mortalidad alta asociada. (15)

De esta manera a pesar de haberse logrado amplios niveles de conocimiento sigue siendo necesario aproximarse a la dinámica pulmonar real, de manera que se produzca una mejor adaptación a las necesidades del paciente y de esta manera se consiga reducir la incidencia de complicaciones que se siguen manteniendo en cifras muy elevadas. (3)

## **1.2. Tipos de Ventilación Mecánica**

Para la administración del soporte ventilatorio a través de la ventilación mecánica se requiere de una determinada interface que interviene sobre la vía aérea superior del paciente filtrando el gas y modificando su temperatura y humedad. Las



interfaces pueden ser externas o invasivas. Por ello, diferenciamos dos tipos de ventilación mecánica (4):

a. Ventilación mecánica no invasiva. (VMNI)

Soporte ventilatorio sin necesidad de intubación orotraqueal, llevada a cabo a través de máscara nasal o facial sujeta al paciente a través de un arnés y conectada al circuito de un ventilador (2,16). De esta manera se consigue una ventilación alveolar no invasiva. (1) Por tanto, las interfaces utilizadas son externas (3) persiguiendo los efectos beneficiosos derivados de la aplicación de presión positiva en la vía aérea de manera no invasiva en los siguientes apartados:

- ✓ Intercambio de gases
- ✓ Manejo y mejora de sintomatología
- ✓ Reducción de la fatiga de los músculos respiratorios al favorecer el reposo de los mismos.
- ✓ Mejora de la calidad de vida (17)

La ventilación mecánica no invasiva surge para intentar reducir muchas de las complicaciones que suponen la práctica invasiva. Se trata de un método eficaz siempre que no existan contraindicaciones para llevarla a cabo. Algunas de las ventajas del tipo no invasivo pueden incluir mayor confort y seguridad del paciente, menor estancia en UCI, menor tiempo de ventilación y menor riesgo de infección. (7) Por ello, se observa un aumento importante en la utilización de ventilación mecánica no invasiva como primer soporte ventilatorio, intentando evitar la utilización de ventilación invasiva. Tanto es así que en 1998 sólo el 4% de los enfermos recibían este tipo de ventilación en España, mientras que en 2016 era el 17%. Hay que tener en cuenta que parte de los pacientes que inician soporte ventilatorio no invasivo, terminan recibiendo de tipo invasivo. Así, se señala que en 2016 el 31% de los pacientes precisaron posteriormente soporte ventilatorio invasivo. (12)

#### b. Ventilación mecánica invasiva (VMI)

Ventilación mecánica llevada a cabo a través de interfaces invasivas de tal manera que se precisa de un tubo endotraqueal y el ventilador mecánico. Una de las grandes ventajas de este tipo de ventilación consiste en que además de permitir el flujo de aire, lo protege, posibilita la succión de secreciones y facilita algunos procedimientos. (15)

Las interfaces invasivas mencionadas pueden ser:

- ✓ Supraglóticas: a través de máscara laríngea, faríngea o combitubo.
  - ✓ Subglóticas: a través de tubo endotraqueal, traqueotomía o combitubo
- (4)

Cuando se toma la decisión de someter a un paciente a ventilación mecánica invasiva es importante tener en cuenta los recursos materiales y personales con los que contamos, debido a la importancia de contar con profesionales sanitarios preparados. (4)

El objetivo principal de la VMI será optimizar el intercambio de gases, incrementando la oxigenación alveolar, aumentando la capacidad funcional residual, reduciendo el trabajo respiratorio y disminuyendo el esfuerzo llevado a cabo por los músculos respiratorios para mejorar la oxigenación y perfusión tisular. (2) De esta manera, se suministra un adecuado nivel de gas que produzca un efecto medicinal y beneficioso garantizando un soporte ventilatorio al paciente que no produzca daños. (4)

La necesidad de ventilación artificial es una indicación meramente clínica basada en la evaluación continua del paciente y su evolución. Será necesario tener en cuenta no sólo los parámetros gasométricos o relacionados con la mecánica respiratoria, que por sí mismos solo tienen valor orientativo, sino que además será necesario tener en cuenta el estado mental del paciente, la existencia de signos que nos indiquen que existe trabajo respiratorio aumentado, fatiga de músculos inspiratorios, y agotamiento general del paciente. (1) De esta manera, las indicaciones de necesidad de ventilación mecánica se resumen en la Figura 1.

Mecánica respiratoria	Indicaciones clínicas	Intercambio gaseoso
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR &gt; 35 resp/min</li> <li>• Fuerza inspiratoria negativa &lt; 25 cmH<sub>2</sub>O</li> <li>• Capacidad vital &lt; 10 ml/kg</li> <li>• Ventilación minuto &lt; 3 l/min o &gt; 20 l/min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadecuada ventilación alveolar</li> <li>• Insuficiencia respiratoria aguda tipo I o tipo II</li> <li>• Hipertensión intracraneal</li> <li>• Hipoxemia severa</li> <li>• Profilaxis frente a inestabilidad hemodinámica grave</li> <li>• Aumento del trabajo respiratorio</li> <li>• Fatiga músculos respiratorios</li> <li>• Tórax inestable</li> <li>• Permitir sedación y/o relajación muscular ante determinados procedimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PaO<sub>2</sub> &lt; 60 mmHg con FiO<sub>2</sub> &gt; 50%</li> <li>• PaCo<sub>2</sub> &gt; 50 mmHg y pH &lt; 7,23</li> </ul>

**Figura 1. Indicaciones de la VMI.** Cada una de las condiciones que precisarían de soporte ventilatorio invasivo.

Figura de elaboración propia (4,16)

Como ya se ha señalado, la VMI es el modo de soporte vital más utilizado en los pacientes críticos. Sin embargo, aquellas personas sometidas a esta técnica presentan alta morbilidad asociada tanto a corto como a largo plazo, lo que hará necesario conocer las complicaciones derivadas de esta asistencia ventilatoria, los factores de riesgo que nos indican mayor probabilidad de aparición de estas complicaciones y qué métodos existen para prevenirlas.

Son muchas las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica invasiva ya que la propia ventilación mecánica constituye una fuente de complicación en sí misma tanto en pulmones sanos como en pulmones previamente dañados (7). De esta manera vamos a encontrar múltiples y muy variadas complicaciones que pueden estar relacionadas con la propia ventilación, con la intubación endotraqueal o con la inmovilización prolongada (2).

**(Tabla 1). Complicaciones asociadas a VMI**

Complicaciones directas	Complicaciones indirectas de la VMI
Volutrauma	Neumonía asociada a ventilación mecánica (NAVVM)
Barotrauma	Extubación accidental
Atelectrauma	Obstrucción del tubo endotraqueal
	Lesión traqueal
	Úlceras por presión (UPP)
	Hipotensión
	Reducción gasto cardiaco
	Úlcera gástrica
	Aumento Presión intra-craneal
	Hipomotilidad Gástrica
	Disfunción hepática

Tabla de elaboración propia

La importancia de las complicaciones que se derivan de la propia ventilación así como la derivada de la NAVVM hace que el presente trabajo esté centrado en desarrollarlas puesto que su aparición supondrá un aumento del tiempo ventilatorio, de ingreso en UCI y en el hospital.

### **1.3. Principales complicaciones asociadas a la VM**

#### **a. Neumonía asociada a Ventilación Mecánica**

La neumonía asociada a ventilación mecánica (NAVVM) es un tipo de neumonía nosocomial y por tanto, no presente en el momento de ingreso y desarrollada al menos 48 horas después del inicio de la estancia hospitalaria. Lo que diferencia a la NAVVM de una neumonía nosocomial, es su no presencia ni incubación en el momento de inicio de la terapia invasiva. (18, 19)

La NAVM es la segunda infección de adquisición hospitalaria en cuanto a frecuencia y la primera si nos centramos únicamente en las unidades de cuidados intensivos (18, 19, 20, 21). Cuando la neumonía aparece en la UCI habitualmente se produce en relación con la utilización de ventilación mecánica de tipo invasiva. (19) Un estudio llevado a cabo en 2015 sobre 849 pacientes sugirió que el 32,2 % de las infecciones acontecidas en el entorno hospitalario son NAVM. (22)

La incidencia de la Neumonía asociada a Ventilación mecánica varía en función de los estudios que tengamos en cuenta. Aún así parece que entre el 8-28% de los pacientes receptores de ventilación mecánica sufren esta complicación, pudiendo ese porcentaje verse aumentado hasta un 50% en función de si el paciente presenta algún factor de riesgo. (23, 24)

Observando la alta incidencia de esta complicación destaca la importancia de su estudio, resultando de interés además remarcar la alta mortalidad asociada que presenta, puesto que puede oscilar entre el 24-50% de los pacientes que la desarrollan. Incluso esta cifra puede ser aumentada hasta un 76% si la infección ha sido causada por organismos multiresistentes. Tanto es así que el paciente que desarrolle esta complicación tiene el doble de probabilidades de fallecer que aquel paciente que no la ha desarrollado. (21)

El diagnóstico de NAVM debe estar basado en criterios clínicos, radiográficos, y microbiológicos. A pesar de que la clínica es inespecífica en los pacientes con NAVM, se tiende a sospechar la aparición de esta complicación cuando:

- ✓ Aparición de un nuevo infiltrado o progresión del mismo en las pruebas de imagen

Junto con la combinación de 2 o 3 de los siguientes:

- ✓ Fiebre > 38°C
- ✓ Leucocitosis ( $\Rightarrow$  12000/mm<sup>3</sup>) o leucopenia (< 4000/mm<sup>3</sup>)
- ✓ Secreciones respiratorias purulentas. (14)
- ✓ Aumento de requerimientos de O<sub>2</sub> (25)

Desarrollar una NAVM supone un importante aumento del gasto socio sanitario, debido a que aumenta tanto los días que el paciente precisará ventilación mecánica, como ingreso en UCI y en el hospital. (18, 20)

b. Volutrauma

El volutrauma es la sobredistensión de un área pulmonar secundaria a volúmenes alveolares altos que superan el límite físico de la estructura pulmonar y que provocan el alargamiento de las fibras de colágeno. (15, 26)

El daño se produce si el volumen aplicado sobre el pulmón, distiende los alveolos de manera repetida por encima de su límite. Esta distensión producirá pequeñas fracturas en la matriz extracelular, inflamación y tensión en los vasos, que conducen a heridas tisulares y activación de la cascada inflamatoria. (26) Para conseguir causar volutrauma en pulmones humanos, son requeridos volúmenes de marea/tidales muy altos.

Durante los últimos treinta años, barotrauma y volutrauma se han visto como dos entidades que, a pesar de estar muy relacionadas, son diferentes. A pesar de relacionarse ambas con presiones transpulmonares elevadas, el volutrauma está mediado por sobredistensión y el barotrauma por el aumento de presión. (27)

c. Atelectrauma

Uno de los mecanismos más importantes dentro del daño que puede ser producido por el ventilador es el atelectrauma. Parece ser consecuencia del colapso y reapertura repetida de alveolos en áreas donde la función del surfactante pulmonar está alterada (8, 26, 28) Es por tanto, el daño pulmonar que está asociado al continuo colapso y reclutamiento de las unidades funcionales pulmonares. (28) El 80% de las Rx pertenecientes a personas que son ventiladas de manera invasiva muestran afectación atelectásica. (7)

Cuando los alveolos se tornan atelectáticos durante el recultamiento ejercido por la presión positiva de final de espiración (PEEP) se genera una tensión de cizallamiento en las células epiteliales que facilita la aparición de lesiones mecánicas. (3) Estos alveolos al colapsar se inundan mayoritariamente por líquido y se produce la propagación de burbujas de aire generando una onda de tensión de cizallamiento en la interfaz o comunicación entre la burbuja de aire y las unidades alveolares colapsadas llenas de líquido. De esta manera, se genera un estrés local adicional que puede romper las adherencias citoesqueléticas de la membrana alveolar y producir lesiones pulmonares. (8)

El colapso o inundación de una unidad alveolar facilita el colapso de las adyacentes, puesto que la membrana inter-alveolar se deforma hacia el interior del alveolo atelectasiado. Esto provoca que en el alveolo contiguo se facilite la generación de una tensión de cizallamiento que facilita su colapso. (26)

#### d. Barotrauma

Barotrauma hace referencia al daño sufrido por el tejido corporal como consecuencia de la diferencia de presión en cavidades cerradas. El barotrauma pulmonar es una complicación asociada a la ventilación mecánica de presión positiva. (29, 30, 31) Todo paciente ventilado mecánicamente corre el riesgo de desarrollar esta complicación (29) siendo una de las más temidas debido a la morbilidad y mortalidad asociada que posee. (32)

Actualmente, a pesar del descenso en la incidencia gracias a las estrategias ventilatorias protectoras, (32) un estudio llevado a cabo sobre 100 pacientes con insuficiencia respiratoria sometidos a ventilación mecánica reflejó que su incidencia es del 9% siendo bastante superior en aquellos pacientes sometidos a la invasiva. (29, 33) Sin embargo esta incidencia es notablemente superior a la reflejada por un estudio llevado a cabo sobre 361 unidades de UCI de 20 países diferentes en el que 154 pacientes desarrollaron este tipo de complicación suponiendo el 2,9 % de los pacientes estudiados. (34)

La fisiopatología exacta del barotrauma sigue sin estar clara (29), pero la evidencia parece señalar que una presión excesiva sobre los alveolos conduce a una sobredistensión que produce la ruptura macroscópica del parénquima pulmonar (5, 29). Esa ruptura provoca la aparición de aire lejos de los alveolos (25,28, 29,31), en lugares donde normalmente no está presente. (29, 33) Debido a que el aire puede escapar a diferentes espacios, encontramos múltiples entidades clínicas que se engloban dentro del concepto de barotrauma: neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo (29, 33), y embolia gaseosa (32). A pesar de ser muy variadas pueden presentarse también de manera conjunta. (30)

Durante la respiración normal, las paredes alveolares se “desdoblan” generando tensión. Cuando esto ocurre, se produce una migración de lípidos hacia la membrana con la función de prevenir de la ruptura de la pared alveolar, o de reparar cuando se produce un fallo de estrés que conduce a la misma. Si estos mecanismos protectores fallan, o son superados por un exceso de presión y tensión se produce ruptura de las uniones de células epiteliales y endoteliales que da vía libre para que se produzca escape de aire hacia espacios extraalveolares. (27, 35)



## 2. OBJETIVOS

### **2.1. Objetivo general**

- a. Establecer la casuística de las complicaciones asociadas a ventilación mecánica invasiva, así como la mejor manera de prevenirlas.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a. Identificar las principales causas o factores de riesgo condicionantes del aumento de complicaciones.
- b. Analizar recursos desarrollados para la disminución y control de dichas complicaciones.
- c. Identificar las medidas más efectivas en el manejo de un paciente sometido a VMI para la disminución de la tasa de complicaciones asociadas.

### 3. METODOLOGÍA

El presente trabajo se muestra como resultado de una búsqueda bibliográfica científica basada en una revisión llevada a cabo a través de bases de datos científicas:

- a. PUBMED
- b. DIALNET
- c. SCIELO
- d. CINAHL
- e. SIRIUS

Además, también se han consultado algunas páginas web de importancia en relación con el tema desarrollado. Entre ellas se encuentra la página web oficial de la CDC (Centrol para el control y prevención de enfermedades) y la web del Ministerio de Salud del Gobierno de España.

El operador boleano más utilizado fue “AND” para conseguir que los resultados incluyeran todos los términos introducidos y de esta manera obtener artículos que encajaran con la búsqueda. También han sido utilizados el operador “OR” en dos ocasiones y el operador “NOT”, sobre todo con el objetivo de centrar la búsqueda evitando algunos términos, como “noninvasive ventilation” o “COVID”.

Para facilitar la búsqueda y además ampliarla, se han utilizado truncamientos (\*). De esta manera utilizando “ventila\* mecánica\*” se incluyen no solo aquellos artículos que citan “ventilación mecánica”, sino también “ventilados mecánicamente”, entre otras. Del mismo modo, como ejemplo, al utilizar el truncamiento “nurs\*” incluimos no solo “nurse”, sino también todas las palabras derivadas de la misma raíz como “nursery”.

También ha sido muy utilizado el “método rueda” de manera que se accede a otros artículos a partir de otros para de esta manera llegar a los estudios o artículos que contenían la evidencia científica de manera más directa y demostrada. Por otro lado, la base de datos SIRIUS ha sido más utilizada para la recuperación de artículos a los que era difícil acceder a través de otras bases de datos.

Las palabras clave utilizadas durante la búsqueda se describen en la tabla adjuntada a continuación, clasificadas en función del idioma:

**(Tabla 2). Palabras clave.**

Castellano	Inglés
✓ Ventila* mecánica*	✓ Complication*
✓ Complicación* (es)	✓ Mechanic* ventilation
✓ Neumonía	✓ Critical*
✓ Barotrauma	✓ Patient
✓ Volutrauma	✓ Respiratory insuficiency
✓ Atelectrauma	✓ Barotrauma
✓ Enfermería	✓ Pneumonia
✓ Enfermer*	✓ Volutrauma
✓ Neumotórax	✓ Tracheostomy
✓ Cuidados enfermería	✓ Safety, safe*, saf*
✓ Prevención, preven*	✓ Lung injury
✓ Factor* riesgo	✓ Intensive care unit
✓ Evento* asociado ventila*	✓ Risk factor*
	✓ Pulmonary barotrauma
	✓ Contribution factor*
	✓ Predictive factor*
	✓ Prevent*
	✓ Vnetilator associated complication*
	✓ Nurs*
	✓ Bundle*
	✓ VAE
	✓ Transpulmonar pressure
	✓ Ventilator* asociated event*
	✓ Secretion* aspiration
	✓ Position, semi-recumbent position
	✓ Ventilator circuit
	✓ Lung protective ventilation

Tabla de elaboración propia

### 3.1. Estrategia de búsqueda

#### a. Criterios de inclusión

- ✓ Castellano, inglés.
- ✓ Estudios realizados en población adulta
- ✓ Estudios llevados a cabo en Unidades de Cuidados Intensivos.

#### b. Criterios de exclusión

- ✓ Publicaciones centradas en población infantil.

Uno de los límites utilizados es el tiempo de publicación, no admitiéndose aquellos estudios que hayan sido publicados en un tiempo mayor a los diez últimos años, a no ser que su importancia en el presente trabajo así lo justificara.

La estrategia de búsqueda fue similar en todas las bases de datos. Aún así es necesario adjuntar de manera más precisa el número de artículos revisados, seleccionados y desechados. De los artículos que encontrados, se leen los títulos, y se procede a leer el resumen de aquellos que a priori encajan. Para completar la selección se procede a la lectura completa de aquellos que tras la lectura del título y del resumen encajan.

**(Tabla 3). Estrategia de búsqueda.**

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Encontrados	Seleccionados
<b>PUBMED</b>	✓ “Mechanical ventilation AND respiratory insufficiency AND complication*”	366	7
	✓ “Barotrauma AND mechanical ventilation”	44	4
	✓ “Volutrauma”	76	5
	✓ (mechanical ventilation)) AND (barotrauma)AND complications	87	2

✓ (((Mechanical ventilation[Title]) AND (risk factor*)) AND (complication*)) AND (intensive care unit*)	17	1
✓ ((prevent*) AND (barotrauma)) AND (mechanic* ventilat*)	43	3
✓ ( factor*) and (mechanical ventilation) and (ventilator associated complication*)	55	2
✓ ("ventilators, mechanical"[MeSH Terms] OR ("ventilators"[All Fields] AND "mechanical"[All Fields]) OR "mechanical ventilators"[All Fields] OR "ventilator"[All Fields]) AND associated[All Fields] AND events[All Fields] AND ("prevention and control"[Subheading] OR ("prevention"[All Fields] AND "control"[All Fields]) OR "prevention and control"[All Fields] OR "prevention"[All Fields])	11	2
✓ VAE OR Ventilator associated event	125	4
✓ Position AND ventilator associated pneumonia	21	1
✓ Mechanical ventilation AND secretion* aspiration	11	2
✓ Ventilator circuit* AND pneumonia	47	1
✓ transpulmonar* pressure AND mechanical ventilation AND prevent	28	2
✓ Lung protective ventilation AND Mechanic* ventilation	71	3
✓ Semi-recumbent position AND mechanical ventilation	2	1
✓ oral AND ventilator associated pneumonia	15	2
✓ chlorhexidine AND ventilator associated pneumonia	12	3

<b>SCIELO</b>	✓ Ventilación mecánica (titulo) AND complicación*	45	8
	✓ Ventilación mecánica (titulo)AND neumonía	93	8
	✓ (enfermer*)and(ventilación mecánica(titulo))	35	2
	✓ (Barotrauma) AND (mechanical ventilation)AND(lung injury)	2	1
	✓ Neumotórax (tema) AND ventilación mecánica (Título)	3	1
	✓ TEMA: (ventilación mecánica) AND TEMA: (cuidad*) AND TEMA: (unidad cuidado* intensivo*) AND TEMA: (enferm*) NOT COVID (Limitando Nursing)	43	2
	✓ TEMA: (ventilación mecánica) AND TEMA: (medida*) AND TEMA: (unidad cuidado* intensivo*) AND TEMA: (riesgo)	10	4
✓ Enferm* AND ventilación mecánica (tema) (Limitando nursing)	74	3	
<b>DIALNE T</b>	✓ Cuidados enfermería AND ventilación mecánica	53	5
	✓ factor* riesgo AND ventilación mecánica	149	3
	✓ Atelectrauma	3	1
	✓ Factor* riesgo AND ventilación mecánica AND neumonia	49	2
<b>CINAHL</b>	✓ Mechanical ventilation AND complications AND risk factor OR contribution fators OR predictive factor NOT noninvasive ventilation	1100	2

Tabla de elaboración propia

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Factores de riesgo asociados a la aparición de complicaciones en VM

Se deriva importancia de la revisión de aquellas condiciones que facilitan la aparición de las complicaciones. A pesar de estudiarse condiciones clínicas que facilitan la aparición de una determinada complicación, también existen factores de riesgo que facilitan la aparición de todas ellas. De esta manera, se dividen los factores de riesgo en: comunes a todas ellas, asociados a NAVM y asociados a barotrauma, volutrauma y atelectrauma. En la figura adjuntada a continuación (Figura 2) se incluyen los factores de riesgo asociados a cada complicación.

