



**UTILIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA
PROTECTORA DURANTE ANESTESIA GENERAL EN PACIENTES ASA I POR
LOS ANESTESIÓLOGOS EN COLOMBIA, 2017-2018.**

JAVIER ALBERTO RODRIGUEZ APONTE

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA
ESCUELA DE MEDICINA
Postgrado
ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA 3ER AÑO
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
AÑO 2018**

**UTILIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA
PROTECTORA DURANTE ANESTESIA GENERAL EN PACIENTES ASA I POR
LOS ANESTESIOLOGOS EN COLOMBIA, 2017-2018.**

**JAVIER ALBERTO RODRIGUEZ APONTE
ANESTESIOLOGÍA**

Trabajo de investigación para optar el título de
Anestesiólogo

TUTORES

**Rubén Teherán Martínez. MD.
Esp. Anestesiología y reanimación**

**Enrique Ramos Clason
Coordinador de investigaciones postgrados unisinú**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA
ESCUELA DE MEDICINA
Postgrado
ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA 3ER AÑO
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
AÑO 2018**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, D. T y C., julio de 2018

DEDICATORIA

Al culminar este paso es preciso exaltar a todas los que creyeron en mí, que me dieron su apoyo incondicional y me dieron las fuerzas, se lo dedico a Dios, mi esposa Martha, Mi hijo Juan Diego, mis Padres, Hermanos, Sobrinos, amigos y docentes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios que me brindó todo lo necesario para cumplir mi meta y me rodeó de las mejores personas durante todo este tiempo.

A mi tutor el Dr. Rubén Teherán Martínez quien además de ser una excelente persona y profesional integro, es mi ejemplo a seguir, le doy las gracias por confiar en mí para llevar a cabo este trabajo y por estar siempre dispuesto a apoyarme cuando lo necesité. Al Dr. Mitchell Pérez quien llevó a cabo la primera fase de esta investigación y dejó las bases para que lo continuara.

Agradezco a La sociedad colombiana de anestesiología y reanimación S.C.A.R.E. quien facilitó la divulgación de la encuesta entre sus afiliados y entregó el resultado de la misma para nuestra investigación.

A mis docentes que de una forma desinteresada transmitieron sus conocimientos y a los cuales les debo mi formación.

Por último a mi familia que no me alcanzan las palabras para agradecer por todo lo que me han dado, sin duda alguna sin ellos no hubiera sido posible. A mi madre, a mi padre, a mis hermanos, sobrinos, a mi hijo y a mi amada esposa por su amor incondicional que fue el combustible para que todo esto tuviera un final feliz.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2. JUSTIFICACIÓN.....	
3. OBJETIVOS.....	
3. 1. OBJETIVO GENERAL.....	
3. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	
4. MARCO TEÓRICO	
4. 1. GENERALIDADES	
4.2 MECANISMO DE LESIÓN PULMONAR INDUCIDA POR EL VENTILADOR EN PULMONES SANOS	
4. 3. ESTRATEGIAS DE VENTILACIÓN PROTECTORA	
4. 3. 1. EL VOLUMEN CORRIENTE (VC) BAJO.....	
4. 3. 2. LA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE ESPIRACIÓN (PEEP) Y LAS MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR EN CIRUGÍA ...	
4. 3. 3. PRESION DE CONDUCCION (DRIVING PRESSURE).....	
5. METODOLOGÍA	
5. 1. TIPO DE DISEÑO	
5. 2. POBLACIÓN	
5. 2. 1. Población Marco o referencia.....	
5. 2. 2. Población de estudio	
5. 2. 3. Población sujeto de estudio.....	
5. 3. MUESTRA Y MUESTREO	
5. 4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	
5. 5. OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	
5. 5. 1. Fuentes	
5. 5. 2. Fases	
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	
7. ASPECTOS ÉTICOS.....	
8. RESULTADOS.....	
9. DISCUSIÓN	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de recolección de datos.....

RESUMEN

Contexto: la utilización de volúmenes bajos, PEEP y monitoría en la ventilación mecánica protectora durante anestesia general en pacientes sanos, ha venido incrementando su frecuencia de utilización a nivel mundial.

Objetivos: Identificar las estrategias de ventilación mecánica protectora durante anestesia general utilizadas en pacientes ASA I por los anestesiólogos en Colombia.

Métodos: Se realizó un estudio observacional descriptivo a través de una encuesta virtual, diligenciada por anestesiólogos adscritos a la Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación S.C.A.R.E en el período de diciembre 2017 a febrero 2018. Se determinó el tiempo de ejercicio profesional, disponibilidad de modos ventilatorios/PEEP, modo ventilatorio más usado, cantidad de volumen corriente usado, cantidad de PEEP, peso usado para cálculo del volumen corriente y cálculo de la presión de conducción.