Principales factores de riesgo según complicación				
Conjunto de complicaciones	NAVM	Barotrauma	Volutrauma	Atelectrauma
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sexo masculino</li> <li>•Edad &gt; 70 años</li> <li>•Enfermedad pulmonar previa</li> <li>•Enfermedad Cardiovascular previa</li> <li>•Tabaquismo</li> <li>•Tiempo de ventilación</li> <li>•Intubación endotraqueal</li> <li>•Sedación</li> <li>•Reintubación</li> <li>•Trasfusiones sanguíneas</li> <li>•Balance hídrico positivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Antibioterapia previa</li> <li>•Presión del neumotaponamiento &lt; 20 mmHg</li> <li>•Cambio rutinario de circuitos</li> <li>•Decúbito supino</li> <li>•Nutrición enteral por SNG o SNY</li> <li>•Intubación nasotraqueal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presión transpulmonar elevada</li> <li>•Ventilación controlada por volumen</li> <li>•Presión meseta &gt; 35 mmHg</li> <li>•Cuidado oral con Clorhexidina</li> <li>•Presión intraabdominal elevada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presión transpulmonar elevada</li> <li>•Ventilación controlada por presión.</li> <li>•Presión meseta &gt; 35 mmHg</li> <li>•Cuidado oral con Clorhexidina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Decúbito supino</li> <li>•Presión intraabdominal elevada</li> </ul>

**Figura 2. Factores de riesgo según complicación.** Clasificación de cada complicación con los factores que aumentan el riesgo de desarrollarlas.

Figura de elaboración propia

#### 4.1.1. Factores de riesgo comunes a todas las complicaciones

Se recogen los principales factores de riesgo que facilitan la aparición de las complicaciones asociadas a ventilación mecánica invasiva de manera más frecuente.

##### a. Edad y sexo

A pesar de que cada paciente receptor de soporte ventilatorio invasivo padece riesgo de desarrollar complicaciones, el sexo masculino posee un riesgo aumentado. Un estudio realizado sobre 12 UCIs señaló que el 57% de los pacientes que desarrollaban complicaciones eran hombres. (36) Otro estudio llevado a cabo sobre 181 pacientes que habían desarrollado NAVM demostró resultados similares: cerca del 60% eran hombres. (37)

Además, mientras que en la mayoría de estudios se asocia un riesgo aumentado de desarrollar NAVM en pacientes mayores de 70 años (38, 39, 40), otros afirman que en los hombres aparece de manera más frecuente en aquellos cuyas edades oscilan entre 50 y 69 años. (41) Esto podría estar relacionado con la disminución fisiológica y la atrofia gradual de los músculos respiratorios que acontece con el envejecimiento. (42)

##### b. Antecedentes personales

En cuanto a las enfermedades y antecedentes personales que facilitan la aparición de complicaciones, un estudio llevado a cabo en 2020 puso en evidencia que el 36,96% de los pacientes con NAVM padecían una enfermedad cardiovascular subyacente (39). Los pacientes con estas enfermedades son los que más frecuentemente reciben soporte ventilatorio por lo que el riesgo de desarrollar complicaciones será mayor. (40, 41) De hecho, las comorbilidades más comunes son: HTA, diabetes, arterioesclerosis y obesidad) (39)

Los pacientes que padecen enfermedades pulmonares previas también poseen un riesgo aumentado. De hecho, los pacientes que tienen EPOC son aquellos con mayor riesgo de desarrollar NAVM (5), así como el resto de complicaciones. Un



estudio demostró que la mayoría de pacientes que desarrollaban Barotrauma padecían una enfermedad pulmonar previa, entre las que destacaban asma, EPOC, SDRA y neumonía. (36) Komplas et al señalaron que las comorbilidades más prevalentes en pacientes con complicaciones fueron las enfermedades pulmonares crónicas con un 30% así como la diabetes con un 33%. (43)

#### c. Tabaquismo

Un estudio llevado a cabo sobre pacientes oncológicos ha demostrado una amplia relación entre el tabaquismo y el riesgo de desarrollar NAVM. Tanto es así, que los pacientes con hábito tabáquico tenían un riesgo 4,37 veces mayor de desarrollar NAVM que aquellos que nunca habían fumado o habían dejado de hacerlo. (44) El hábito tabáquico supone el deterioro de la función macrofagocítica pulmonar, que las hace más vulnerables a la colonización por patógenos. (42) Además, los pacientes fumadores presentan peor distensibilidad pulmonar. (36)

#### d. Tiempo de Ventilación

Uno de los factores de riesgo más importantes y menos discutidos es el tiempo de ventilación puesto que cuanto mayor sea el tiempo de exposición al soporte ventilatorio invasivo, mayor será el riesgo. (38, 40)

Son múltiples los estudios que han demostrado la relación existente entre tiempo de ventilación y NAVM. Un estudio realizado en Cracovia demostró que el 17% de los pacientes que estuvieron ventilados al menos 15 días desarrollaron NAVM, mientras que solo el 1% de los pacientes tratados de tres a siete días la desarrolló. (41) Otro estudio llevado a cabo en Egipto demostró que la incidencia de NAVM aumenta de un 5% en aquellos pacientes que reciben un día de VM a un 65% en aquellos pacientes que reciben hasta 30 días este soporte. (45) Además según *Cubillos et al* la incidencia los primeros 5 días será de un 3% el primer día, de un 2% entre el quinto y décimo día, y un 1% adicional por día a partir del décimo día. (46)

Al igual que en la NAVM, el barotrauma, volutrauma y atelectrauma poseen una incidencia aumentada con el paso del tiempo. De esta manera, el estudio llevado a cabo por HSU C W et al muestra un rápido aumento de la incidencia con el paso de los días, siendo del 0,14% en los primeros 5, y de un 0,40% en el día 40. Este estudio también mostró que los pacientes con neumonía y EPOC tienen mayor riesgo durante los primeros cinco días para después ir disminuyendo gradualmente, y los pacientes con SDRA poseen el mayor riesgo entre el sexto y décimo día. (36)

#### e. Intubación endotraqueal y traqueotomía

Uno de los principales factores de riesgo es la intubación de la vía aérea. (21, 41) El pulmón es un órgano estéril, pero la presencia de la vía respiratoria artificial rompe esa esterilidad, alterando su función de defensa. (24, 47, 48)

La mayoría de tubos endotraqueales presentan neumotaponamiento, un balón que protege el pulmón frente a la entrada de material y secreciones así como evita pérdidas de aire. El sellado no es hermético, por lo que, a pesar de ser un mecanismo de defensa cuyo objetivo es aislar la vía aérea, queda lejos de conseguirlo. De hecho, la incidencia de NAVM es entre 7 y 21 veces mayor en aquellos pacientes intubados que en aquellos que no lo están. (24, 37, 49) Diversos estudios demuestran también que la neumonía es más frecuente en pacientes ventilados a través de tubo endotraqueal (6%) que a través de traqueotomía (0,5 %). (41)

El paciente intubado posee debilitados los mecanismos de defensa del organismo con el compromiso del reflejo deglutorio y tusígeno, así como la capacidad de barrido de los cilios de la mucosidad. (24, 47, 48) Además, los pacientes críticos tienen el sistema inmunológico debilitado, un estado variable de malnutrición, y una susceptibilidad a la acumulación de secreciones alrededor del tubo, lo que facilita la colonización de la vía aérea inferior por los patógenos acumulados en las secreciones. (21, 47)

f. Sedación. Trastorno de la consciencia.

Los pacientes ventilados invasivamente se encuentran bajo la administración de infusiones sedantes. La sedación hace que se comprometan los reflejos tusígeno y expectorativo ya mermados por la intubación, dificultándose aún más su capacidad para eliminar secreciones. Adoptan un papel pasivo ante actividades del personal sanitario, de manera que poseen mayor facilidad para la aspiración del contenido que se está retirando mediante aspiración. (36)

Nseir et al propusieron mecanismos por los que la sedación aumenta el riesgo de NAVM: facilita la microaspiración de secreciones orofaríngeas, reduce la motilidad esofágica, aumenta el tiempo de ventilación mecánica y el tiempo de estancia en UCI. (49) De esta manera, la sedación prolonga la duración de la VMI, así como aumenta la necesidad de utilizar modos ventilatorios con volúmenes y presiones elevados. (50) Además, la sedación sostenida en el tiempo posee un efecto inmunomodulador e inmunosupresor. (49)

La administración de Benzodicepinas de manera previa a la intubación también aumenta el riesgo. Esta relación fue demostrada por Lewis SC et al que analizando algunos factores de riesgo encontró que tanto las benzodicepinas como el Propofol aumentaban el riesgo de complicaciones, mientras la Dexmetomidina no lo hacía. Estas teorías pueden ser reforzadas con la observación de las complicaciones desarrolladas por pacientes con enfermedad hepática subyacente. En estos casos, desarrollan menos cantidad de complicaciones al recibir un 75% menos de benzodicepinas y propofol. (50)

g. Reintubación

La reintubación parece postularse como otra condición que aumenta el riesgo. Un estudio retrospectivo llevado a cabo sobre pacientes post-quirúrgicos mostró que el 13,9% de los pacientes reintubados desarrollaron algún tipo de complicación, mientras que sólo el 5,3% de los pacientes que no reintubados las desarrollaron. (51) Esto podría relacionarse con un aumento del riesgo de aspiración de

secreciones de la cavidad oral en pacientes que han permanecido intubados varios días o con el mantenimiento de la sonda nasogástrica posterior a la extubación que aumenta el riesgo de aspiración de contenido gástrico. (48)

#### h. Trasfusiones sanguíneas

Las transfusiones sanguíneas son un factor de riesgo a tener en cuenta. Un estudio retrospectivo expuesto anteriormente demostró un aumento del riesgo en aquellos pacientes que recibían mayor número de unidades sanguíneas transfundidas. Aquellos que desarrollaron complicaciones recibieron 6,7 unidades frente a las 5,5 recibidas por aquellos pacientes que no las desarrollaron. (51) Otro análisis cohorte demostró que la transfusión de algún tipo de producto sanguíneo entre el primer y cuarto día de intubación aumentaba el riesgo de desarrollo de complicaciones. (52)

#### i. Balance hídrico positivo.

Aunque la sobrecarga de líquidos se postula como factor de riesgo, los pacientes críticos reciben habitualmente un importante aporte. (5) La formación de edema pulmonar es una característica común a volutrauma, barotrauma y atelectrauma, y la probabilidad de aparición se ve aumentado si el aporte de líquidos es elevado. (53)

Un estudio llevado a cabo en el Brigham and Women Hospital demostró que los pacientes que habían desarrollado complicaciones recibieron mayor aporte de líquidos y su balance hídrico había sido positivo: recibieron una media de 4,9 L diarios frente a los 3,8 L que recibidos por aquellos que no las habían desarrollado. Esto podría estar relacionado con presiones venosas centrales más altas debido a la sobrecarga de líquidos. (40)

Esta relación ha sido demostrada por Hayashi et al, que comprobó que los afectados por complicaciones habían recibido entre 10,8 y 14,9 L/día, mientras que los pacientes no afectados recibieron entre 6,1 y 7,3 L/día. (45) Del mismo modo,

Shenglei Zang M et al mostraron que un balance hídrico diario positivo durante los primeros días de intubación aumenta el riesgo de desarrollo de complicaciones. (54)

#### 4.1.2. Factores de riesgo específicos de NAVM

##### a. Antibioterapia previa

La administración de antibióticos de manera profiláctica es uno de los factores más polémicos dentro de las UCIs, puesto que a pesar de que la antibioterapia previa se considera un factor de riesgo en la aparición de NAVM, son muchas las unidades en las que se utiliza de manera profiláctica para prevenir su aparición. (38) Son múltiples los informes en los que se relaciona la antibioterapia profiláctica con la reducción de NAVM, aunque también con el aumento de resistencias que dificultarán el tratamiento. (42)

Un estudio llevado a cabo sobre pacientes que habían desarrollado NAVM mostró que la exposición a antibióticos profilácticos, así como haber sido tratado en múltiples episodios con terapia antibiótica inadecuada aumentó significativamente la aparición de esta complicación. (39) Esto puede ser explicado afirmando que el tratamiento antibiótico previo altera la flora bacteriana del paciente, facilitando el crecimiento de flora patógena que facilite el desarrollo de una infección respiratoria. (48)

##### b. Presión del neumotaponamiento

El neumotaponamiento es la parte del tubo endotraqueal, nasotraqueal o de la cánula que sella la tráquea generando dos espacios diferentes entre la vía aérea superior y la inferior. Está indicado para evitar fugas aéreas, permitir la ventilación y evitar las broncoaspiraciones. La zona del neumotaponamiento es un lecho en el que habitualmente se acumulan secreciones, por lo que tiene un papel primordial en la génesis de las neumonías. Una presión del neumotaponamiento inferior a la recomendada, facilitará el acceso de estas secreciones a la vía aérea inferior (38, 55)

El control correcto del neumotaponamiento es importante para mejorar la seguridad del paciente puesto que es uno de los principales factores de riesgo asociados a NAVM. Son muchos los estudios que han demostrado que presiones inferiores a 20 cmH<sub>2</sub>O facilitan la aparición de neumonía. (55)

c. Frecuencia cambios sistemas ventilador

Un aumento en la frecuencia del cambio de los sistemas se relaciona con un mayor riesgo de NAVM. (38, 40, 41) Un meta-análisis comparó el riesgo de desarrollar NAVM en pacientes con cambios de los circuitos cada 48 horas frente a aquellos que recibieron cambios cada 7 días, así como el riesgo de desarrollarla en pacientes con cambios rutinarios de los circuitos frente a pacientes que no habían recibido ningún cambio, demostrando que aquellos pacientes que recibían cambios de los circuitos cada 48 horas o de manera rutinaria poseían mayor riesgo de desarrollar complicaciones infecciosas. (56).

Los humidificadores han sido fuente de controversia en cuanto a la falta de consenso sobre qué tipo aumenta la incidencia de NAVM. Una pobre hidratación facilita el espesamiento y la acumulación de secreciones, y una sobrehidratación facilita la formación de una condensación en las tubuladuras que se presenta como potencial reservorio de patógenos. De esta manera, se plantea si el uso de un determinado tipo de humidificador (activos o pasivos) aumenta el riesgo de desarrollo de complicaciones de tipo infecciosas. Sin embargo, un meta-análisis realizado en 2014 concluyó que el uso de humidificador activo no supone una reducción de la incidencia de NAVM frente al uso del humidificador pasivo, de manera que el riesgo no varía con el uso de uno frente al otro. (57)

d. Decúbito supino

En el pasado, los pacientes ventilados mecánicamente eran colocados en decúbito supino. Sin embargo, un estudio en 1992 demostró que la incidencia de NAVM por aspiración de secreciones orofaríngeas en esta posición era mayor. (58) Desde entonces, es uno de los factores de riesgo menos discutidos en la génesis de NAVM.

Es tal esta asociación que un estudio llevado a cabo en una UCI ha demostrado que es el factor de riesgo que más se manifiesta puesto que el 100% de los pacientes que estuvieron en decúbito supino desarrollaron NAVM. (55) Hay que tener en cuenta que el riesgo de aspiración pulmonar en un paciente que está siendo alimentado por sonda nasogástrica en posición supina es muy alto. (59)

En 2016 fue llevada a cabo una revisión sistemática que estudiaba la posición. Ocho estudios comparaban la posición supina con la semiincorporada, demostrando que la incidencia de sospecha clínica de NAVM y NAVM confirmada microbiológicamente era mayor en los pacientes en decúbito supino. De 759 pacientes, el 40,2% de los pacientes en esa posición tuvieron sospecha clínica de NAVM, mientras que solo el 14,3% de los posicionados de manera semi-incorporada tuvieron esa sospecha. En cuanto a la neumonía ya confirmada, el 31,6 % de los pacientes en decúbito supino tuvieron dicha confirmación, mientras que solo el 12,6% de los pacientes en posición semi-incorporada la tuvieron. (60)

#### e. Nutrición enteral por sonda nasogástrica/nasoyeyunal

La nutrición de un paciente que se encuentra en situación crítica es fundamental para su recuperación. Mientras la situación lo permita será de elección la nutrición enteral, llevada a cabo a través de una sonda de ubicación gástrica o duodenal. Es importante destacar que la nutrición por sonda alcaliniza el ph del estómago facilitando la colonización gástrica por parte de patógenos. (38,47)

La presencia de sonda nasogástrica o nasoyeyunal propicia incompetencia del esfínter esofágico inferior favoreciendo el reflujo gastroesofágico. (38, 47) Este reflujo se ve facilitado por un gradiente positivo de presión, y puede ser magnificado cuando existe distensión gástrica o aumento de la presión intra-abdominal. (58) Esto genera un aumento del riesgo de broncoaspiración de dicho contenido gástrico colonizado por patógenos, y la alteración del funcionamiento normal del sistema respiratorio al producirse un aumento de la presión generada

sobre la caja torácica. De esta manera, el aumento de la presión intraabdominal también se considerará un factor de riesgo de aparición de la NAVM (42)

f. Intubación nasotraqueal y sinusitis

De la misma manera que el estómago, los senos paranasales se identifican como potencial reservorio de gérmenes con capacidad para colonizar la orofaringe. Es por ello que la intubación nasotraqueal se asocia con un aumento de la incidencia de sinusitis lo que favorece la aparición de neumonía, llegando a multiplicar el riesgo casi por cuatro. (38, 47, 59)

4.1.3. Factores de riesgo específicos de barotrauma, volutrauma y atelectrauma

a. Presión transpulmonar

El volutrauma y barotrauma son entidades similares, aunque la primera está mediada por sobredistensión y la segunda por alta presión durante la insuflación. (61) Aún así ambos fenómenos vienen determinados por la Presión transpulmonar (62), que es la diferencia entre la presión interior en la vía aérea ( $P_{aw}$ ) y la presión del exterior o presión pleural ( $P_{pl}$ ) (27, 61, 62)

Es un hecho que la presión transpulmonar es la fuerza que hace que los pulmones se vacíen o se llenen de aire cambiando de volumen, puesto que se trata de la fuerza de distensión del pulmón, determinando el estiramiento (strain) del parénquima pulmonar. (27, 61, 63) Es considerada la variable que mejor refleja la tensión aplicada sobre las estructuras pulmonares. (62)

Los pulmones responden de manera diferente a presiones transpulmonares altas en función a cómo se consiguen. Estudios con células alveolares tipo I y II han demostrado que deformaciones repetidas suponen mayor riesgo de ruptura alveolar que una sola deformación sostenida. (27)



Variaciones significativas de la presión transpulmonar (Ptp) y mayores niveles de Volumen tidal (Vt) tienen como consecuencia un exceso de stress (tensión en las paredes alveolares) y strain (deformación del parénquima pulmonar) en regiones aireadas del pulmón. (64) Además la presión transpulmonar y el volumen pulmonar van irremediablemente de la mano (27). El volumen está relacionado con la presión debido a las características de distensibilidad (compliance) de la pared pulmonar. Un paciente con alta compliance pulmonar tendrá un volumen alveolar de final de espiración elevado y por tanto mayor riesgo de barotrauma que aquellos pacientes con bajo cumplimiento pulmonar. (31)

Es necesario señalar, que el riesgo de desarrollar estas complicaciones asociado a la presión transpulmonar está aumentado en aquellos pacientes con Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo (SDRA), puesto que cualquier actividad forzada podría generar presiones pleurales elevadas y fluctuaciones en la presión tranpulmonar, generándose volúmenes tidales altos. (61)

#### b. Tipo de Modalidad de Ventilación

El tipo de ventilación utilizada determinará mayor riesgo de aparición de una u otra complicación. La controlada por volumen hará que el ventilador entregue siempre el mismo volumen y la presión dependerá de la compliance pulmonar. Si es deficiente, la presión será elevada y el riesgo de desarrollar barotrauma mayor. (65)

Por otro lado, la ventilación programada por presión hace que el respirador mande un volumen de aire constante hasta que se alcanza una presión programada. El volumen dependerá del necesario para alcanzar la presión pautada, por lo que varía en función del estado de la vía aérea y los pulmones del paciente. De esta manera, si se necesitan volúmenes muy altos, el riesgo de volutrauma será mayor. (66)

#### c. Presión meseta y Presión Pico

Para poder entender en qué consiste la presión meseta es necesario introducir el término Presión máxima de las vías aéreas, que no es más que la presión máxima a

la que son sometidas las vías respiratorias. Cuando esta presión alcanza su valor máximo, hay una caída de presión hasta que se alcanza la meseta. (48) La presión que se aplica a los alveolos en esa meseta es la conocida como Presión meseta. (29, 31) Unos valores de presión meseta superiores a 35 cmH<sub>2</sub>O aumentan el riesgo de sobredistensión y suponen una excesiva presión sobre el parénquima pulmonar. (29, 65)

Esta relación fue demostrada en un estudio sobre 718 pacientes en el que se concluyó que una presión meseta inferior a 35 cmH<sub>2</sub>O no tiene relación con el aumento de la incidencia de barotrauma, mientras que valores superiores suponen su aumento. (67)

Durante años, la ventilación mecánica tenía como objetivo limitar la presión de la vía aérea puesto que la creencia general era que una presión pico elevada causaba barotrauma. (65) De esta manera, tal y como demostraron Webb y Tierney en un experimento con ratas en 1973, los animales ventilados con presiones pico de 14 cm H<sub>2</sub>O, no presentaron cambios histológicos en el pulmón, mientras que aquellos que estuvieron ventilados con presiones picos elevadas (30-45 cm H<sub>2</sub>O) presentaron lesiones a nivel alveolar, hipoxemia grave e incluso fallecieron. (29)

#### d. Cuidado de la cavidad oral con Clhorexidina

Algo que no deja de sorprender es que varios estudios parecen mostrar que el cuidado de la cavidad oral con Clorhexidina, puede ser un factor de riesgo en el desarrollo de complicaciones. Un estudio llevado a cabo entre 2013 y 2014 en una UCI demostró que el cuidado bucal con Clorhexidina se convertía en una práctica que aumentaba el riesgo de desarrollo de complicaciones cuando se extendía en el tiempo más de siete días. (68)

#### e. Presión intraabdominal

La cavidad abdominal y la cavidad torácica son dos espacios de diferente volumen divididos por el diafragma. Un aumento de la presión intraabdominal condicionará

cambios en la curvatura del diafragma y compresión del espacio pleural. Un estudio prospectivo demostró que un aumento de la presión intraabdominal suponía un descenso de la SatO2 y la generación de atelectasias por compresión del parénquima pulmonar gracias a la trasmisión vertical de la presión elevada. (69) Del mismo modo, la disminución de esta presión mejora los parámetros de mecánica respiratoria por disminución de las presiones de la vía aérea. (70)

Se incluye a continuación una tabla que recoge los factores de riesgo presentados previamente y el nivel de riesgo asociado de cada uno de ellos, asignado bajo criterio propio en función de la evidencia encontrada. (Tabla 4).

**(Tabla 4). Nivel de riesgo por factor.**

Factor de riesgo	Complicación asociada	Nivel de riesgo
Sexo masculino	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>BAJO</b>
Edad > 70 años	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>BAJO</b>
Enfermedad pulmonar previa (EPOC, SDRA, Neumonía)	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>MEDIO</b>
Enfermedad cardiovascular (DM, HTA, arterioesclerosis)	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>MEDIO</b>
Tabaquismo	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>MEDIO</b>
Tiempo de ventilación	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>ALTO</b>
Intubación endotraqueal	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>ALTO</b>
Sedación prolongada	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>ALTO</b>
Reintubación	NAVМ, Barotrauma, Volutrauma,	<b>MEDIO-ALTO</b>

	Atelectrauma	
Trasfusiones sanguíneas	NAVVM, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>BAJO-MEDIO</b>
Transporte fuera de UCI	NAVVM, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>BAJO</b>
Balance hídrico positivo	NAVVM, Barotrauma, Volutrauma, Atelectrauma	<b>ALTO</b>
Antibioterapia previa	NAVVM	<b>MEDIO</b>
Presión del neumotaponamiento <20 mmHg	NAVVM	<b>ALTO</b>
Cambio rutinario sistemas ventilador	NAVVM	<b>MEDIO</b>
Decúbito supino	NAVVM, Atelectrauma	<b>ALTO</b>
Nutrición enteral por SNG	NAVVM	<b>ALTO</b>
Intubación nasotraqueal	NAVVM	<b>MEDIO</b>
Presión transpulmonar elevada	Volutrauma, Barotrauma	<b>ALTO</b>
Modalidad ventilatoria por volumen	Barotrauma	<b>MEDIO</b>
Modalidad ventilatoria por presión	Volutrauma	<b>MEDIO</b>
Presión meseta y pico elevadas	Volutrauma, Barotrauma	<b>ALTO</b>
Cuidado oral con Clorhexidina	Volutrauma, Barotrauma, Atelectrauma	<b>BAJO</b>
Presión intraabdominal elevada	Volutrauma, Barotrauma, Atelectrauma	<b>MEDIO</b>

Tabla de elaboración propia

## **4.2. Recursos desarrollados para la prevención de dichas complicaciones**

### **4.2.1. Prevención de la NAVM**

Es la complicación más estudiada por la comunidad científica, de manera que se han llevado a cabo grandes proyectos que han demostrado la reducción de su incidencia a raíz de la implementación de determinadas intervenciones. Se presentan algunas de las más importantes a nivel internacional, europeo y nacional.

#### **a. A nivel internacional: The 100 k lives campaign**

Los paquetes de prevención de la NAVM se incluyeron por primera vez en la campaña estadounidense “The 100k lives campaign” perteneciente al Institute for Health Improvement (IHI), lanzada con el objetivo de reducir la morbilidad y mortalidad de los pacientes ingresados en hospitales estadounidenses. La campaña fue lanzada en 2004 y pretendía conseguir los objetivos para junio de 2006. (71)

Esta campaña abarcaba otras líneas de actuación, buscando no sólo prevenir la NAVM sino todos los eventos adversos nosocomiales que suponen un aumento de la morbimortalidad. En cuanto a la NAVM se pretendía reducir su incidencia, la mortalidad asociada y la estadía en UCI con la implementación de cuatro medidas:

- ✓ Elevar la cabecera de la cama por encima de 30º
- ✓ Profilaxis de úlcera péptica
- ✓ Profilaxis de la trombosis venosa profunda
- ✓ Variaciones en la sedación. (71, 72, 73)

Los resultados mostraron una reducción del 59% en la tasa de NAVM en las unidades en las que el cumplimiento del paquete de medidas fue del 95% (71, 74). Son muchos los estudios en los que se ha evaluado el paquete de prevención llevado a cabo por el IHI, o que lo han aplicado variando algunas pequeñas cuestiones. Aún así en la mayoría de ellos, se ha conseguido una reducción importante de la incidencia de NAVM.

b. A nivel europeo: The VAP care Bundle Contributors

A nivel europeo se creó un comité formado por 12 participantes de diferentes disciplinas, que basándose en una revisión de guías clínicas de la NN y NAVM en Europa, y utilizando un análisis de decisiones multi-criterio, creó un paquete de medidas para la prevención de dicha complicación.

El proceso identificó tres criterios que se asocian a nueve intervenciones, de manera que se conoce la importancia relativa de cada una así como el desempeño de cada intervención frente a los criterios establecidos. Así se conoce el beneficio derivado de cada intervención, y se obtienen variadas opiniones.

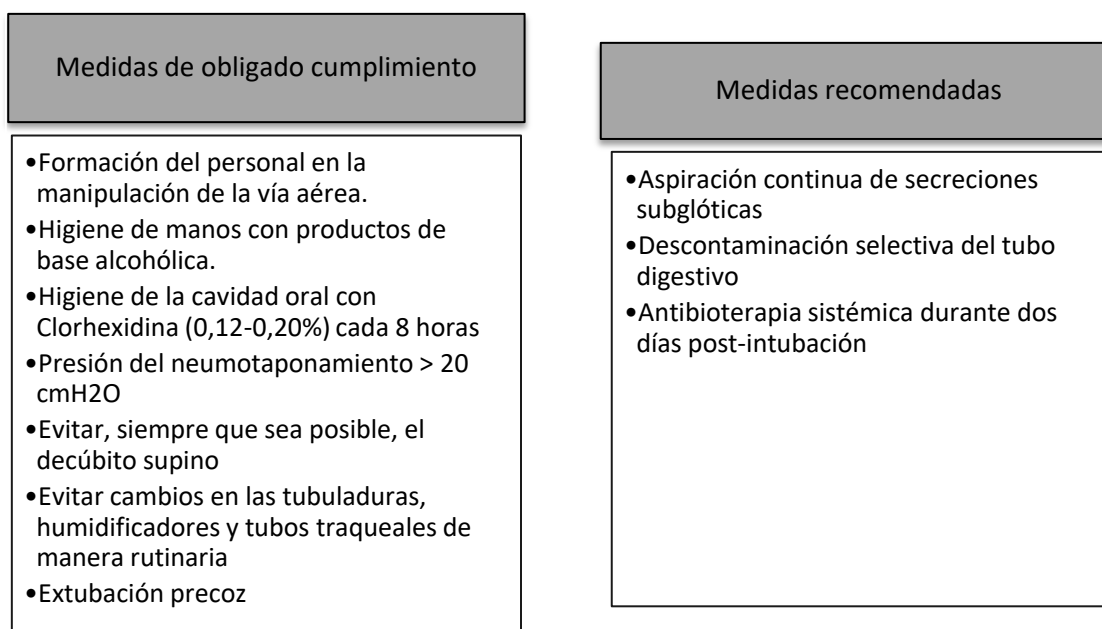
Los criterios utilizados para evaluar cada intervención fueron: facilidad de implementación, eficacia clínica, y solidez de la evidencia, y las intervenciones evaluadas: posicionar al paciente semi-incorporado, ventanas de sedación, higiene de manos con productos de base alcohólica, VMNI, cuidado de la cavidad oral con clorhexidina, no cambios del circuito ventilatorio a menos que sea necesario, control de la presión del neumotaponamiento, nutrición enteral, uso de humidificadores, profilaxis de úlceras por estrés, administración de sucralfato cuando sea necesario realizar profilaxis de úlceras por estrés, vigilancia microbiológica de la unidad, utilización de tubos endotraqueales, restricción de transfusiones salvo necesidad y descontaminación selectiva del tracto digestivo. Cuando se llevó a cabo el puntaje fueron cinco las intervenciones señaladas por su mayor beneficio, de manera que el paquete de intervención se centró en ellas:

- ✓ Evitar el cambio rutinario del circuito del ventilador
- ✓ Higiene estricta de manos con soluciones de base alcohólica
- ✓ Cuidados por parte de personal debidamente formado y entrenado
- ✓ Ventanas de sedación
- ✓ Cuidado bucal con clorhexidina (72)

c. A nivel nacional: Proyecto Neumonía Cero

En España se crea el proyecto Neumonía Cero, una propuesta de intervención multifactorial enfocado en la prevención de la NAVM. El proyecto fue puesto en marcha por la Agencia de Calidad del Ministerio de Sanidad, Política social e Igualdad, con la colaboración de la Sociedad Española de Medicina Intensiva (SEEIUC) y la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC).

El proyecto, llevado a cabo entre 2011 y 2012 tenía como objetivo principal reducir la tasa media estatal un 40% la tasa media de los años comprendidos entre el 2000 y el 2008 y un 25% en referencia a los años 2009 y 2010. Además se propuso la promoción y mejora de la seguridad en las UCIs. La intervención propuesta para conseguir la prevención de las NAVMs estaba formada por dos intervenciones complementarias que debían ser llevadas a cabo en las unidades de críticos: la aplicación de un paquete de medidas básicas y recomendables.



**Figura 3. Medidas incluidas en Neumonía Zero.**

Figura de elaboración propia

Los resultados fueron publicados el 24 de mayo de 2013 con una reducción del 43% a los 19-21 meses de la participación en el proyecto, reduciendo la tasa de incidencia de la neumonía asociada a ventilación mecánica del 11,5 por 1000 días de ventilación mecánica a 6,56. Gracias a la iniciativa se produjeron 52.577 estancias hospitalarias menos, y un ahorro aproximado de 163 millones de euros. (75, 76)

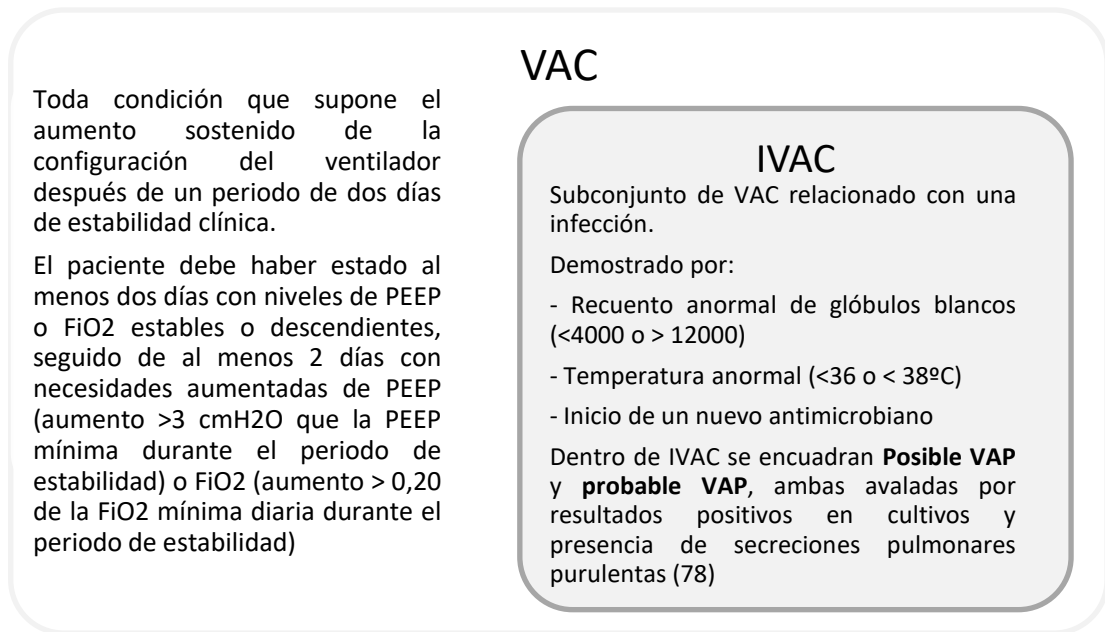
#### 4.2.2. Prevención de la totalidad de complicaciones asociadas a VMI

Como ya se ha señalado, la prevención de las complicaciones asociadas a la VMI se ha limitado a la prevención de NAVM. Por tanto, la prevención del resto de complicaciones está poco estudiada.

Es por ello que se deriva importancia de la presentación del concepto creado en 2013 por la CDC con el objetivo de abarcar la prevención de todos aquellos procesos relacionados con la VMI. De esta manera, surge el concepto eventos asociados al ventilador (EAV) que hace referencia a los procesos que después de un proceso de estabilidad clínica, supusieron el aumento de la configuración del ventilador y un aumento del soporte ventilatorio. Se incluyen todas las complicaciones, tanto las infecciosas como las no infecciosas. (77)

En el concepto propuesto por la CDC se encuadran diferentes entidades propuestas en el algoritmo de definición y vigilancia de los EAVs. En el presente trabajo se introducen los conceptos de VAC (Condición asociada a ventilador) e IVAC con la figura de elaboración propia insertada a continuación, para de esta manera englobar todas las complicaciones asociadas a VMI. (Figura 4).





**Figura 4. Definiciones Eventos Asociados a Ventilador.** Se definen algunas de las condiciones englobadas en el concepto EAV.

Figura de elaboración propia

Esta nueva visión de las complicaciones asociadas a VMI permite predecir su aparición, el aumento de la duración de la ventilación mecánica y el alargamiento del tiempo de estadía en las unidades de cuidados intensivos. (78, 79) Alrededor de 2000 hospitales de EEUU comunicaron EAVs en 2016 desde su definición. Sin embargo, fuera de EEUU, la aceptación del término ha sido más limitada y hasta el momento no existe un consenso acerca de cuáles son los factores de riesgo que facilitan su aparición ni cuál es la mejor manera de prevenirlos. (8) En la actualidad existen tres enfoques principales en la prevención de los EAV:

- ✓ Prevenir la intubación
- ✓ Reducir la duración de la VM.
- ✓ Enfocarse en la prevención de los factores de riesgo específicos. (80)

Se presentan algunos estudios de peso que han logrado reducir la incidencia de los EAV, de manera que con las medidas presentadas se ha logrado la reducción de todas las complicaciones asociadas a VMI.

a. The CDC Prevention Epicenters Wake up and Breathe Collaborative

Estudio propuesto a 20 UCIs entre noviembre de 2011 y mayo de 2013. Las 20 unidades ingresaron los datos en un sitio web común, realizándose seguimiento de la incidencia de VAE, así como de la tasa de cumplimiento de las intervenciones propuestas.

Se trataba de un protocolo llevado a cabo de manera multidisciplinar con el objetivo de implementar la realización diaria de pruebas espontáneas de respiración y sedación, para poder evaluar la prevención de los EAVs.

- ✓ La intervención relacionada con la sedación suponía la interrupción de todas las infusiones sedantes incluyendo la interrupción de analgesia en pacientes sin dolor activo.
- ✓ La intervención relacionada con la prueba diaria de respiración espontánea suponía reducir el nivel PEEP a valores inferiores a 5-8 cmH<sub>2</sub>O en ventilaciones que suponen una presión continua en las vías respiratorias, o menor o igual de 5 cmH<sub>2</sub>O en una ventilación de presión soporte durante dos horas. El protocolo animaba a extubar a aquellos pacientes que pasaran la prueba de respiración espontánea de manera satisfactoria.

Estas intervenciones supusieron la disminución de EVAs: mientras en noviembre de 2011 sucedían 9,7 eventos asociados al ventilador por cada 100 días de soporte ventilatorio, en mayo de 2013 sucedían 5,2, lo que supuso una reducción del 37%. Además se incluyeron otros datos que ayudaban en la disminución de aparición de complicaciones: la disminución de la duración de la VMI en 2,4 días, y el ingreso en UCI en 3 días. (43)

b. Estudio colaborativo de dos estados para la reducción de EAV

Estudio llevado a cabo entre 2013 y 2015 en 56 UCIs organizado por el Instituto Johns Hopkins Armstrong, la Asociación de Hospitales de Maryland y la Asociación

de Hospitales y Sistemas de Salud de Pensilvania. Se invitaba a participar a todos aquellos hospitales de Maryland y Pensilvania que contaran con una UCI destinada a adultos, con el objetivo de disminuir la tasa de EVA aumentando el cumplimiento de un protocolo, el trabajo multidisciplinar, y la cultura de seguridad.

El estudio inició con un proceso de identificación de las intervenciones que para los equipos médicos poseían mayor importancia en la reducción de los EVAs. Se crearon equipos multidisciplinarios de mejora de la calidad y se llevó a cabo el entrenamiento y formación de los equipos que componían las unidades de cuidados intensivos. Se identificaron seis intervenciones para conseguir el objetivo:

- ✓ Elevación de la cabecera de la cama.
- ✓ Drenaje de aspiración subglótica continua.
- ✓ Cuidado bucal con Clorhexidina dos veces al día.
- ✓ Cuidado bucal seis veces al día.
- ✓ Prueba de respiración espontánea.
- ✓ Interrupción diaria de la sedación.

La tasa de VAE disminuyó de 7,34 casos por cada 1000 días de ventilación a 4,58 casos a los 2 años de la implementación de las intervenciones. Las tasas de IVAC disminuyeron de 3,15 a 1,56 casos por 1000 días de ventilación. (81)

- c. Paquete de prevención de NAVM aplicado a todas las complicaciones asociadas a VMI

Estudio retrospectivo que incluyó a 5539 pacientes del hospital Brigham and Women's de EEUU y que evaluó la efectividad de los paquetes de atención dedicados a la reducción de la NAVM en la prevención de todas las complicaciones. (EAV).

Se incluyeron cinco medidas en el estudio y se evaluaron los efectos que tuvieron cada una de ellas por separado y de manera conjunta en la reducción de las complicaciones asociadas a VMI. De esta manera se evalúa si la realización de múltiples medidas de manera simultánea aporta mayores beneficios.

- ✓ Elevación de la cabecera de la cama (>30º)
- ✓ Interrupción de las infusiones sedantes
- ✓ Pruebas de respiración espontánea diarias
- ✓ Profilaxis tromboembolismo diaria
- ✓ Cuidado bucal con Clorhexidina
- ✓ Profilaxis de úlcera por estrés

La interrupción de sedación junto con la prueba de respiración espontánea fueron las que obtuvieron resultados más favorables en la reducción de complicaciones. Ambos demostraron reducir la mortalidad, el tiempo de intubación y la duración de ventilación mecánica e ingreso hospitalario. En cuanto a la elevación de la cabecera y la profilaxis de tromboembolismo consiguieron la disminución del tiempo de intubación pero no la reducción de la mortalidad ni la duración del ingreso hospitalario. Sin embargo, el cuidado bucal con Clorhexidina y la profilaxis de tromboembolismo no obtuvieron buenos resultados. La primera se asoció con un mayor riesgo de mortalidad y la segunda no tuvo ningún efecto demostrado. Además la profilaxis de la úlcera por estrés parecía estar asociada a un mayor riesgo de NAVM.

Por último, la agrupación de medidas se asoció con una mejora en la duración de la intubación, puesto que supuso una extubación precoz. La asociación de las cuatro medidas que obtuvieron resultados positivos supuso mayor reducción que la conseguida gracias a la asociación de dos o tres medidas, que aún así obtuvieron mejores resultados que llevadas a cabo individualmente. (82)

### 4.3. Efectividad de las medidas para la prevención de complicaciones

De la revisión de los principales proyectos que han demostrado la reducción de las complicaciones asociadas a VMI se recogen las medidas encontradas para estudiar de manera más profunda su efectividad, sus beneficios y sus limitaciones.