Resultados: La encuesta fue diligenciada por 177 anestesiólogos. 68,4% (n=121) tenía más de 6 años de experiencia. El 98.9% tenía disponible un ventilador con diferentes modos ventilatorios, siendo el volumen control el modo ventilatorio más utilizado (83.1%). El 100% disponía de PEEP en sus sitios de trabajo, siendo utilizado por el 87.6%. El 95.7% manifestó calcular el volumen corriente para la VM, de estos, el 83.5% lo hacía con 6 a 8 cc/kg de peso y el 11% con ≥ 9 cc/kg. Para calcular el volumen corriente un 49.4% usaba el *peso ideal*, llamando la atención que solamente un 9.1% de los encuestados utilizaba el peso predicho. La presión de conducción solo es monitorizada por el 19% de los encuestados

Conclusiones: la mayoría de los anestesiólogos (83.5%) reportó uso de ventilación mecánica con volúmenes corrientes bajos (6-8cc/kg).

Palabras clave: Ventilación mecánica protectora, anestesia general, encuesta.

ABSTRACT

Background: the use of low tidal volumes, PEEP and monitoring devices in mechanical ventilation during general anesthesia in healthy patients has been increasing its frequency of use worldwide.

Objectives: Identify strategies of protective mechanical ventilation during general anesthesia in patients ASA I used by anesthesiologists in Colombia.

Methods: A descriptive observational study was conducted through a virtual survey, completed by anesthesiologists assigned to the Colombian Society of Anaesthesiology and SCAN Reanimation in the period from December 2017 to February 2018. The time of professional exercise, availability of ventilated moments was determined (PEEP), amount of air used, amount of tidal volume, amount of PEEP, weight used to calculate tidal volume and calculation of driving pressure

Results: 177 anesthesiologists completed the survey. 68.4% (n = 121) had more than 6 years of experience. 98.9% had a ventilator with different ventilatory modes available, with the volume control being the most used ventilatory mode (83.1%). 100% had PEEP in their work places, being used by 87.6%. The 95.7% stated that they calculated the tidal volume for the VM, of these, 83.5% did so with 6 to 8 cc / kg of weight and 11% with ≥ 9 cc / kg. To calculate the current volume, 49.4% used the ideal weight, drawing attention that only 9.1% of the respondents used the predicted weight. The driving pressure is only monitored by 19% of respondents

Conclusions: Most anesthesiologists (83.5%) reported use of mechanical ventilation with low tidal volumes (6-8cc / kg).

Key Words: Protective mechanical ventilation, general anesthesia, survey.

INTRODUCCIÓN

Cada año en Colombia y en el resto del mundo, varios millones de pacientes son sometidos a ventilación mecánica durante las intervenciones realizadas en el marco de la anestesia general (1). La ventilación mecánica se asocia con múltiples complicaciones postoperatorias, incluyendo las respiratorias (2). En efecto, la ventilación mecánica causa lesiones alveolares mecánicas (atelectasias o distensión alveolar) y biológicas (activación local de la inflamación) (3). Las lesiones inducidas por la ventilación mecánica [(VILI) (3, 4) o asociadas a la ventilación Mecánica (VALI)] (5, 6) son objeto de numerosos estudios experimentales y clínicos. La llamada ventilación mecánica "protectora" es beneficiosa en el tratamiento de los pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) (7), pero también ha demostrado utilidad en otros marcos distintos al SDRA (8).