Medidas efectivas según complicación			
NAVM	Barotrauma	Volutrauma	Atelectrauma
<ul style="list-style-type: none"> <li>•VMNI</li> <li>•Neumotaponamiento &gt;20 mmHg y &lt; 30 mmHg</li> <li>•Sujeción del TET</li> <li>•Posición semi-incorporada (30-60º)</li> <li>•Higiene oral con Clorhexidina</li> <li>•Aspiración de secreciones</li> <li>•Aspiración subglótica continua</li> <li>•Manejo de la sedación</li> <li>•Respiración espontánea diaria.</li> <li>•Cambio no rutinario de circuitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•VMNI</li> <li>•Comprobación alarmas.</li> <li>•Sujeción del TET</li> <li>•Aspiración de secreciones</li> <li>•Manejo de la sedación</li> <li>•Respiración espontánea diaria.</li> <li>•Control de la presión transpulmonar . (30-32 cm H2O)</li> <li>•Control de la presión meseta.</li> <li>•Control de la presión de conducción (14-18 cmH2O)</li> <li>•Ventilación protectora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•VMNI</li> <li>•Comprobación alarmas</li> <li>•Sujeción del TET</li> <li>•Aspiración de secreciones</li> <li>•Manejo de la sedación</li> <li>•Respiración espontánea diaria.</li> <li>•Control de la presión transpulmonar . (30-32 cm H2O)</li> <li>•Control de la presión meseta.</li> <li>•Control de la presión de conducción (14-18 cmH2O)</li> <li>•Ventilación protectora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•VMNI</li> <li>•Comprobación alarmas</li> <li>•Sujeción del TET</li> <li>•Posición semi-incorporada (30-60º)</li> <li>•Aspiración de secreciones</li> <li>•Manejo de la sedación</li> <li>•Respiración espontánea diaria.</li> <li>•Ventilación protectora</li> <li>•Control de presiones.</li> </ul>

**Figura 5. Medidas efectivas según complicación.** Se clasifica cada medida efectiva encontrada en función de la complicación frente a la que se presenta como protectora.

Figura de elaboración propia

#### 4.3.1. Ventilación mecánica No Invasiva

Una de las principales recomendaciones para la prevención de las complicaciones es el uso del soporte no invasivo siempre que sea posible, tratando de evitar la intubación. La VMNI reduce el riesgo de NAVM, la duración de la VM, la estancia en la UCI y la mortalidad asociada. (83) Además, está incluida en el proceso de destete y considerada buena técnica en la prevención de reintubaciones. (59)

De hecho, un estudio llevado a cabo en 2013 resaltó que el destete hacia VMNI reducía el tiempo que los pacientes recibían ventilación en 1 día, así como la incidencia de reintubación en un 8,3 %. Los pacientes que en el destete progresan hacia este tipo de soporte se someten antes a la extubación, reciben menores dosis de sedación y permanecen ingresados durante menor tiempo en las UCIs. (84)

#### 4.3.2. Comprobación de las alarmas

Destaca la importancia de conocer la configuración de las alarmas disponibles en cada ventilador ya que facilitan la monitorización respiratoria, y el diagnóstico precoz de posibles complicaciones. Una alarma suena cuando algún parámetro es excedido, avisando al profesional de la probable presencia de problemas que deben ser resueltos para evitar la prolongación de un periodo ventilatorio inadecuado (85) Un estudio identificó que el 82,8 % de los profesionales enfermeros observan las alarmas, y cuando se activan, el 70,7% tratan de dar solución a la causa originaria, mientras que el 19,3 % busca ayuda en otros profesionales sanitarios (86)

#### 4.3.1. Mantenimiento del nivel de presión del neumotaponamiento

Si bien es cierto que no hay un consenso sobre la presión que debe mantener el neumotaponamiento, su mantenimiento  $>20\text{cmH}_2\text{O}$  es importante para evitar el acceso de secreciones a vías respiratorias inferiores. Del mismo modo, el mantenimiento de esta presión  $< 30\text{ cmH}_2\text{O}$  reduce las lesiones traqueales, tales como isquemia de la mucosa, estenosis y fístula traqueoesofágica. De esta manera, el objetivo será mantener una presión que prevenga las microaspiraciones y evite daños sobre la mucosa traqueal. (55, 59)

La comprobación de la presión del neumotaponamiento de manera previa a los cambios de posición de los pacientes, y al lavado bucal con Clorhexidina es importante (59, 85). Un estudio llevado a cabo en 2010 hizo ver que el 40,74% de las mediciones de la presión del neumotaponamiento se encontraban dentro del rango recomendado. En el segundo recuento, tras la formación del personal enfermero,

fueron el 61,90% de las mediciones; en el tercer recuento (previo al proyecto Neumonía Zero) el 85,7% de esas mediciones estaban ya dentro del rango y en el último recuento, posterior al Proyecto, eran ya el 89,47% de las mediciones. (55)

Es recomendable que la monitorización de la presión sea continua pero dependerá de los recursos con los que cuente la unidad. Un estudio llevado a cabo por Nseir et al que pretendía evaluar las diferencias entre el control rutinario y el control continuo de la presión del neumotaponamiento demostró un ratio menor de microaspiraciones en pacientes con control continuo: 18% frente a un 46%, así como menor concentración de patógenos en el aspirado traqueal. (87) De esta manera, si la monitorización no es continua parece recomendable comprobar la presión mínimo 3 veces/día, cuando hay evidencia de posible fuga, de manera previa a la higiene bucal y posterior a la aspiración de secreciones. (88).

#### 4.3.2. Correcta sujeción del TET

Una de las medidas más simples dentro de la atención al paciente con VMI es la correcta sujeción del TET por su importancia en la prevención de la extubación y migración del dispositivo. (89) La mayoría de problemas relacionados con el dispositivo se manifiesta a través de las alarmas del ventilador (pérdida de PEEP, bajo volumen minuto o presiones excesivamente altas o bajas). La sujeción debe sustituirse cada 12 o 24 horas tratando de cambiar de posición. El no cambio de posición supone un riesgo alto de aparición de UPP. (86)

Los dispositivos disponibles para llevar a cabo esta medida son muy variados y van desde una cinta adhesiva, hasta los que usan velcro o correas ajustables, tratando siempre de utilizar materiales no dañinos para la piel. (90) Además en la intervención de enfermería (NIC) “Manejo de las vías aéreas artificiales” se señala la importancia de conocer la longitud (en centímetros) de tubo insertada para comprobar, cada vez que la sujeción vaya a ser cambiada, su correcta colocación. (91)

#### 4.3.3. Elevación de la cabecera

La elevación de la cabecera de la cama a 30-45º es una de las atenciones más recomendadas, ya que reduce la incidencia de las complicaciones infecciosas. Es esencial en la prevención de las broncoaspiraciones en pacientes receptores de nutrición enteral por sonda. (88) Además, contribuye a la mejora de la ventilación y reduce la aparición de atelectasias (59).

La posición del paciente es importante en la génesis de la NAVM y la semi-incorporada se presenta como factor protector. Una revisión llevada a cabo en 2015 evaluó la seguridad de la posición y obtuvo como resultados que la posición semi-recostada (30-60º) redujo la sospecha de NAVM respecto a la posición supina (0-10º) de un 40,2 % a un 14,3%. (60) De hecho, existe una amplia relación entre la administración de la dieta en posición supina y el riesgo de aspiración pulmonar que posteriormente generará NAVM. (59)

En España, la SEMICYUC desarrolló un documento de Indicadores de calidad en el que se marcaba como un indicador de calidad cuando esta medida se cumplimenta en el 97% de las ocasiones (92). Sin embargo, un estudio demostró que un 85% de las mediciones de la posición de los pacientes no obtienen el resultado recomendado. (88) Otro estudio realizado en 2017 resaltó que en el 31,4% del tiempo la cabecera de la cama se encuentra en una posición que no sigue la recomendación de mantenerla entre 30 y 45º. (93) Además tal y como se señala en un estudio llevado a cabo en el hospital de Teruel, no todos los hospitales poseen instrumentos de medida que objetiven que el paciente se encuentre a 45º de manera que son colocados subjetivamente. (92)

#### 4.3.4. Higiene de la cavidad oral con Clorhexidina

La cavidad oral se comporta como reservorio de patógenos. A las 48 horas de estancia en la UCI se produce un cambio en la flora oral habitual por patógenos que están relacionados con la génesis de NAVM y que son resistentes a antibioterapia



(Staphylococcus aureus resistente, Acinetobacter baumannii o Pseudomona aeruginosa). (88, 94)

Diferentes estudios recomiendan la utilización de Gluconato de Clorhexidina, un agente de amplio espectro caracterizado por su capacidad antibacteriana para gran-positivos y gran-negativos. (88, 94) Aún así el método más incluido en los protocolos son las soluciones orales de diferente concentración (0,2%, 0,12% y 0,10%) (100) Esta técnica es importante en la prevención de la colonización de la cavidad oral ya que evita la formación de biofilm dental. (85, 88)

Los pacientes en estado crítico poseen un nivel elevado de proteasa que elimina de las piezas dentales la fibronectina, una proteína que evita la adherencia de patógenos gram-negativos a la orofaringe. (95) Carnero Diniz Souza et al demostraron que la mayoría de patógenos aislados en la aspiración traqueal están presentes en la microbiota oral. (96) Otro estudio llevado a cabo recientemente concluyó que el uso de de Clorhexidina cuando se compara con el uso de placebo reduce la incidencia de NAVM de un 26% a un 18%. (97) Sin embargo, no queda clara la técnica adecuada a llevar a cabo.

Un estudio que comparó los efectos del cepillado mecánico, con el uso de Clorhexidina y la combinación de ambos demostró que el cepillado mecánico no conseguía prevenir la NAVM pero sí lo hacía la higiene con Clorhexidina o la combinación de ambos cuidados. (98) Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Villar et al. en un metaanálisis que reveló que los pacientes que recibían higiene con clorhexidina padecían una reducción de la NAVM. (99)

Aunque parece que la medida de cuidado con Clorhexidina, uno de los estudios señalados con anterioridad que trataba de conocer la efectividad de un paquete de prevención de NAVM en la prevención de todas las complicaciones demostró un aumento de la mortalidad (82) así como otro destacó que se presentaba como factor de riesgo en el desarrollo de complicaciones no infecciosas cuando es llevado a cabo por un tiempo superior a siete días. (68)

#### 4.3.5. Aspiración de secreciones respiratorias

Ya se ha señalado que la vía aérea artificial y la sedación facilitan la acumulación de secreciones respiratorias. La aspiración de estas secreciones tiene como objetivo el mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea, una entrada adecuada del flujo de aire, la mejora de la ventilación y consecuentemente, el intercambio de gases, reduciendo el riesgo de consolidaciones y atelectasias. (85)

Se trata de una técnica no exenta de riesgos, por lo que deben tener en cuenta varios aspectos al llevarla a cabo. La frecuencia con la que será llevada a cabo vendrá determinada por la cantidad de secreciones que el paciente genere, no debe ser rutinaria sino cuando exista indicación (sonidos respiratorios audibles, secreciones visibles en el tubo, aumento Presión, disminución de SatO<sub>2</sub>, presencia de tos, aumento del trabajo respiratorio). (100, 101)

Se presentan dos tipos de técnicas de aspiración de secreciones: abierta vs cerrada. Durante muchos años se ha llevado a cabo con un catéter adaptado para el circuito abierto, de un solo uso y desechable. Sin embargo, en la última década ha aumentado el uso de los catéteres utilizados para aspirar en circuito cerrado por algunas ventajas que poseen, puesto que reducen los eventos adversos asociados a la desconexión del paciente del ventilador y la pérdida de la PEEP, los costes y la exposición por parte de enfermería a las secreciones del paciente. En cuanto al uso de un tipo de sistema u otro en la génesis de complicaciones infecciosas no existen diferencias significativas. (93) Sin embargo, hay que resaltar que la técnica de aspiración de secreciones varía si el sistema que vamos a utilizar es uno u otro y son muchas las guías de práctica clínica o protocolos que señalan la técnica adecuada. (89, 102, 103, 104)

#### 4.3.6. Aspiración de secreciones subglóticas

Las secreciones subglóticas son las acumuladas en el lecho del neumotaponamiento y cuya migración hacia vías respiratorias inferiores pueden causar una infección. La

utilización de drenaje subglótico debe plantearse en pacientes que van a estar ventilados más de 48-72 horas, por lo que puede ser difícil identificarlos.

Un meta-análisis mostró que la utilización de este tipo de drenaje reducía la duración del ingreso en UCI en 1,52 días, así como la duración del soporte ventilatorio en 1,08 días y aumentaba el tiempo que tardaba en surgir la NAVM en 2,66 días. (105) Otro estudio llevado que trataba de comparar las diferencias en la incidencia de la NAVM en relación con el drenaje de secreciones subglóticas continuo vs intermitente señaló que la aspiración continua no sólo consigue la reducción de la incidencia de NAVM (26,7% vs 43,8%), sino que también logra la reducción de la duración de VM (91 vs 166,5 horas de VM) , estancia en UCI (6 vs 9 días) y estancia hospitalaria (30 vs 38 días). (106)

#### 4.3.7. Manejo de la sedación

La sedación profunda supone un factor de riesgo para el conjunto de las complicaciones asociadas a VMI. (107) Es por ello que es necesario llevar a cabo la evaluación del nivel de sedación en todo paciente crítico utilizando para ello una escala validada como la escala RASS (ANEXO) y la escala SAS. (108)

Se destacan dos intervenciones relacionadas con la sedación:

##### a. Interrupción diaria de sedantes.

Un estudio llevado a cabo sobre 150 pacientes demostró que la duración de la VMI y la estancia en UCI fueron 2,4 días y 3,5 más corta en los pacientes sometidos a la interrupción sedativa. (107) Del mismo modo, otro estudio sugirió una reducción de 1-2 días en el tiempo de ventilación en aquellos pacientes sometidos a la interrupción de sedantes. (109) Esta intervención reduce el tiempo de VMI, reduciendo las complicaciones de manera indirecta. (110)

##### b. Protocolos de control de nivel de sedación

Existen variados estudios que demuestran que protocolos estructurados de sedación reducen la aparición de complicaciones. Un estudio sobre pacientes

ventilados más de 48 horas demostró que los pacientes que recibieron sedación bajo protocolo estuvieron sometidos a VMI 1,2 días menos. Del mismo modo, se pudo observar la reducción de la incidencia de NAVM. (111)

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la sedación leve aumenta el riesgo de agitación, autoextubación, dolor, aparición de asincronías paciente-ventilador, aumento de la presión intracraneal, e incluso aparición de síndrome de abstinencia. Además se produce un aumento de la frecuencia cardiaca así como de la presión arterial sistémica. Es por ello que se debe llevar a cabo la interrupción diaria de sedación en los pacientes que están indicados para ello siguiendo un protocolo bien fundamentado (59, 111)

#### 4.3.8. Prueba de respiración espontánea diaria

Las pruebas de respiración espontánea se caracterizan por poseer beneficios y riesgos a partes iguales. Entre los beneficios se encuentran, el mantenimiento de la función y el tono del diafragma, la reducción potencial de la aparición de neumonías por la mejora del aclaramiento de secreciones y la mejora de la perfusión pulmonar beneficiándose la ecuación ventilación-perfusión en pulmones que están afectados por lesión pulmonar más leve, evitando que la lesión pulmonar retorne de mayor gravedad. (112, 113)

Sin embargo, algunos estudios muestran su contribución en el aumento del daño pulmonar en aquellos pacientes con lesión pulmonar grave:

- ✓ La respiración espontánea en pacientes con VMI produce descenso de la presión pleural, aumento de la transpulmonar y del volumen tidal, aumentando el riesgo de desarrollar barotrauma y volutrauma.
- ✓ El esfuerzo espontáneo produce presión pleural negativa que se traduce en presión intratorácica negativa lo que genera un aumento del retorno venoso y de la perfusión pulmonar, aumentándose el riesgo de aparición de edema pulmonar.

- ✓ Aparición de asincronías paciente-ventilador que aumenta el riesgo sobretodo de atelectrauma. (112)

Además se describe la necesidad de mayores dosis de sedación para tratar de evitar grandes esfuerzos espontáneos, y un aumento del edema intersticial y alveolar. (113)

Aún así, algunos estudios demuestran beneficios si se produce de manera paralela la interrupción de sedantes. Un estudio llevado a cabo sobre 336 pacientes aplicó la interrupción diaria de sedación conjuntamente a la prueba de respiración espontánea diaria en pacientes con estabilidad clínica (SatO<sub>2</sub> >88%, FiO<sub>2</sub> <50% y PEEP < 8 cmH<sub>2</sub>O) y que habían sido previamente indicados como idóneos para el protocolo. Se observó la reducción de 3,1 días de VM y de 3,8 días la estadía en UCI, así como la reducción de la mortalidad. Estos resultados son similares a los mostrados por el estudio Wake up and Breathe Collaborative descrito previamente, en el que se asocia también una reducción de todas las complicaciones asociadas a VMI (43, 59)

#### 4.3.9. Cambios no rutinarios del circuito del ventilador

Es necesario calentar y humedecer el gas que introduce el ventilador de manera previa a su inserción en pacientes con vía aérea artificial. (86) Sin embargo, como se ha señalado previamente, la condensación de agua por calentamiento del aire inspirado se presenta como potencial reservorio de patógenos. Para ello es imprescindible el uso de humidificadores que reducen las condensaciones. (114)

Un meta-análisis realizado en 2010 señalado previamente, mostró que los pacientes que recibían cambios cada 2 días poseían mayor riesgo de desarrollar NAVM que aquellos cuyos circuitos eran cambiados cada 7. Además incluyó datos que demostraban que aquellos pacientes que recibían un cambio no rutinario de los circuitos poseían menor riesgo de desarrollar esta complicación. (56)

Actualmente se recomienda que los cambios en el circuito del ventilador se lleven a cabo cuando esté visiblemente sucio o estropeado y no de manera rutinaria. El

cambio rutinario de estos circuitos aumenta los costes de la atención y no mejora los datos referentes a las complicaciones (88). Si se realiza cambios en los sistemas no debe ser en un tiempo inferior a 7 días en el caso de las tubuladuras del ventilador ni inferior a 48 horas en el caso de los humidificadores. (75)

#### 4.3.10. Control y conocimiento de las presiones transpulmonar, meseta y conducción.

La presión transpulmonar es la presión necesaria para movilizar el aire a través de las vías respiratorias y se estima al final de la inspiración y espiración. La importancia de evaluarla al final de la inspiración radica en la prevención de la hiperinsuflación, y de hacerlo al final de la espiración radica en la prevención de la pérdida del reclutamiento alveolar. (115)

Actualmente para medir la presión pleural y calcular la presión transpulmonar se utiliza la manometría esofágica, para lo que se debe incorporar un balón o un catéter especial, a la sonda nasogástrica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en los pacientes que se encuentran en decúbito supino suelen dar presiones pleurales erróneas. Se citan valores de entre 30-32 cmH<sub>2</sub>O como límites que suponen seguridad en pacientes que están siendo ventilados mecánicamente. La medición directa de la presión transpulmonar se puede requerir cuando la pared torácica presenta alteración de la distensibilidad por aumento de la presión intraabdominal, obesidad, ascitis, posición corporal, derrame pleural... si no es así la medición de la presión de conducción se presenta como sustituto apropiado. (115)

La presión de conducción es la Presión meseta menos la PEEP. La presión meseta debe ser medida mediante una pausa inspiratoria durante al menos 3 segundos, que puede ser llevada a cabo gracias al ventilador. Si esta pausa es de un tiempo inferior se produce la sobreestimación de la presión meseta. (115)

Un estudio importante demostró que los pacientes con VM presentan relación directa entre la presión de conducción y la aparición de complicaciones pulmonares, (116) así como otro estudio demostró que una presión de conducción de 15

cmH<sub>2</sub>O reduce el riesgo de volutrauma y barotrauma. (117) Las estimaciones actuales recomiendan que la presión de conducción oscilen entre 14 y 18 cm H<sub>2</sub>O. La medición de la presión de conducción es fácilmente cumplimentada y por tanto debe controlarse. A pesar de su importancia, no en todos los pacientes con VMI se lleva a cabo la medición de la presión transpulmonar y/o de conducción y dentro de los profesionales de enfermería, se visualiza la presión meseta o PEEP pero no tanto la Presión transpulmonar o de conducción. (115)

#### 4.3.11. Ventilación pulmonar protectora.

La ventilación pulmonar protectora es utilizada principalmente en pacientes quirúrgicos con el objetivo de reducir las complicaciones pulmonares postquirúrgicas. Sin embargo, también es utilizada en pacientes no quirúrgicos con el objetivo de facilitar una ventilación que prevenga complicaciones vinculadas a la utilización de VMI. La ventilación pulmonar protectora comprende:

- ✓ Volumen corriente o tidal 6-8 ml/kg de peso ideal.
- ✓ Presión meseta o Plateau < 30 cmH<sub>2</sub>O.
- ✓ Presión positiva de final de Espiración (PEEP) > 5 cmH<sub>2</sub>O.
- ✓ Frecuencia respiratoria (FR) de 20-30 respiraciones/minuto.
- ✓ FiO<sub>2</sub> inicial de 0,4 o 40%, con el objetivo de utilizar la FiO<sub>2</sub> mínima posible.

En un estudio llevado a cabo en 2017, la implementación de un protocolo de ventilación protectora supuso la disminución del tiempo de ventilación en 3,7 días, del tiempo de UCI en 2,4 días, y de la hospitalización en 2,4 días. Además se redujo el riesgo de mortalidad en un 14,5%. (118) Del mismo modo, un meta-análisis llevado a cabo en 2015 sobre pacientes que recibieron VMI con al menos 5 cmH<sub>2</sub>O de PEEP y un volumen tidal de 7 ml/kg de peso ideal demostró que el riesgo de complicaciones pulmonares era menor en relación con ventilaciones con Vt > 10ml/kg. (119) Otro estudio importante demostró que reducía las complicaciones pulmonares y no pulmonares en un 17%, destacando sobretodo la incidencia de neumonía en un 6,5%. (120)

**(Tabla 5). Beneficios y limitaciones de cada medida efectiva.** Para una mejor visualización de cada intervención estudiada se adjunta una tabla que recoge todas ellas destacando sus beneficios y limitaciones.

Medida estudiada	Beneficio	Limitación
<b>VMNI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción reintubación en un 8,3%, dosis de sedación administrada y tiempo de ingreso.</li> <li>✓ Reducción riesgo de desarrollo NAVM y mortalidad asociada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Imposibilidad de resolución de todo problema respiratorio con VMNI.</li> <li>✓ Contraindicado en algunos pacientes</li> </ul>
<b>Comprobación alarmas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Medida sencilla y económica.</li> <li>✓ Todo ventilador mecánico posee alarmas</li> <li>✓ Indicativo fiable de posible complicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No todo el profesional enfermero afirma saber actuar ante la activación de una alarma. (70,7%)</li> <li>✓ No todo profesional enfermero tiene en cuenta las alarmas. (17,2%)</li> </ul>
<b>Nivel neumotaponamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantenimiento del nivel neumotaponamiento &gt; 20 mmHg evita el paso de secreciones subglóticas hacia vía aérea inferior, así como disminuye las microaspiraciones gástricas.</li> <li>✓ Sella la tráquea, facilitando la ventilación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hasta la formación del profesional, los niveles del neumotaponamiento se encontraron en un 59,26% fuera de rango.</li> <li>✓ No hay siempre infraestructura suficiente como para que la monitorización sea continua.</li> </ul>
<b>Sujeción del TET</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Medida sencilla.</li> <li>✓ Reducción del riesgo de extubación, reintubación e</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Posible aparición de UPP.</li> </ul>



	incorrecta ventilación.	
<b>Elevación cabecera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Medida sencilla.</li> <li>✓ Mayor parte de las camas de UCI presentan medidores automáticos de la posición de la cabecera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No se puede llevar a cabo cuando existe contraindicación.</li> <li>✓ Baja cumplimentación de la medida.</li> </ul>
<b>Higiene oral Clorhexidina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de la incidencia de complicaciones infecciosas de un 26% a un 18%.</li> <li>✓ Múltiples soluciones han demostrado ser efectivas: Gluconato de Clorhexidina, Clorhexidina al 1%, al 2%.</li> <li>✓ Mayor efectividad que placebo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Algunos estudios demuestran que llevarla a cabo un tiempo superior a 7 días aumenta el riesgo de mortalidad.</li> <li>✓ Factor de riesgo de las complicaciones no infecciosas.</li> </ul>
<b>Aspiración secreciones por TET</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sustitución de reflejos mermados que dificultan la eliminación de secreciones.</li> <li>✓ Mantenimiento permeabilidad de la vía aérea, mejora de la ventilación e intercambio de gases. Reducción de atelectasias.</li> <li>✓ Circuito cerrado vs Circuito abierto: Circuito cerrado reduce los eventos adversos derivados de la desconexión paciente-ventilador: pérdida de PEEP, exposición enfermería...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Técnica con múltiples riesgos.</li> <li>✓ Diferente técnica en función del circuito ante el que nos encontremos.</li> <li>✓ No se encuentran diferencias entre circuito cerrado vs abierto en la génesis de complicaciones.</li> </ul>
<b>Aspiración subglótica continua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de la duración del ingreso en UCI en 1,52</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Debe plantearse sólo en pacientes que van a estar</li> </ul>

	<p>días, así como la reducción de la duración del soporte ventilatorio en 1,08 días y aumento del tiempo de aparición de NAVM en 2,66 días.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Continua vs intermitente: la aspiración continua supone la reducción de la incidencia de NAVM (26,7% vs 43,8%), de la duración de ventilación mecánica (91 vs 166,5 horas de VM), estancia en UCI (6 vs 9 días) y hospitalaria (30 vs 38 días).</li> </ul>	<p>ventilados más de 48 horas. Puede resultar complicado distinguirlos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No todas las UCIs cuentan con aspiración subglótica continua para cada paciente.</li> </ul>
<b>Manejo de la sedación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Actuación sobre un factor de riesgo demostrado de importancia.</li> <li>✓ Importancia de la necesidad de evaluar el estado sedativo.</li> <li>✓ Reducción de la duración de VM en 1-4 días y la estadía en UCI en 3,5 días en pacientes con interrupción de sedantes</li> <li>✓ Reducción de 1-2 días la VM en pacientes bajo protocolo de sedación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Riesgo de agitación, autoextubación, dolor y asincronías.</li> <li>✓ Aumento de frecuencia cardíaca (FC) y presión arterial sistémica (PA)</li> </ul>
<b>Respiración espontánea diaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La prueba de respiración espontánea diaria de manera paralela a la suspensión sedante diaria reduce la duración de la VM, así como la estadía en UCI (3,1 y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Empeoramiento en pulmones afectados por lesión pulmonar grave</li> <li>✓ Descenso de la presión pleural, aumento de la</li> </ul>

	<p>3,8 días respectivamente).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impide progresión lesión cuando es leve-media.</li> </ul>	<p>transpulmonar y del volumen tidal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento del riesgo de aparición de edema pulmonar.</li> <li>✓ Aparición de asincronías paciente-ventilador</li> <li>✓ Necesidad de mayores dosis de sedación</li> </ul>
<b>Cambio no rutinario circuito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso de Humidificador reduce las condensaciones.</li> <li>✓ Los pacientes que reciben cambios no rutinarios (cada 7 días) poseen un riesgo menor de desarrollar NAVM que aquellos que reciben cambios rutinarios (2 días).</li> <li>✓ Reducción de costes asistenciales y carga de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atención continua al estado del circuito.</li> </ul>
<b>Control de presiones de meseta, transpulmonar y conducción.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Correcto control de estas presiones supone un control importante de complicaciones pulmonares.</li> <li>✓ Demostrada amplia relación.</li> <li>✓ Mantenimiento de Presión conducción en 15 cmH2O reduce estrés parénquima pulmonar. Mantener entre 14-18 cmH2O esa presión se encuentra avalado por estudios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No todos los pacientes portan manómetros esofágicos.</li> <li>✓ Dificultad de medición.</li> <li>✓ No extendido en Enfermería la medición de estas presiones.</li> </ul>
<b>Ventilación pulmonar protectora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción del tiempo de ventilación mecánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mayoría de estudios experimentales en pacientes</li> </ul>

<p>invasiva, estadía en UCI e ingreso en el hospital.</p> <p>✓ Reducción complicaciones pulmonares y extra-pulmonares.</p>	<p>quirúrgicos.</p>
--	---------------------

Tabla de elaboración propia

Una vez estudiadas todas las complicaciones, los factores de riesgo que facilitan su aparición, así como las medidas que son efectivas en la reducción de su incidencia, se recogen los resultados más importantes. Partimos de las complicaciones más importantes, hacia los factores de riesgo que facilitan su aparición, para terminar con las medidas efectivas en la prevención de los factores de riesgo y por tanto de las complicaciones. Se incluye tabla que recoge la relación entre los resultados obtenidos

**(Tabla 6). Relación complicación- factor de riesgo – medida efectiva.**

Complicación	Factor de riesgo	Medida preventiva efectiva
<b>NAVM, Barotrauma, Atelectrauma, Volutrauma.</b>	Sedación prolongada →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prueba de interrupción de sedantes diaria</li> <li>✓ Protocolo de sedación</li> <li>✓ Uso de VMNI</li> </ul>
	Reintubación →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Correcta sujeción del TET</li> <li>✓ Uso de VMNI</li> </ul>

	Tiempo de ventilación →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso de VMNI</li> <li>✓ Aspiración continua de secreciones subglóticas</li> <li>✓ Prueba diaria de interrupción de sedantes</li> <li>✓ Prueba de respiración espontánea diaria</li> <li>✓ Ventilación pulmonar protectora</li> </ul>
	Intubación endotraqueal →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso de VMNI</li> </ul>
<b>NAVM</b>	Decúbito supino →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Posición cabecera semi-incorporada (30-60°)</li> </ul>
	Frecuencia cambio sistemas ventilador →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cambio tubuladuras cada 7 días y humidificadores cada 48 horas, mínimo.</li> </ul>
	Nutrición enteral por SNG →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Posición cabecera semi-incorporada</li> <li>✓ Correcta sujeción de la SNG.</li> </ul>
	Cavidad oral como reservorio →	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuidado oral con Clorhexidina</li> </ul>
<b>Barotrauma</b>	Presión transpulmonar elevada	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ventilación pulmonar protectora</li> </ul>
	Presión pico y meseta elevadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presión transpulmonar 30-32 cmH2O</li> </ul>

	Modalidad ventilatoria por volumen	✓ Presión de conducción 14-18 cmH2O ✓ Presión meseta 28-30 cmH2O
<b>Volutrauma</b>	Presión transpulmonar elevada	✓ Ventilación pulmonar protectora
	Presión pico y medeta elevadas	✓ Presión transpulmonar 30-32 cmH2O
	Modalidad ventilatoria por presión	✓ Presión de conducción 14-18 cmH2O. ✓ Presión meseta 28-30 cmH2O
<b>Atelectrauma</b>	Decúbito supino →	✓ Cabecera semi-incorporada
	Presión transpulmonar elevada →	✓ Presión transpulmonar 30-32 cmH2O ✓ Ventilación pulmonar protectora
	Presión meseta y pico elevadas	✓ Presión meseta 28-30 cmH2O ✓ Ventilación pulmonar protectora

Tabla de elaboración propia

## 5. DISCUSIÓN

Se identifica la Ventilación mecánica invasiva como la técnica de sustitución de órganos más utilizada en la actualidad, así como el principal motivo por el que los pacientes son admitidos en las unidades de cuidados intensivos. Tal y como se ha señalado, múltiples factores, entre los que destaca el envejecimiento poblacional, han provocado que durante el 2016 en España el 30% de los pacientes recibieran este tipo de soporte ventilatorio (12). Además su tendencia va al alza, tal y como ha mostrado un estudio realizado en EEUU que mostraba un aumento de la utilización de este soporte por tres en 16 años. (13)

Sin embargo, las complicaciones que se derivan de este tipo de soporte suponen el aumento de la mortalidad y la morbilidad a largo plazo, así como el aumento de los costes derivados de la asistencia sanitaria. De esta manera, debido a la tendencia al alza de la utilización de ventilación invasiva y la alta prevalencia de aparición de complicaciones, surge la necesidad de conocer todo lo relacionado con las condiciones que facilitan su aparición así como las principales medidas que consiguen reducir el riesgo.

Tal y como se ha visto, las complicaciones que actualmente revisten de mayor importancia son aquellas relacionadas directamente con la ventilación y que pueden ser de tipo infeccioso, como la NAVM, o de tipo no infeccioso como el barotrauma, volutrauma y atelectrauma. El hallazgo de los factores de riesgo asociados a estas complicaciones debería ser una de las piedras angulares en cuanto a la orientación que debería adquirir la prevención, de manera que si se previenen las condiciones que facilitan la aparición de complicaciones, cabe esperar que también se prevenga la aparición de las mismas.

En este estudio, muchas de las medidas que se han encontrado como efectivas en la prevención de las complicaciones están enfocadas en los factores de riesgo, de manera que concuerda con la hipótesis inicial emitida. Tal y como se ha identificado, existen factores de riesgo que facilitan la aparición de todas las complicaciones, destacando la intubación endotraqueal, el tiempo de ventilación y la sedación profunda. Es lógico pensar que todas ellas estén relacionadas, puesto

que un aumento del tiempo en el que el paciente va a recibir soporte ventilatorio invasivo va a suponer la prolongación de la infusión de sedantes así como de la intubación endotraqueal o traqueotomía. Es destacable, que en cuanto a los resultados obtenidos sobre el factor tiempo, algunos estudios muestran que el riesgo es mayor durante los primeros cinco días para luego disminuir y volver a aumentar (41), lo que no encaja con los resultados de la mayoría de estudios, como el de Cubillos et al que demuestran que el riesgo se ve aumentado con el paso de los días. (46)

Además, se han identificados algunos factores que individualmente facilitan la aparición de alguna de ellas, destacando entre ellos, el decúbito supino en la génesis de NAVM, puesto que se han identificado estudios como el realizado por Velasco Sanz et al que han llegado a indicar que el 100% de los pacientes en esta postura han desarrollado esta complicación (55), pudiendo estar relacionado con la administración de nutrición en esta posición, lo que aumenta el riesgo de broncoaspirar contenido nutricional. Uno de los factores más polémicos encontrados dentro de la génesis de la neumonía es la administración de antibioterapia, puesto que en algunas unidades se administra de manera profiláctica con el objetivo de prevenir la aparición de esta complicación aunque en muchos estudios se señala que supone un aumento de las resistencias bacterianas, lo que dificulta el tratamiento de esta complicación en caso de aparición. (38, 42, 48)

La presión transpulmonar parece postularse como el factor que más influye en la aparición de barotrauma y volutrauma, puesto que parece ser la presión que determina el estiramiento del pulmón y estas complicaciones vienen determinadas por sobredistensión y el aumento de presión. En cuanto al atelectrauma, una presión intra-abdominal elevada parece facilitar el aumento de presión al espacio pleural facilitando el colapso de los alveolos y la aparición de esta complicación.

La NAVM es la complicación asociada a VMI más prevalente, y por tanto son muchos los grandes proyectos que han tratado de prevenir su aparición y que además han obtenido resultados favorables, tal y como demuestra uno de los proyectos más importantes a nivel nacional: Neumonía Zero que consiguió la



reducción de la incidencia de esta complicación en un 43% (76). Sin embargo, una de las limitaciones del estudio ha sido la búsqueda de la prevención del resto de complicaciones puesto que está mucho menos demostrada. De esta manera, se encuentra un nuevo concepto que surge a partir de esta falta de prevención del resto de las condiciones asociadas al soporte ventilatorio invasivo y su centrado únicamente en la prevención de NAVM. Así, en 2013 surge el concepto de Eventos Asociados al Ventilador y con él, algunos grandes proyectos que han demostrado la reducción de estos eventos y por tanto de todas las complicaciones asociadas a ventilación mecánica invasiva. Tal y como se menciona, parece que la prevención de estos eventos viene fundamentada en la reducción de los principales factores de riesgo: prevención de la intubación, tiempo ventilatorio y prevención de factores de riesgo específicos, tal y como señala uno de los principales autores que se han dedicado al estudio de la prevención de estos eventos Klompas, M. (80)

Así surge la creciente necesidad de comprobar la efectividad de cada una de las medidas detectadas en los grandes proyectos para la prevención de las complicaciones. De esta manera, se consideran efectivas, si se reporta una reducción directa de la incidencia, como si se declara una reducción de los factores de riesgo, tales como tiempo de ventilación o duración de la intubación. Muchas medidas se postulan como efectivas en la reducción de las complicaciones tal y como han demostrado los estudios seleccionados para el presente trabajo.

Se comprueba la existencia de medidas que refieren reducción de todas las complicaciones asociadas a VMI por su actuación en uno de los factores de riesgo encontrados como más importantes: el tiempo de ventilación. De esta manera, el manejo de la sedación, con las pruebas de suspensión de sedantes diarias o con protocolos bien fundamentados, se muestran efectivos en la reducción de complicaciones, y de hecho, son muchos los estudios como Wake up and Breathe (43) o el llevado a cabo por Muñoz Martínez et al (109) que así lo han demostrado, llegando a conseguir una reducción del 37%. Sin embargo, también se han encontrado riesgos en la realización de estas medidas puesto que una leve sedación aumentará el riesgo de autoextubación y por tanto un aumento de la reintubación, factor de riesgo en la génesis de todas las complicaciones.

Del mismo modo, se reportan indudables beneficios en la realización de pruebas de respiración espontáneas diarias en la reducción de tiempo de ventilación en 3,1 días cuando es llevado a cabo de manera simultánea a la interrupción sedativa (43, 59), por lo que, de nuevo, consigue reducir de manera indirecta la incidencia de complicaciones. Sin embargo, es una de las medidas con mayores riesgos asociados, con la aparición de asincronías, o el aumento de las presiones pulmonares. (112) Es por ellos, que se destaca la importancia de llevar a cabo una adecuada selección de los pacientes así como la necesidad de desarrollar protocolos bien estructurados que disminuyan los riesgos al mínimo.

Se han conseguido reducciones en la incidencia de NAVM del 25,8% cuando la cabecera de la cama se encontraba entre 30 y 60° (60), o del 27,1% si se llevaba a cabo aspiración subglótica continua. Sin embargo, la correcta posición del paciente debería estar más extendida puesto que se ha visto que el 31,4% del tiempo la cabecera de la cama no se encontraba dentro del rango recomendado (93) y del mismo modo, no todo paciente porta aspiración subglótica continua por falta de recursos. Se reporta reducción de las microaspiraciones en un 28% cuando el control del neumotaponamiento es el adecuado y se mantiene dentro del rango recomendado  $>20$  mmHg y  $< 30$  mmHg, (87) aunque nuevamente se destaca que su medición debería estar más extendida puesto que se demuestra que hasta la formación del personal con la que se alcanzó que el 89,47% de las mediciones realizadas estuvieran en rango, el 59,26% se encontraban fuera de rango. (55) Por otro lado, el cuidado oral con Clorhexidina ha sido avalado por muchos estudios que han demostrado su efectividad en la reducción de NAVM con la reducción de su incidencia hasta en un 8% (97), aunque en otros estudios se presenta como factor de riesgo del resto de complicaciones cuando es llevada a cabo durante un tiempo superior a siete días (68) e incluso se reporta aumento del riesgo de mortalidad asociado (82). Sin embargo, en este trabajo, se incluye como una de las medidas a llevar a cabo puesto que se encuentra mayor evidencia de beneficios en relación con el riesgo.

En la prevención de barotrauma, volutrauma y atelectrauma, se han identificado estudios que reducen su incidencia de manera indirecta con su actuación frente a

los factores de riesgo que las provocan. Sin embargo, una de las limitaciones del estudio es la falta de documentación que refiera la reducción directa de estas complicaciones. Se reporta reducción de 3,7 días de ventilación cuando se lleva a cabo ventilación pulmonar protectora (118). A pesar de ello, la mayoría de estudios que demuestran esta relación son llevados sobre pacientes quirúrgicos sin lesión pulmonar aparente, y se destaca que esta ventilación no puede ser llevada a cabo en todos los pacientes puesto que el tipo de ventilación variará en función de las necesidades que tenga cada uno. Del mismo modo, el mantenimiento de la presión transpulmonar en valores entre 30 y 32 cmH<sub>2</sub>O parece considerarse seguro para la aparición de complicaciones (115). Sin embargo, la medición de esta presión es compleja y se muestra como no necesaria a no ser que se den ciertas condiciones clínicas de mayor gravedad y se podría sustituir por la medición de la Presión de conducción que resulta de mayor facilidad para los profesionales. De hecho, el mantenimiento de esta presión en valores de 15 cmH<sub>2</sub>O ha reportado reducción directa de la incidencia de barotrauma y volutrauma (117).

Se observa que son muchas las medidas postuladas como efectivas en la reducción de complicaciones aunque todas ellas presentan limitaciones bien por los riesgos asociados que presentan, o por su dudoso beneficio. En ocasiones no existe suficiente infraestructura para llevar a cabo algunas medidas, tales como la aspiración subglótica continua o la monitorización continua de la presión del neumotaponamiento. Además, no todo profesional enfermero está entrenado en la realización de algunas de ellas, como se ha visto en la medición de la Presión transpulmonar o el conocimiento de la ventilación pulmonar protectora.

Aún con todas las medidas conocidas y presentadas como efectivas en la prevención de complicaciones, la tendencia al alza del uso de la Ventilación mecánica invasiva, así como la todavía alta incidencia de complicaciones, motiva la necesidad de continuar estudiando la prevención de estas complicaciones, así como el desarrollo de material que facilite el manejo del paciente tratado con este soporte ventilatorio invasivo de manera que se consiga la mejor atención posible y se reduzca el riesgo de desarrollar complicaciones.

Además, tal y como se demuestra en el presente estudio, es necesaria la correcta formación del profesional enfermero así como la facilitación de material y protocolos que consigan mejor cumplimentación de las medidas seleccionadas como efectivas por su importante incidencia en la génesis de las complicaciones más prevalentes asociadas a VMI: NAVM, barotrauma, volutrauma y atelectrauma.

## 6. CONCLUSIONES

Las complicaciones infecciosas y no infecciosas relacionadas con la VMI son muy prevalentes pero existen determinadas condiciones que facilitan su aparición y que se presentan como factores de riesgo. Una presión transpulomonaar o meseta elevada supone un riesgo elevado de aparición de barotrauma y volutrauma, así como una presión intraabdominal elevada y la posición supino facilita en gran medida la aparición de atelectrauma o la nutrición enteral por sonda y una presión del neumotaponamiento baja facilita en gran medida la aparición de neumonía asociada a VM.

La prevención de la NAVM está muy extendida y existen grandes proyectos a nivel internacional (The 100k lives campaign), europeo (The VAP care bundle) y nacional (Neumonía Zero) que han reducido la incidencia de dicha complicación hasta en un 41 y un 59%. Sin embargo, la prevención del resto de complicaciones no está tan extendida por lo que surge el concepto de Eventos asociados al ventilador para tratar de abarcar toda complicación asociada a la VMI y con él proyectos como "Wake up And Breathe", entre otros, que han conseguido reducir la incidencia de estos eventos hasta en un 37%.