Varios estudios recientes muestran que las técnicas de optimización de la ventilación mecánica intraoperatoria en pacientes sanos disminuye las complicaciones respiratorias postoperatorias aún sin demostrar impacto en la mortalidad (2, 9). Sin embargo, el concepto de ventilación de protección todavía parece mal adoptado en el ámbito intraoperatorio. Por lo tanto, no hay recomendaciones formales absolutas actuales alusivas a la ventilación mecánica en anestesia para el paciente sano. De hecho, la elección de la regulación de la ventilación mecánica intraoperatoria sigue sujeta a debate. (10).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la práctica anestésica con el paso del tiempo se ha vuelto fundamental el uso de la ventilación mecánica para el soporte de la anestesia general durante cirugía. Su uso a lo largo del tiempo ha variado desde la utilización inicial de volúmenes corrientes altos ($>10-15\text{ml/kg}$) (11), con la consiguiente reducción del mismo según el tipo de paciente y sus comorbilidades asociadas, debido a la asociación entre este tipo de ventilación y complicaciones pulmonares pop y aumento de la mortalidad (2). Actualmente se utiliza la ventilación mecánica llamada protectora con volúmenes corrientes bajos ($<8\text{cc/kg}$) y el uso de PEEP, estrategias estas, que han ayudado en gran manera a disminuir las complicaciones pulmonares posoperatorias luego de anestesia general (4). A nivel mundial, existen estrategias definidas para una ventilación protectora pulmonar que incluyen cálculos en cuanto a la determinación de volúmenes corrientes bajos ($<8\text{cc/kg}$) de acuerdo al peso basado en fórmulas (ej. *peso predicho*), el uso de PEEP, y herramientas de monitoría para la ventilación mecánica, sin embargo, se desconoce si en nuestro país, Colombia, se están utilizando los parámetros de ventilación mecánica protectora, y si además se están realizando los cálculos y monitoría adecuados para llevar a cabo estas estrategias. Dado lo anterior se plantea la siguiente pregunta-problema:

¿Cuáles son las estrategias de ventilación mecánica protectora utilizadas por los anestesiólogos en Colombia durante anestesia general en pacientes ASA I?

2. JUSTIFICACIÓN

Las máquinas de anestesia actuales han venido posibilitando la reducción de las repercusiones fisiológicas y de los problemas causados por la ventilación mecánica. Este estudio pretende realizar la evaluación de los métodos y recursos de ayuda ventilatoria utilizados por una muestra de anesthesiólogos de Colombia en pacientes sin lesión pulmonar previa en el período intraoperatorio. Lo anterior permitirá identificar la frecuencia de utilización, el correcto cálculo de los parámetros utilizados y utilización de los recursos para minimizar una eventual repercusión de la ventilación mecánica controlada.

Por tratarse de un trabajo de investigación para optar el título de anesthesiólogo, se favorecerá la difusión académica durante el proceso de sustentación formal y jornadas de socialización institucional o eventos propios de la Universidad del Sinú. La adecuada divulgación de los resultados del presente estudio permitirá prevenir la inadecuada utilización de las estrategias ventilatorias que puedan ser identificadas en el mismo.

Además siendo este un estudio descriptivo, se favorece su realización y culminación oportuna lo que garantiza la disponibilidad de información rápida que permita direccionar el desarrollo de programas de educación médica continua en ventilación mecánica asociada a la anestesia para garantizar así la seguridad y la mejoría de la atención al paciente.

3. OBJETIVOS

3. 1. OBJETIVO GENERAL

Identificar las estrategias de ventilación mecánica protectora durante anestesia general utilizadas en pacientes ASA I por los anesthesiólogos en Colombia.

3. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar la frecuencia de utilización de las estrategias de ventilación mecánica protectora por los anesthesiólogos de Colombia.
2. Describir la frecuencia de utilización de los diferentes modos ventilatorios, valores de PEEP y la disposición/uso de los diversos sistemas de monitoría para la ventilación mecánica.
3. Determinar la frecuencia de realización de cálculo del volumen corriente durante ventilación mecánica en anestesia, de acuerdo al peso corporal basado en fórmulas.
4. Comparar la frecuencia del uso o no de las estrategias de ventilación mecánica protectora entre los anesthesiólogos de Colombia, teniendo en cuenta los años de experiencia en la práctica de su ejercicio profesional.

4. MARCO TEÓRICO

4. 1. GENERALIDADES

La ventilación mecánica (VM) es una opción terapéutica que tiene como objetivo principal mejorar el intercambio gaseoso del paciente que la necesita, por medio de respiración artificial efectuada por una máquina (12). Esta condición es producto de una patología subyacente o de un efecto farmacológico como el provisto por la anestesia. En el mundo se llevan a cabo cerca de 234 millones de cirugías al año (1) Alrededor de un tercio son realizadas bajo anestesia general, y en la mayoría se utiliza la ventilación mecánica invasiva.

Las complicaciones pulmonares postoperatorias son la principal causa de morbilidad perioperatoria y de mortalidad global en pacientes después de la anestesia general (13, 14). La Inducción anestésica se acompaña constantemente por una reducción significativa en el volumen pulmonar y rápida formación de atelectasias (15). La prevención de estas complicaciones mejoraría la calidad de la atención médica y reduciría los costos hospitalarios (16). Sin embargo, pocas intervenciones se han identificado para reducir claramente o, posiblemente, el deterioro de la función pulmonar postoperatoria (17).