Existen múltiples medidas que de manera individual han demostrado ser efectivas en la prevención de las complicaciones infecciosas y no infecciosas: aspiración de secreciones, posición semi-incorporada, ventilación protectora, etc. Pese a que algunas de ellas no pueden ser siempre llevadas a cabo por falta de recursos, la realización de cada una de ellas supondrá la reducción de la incidencia de las complicaciones relacionadas con la ventilación.

## 7. PROPUESTA DE MEJORA

### 7.1. Introducción

Se presenta la necesidad de tratar de reducir la incidencia de las complicaciones relacionadas con la VMI. Tal y como se ha visto en uno de los estudios presentados previamente, la formación del personal que atiende a pacientes sometidos a ventilación mecánica invasiva mejora la cumplimentación de las medidas que se han demostrado efectivas en la prevención de complicaciones. Con la formación de los profesionales se consiguió que la presión del neumotaponamiento se encontrara en rango en el 85,7 % de las mediciones mientras que previamente a la formación se encontraba en rango solamente el 40,74%. (55). De esta manera, se considera la formación in-situ en aquellas unidades en las que los pacientes son sometidos a VMI como la opción más viable para lograr la mejora esperada.

### 7.2. Objetivos

Elaborar un curso formativo que facilite la adquisición de conocimientos por parte del profesional enfermero, así como la entrega de herramientas que faciliten buenas prácticas en el manejo del paciente con soporte ventilatorio invasivo. De esta manera, se pretende conseguir mayor cumplimentación de las medidas propuestas como efectivas.

### 7.3. Método

Se pretende conseguir el objetivo propuesto mediante la realización de un curso formativo dirigido a los profesionales que trabajan en aquellas unidades en las que se utiliza este tipo de soporte ventilatorio (UCIs). Para conseguir una correcta formación, se pretende presentar las principales complicaciones, las condiciones que facilitan su aparición así como las principales medidas que consiguen prevenirlas. Además, se ofrecerán algunas herramientas que facilitan su comprensión y sobre todo, su puesta en práctica.

Se presenta un programa basado en dos sesiones teóricas de 45 minutos así como una sesión de evaluación de 30 minutos a los seis meses de la primera, con el objetivo de evaluar los conocimientos adquiridos por el profesional enfermero así como para conocer la opinión de los profesionales acerca del check-list facilitado como del protocolo propuesto.

Del mismo modo, se presenta la utilización del sistema de notificación con el que cuenta el propio hospital para notificar las complicaciones asociadas a la VMI que aparezcan, así como para notificar el día de intubación y de extubación para de esta manera tener en cuenta también el tiempo de ventilación al que ha estado sometido el paciente. Como ya se ha señalado, es uno de los principales factores de riesgo, y por tanto, si conseguimos reducirlo, lograremos reducir de manera indirecta la incidencia de complicaciones.

#### **7.4. Cronograma**

Se adjunta a continuación, el cronograma de las tres sesiones (2 de formación + 1 de evaluación) para conseguir el objetivo previamente marcado, que componen la formación in-situ de los profesionales que atienden al paciente tratado con soporte ventilatorio invasivo.

**(Tabla 7). Curso formativo.**

Sesión	Contenidos	¿Cómo se va a llevar a cabo?	Tiempo
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Presentación del curso formativo, así como de los objetivos.</li><li>- Presentación de la prevalencia de utilización de VM, así como de VMI.</li><li>- Análisis de las principales complicaciones asociadas a VMI</li><li>- Presentación de los principales factores de riesgo que facilitan la aparición de estas complicaciones.</li><li>- Explicación de los principales recursos creados para la reducción de complicaciones.</li><li>- Dudas y preguntas</li></ul>	Presentación visual	5 minutos
		Exposición oral	35 minutos 5 minutos
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Presentación de las principales medidas protectoras frente a las complicaciones.</li><li>- Presentación del check-list, y explicación del funcionamiento del mismo, así como resaltar la importancia de cumplimentarlo para conseguir evaluar posteriormente su efectividad.</li><li>- Presentación del protocolo y del póster visual.</li><li>- Ejemplos de pacientes a los que implementar el protocolo.</li><li>- Exposición del método que va a ser utilizado para la evaluación de ambas herramientas.</li></ul>	Presentación visual	10 minutos
		Presentación visual	10 minutos
		Presentación	10 minutos
		Exposición oral	10 minutos 5 minutos
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evaluación de los conocimientos adquiridos con el test creado para ello (ANEXO 3)</li></ul>	Cumplimentación test	15 minutos



- Complimentación test de opinión acerca de las herramientas presentadas. (ANEXO 4)	Cumplimentación test	10 minutos
- Presentación de los resultados obtenidos en cuanto a las complicaciones notificadas, como en los obtenidos sobre el tiempo ventilatorio.	Presentación visual	5 minutos

Tabla de elaboración propia

## 7.5. Herramientas

### a. Check list

Se propone un check list que facilite la adopción, control y evaluación de todas las medidas protectoras en la génesis de las complicaciones asociadas a VMI. El check-list es una herramienta fácil, un listado que permite verificar la realización de ciertas intervenciones con el objetivo final de reducir los eventos adversos. En este caso se presenta un check-list que facilita el manejo del paciente sometido a soporte ventilatorio invasivo.

El objetivo será dividir a los pacientes en dos grupos: grupo de control y grupo de implementación. El grupo de control recibirá el trato y manejo habitual del paciente con VMI en la UCI seleccionada, mientras que en el grupo de implementación se cumplimentará un check-list diario por paciente. Para facilitar su puesta en práctica, se incluye un cuadro para cada turno, de manera que el profesional enfermero conozca todo lo realizado por los compañeros durante el día completo. Además se facilitará tanto en papel como en la Historia Clínica del paciente, de manera que quede constancia de lo realizado y así poder consultarlo en cualquier momento a través de un simple click.

**(Tabla 8). Check list.**

Nombre y apellidos:	Fecha:			
Nº Historia Clínica	Día de la intubación:			
Tipo de sistema: Abierto	En caso de TET :			
Cerrado	- Nº			
Fecha último cambio de circuito:	- Longitud introducida:			
DATOS SNG: Longitud introducida:	En caso de Traqueotomía:			
	- Nº			
<b>CHECK-LIST CUIDADOS ENFERMERÍA EN LA PREVENCIÓN DE LAS COMPLICACIONES ASOCIADAS A VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA</b>				
CUIDADOS	SÍ SE REALIZA			OBSERVACIONES
	Turno mañana	Turno tarde	Turno noche	
Se han comprobado parámetros del ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Monitorización continua de parámetros hemodinámicos. (TA, FC, Sat O2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se han comprobado y configurado las alarmas del ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se ha comprobado sujeción del TET y SNG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se ha cambiado sujeción del TET y SNG	<input type="checkbox"/>			

Se ha comprobado que la presión del neumotaponamiento se encuentra entre 20 y 30 cmH2O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Previo a la aspiración de secreciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Previo a movilizaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se ha comprobado que el cabecero de la cama se encuentra a 45º, salvo en casos de contraindicación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Higiene oral con Clorhexidina al 1 o 2%.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se ha comprobado el nivel de sedación con escala RASS. (ANEXO 1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se ha realizado prueba de respiración y despertar espontáneo	<input type="checkbox"/>			Contraindicado: <input type="checkbox"/>
Se ha comprobado el estado del circuito del ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Marcar sólo SI PRECISA
- Se cambia por suciedad o mal funcionamiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Se cambia por protocolo (1 vez por semana)	<input type="checkbox"/>			Fecha último cambio:
Aspiración de secreciones pulmonares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Marcar solo SI PRECISA.

## b. Protocolo

Formando parte de la medida de mejora que se pretende lograr con la formación, se presenta un protocolo para de esta manera facilitar su implementación. De esta manera, se presenta el protocolo como otra de las herramientas que pretenden conseguir una mejor atención al paciente ventilado invasivamente y así conseguir la reducción del tiempo de ventilación y de la incidencia de complicaciones.

Se introduce un pequeño protocolo que agrupa dos de las medidas más importantes (prueba de respiración espontánea, interrupción de la sedación) de manera que el profesional tenga a su alcance la manera correcta de implementar el conjunto de estas medidas de manera sencilla y clara. Además, para facilitar este trabajo todavía más, se incluye un póster más visual que recoge los principales puntos de este protocolo. (ANEXO 3)

De nuevo, el objetivo será dividir a los pacientes en dos grupos: grupo de control y grupo de implementación. El grupo de control recibirá el trato y manejo habitual del paciente con VMI en la UCI seleccionada, mientras que en el grupo de implementación se tratará de realizar el protocolo facilitado, siempre que no exista contraindicación.

### **Protocolo: “Prueba de despertar y respiración espontánea”**

#### Objetivo

Prevenir las complicaciones asociadas a la VMI

Reducir la extensión prolongada de la duración de la VMI

Reducir la dosificación prolongada de infusiones sedantes.

#### Precauciones

- Vigilar que el tubo permanece en la posición adecuada
- Comprobar los parámetros respiratorios y hemodinámicos.
- Comprobar siempre la idoneidad del paciente para realizar el protocolo.
- Vigilar los parámetros programados del ventilador

- Vigilar la adecuada presión del neumotaponamiento (20-30 cmH2O)

### Personal

Profesional médico, enfermero y TCAE

### Material

- Manómetro de presión.
- Guantes no estériles
- Material para aspiración de secreciones, si precisa.

### Preparación del personal y del paciente.

- Higiene de manos con solución de base alcohólica
- Puesta de guantes no estériles
- Explicar al paciente el procedimiento que va a ser llevado a cabo, si procede.

### Ejecución

1. Compruebe la correcta colocación y sujeción del TET o cánula así como la correcta presión del neumotaponamiento. (20-30 cmH2O)
2. Coloque al paciente en posición semi-incorporada (30-45º), utilizando para ello el medidor automático del ángulo del cabezal de la cama.
3. Valorar la permeabilidad de la vía aérea. Aspirar secreciones siguiendo el protocolo del centro, si fuera necesario.
4. Evalúe el nivel de sedación del paciente, utilizando para ello la escala RASS. (ANEXO 1)
5. Valore la idoneidad del paciente para la realización del protocolo de despertar espontáneo. Para que el paciente Sí sea idóneo para la interrupción de sedantes debe:
  - a. No estar recibiendo una infusión sedante para convulsiones activas o por abstinencia alcohólica.
  - b. No estar recibiendo una infusión sedante creciente por agitación.
  - c. No estar recibiendo bloqueadores neuromusculares.
  - d. Tratar de un paciente del que no existe evidencia de presión intracraneal aumentada, o isquemia miocárdica en las últimas 24 horas.

6. Suspended toda infusión sedante, incluidas las infusiones de analgésicos, si el paciente no se encuentra con dolor activo.
7. Una vez que el paciente se encuentre despierto, valore la idoneidad del paciente para la realización de la prueba de respiración espontánea. Un paciente es idóneo para la realización de la prueba si:
  - a. Mantiene un nivel de oxigenación adecuado (SatO<sub>2</sub> > 88% o una FIO<sub>2</sub> de < 50% y una presión espiratoria final positiva [PEEP] < 7,5 cmH<sub>2</sub>O)
  - b. No se encuentra agitado
  - c. No está recibiendo niveles elevados de vasopresores o inotropos (los pacientes pueden estar recibiendo dopamina o dobutamina a ≤5 µg/kg/min o noradrenalina ≤2 µg/min, pero no pueden estar recibiendo vasopresina o milrinona)
  - d. No existe evidencia de aumento de la presión intracraneal ni isquemia miocárdica.
8. Si el paciente es idóneo para la prueba de respiración espontánea se procede a realizarla, pero nunca debe superar 120 minutos. Puede llevarse a cabo mediante un tubo en T o reduciendo la presión soporte aplicada a las vías respiratorias.
9. Vigile la aparición de signos de intolerancia a la interrupción de sedantes
  - a. Aparición de agitación, dolor o ansiedad
  - b. FR > 35 res./min
  - c. SatO<sub>2</sub> < 88%
  - d. Aparición de distrés respiratorio, o dificultad respiratoria (taquicardia, bradicardia, uso de músculos accesorios, disnea, sudoración excesiva, o respiración paradójica)
10. Si aparece alguno de estos signos, reinicie la infusión de sedantes a la mitad de la dosis anterior. Si no aparecen estos signos, valorar posibilidad de suspender las infusiones sedantes.
11. Vigile la aparición de signos de intolerancia a la prueba de respiración espontánea:
  - a. FR > 35 resp/min o FR < 8 resp/min

- b. Hipoxemia (Sat O<sub>2</sub> < 88%)
  - c. Aparición de arritmia cardíaca aguda
  - d. Cambio agudo del estado mental.
  - e. Aparición de distrés respiratorio, o dificultad respiratoria (taquicardia, bradicardia, uso de músculos accesorios, disnea, sudoración excesiva, o respiración paradójica)
12. En caso de aparición de estos signos conecte al paciente a la modalidad ventilatoria a la que se encontraba previamente.
13. En caso de no aparición de estos signos, valorar posibilidad de extubación.  
(121, 122, 123)

Para facilitar la correcta comprensión del protocolo presentado y su puesta en práctica se presentan tres pequeños ejemplos de pacientes para que los participantes mencionen como llevarían a cabo el protocolo:

- Paciente Nº1: Mujer, 65 años, conectada a VMI → SatO<sub>2</sub> 93%, FiO<sub>2</sub> 45 % y PEEP 6 cmH<sub>2</sub>O, adaptada a la ventilación, tranquila, RASS -3, no recibe medicación vasoactiva ni bloqueadores neuromusculares.  
¿Indicada para la interrupción de sedación?
- Paciente Nº2: Hombre, 40 años, recibiendo VMI → 30 minutos desde la interrupción de sedantes. Situación actual: Sat O<sub>2</sub> 89%, FiO<sub>2</sub> 40%, PEEP: 7 cmH<sub>2</sub>O. Nivel creciente de agitación.  
¿Indicado para la prueba de respiración espontánea?
- Paciente Nº 3: Mujer, 52 años, con soporte ventilatorio invasivo → En la fase de realización prueba de respiración espontánea. FR 26 resp/min, Sat O<sub>2</sub> 93%, no dificultad respiratoria, no se objetiva disnea, ni utilización de músculos accesorios, ni respiración paradójica. Tranquila.  
¿Valoro extubación e interrupción de sedantes?

## 7.6. Evaluación

Con el objetivo de conocer si el personal sanitario ha adquirido los conocimientos impartidos durante la formación in-situ, si el check-list y el protocolo facilitan el manejo del paciente tratado con VMI, así como la prevención de las complicaciones, resalta la importancia de evaluar el cumplimiento de ambos y las opiniones de los profesionales que los han utilizado, así como su aportación en la reducción directa e indirecta de la incidencia de las mismas.

De esta manera, se divide la evaluación en tres partes:

- ✓ Un test que facilite la evaluación de la formación. (ANEXO 3)
- ✓ Un test que recoja la opinión de los profesionales que llevan a cabo la cumplimentación del check list y el protocolo (ANEXO 4)
- ✓ El estudio de la relación entre la cumplimentación de ambos y la reducción de las complicaciones. Gracias a la notificación de las complicaciones, la duración de la ventilación y la comprobación de la cumplimentación gracias al check-list online.

Dicha evaluación será llevada a cabo a los seis meses del inicio formativo, para de esta manera identificar el nivel de conocimiento adquirido por los profesionales sanitarios a largo plazo y contar con suficiente muestra como para conocer la efectividad de las herramientas propuestas.

Se notificarán todas las complicaciones asociadas a VMI, así como el momento de intubación y extubación del paciente en el sistema de notificación habitual del hospital, de manera que se pueda comparar la diferencia en el ratio de complicaciones, así como en la duración de la terapia invasiva entre ambos grupos. Las herramientas se considerarán como efectivas en la prevención de las complicaciones asociadas a ventilación mecánica invasiva si las reducen de manera directa (reducción de incidencia) o indirecta (reducción de tiempo de VMI o reducción de sedación).





## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud. Ventilación mecánica en el paciente crítico. [Internet]. 2014. [cited 2021 Mar 14]. Available from: <http://www.ics-aragon.com/cursos/enfermo-critico/pdf/02-06.pdf>
2. García Castillo E, Chicot Llano M, Rodríguez Serrano DA, Zamora García E. Invasive and noninvasive mechanical ventilation. Med. [Internet]. 2014 Oct 1; 11(63):3759–67. Available from: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03045\(1\)41214708406](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03045(1)41214708406)
3. Reinoso Fernández W, Jeney Paz Machado A, Caballero López A. Incremento marcado en el número de pacientes ventilados: un fenómeno a analizar. Revista cubana de medicina intensiva y emergencias. [Internet]. Julio-septiembre 2016. [cited 2021 Apr 26]; 15(3): 13-18. Available from: <http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/163>
4. Gutierrez Muñoz F. Ventilación mecánica. Acta Med Per. [Internet]. 2011. [Cited 2021 Apr 26]; 28(2): 87-104. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172011000200006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172011000200006)
5. Bosch Costafreda C, Riera Santiesteban R, Badell Pomar C. Morbidity and mortality in patients with invasive mechanical ventilation in an intensive care unit [Internet]. [cited 2021 Mar 15]. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v18n3/san12314.pdf>
6. Hernández Ruiz A, Iracema Delgado R, Alcalde Mustelier G, García Collazo C. Mortality in mechanically ventilated patients admitted to an Intensive Care Unit [Internet]. [cited 2021 Mar 15]. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2018000600885&lng=en&tlng=en&SID=D3VHstXiFxPrANgMTQE#B1](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2018000600885&lng=en&tlng=en&SID=D3VHstXiFxPrANgMTQE#B1)
7. Casabona I, Santos R, Lillo M. Historia y evolución de la ventilación mecánica [Internet]. [cited 2021 Mar 15] Available from: <https://fcsalud.ua.es/es/portal-de-investigacion/documentos/monografias-libros-y-capitulos-2016/historia-y-evolucion-de-la-ventilacion-mecanica.pdf>
8. Tonetti T, Vasques F, Rapetti F, Maiolo G, Collino F, Romitti F, et al. Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention [Internet]. Vol. 5, Annals of Translational Medicine. AME Publishing Company; 2017 [cited 2021 Mar 15]. Available from: [/pmc/articles/PMC5537108/](https://pmc/articles/PMC5537108/)

9. Kaier K, Heister T, Wolff J, Wolkewitz M. Mechanical ventilation and the daily cost of ICU care. BMC Health Serv Res [Internet]. 2020 Mar 31 [cited 2021 Apr 17];20(1). Available from: [/pmc/articles/PMC7106643/](#)
10. Gonzalez Aguilera JC, Cabrera Lavernia JO, Vázquez Belizón YE, Dorta Rodríguez C. Factores pronósticos en pacientes con ventilación mecánica artificial invasiva. Multimed. [Internet]. 2015 [cited 2021 Mar 15]; 19(4): 49-63. Available from: <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/371/583>
11. Martínez Llópiz YI, García Cañete I. Morbilidad y mortalidad en pacientes con ventilación mecánica invasiva en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital “Celia Sánchez Manduley” [Internet]. 2017 [cited 2021 Apr 17]; 21(6). Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192017000600004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000600004)
12. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Muriel A, Mancebo J, García-Jiménez A, de Pablo R, et al. Mechanical ventilation in Spain, 1998-2016: Epidemiology and outcomes. Med Intensiva [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2021 Apr 17];45(1):3–13. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-ventilacion-mecanica-espana-1998-2016-epidemiologia-articulo-S0210569120301650>
13. 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. [Internet] 2015 Dec 1. [Cited 2021 Apr 17]; 30(6):1217–21. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883944115003743>
14. Brito Cruz A, et al. Comportamiento de la ventilación mecánica artificial en una [Internet]. [cited 2021 Mar 15]. Available from: [www.revmie.sld.cu](http://www.revmie.sld.cu) <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedinteme/cie-2016/cie162h.pdf>
15. Irene D, Tejada M. Ventilación mecánica en reanimación. [Internet] 2016. [cited 2021 Mar 15]. Available from: <https://www.academia.cat/files/425-11059-DOCUMENT/VentilacioMecanicaenreanimacio.pdf>
16. Usta Yesilbalkan O, Professor A, Ozbudak G. Noninvasive Mechanical Ventilation Related Some Complications: Patients Treating Intensive Care Unit [Internet]. Vol. 12, International Journal of Caring Sciences. [cited 2021 Mar 15]. Available from: [www.internationaljournalofcaringsciences.org](http://www.internationaljournalofcaringsciences.org)
17. Mecánica V, Esquinas Rodríguez AM. Cuidados de enfermería en no invasiva. [Internet]. 2010. [Cited 2021 Mar 15] Available from: [https://www.revistasden.org/boletin/files/2983\\_cuidados\\_de\\_enfermeria\\_en\\_la\\_ventilacion\\_mecanica\\_no\\_invasiva.pdf](https://www.revistasden.org/boletin/files/2983_cuidados_de_enfermeria_en_la_ventilacion_mecanica_no_invasiva.pdf)

18. Bravo Quiroga L, Sánchez Fraga S. Nosocomial and invasive mechanical ventilation associated pneumonias. *Med*. 2018 Oct 1;12(64):3763–9.
19. García Lopez F. Neumonía asociada a ventilación mecánica: papel de la aspiración de secreciones subglóticas en su prevención e identificación de factores de riesgo [Internet]. [cited 2021 Mar 16]. Available from: [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/7321/41599\\_garcia\\_lopez\\_fernando.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/7321/41599_garcia_lopez_fernando.pdf?sequence=1)
20. Díaz Santos E, Rello Condomines J (dir), Net i Catel A (dir). Factores de riesgo de neumonía en las primeras 48 horas en pacientes en ventilación mecánica. [tesis doctoral en Internet]. [Barcelona]. Universitat Autònoma de Barcelona; 2004. [cited 2021 Mar 16]. Available from: Factores de riesgo de neumonía en las primeras 48 horas en pacientes en ventilación mecánica (tdx.cat)
21. Hpsc H/. Antimicrobial Resistance in Ireland; Guidelines for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults in Ireland. Health Protection Surveillance Centre Antimicrobial Resistance in Ireland. [Internet]. 2011. [cited 2021 Mar 16] Available from: <File,12530,en.pdf> (hpsc.ie)
22. Ramos Rodríguez. Infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria en una unidad de cuidados intensivos. *Revista Electrónica Dr. Zoilo* . [Internet]. [cited 2021 Mar 16]. Available from: [http://www.revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/960/pdf\\_374](http://www.revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/960/pdf_374)
23. Protti A, Andreis DT, Milesi M, Iapichino GE, Monti M, Comini B, et al. Lung anatomy, energy load, and ventilator-induced lung injury. *Intensive Care Med Exp* [Internet]. 2015 Dec 15 [cited 2021 Mar 16];3(1):34. Available from: <http://www.icm-experimental.com/content/3/1/34>
24. Díaz E, Lorente L, Valles J, Rello J. Neumonía asociada a la ventilación mecánica. *Med Intensiva* [Internet]. 2010 Jun 1 [cited 2021 Apr 17];34(5):318–24. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-neumonia-asociada-ventilacion-mecanica-articulo-S0210569110000896>
25. Cornistein W, Colque A, Staneloni MI, Montserrat Lloria M, Lares M, Gonzalez AL et al. Neumonía asociada a ventilación mecánica: Actualización y recomendaciones inter-sociedades. *Medicina (B. Aires)*. [Internet]. 2018. [cited 2021 Mar 16]; 78(2). Available from: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0025-76802018000200007&lng=en&tlng=en#?](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802018000200007&lng=en&tlng=en#?)

26. Gattinoni L, Quintel M, Marini JJ. Volutrauma and atelectrauma: Which is worse? [Internet]. Vol. 22, Critical Care. BioMed Central Ltd.; 2018 [cited 2021 Mar 16]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30360756/>
27. AK AK, Anjum F. Ventilator-Induced Lung Injury (VILI). 2020 Feb 8 [cited 2021 Mar 16]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563244/>
28. Pintado MC, de Pablo R. Aplicación individualizada de la presión positiva al final de la espiración en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo. Med Intensiva [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2021 Mar 16];38(8):498–501. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-aplicacion-individualizada-presion-positiva-al-articulo-S0210569113002544>
29. Diaz R, Heller D. Barotrauma And Mechanical Ventilation [Internet]. StatPearls. StatPearls Publishing; 2020 [cited 2021 Mar 16]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31424810>
30. Rios G, F. Barotrauma. En: Sociedad Argentina de Terapia Invasiva. Terapia Intensiva. Editorial Médica Panamericana, 2015. P. 377-393.
31. Ioannidis G, Lazaridis G, Baka S, Mpoukovinas I, Karavasilis V, Lampaki S, et al. Barotrauma and pneumothorax. J Thorac Dis [Internet]. 2015 [cited 2021 Mar 16];7(Suppl 1):S38-43. Available from: </pmc/articles/PMC4332090/>
32. Gil Cano A, Monge García MI, Gracia Romero M, Díaz Monrové JC. Incidencia, características y evolución del barotrauma durante la ventilación mecánica con apertura pulmonar. Med Intensiva [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2021 Mar 16];36(5):335–42. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-incidencia-caracteristicas-evolucion-del-barotrauma-articulo-S0210569111003093>
33. Protti A, Andreis DT, Milesi M, Iapichino GE, Monti M, Comini B, et al. Lung anatomy, energy load, and ventilator-induced lung injury. Intensive Care Med Exp [Internet]. 2015 Dec 15 [cited 2021 Mar 16];3(1):34. Available from: <http://www.icm-experimental.com/content/3/1/34>
34. Anzueto A, Frutos-Vivar F, Esteban A, Alía I, Brochard L, Stewart T, et al. Incidence, risk factors and outcome of barotrauma in mechanically ventilated patients. Intensive Care Med [Internet]. 2004 Feb 28 [cited 2021 Mar 16];30(4):612–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-004-2187-7>
35. Chen L, Xia HF, Shang Y, Yao SL. Molecular mechanisms of ventilator-induced lung injury [Internet]. Vol. 131, Chinese Medical Journal. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2018 [cited 2021 Apr 16]. p. 1225–31. Available from: </pmc/articles/PMC5956775/>

36. Hsu CW, Sun SF, Lee DL, Chu KA, Lin HS. Clinical characteristics, hospital outcome and prognostic factors of patients with ventilator-related pneumothorax. *Minerva Anestesiol* [Internet]. 2014 Oct 14 [cited 2021 May 16];80(1):29–38. Available from: <https://europepmc.org/article/med/24122035>
37. Pérez Morales L, Barletta Catillo JE, Quintana Hernández H, Reyes Rodríguez I, Otero Espino N. Clinical, Epidemiological and Microbiological Study of Patients Admitted to Intensive Care Units with Mechanical Ventilation Related Pneumonia. *Medisur*. [Internet]. Agosto 2012. [cited 2021 May 16]; 10(4). Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2012000400001&lng=en&tlng=en&SID=F5JJmqSmAuEDtqh2Ngm](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2012000400001&lng=en&tlng=en&SID=F5JJmqSmAuEDtqh2Ngm)
38. Mario Calvo A, Luis Delpiano M, Eliana Chacón V, Irene Jemenao P, Anamaría Peña D, Alejandra Zambrano G. Actualización Consenso Neumonía asociada a ventilación mecánica. Segunda parte. Prevención. *Rev Chil Infectol* [Internet]. 2011 Aug [cited 2021 Apr 16];28(4):316–32. Available from: [www.sochinf.cl](http://www.sochinf.cl)
39. Barletta Farías RC, Pérez Ponce L, Barletta del Catillo JE, González Guirola M, Sánchez Catellanos R, Pujol Pérez M. Clinical and microbiological characterization of patients with pneumonia associated with mechanical ventilation, Cienfuegos 2015-2017. [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 16]; 17(4). Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X20190004000514&lng=en&tlng=en&SID=F5JJmqSmAuEDtqh2Ngm](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X20190004000514&lng=en&tlng=en&SID=F5JJmqSmAuEDtqh2Ngm)
40. Rego Avila H, Delgado Rodríguez A, Vitón Catillo A, Piñeiro Izquierdo S, Machado Mato O. Pneumonia associated with mechanical ventilation in patients treated in an intensive care unit. *Rev Ciencias Médicas de Pinar del Río*. [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 16]; 24(1) Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942020000100029&lng=en&tlng=en&SID=F5JJmqSmAuEDtqh2Ngm](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942020000100029&lng=en&tlng=en&SID=F5JJmqSmAuEDtqh2Ngm)
41. Kózka M, Segá A, Wojnar-Gruszka K, Tarnawska A, Gniadek A. Risk factors of pneumonia associated with mechanical ventilation. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Jan 2 [cited 2021 Apr 16];17(2). Available from: [/pmc/articles/PMC7014112/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33014112/)
42. Wu D, Wu C, Zhang S, Zhong Y. Risk factors of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients [Internet]. Vol. 10, *Frontiers in Pharmacology*. Frontiers Media S.A.; 2019 [cited 2021 Apr 16]. Available from: [/pmc/articles/PMC6521332/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33014112/)

43. Klompas M, Anderson D, Trick W, Babcock H, Kerlin MP, Li L, et al. Tennessee Valley Veteran's Affairs Healthcare System. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2015 [cited 2021 Apr 16];9:292–301. Available from: [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov)
44. Liu Y, Di Y, Fu S. Risk factors for ventilator-associated pneumonia among patients undergoing major oncological surgery for head and neck cancer. *Front Med* [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2021 Apr 16];11(2):239–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28493197/>
45. Abdelrazik Othman A, Salah Abdelazim M. Ventilator-associated pneumonia in adult intensive care unit prevalence and complications. *Egypt J Crit Care Med*. 2017 Aug 1;5(2):61–3.
46. Alberto Fica C, Marcela Cifuentes D, Béatrice Hervé E. Actualización del consenso neumonía asociada a ventilación mecánica primera parte. Aspectos diagnósticos. *Rev Chil Infectol* [Internet]. 2011 Apr [cited 2021 Apr 16];28(2):130–51. Available from: [www.sochinf.cl](http://www.sochinf.cl)
47. Fernando Garcia L, Damian Garcia O (dir). Neumonía asociada a ventilación mecánica: papel de la aspiración de las secreciones subglóticas en su prevención e identificación de factores de riesgo [tesis doctoral en Internet]. [Madrid]: Universidad Autónoma de Madrid; 2011[Cited 2021 Apr 16] Available from: [41599\\_garcia\\_lopez\\_fernando.pdf](http://41599_garcia_lopez_fernando.pdf) (uam.es)
48. Alecrim RX, Taminato M, Belasco A, Longo MCB, Kusahara DM, Fram D. Strategies for preventing ventilator-associated pneumonia: an integrative review [Internet]. Vol. 72, *Revista brasileira de enfermagem*. NLM (Medline); 2019 [cited 2021 Apr 16]. p. 521–30. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71672019000200521&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672019000200521&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
49. Nseir S, Makris D, Mathieu D, Durocher A, Marquette CH. Intensive care unit-acquired infection as a side effect of sedation. *Crit Care* [Internet]. 2010 Mar 15 [cited 2021 Apr 16];14(2):R30. Available from: [/pmc/articles/PMC2887136/](http://pmc/articles/PMC2887136/)
50. Lewis SC, Li L, Murphy M V., Klompas M. Risk factors for ventilator-associated events: A case-control multivariable analysis. *Crit Care Med* [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 16];42(8):1839–48. Available from: [/pmc/articles/PMC4451208/](http://pmc/articles/PMC4451208/)
51. He S, Wu F, Wu X, Xin M, Ding S, Wang J, et al. Ventilator-associated events after cardiac surgery: Evidence from 1,709 patients. *J Thorac Dis* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2021 Apr 16];10(2):776–83. Available from: [/pmc/articles/PMC5864661/](http://pmc/articles/PMC5864661/)

52. Liu J, Zhang S, Chen J, Mao Y, Shao X, Li Y, et al. Risk factors for ventilator-associated events: A prospective cohort study. *Am J Infect Control*. 2019 Jul 1;47(7):744–9.
53. Herbert JA, Valentine MS, Saravanan N, Schneck MB, Pidaparti R, Fowler AA, et al. Conservative fluid management prevents age-associated ventilator induced mortality. *Exp Gerontol* [Internet]. 2016 Aug 1 [cited 2021 Apr 16];81:101–9. Available from: [/pmc/articles/PMC5589142/](#)
54. Dessap AM, Katsahian S, Roche-Campo F, Varet H, Kouatchet A, Tomicic V, et al. Ventilator-associated pneumonia during weaning from mechanical ventilation: Role of fluid management. *Chest*. 2014 Jul 1;146(1):58–65.
55. Velasco Sanz TR, Ronda Delgado de la Fuente M, Sánchez de la Ventana AB, Reyes Merino Martínez M. El control del neumotaponamiento en cuidados intensivos: Influencia de la formación de los profesionales de enfermería. *Enferm Intensiva* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2021 Apr 16];26(2):40–5. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-el-control-del-neumotaponamiento-cuidados-S1130239914000534>
56. Han Jiangna MD, Liu Yaping RRT. Effect of Ventilator Circuit Changes on Ventilator-Associated Pneumonia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Respiratory Care*. [Internet]. 2010 [cited 2021 Apr 16]; 55(4): 467-474. Available from: [467.full.pdf \(rcjournal.com\)](#)
57. Meneguetti MG, Auxiliadora-Martins M, Nunes AA. Effectiveness of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: A meta-analysis. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 2014 Dec 13 [cited 2021 Apr 16];14(1). Available from: [/pmc/articles/PMC4384307/](#)
58. Kallet RH. Ventilator bundles in transition: From prevention of ventilator-associated pneumonia to prevention of ventilator-associated events. *Respir Care* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2021 Apr 16];64(8):994–1006. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/64/8/994>
59. Silva SG da, Nascimento ERP do, Salles RK de. Ventilator-associated pneumonia: discourse of professionals about prevention. *Esc Anna Nery - Rev Enferm* [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 16];18(2):290–5. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-81452014000200290&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452014000200290&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
60. Wang L, Li X, Yang Z, Tang X, Yuan Q, Deng L, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults



- requiring mechanical ventilation. Vol. 2016, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2016.
61. Cruz R, Elizabeth V, Palacios T, Patricia L, Adriano C, Paulina M, et al. Resumen Abstract de la lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica Exploring the pathophysiology of ventilator-induced lung injury. [cited 2021 Apr 16];39:2020. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4064922>
  62. Gattinoni L, Marini JJ, Collino F, Maiolo G, Rapetti F, Tonetti T, et al. The future of mechanical ventilation: Lessons from the present and the past [Internet]. Vol. 21, Critical Care. BioMed Central Ltd.; 2017 [cited 2021 Apr 16]. Available from: </pmc/articles/PMC5508674/>
  63. Modesto i Alapont V, Aguar Carrascosa M, Medina Villanueva A. Stress, strain and mechanical power: Is material science the answer to prevent ventilator induced lung injury? Med Intensiva [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2021 Apr 16];43(3):165–75. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-stress-strain-potencia-mecanica-es-articulo-S021056911830192X>
  64. Montoya Zumaeta J, Rosas RC. Driving Pressure, bases fisiológicas y aplicaciones clínicas. Revista Chilena de Medicina Intensiva. [Internet]. 2019. [Cited 2021 Apr 16]; 34(3): 1-5. Available from: <https://www.medicina-intensiva.cl/revista/pdf/68/8.pdf>
  65. Lumb PD, Wright LD. Ventilator management. In: Wylie and Churchill-Davidsons: A Practice of Anesthesia, Seventh Edition [Internet]. CRC Press; 2003 [cited 2021 Apr 16]. p. 1079–90. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448186/>
  66. López-Herce J, Carrillo Á. Ventilación mecánica: Indicaciones, modalidades y programación y controles. An Pediatr Contin [Internet]. 2008 Dec 1 [cited 2021 Apr 16];6(6):321–9. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-articulo-ventilacion-mecanica-indicaciones-modalidades-programacion-S1696281808755975>
  67. Boussarsar M, Thierry G, Jaber S, Roudot-Thoraval F, Lemaire F, Brochard L. Relationship between ventilatory settings and barotrauma in the acute respiratory distress syndrome. Intensive Care Med [Internet]. 2002 [cited 2021 Apr 16];28(4):406–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11967593/>
  68. Harris BD, Thomas GA, Greene MH, Spires SS, Talbot TR. Ventilator Bundle Compliance and Risk of Ventilator-Associated Events. Infect Control Hosp Epidemiol. 2018;39:637–43.

69. Figueredo Rodríguez G, Rodríguez Rojas DA, Céspedes Cárdenas J, Ghaddar Fuentes N, Suárez Prieto DW. Revista Habanera de Ciencias Médicas; [Internet]. 2018 [cited 2021 Apr 16]. 4(17): 555-566. Available from: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2150>
70. Kuteesa J, Kituuka O, Namuguzi D, Ndikuno C, Kirunda S, Mukunya D, et al. Intra-abdominal hypertension; prevalence, incidence and outcomes in a low resource setting; a prospective observational study. World J Emerg Surg [Internet]. 2015 Nov 24 [cited 2021 Apr 16];10(1):57. Available from: <http://wjeb.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13017-015-0051-4>
71. Institute for Healthcare Improvement. Overview of the 100.000 Lives Campaign. [Internet]. 2005. [Cited 2021 Apr 16]. Available from: <http://www.ihf.org/Engage/Initiatives/Completed/5MillionLivesCampaign/Documents/Overview%20of%20the%20100K%20Campaign.pdf>
72. Rello J, Lode H, Cornaglia G, Masterton R. A European care bundle for prevention of ventilator-associated pneumonia. Intensive Care Med [Internet]. 2010 May 18 [cited 2021 Apr 16];36(5):773–80. Available from: [www.ihf.org](http://www.ihf.org)
73. Hernández-Orozco HG, et al. Prevención de neumonía asociada a ventilación con paquete de verificación en la Unidad de Cuidados Intensivos. Acta Pediatr. Mex. [Internet]. 2016 nov. [Cited 2021 Apr 16]; 37(6): 322-327. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v37n6/2395-8235-2016-06-00322.pdf>
74. Pujante-Palazón I, Rodríguez-Mondéjar JJ, Armero-Barranco D, Sáez-Paredes P. Prevención de neumonía asociada a ventilación mecánica, comparación de conocimientos entre tres unidades de críticos. Enferm Intensiva [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Apr 16];27(3):120–8. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-prevencion-neumonia-asociada-ventilacion-mecanica-S113023991500111X>
75. Álvarez Lerma Hospital del Mar F, Comité directivo SEMICYUC, Joaquín Álvarez Rodríguez, José Manuel B, Gordo Vidal, Palomar Martínez, Hospital Vall M, Miguel Sánchez García, Hospital Clínico San Carlos, García Díez, Hospital de Basurto Bilbao Rosa Jam Gatell Hospital Parc Tauli Barcelona R, et al. Proyecto Prevención Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica. [Internet]. 2011. [cited 2021 Apr 16]. Available from: [https://www.seguridaddelpaciente.es/resources/documentos/2019/05/neumonia-zero/PROTOCOLO\\_NZ\\_V4\\_2.pdf](https://www.seguridaddelpaciente.es/resources/documentos/2019/05/neumonia-zero/PROTOCOLO_NZ_V4_2.pdf)

76. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Gabinete de Prensa - Notas de Prensa [Internet]. [cited 2021 Apr 16]. Available from: <https://www.mscbs.gob.es/gabinete/notasPrensa.do?id=2845>
77. Klompas M. Barriers to the adoption of ventilator-associated events surveillance and prevention. Vol. 25, *Clinical Microbiology and Infection*. Elsevier B.V.[Internet]; 2019. [Cited 2021 Apr 16] 1180–5. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X1930148X?via%3Dihub>
78. Magill SS, Klompas M, Balk R, Burns SM, Deutschman CS, Diekema D, et al. Developing a new, national approach to surveillance for ventilator-associated events: executive summary. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 16];57(12):1742–6. Available from: </pmc/articles/PMC3840402/>
79. Dexter AM, Scott JB. Airway management and ventilator-associated events. *Respir Care* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2021 Apr 16];64(8):986–93. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/64/8/986>
80. Klompas M. Potential strategies to prevent ventilator-associated events [Internet]. Vol. 192, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. American Thoracic Society; 2015 [cited 2021 Apr 16]. p. 1420–30. Available from: <http://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201506-1161CI>
81. Rawat N, Yang T, Ali KJ, Catanzaro M, Cohen MD, Farley DO, et al. Two-State Collaborative Study of a Multifaceted Intervention to Decrease Ventilator-Associated Events. *Crit Care Med* [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2021 Apr 16];45(7):1208–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28448318/>
82. Klompas M, Li L, Kleinman K, Szumita PM, Massaro AF. Associations between ventilator bundle components and outcomes. *JAMA Intern Med* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2021 Apr 16];176(9):1277–83. Available from: <https://jamanetwork.com/>
83. Klompas M, Branson R, Eichenwald EC, Greene LR, Howell MD, Lee G, et al. Strategies to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Acute Care Hospitals: 2014 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol*. [Internet]. 2014 Aug;35(8):915–36. Available from: [Strategies to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Acute Care Hospitals: 2014 Update \(jstor.org\)](https://www.jstor.org/stable/23448318)
84. Rose L, Baldwin I, Crawford T, Parke R. Semirecumbent positioning in ventilator-dependent patients: A multicenter, observational study. *Am J Crit Care* [Internet].

- 2010 Nov 1 [cited 2021 Apr 17];19(6):100–8. Available from: <http://aacnjournals.org/ajconline/article-pdf/19/6/e100/92173/e100.pdf>
85. Dos Santos C, Pereira ER, Vieira Hermida PM, Gaffuri da Silva T, Da Silva Galetto SG, Cardoso da Silva NJ. Good nursing practices towards patients on invasive mechanical ventilation in hospital emergency. *Esc Anna Nery*. [Internet]. 2020. [cited 2021 Apr 17]; 24(2). Available from: [www.scielo.br/](http://www.scielo.br/)
86. Mesquita Melo E, Santos Teixeira C, Terto de Oliveira R, Teixeira de Almeida D, Gomes Lacerda JE, Borges Studart RM. Cuidados de enfermagem ao utente sob ventilação mecânica internado em unidade de terapia intensiva. *Revista de Enfermagem Referencia*. [Internet]. Feb 2014 [cited 2021 Apr 17]; 4(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.12707/RIII1316>
87. Nseir S, Zerimech F, Fournier C, Lubret R, Ramon P, Durocher A, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure and microaspiration of gastric contents in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2011 Nov 1 [cited 2021 Apr 17];184(9):1041–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21836137/>
88. Da Silva SG, do Nascimento ERP, de Salles RK. Bundle de prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: Uma construção coletiva. *Texto e Context Enferm* [Internet]. 2012 Oct [cited 2021 Apr 17];21(4):837–44. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-07072012000400014&lng=en&nrm=iso&tIng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072012000400014&lng=en&nrm=iso&tIng=pt)
89. Branson RD, Rrt DG, Rodriquez D, Faarc R. Management of the Artificial Airway. [Internet] June 2014. [Cited 2021 Apr 17]; 59(6). Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/respcare/59/6/974.full.pdf>
90. Dexter AM, Scott JB. Airway Management and Ventilator-Associated Events. *Respiratory care*. [Internet]. August 2019. [Cited 2021 Apr 17]; 64(8): 986-993. Available from: [Airway Management and Ventilator-Associated Events \(rcjournal.com\)](http://rcjournal.com)
91. NNNConsult [Internet]. [cited 2021 Apr 17]. Available from: <https://www.nnnconsult.com/nic/3180>
92. Villamón Nevot MJ. Evaluación del cumplimiento de un protocolo de prevención de Neumonía asociada a Ventilación mecánica en una UCI polivalente. *Enfermería global*. [Internet]. Abril 2015. [cited 2021 Apr 17]. 38: 102-117. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v14n38/clinica5.pdf>
93. Martí-Hereu L, Arreciado Marañón A. Tiempo de elevación del cabezal de la cama del paciente con ventilación mecánica y factores relacionados. *Enferm Intensiva*

- [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2021 Apr 17];28(4):169–77. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-tiempo-elevacion-del-cabezal-cama-S1130239917300317>
94. Cantón-Bulnes ML, Garnacho-Montero J. Oropharyngeal antisepsis in the critical patient and in the patient subjected to mechanical ventilation. *Med Intensiva* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2021 Apr 17];43:23–30. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-antisepsia-orofaringea-el-paciente-critico-articulo-S0210569118302559>
95. Da Silveira IR, De Oliveira Motta Maia F, Gnatta JR, Lacerda RA. Oral hygiene: A relevant practice to prevent hospital pneumonia in critically ill patients. *ACTA Paul Enferm* [Internet]. 2010 [cited 2021 Apr 17];23(5):697–700. Available from: <http://www.ctfphc.org>
96. Souza LCD, Mota VBR da, Carvalho AVDSZ de, Corrêa R da GCF, Libério SA, Lopes FF. Association between pathogens from tracheal aspirate and oral biofilm of patients on mechanical ventilation. *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 Jun 5 [cited 2021 Apr 17];31:e38. Available from: <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0038>
97. Zhao T, Wu X, Zhang Q, Li C, Worthington H V., Hua F. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia.[Internet] *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; 2020. [Cited 2021 Apr 17] Available from: [https://www.cochrane.org/es/CD008367/ORAL\\_higiene-bucodental-en-pacientes-graves-para-prevenir-la-neumonia-asociada-al-respirador](https://www.cochrane.org/es/CD008367/ORAL_higiene-bucodental-en-pacientes-graves-para-prevenir-la-neumonia-asociada-al-respirador)
98. Munro CL, Grap MJ, Jones DJ, McClish DK, Sessler CN. Chlorhexidine, toothbrushing, and preventing ventilator-associated pneumonia in critically ill adults. *Am J Crit Care* [Internet]. 2009 Sep [cited 2021 Apr 17];18(5):428–37. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19723863/>
99. Villar CC, Pannuti CM, Nery DM, Morillo CMR, Carmona MJC, Romito GA. Effectiveness of intraoral chlorhexidine protocols in the prevention of ventilator-associated pneumonia: Meta-analysis and systematic review [Internet]. Vol. 61, *Respiratory Care*. American Association for Respiratory Care; 2016 [cited 2021 Apr 17]. p. 1245–59. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27507174/>
100. Lins Goncalves R. Aspiração endotraqueal de adultos intubados: evidências para boas práticas [Internet]. Feb 2018 [cited 2021 Apr 17]. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/322991894\\_Aspiracao\\_endotraqueal\\_de\\_adultos\\_intubados\\_evidencias\\_para\\_boas\\_praticas](https://www.researchgate.net/publication/322991894_Aspiracao_endotraqueal_de_adultos_intubados_evidencias_para_boas_praticas)

101. Gilder E, Parke RL, Jull A. Endotracheal suction in intensive care: A point prevalence study of current practice in New Zealand and Australia. *Aust Crit Care*. [Internet] 2019 Mar 1 [Cited 2021 Apr 17] ;32(2):112–5. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1036731417303521>
102. Aspiración de secreciones de la vía aérea. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. [Internet]. Julio 2013 [cited 2021 Apr 17]. Available from: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352837382621&ssbinary=true>
103. Aspiración de la vía aérea artificial en pacientes con Ventilación Mecánica. Guías de Evidencia basada en la Práctica Clínica AARC. CKPC. [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 17]. Available from: [http://ckpc-cnc.sati.org.ar/files/GuiasEvidenciaBasadaPracticaClinicaAARCAspiracionVAA\\_pacientesVM.pdf](http://ckpc-cnc.sati.org.ar/files/GuiasEvidenciaBasadaPracticaClinicaAARCAspiracionVAA_pacientesVM.pdf)
104. Succión endotráqueal de los pacientes ventilados mecánicamente con vía aérea artificial. Guías Clínicas Prácticas de la AARC. [Internet]. 2010. [Cited 2021 Apr 17]. Available from: <http://medicina-intensiva.cl/divisiones/kinesiologia/images/stories/docs/guiaAARC.pdf>
105. Muscedere J, Rewa O, Mckechnie K, Jiang X, Laporta D, Heyland DK. Subglottic secretion drainage for the prevention of ventilator-associated pneumonia: A systematic review and meta-analysis\*. *Crit Care Med* [Internet]. 2011 Aug [cited 2021 Apr 17];39(8):1985–91. Available from: <http://journals.lww.com/00003246-201108000-00017>
106. Fujimoto H, Yamaguchi O, Hayami H, Shimosaka M, Tsuboi S, Sato M, et al. Efficacy of continuous versus intermittent subglottic secretion drainage in preventing ventilator-associated pneumonia in patients requiring mechanical ventilation: A single-center randomized controlled trial. *Oncotarget* [Internet]. 2018 [cited 2021 Apr 17];9(22):15876–82. Available from: </pmc/articles/PMC5882304/>
107. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF, Hall JB. Daily Interruption of Sedative Infusions in Critically Ill Patients Undergoing Mechanical Ventilation. *N Engl J Med* [Internet]. [cited 2021 Apr 17];342(20):1471–7. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM200005183422002>
108. Celis-Rodríguez E, Birchenall C, de la Cal MA, Castorena Arellano G, Hernández A, Ceraso D, et al. Guía de práctica clínica basada en la evidencia para el manejo de la sedoanalgesia en el paciente adulto críticamente enfermo. *Med*

- Intensiva [Internet]. 2013 Nov 1 [cited 2021 Apr 17];37(8):519–74. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-guia-practica-clinica-basada-evidencia-articulo-S0210569113000855>
109. Muñoz-Martínez T. Interrupción diaria de la sedación; ¿siempre es un indicador de calidad? Med Intensiva [Internet]. 2012 May 1 [cited 2021 Apr 17];36(4):288–93. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-interrupcion-diaria-sedacion-siempre-es-articulo-S0210569111003408>
110. Kallet RH. Ventilator bundles in transition: From prevention of ventilator-associated pneumonia to prevention of ventilator-associated events. Respir Care [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2021 Apr 17];64(8):994–1006. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/64/8/994>
111. Aday AW, Dell’orfanio H, Hirning BA, Matta L, O’Brien MH, Scirica BM, et al. Evaluation of a clinical pathway for sedation and analgesia of mechanically ventilated patients in a cardiac intensive care unit (CICU): The Brigham and Women’s Hospital Levine CICU sedation pathways. Eur Hear J Acute Cardiovasc Care [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 17];2(4):299–305. Available from: </pmc/articles/PMC3821833/>
112. Katira BH. Ventilator-Induced Lung Injury: Classic and Novel Concepts . Respiratory Care. [Internet]. June 2019. [Cited 2021 Apr 17]; 64(6): 629-637. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/respcare/64/6/629.full.pdf>
113. Mauri T, Cambiaghi B, Spinelli E, Langer T, Grasselli G. Spontaneous breathing: A double-edged sword to handle with care [Internet]. Vol. 5, Annals of Translational Medicine. AME Publishing Company; 2017 [cited 2021 Apr 17]. p. 292. Available from: </pmc/articles/PMC5537122/>
114. Neumonía Zero. Prevención de la neumonía asociada a la ventilación mecánica Módulo de formación. [Internet]. [Cited 2021 Apr 17] Available from: [https://hws.vhebron.net/Neumonia-zero/descargas/Diapositivas\\_NZero.pdf](https://hws.vhebron.net/Neumonia-zero/descargas/Diapositivas_NZero.pdf)
115. Williams EC, Motta-Ribeiro GC, Melo MFV. Driving Pressure and Transpulmonary Pressure: How Do We Guide Safe Mechanical Ventilation? [Internet]. Vol. 131, Anesthesiology. Lippincott Williams and Wilkins; 2019 [cited 2021 Apr 17]. p. 155–63. Available from: </pmc/articles/PMC6639048/>
116. Ladha K, Melo MFV, McLean DJ, Wanderer JP, Grabitz SD, Kurth T, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: Hospital based registry study. BMJ [Internet]. 2015 Jul 14 [cited 2021 Apr 17];351. Available from: </pmc/articles/PMC4501577/>

117. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* [Internet]. 2015 Feb 19 [cited 2021 Apr 17];372(8):747–55. Available from: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMsa1410639>
118. Fuller BM, Ferguson IT, Mohr NM, Drewry AM, Palmer C, Wessman BT, et al. Lung-Protective Ventilation Initiated in the Emergency Department (LOV-ED): A Quasi-Experimental, Before-After Trial. *Ann Emerg Med* [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2021 Apr 17];70(3):406-418.e4. Available from: [/pmc/articles/PMC5573637/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27611111/)
119. Serpa Neto A, Hemmes SNT, Barbas CSV, Beiderlinden M, Biehl M, Binnekade JM, et al. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery: A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. *Anesthesiology* [Internet]. 2015 Jul 20 [cited 2021 Apr 17];123(1):66–78. Available from: [http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/123/1/66/373769/20150700\\_0-00019.pdf](http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/123/1/66/373769/20150700_0-00019.pdf)
120. Futier E, Constantin J-M, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery. *N Engl J Med* [Internet]. 2013 Aug 31 [cited 2021 Apr 17];369(5):428–37. Available from: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1301082>
121. Khan BA, Fadel WF, Tricker JL, Carlos WG, Farber MO, Hui SL, et al. Effectiveness of implementing a wake up and Breathe program on sedation and delirium in the ICU. *Crit Care Med* [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 17];42(12):e791–5. Available from: [/pmc/articles/PMC4311879/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25111111/)
122. Vanderbilt University. Wake up and Breathe Protocol [Internet]. 2008. [cited 2021 Apr 17]. Available from: <https://www.sccm.org/getattachment/192a69f0-f97a-45d4-82cc-b7c4c4565434/Wake-Up-and-Breath-Protocol>
123. Ladeira MT, Vital FMR, Andriolo RB, Andriolo BNG, Atallah ÁN, Peccin MS. Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults [Internet]. Vol. 2014, *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; 2014 [cited 2021 Apr 17]. Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006056.pub2/full>
124. Celis-Rodríguez E, Birchenall C, de la Cal MA, Castorena Arellano G, Hernández A, Ceraso D, et al. Guía de práctica clínica basada en la evidencia para el manejo de la sedoanalgesia en el paciente adulto críticamente enfermo. *Med Intensiva* [Internet]. 2013 Nov 1 [cited 2021 May 13];37(8):519–74. Available from:



<http://www.medintensiva.org/es-guia-practica-clinica-basada-evidencia-articulo-S0210569113000855>

## ANEXO 1 “Escala RASS”

(Tabla 9). Escala RASS.

Puntos	Nombre	Descripción
+4	Combativo	Paciente violento y combativo. Riesgo para el profesional
+3	Muy agitado	Intentos de retirada de tubos y catéteres. Agresivo con profesionales
+2	Agitado	Movimientos anormales sin fin alguno. Aparición de asincronías con el ventilador.
+1	Inquieto	Ansioso pero sin presencia de movimientos anormales o agresivos
0	Calmado	
-1	Somnoliento	No en alerta pero se mantiene despierto a órdenes verbales durante un tiempo inferior a 10 segundos.
-2	Sedación leve	Despierta al llamado verbal y se consigue contacto ocular durante un tiempo inferior a 10 segundos
-3	Sedación moderada	Movimientos o apertura ocular a órdenes verbales pero no se consigue contacto ocular
-4	Sedación profunda	Sin respuesta al llamado verbal. Leve respuesta al estímulo físico.

(124)

## ANEXO 2 “Póster del protocolo”

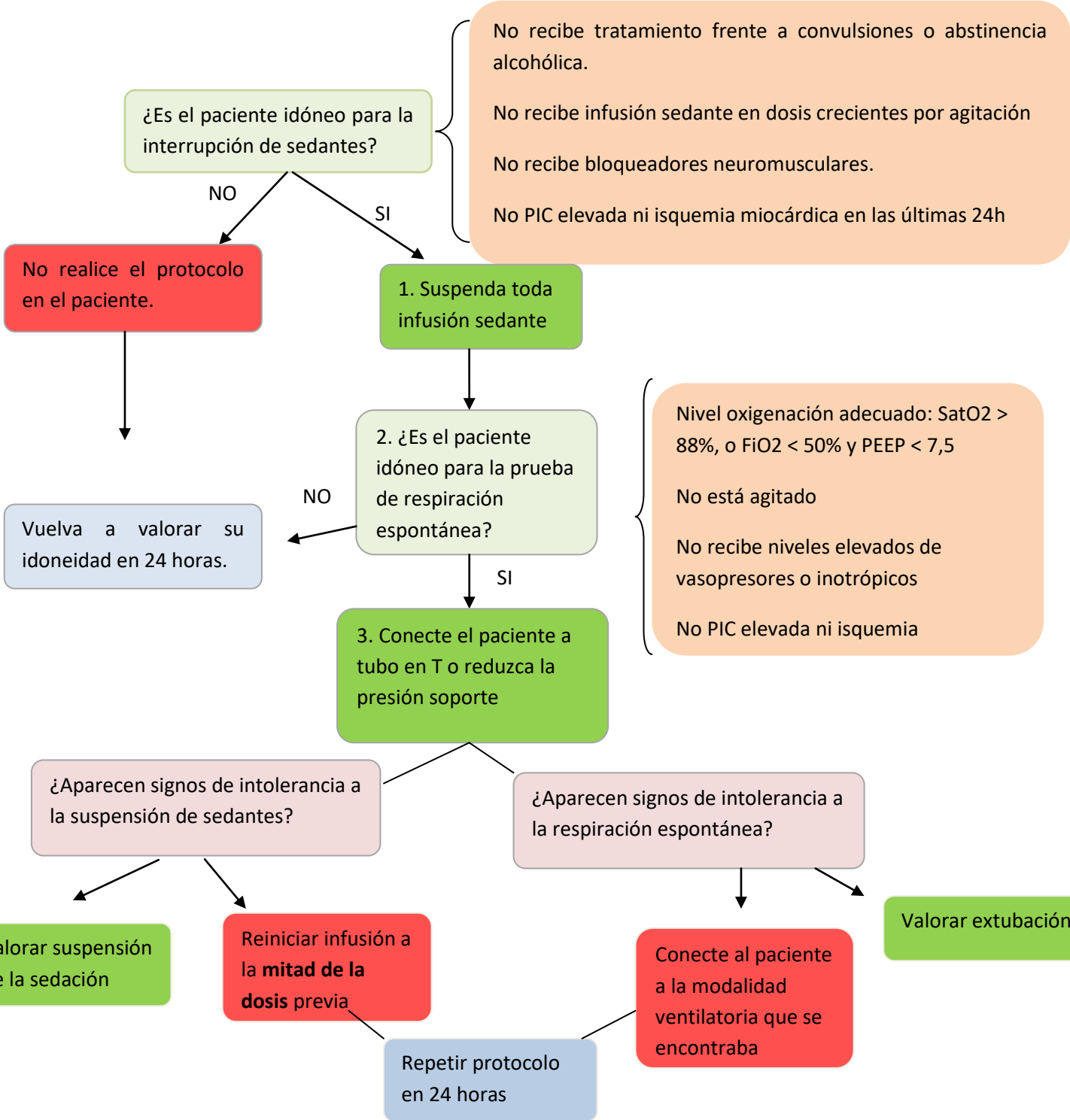
Se adjunta póster del protocolo (páginas siguientes) para facilitar la comprensión y su puesta en práctica de manera correcta por parte del profesional enfermero.

Puntos importantes a tener en cuenta:

- ✓ Antes de llevar a cabo la interrupción diaria de sedantes y la respiración espontánea coloque al paciente en **posición semi-incorporada** (45º) y compruebe la permeabilidad de la vía aérea (**Aspire secreciones si precisa**).
- ✓ Compruebe la **presión del neumotaponamiento (>20 y <30 mmHg)**
- ✓ **Idoneidad del paciente.** No realizar bajo ningún concepto en aquellos que no está indicado. Puede suponer mayor riesgo que beneficio.
- ✓ Se procede primero con la interrupción de la sedación. Una vez el paciente se encuentre despierto, valorar la idoneidad para la realización de la prueba de respiración espontánea. **No antes.**
- ✓ La prueba de respiración espontánea **nunca** debe superar una duración de **120 minutos** (2 horas).
- ✓ Valorar la aparición de signos de intolerancia durante todo el protocolo y actuar en cuanto aparezcan.

**Figura 6. Póster del protocolo.** Póster visual para la mejora de la cumplimentación del protocolo. figura de elaboración propia

**PROTOCOLO INTERRUPCIÓN  
SEDACIÓN + RESPIRACIÓN  
ESPONTÁNEA**



**Signos de intolerancia a la suspensión de sedantes:**

- ✓ FR > 35 resp/min
- ✓ SatO2 < 88%
- ✓ Agitación, dolor o ansiedad
- ✓ Dificultad respiratoria (taquicardia, bradicardia, diaforesis, disnea, uso de músculos accesorios o respiración paradójica)

**Signos de intolerancia a la respiración espontánea:**

- ✓ FR < 8 o > 35 resp/min
- ✓ SatO2 < 88%
- ✓ Arritmia cardiaca aguda
- ✓ Cambio agudo del estado mental
- ✓ Dificultad respiratoria (taquicardia, bradicardia, diaforesis, disnea, uso de músculos accesorios o respiración paradójica)

### ANEXO 3 “Test para la evaluación de adquisición de conocimientos”

1. ¿Cuál de los siguientes NO es considerado un factor de riesgo en la aparición de NAVM?
  - a. Antibioterapia previa
  - b. Decúbito supino
  - c. Nutrición enteral por SNG.
  - d. Presión transpulmonar elevada
  
2. ¿Qué factor de riesgo se considera el más importante en la génesis de barotrauma y volutrauma?
  - a. Presión meseta > 35 mmHg
  - b. Presión transpulmonar elevada
  - c. Cuidado oral con Clorhexidina
  - d. Presión pico elevada
  
3. Mencione 4 factores de riesgo comunes a TODAS las complicaciones asociadas a VMI:  

---

---

4. ¿Cuál es el proyecto más importante llevado a cabo a nivel nacional para la reducción de la incidencia de NAVM?
  - a. Wake up and Breathe
  - b. Neumonía Zero
  - c. The 100K lives campaign
  - d. The VAP care bundle
  
5. Mencione 4 medidas protectoras en la génesis de NAVM:  

---

---

6. Señale el rango entre el que debe encontrarse la presión del neumotaponamiento:

- a. 20-25 cmH2O
- b. > 30 cmH2O
- c. 20-30 cmH2O
- d. <20 cmH2O

7. ¿Cuántas veces aspiraré secreciones pulmonares a mi paciente al día?

- a. 2 veces/día
- b. 3 veces/día
- c. Cuando precise
- d. Mínimo 4 veces/día

8. Mencione 3 medidas protectoras en la génesis de barotrauma, volutrauma y atelectrauma.

---

---

9. Menciona la principal medida protectora COMÚN a atelectrauma y NAVM.

---

10. ¿Qué presión mediré en lugar de la Presión Transpulmonar si no nos encontramos ante una situación clínica que nos obligue a medirla (obesidad, ascitis, derrame pleural, aumento PIA)?

- a. Presión meseta
- b. Presión pico
- c. Presión de conducción
- d. Siempre debo medir la Presión Transpulmonar, sin importar las condiciones clínicas del paciente.

#### ANEXO 4 “Test de opinión”

1. ¿Crees que la utilización de check list en la práctica clínica mejora la atención a los pacientes?
  - a. Si
  - b. No

2. ¿Consideras que las medidas incluidas en el Check list de manejo del paciente sometido a Ventilación Mecánica Invasiva recoge todas las medidas necesarias?
  - a. Si
  - b. No

Si tu respuesta ha sido NO, incluya las medidas que consideres no necesarias:

3. ¿Echas en falta alguna medida no mencionada?
  - a. Si
  - b. No

Si tu respuesta ha sido SI, incluya las medidas no incluidas pero necesarias:

4. En cuanto al protocolo, ¿Realizabas este tipo de pruebas de manera previa al protocolo?
  - a. Sí, de manera diaria siempre que era indicado.
  - b. Sí, algunas de las veces que estaban indicadas.
  - c. No.
5. ¿Consideras que son importantes en el manejo del paciente ventilado invasivamente?
  - a. Sí
  - b. No

Si tu respuesta es NO, incluya el por qué.