La ventilación protectora con volúmenes corrientes entre 6 y 8 cc/kg manteniendo presiones meseta en la vía aérea menores de 30 cm H₂O está asociada con una disminución de 22% en la mortalidad y con un menor número de días con ventilación mecánica de pacientes con LPA/SDRA (7), con un grado de recomendación B (18). Se recomienda calcular el volumen corriente usando el peso predicho que se obtiene mediante la fórmula $\text{Peso} = [\text{Talla (cm)} - 152,4] \times 0,91 + 50$ en hombres y 45,5 en mujeres (7).

Una PEEP de alrededor de 4-5 cm de H₂O en pacientes sanos ayuda a mantener los alveolos abiertos, pero cuando existe compromiso de la tensión superficial (LPA) pueden requerirse niveles de PEEP mayores que se calculan usando los gráficos de flujo/tiempo y presión volumen para determinar el punto de inflexión (19) o determinando la presión transpulmonar en forma individual (20). Debe usarse una FiO₂ entre 40 y 60% para mantener la saturación de oxígeno por encima de 92% con el propósito de disminuir el riesgo de toxicidad por hiperoxia y las atelectasias por reabsorción que se presentan en un 90% de los pacientes anestesiados (8).

La ventilación protectora con volúmenes corrientes bajos se recomienda en pacientes sometidos a cirugías con toracotomía (ventilación unipulmonar) (21), cirugía cardíaca (22, 23), trauma cráneo encefálico severo (24), enfermedad intersticial pulmonar crónica (25), y esofagectomía (26), sin embargo el soporte ventilatorio mecánico ha demostrado ser una espada de doble filo y los mecanismos de VILI están ahora mejor comprendidos. La implementación de estrategias de ventilación protectora que consisten en volúmenes corrientes bajos, PEEP de 6 a 12 cm H₂O y las maniobras de reclutamiento alveolar puede disminuir el desarrollo de SDRA, infección pulmonar y atelectasias posoperatorias, pero no la mortalidad durante el período perioperatorio en los pacientes con pulmones previamente NO lesionados (27).

Los nuevos ventiladores de las máquinas de anestesia disponen de varios modos ventilatorios y permiten una compensación interna para cambios en la compliancia del circuito y en el flujo de gases frescos que permite suministrar con mayor precisión los volúmenes programados en pacientes pediátricos y adultos (28, 29).

La ventilación mecánica es una estrategia de apoyo esencial en pacientes sometidos a anestesia general. Sabiendo que un volumen corriente alto (VC; 10-15 ml/kg de peso corporal predicho) puede mantener un mejor intercambio gaseoso y una óptima mecánica intraoperatoria, había sido recomendado tradicionalmente para la ventilación intraoperatoria (11), sin embargo, la acumulación de evidencia de estudios experimentales y clínicos, indican que la ventilación mecánica usando un VC alto, en particular, puede causar distensión alveolar excesiva o incluso inducir la lesión de órganos (30, 31). Una estrategia de ventilación de protección se refiere a la utilización de VC bajo (en el rango de 6-8 ml/kg del peso corporal predicho) con presión positiva al final de la espiración (PEEP), con o sin maniobras de reclutamiento. La ventilación de protección se ha considerado la práctica óptima en pacientes que padecen el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Sin embargo, pocos estudios en humanos han evaluado cómo ventilar los pulmones sanos, en pacientes sometidos a anestesia general. En un gran estudio de cohorte retrospectivo, Gajic y col (8) encontraron que el desarrollo de la lesión pulmonar aguda (LPA) se asoció de forma independiente con un alto VC y una alta presión pico en la vía aérea. Posteriormente, varios estudios trataron de descubrir la causa de la lesión pulmonar asociada a la ventilación y encontrar formas de minimizar los efectos secundarios de la ventilación de alto volumen/alta presión en los pacientes quirúrgicos. Un metaanálisis de los ensayos clínicos realizados por Hemmes et al (2) reportaron que la configuración de ventilación de protección pulmonar intraoperatoria tenía el potencial de proteger contra las complicaciones pulmonares. Su estudio incluyó ocho artículos con 1.669 pacientes. De estos, dos estudios a gran escala (1.320 pacientes) fueron observacionales y tres estudios fueron de ajustes en ventilación unipulmonar, por lo tanto, los resultados de este estudio no pueden ser considerados como definitivos. Recientemente, se han publicado dos ensayos controlados aleatorizados (ECA) adicionales bien diseñados, para especificar mejor el efecto de la ventilación protectora en pacientes quirúrgicos, con exclusión de la cirugía cardíaca y torácica, se realizó un metaanálisis más reciente de los ECA, centrados en los efectos de la ventilación protectora sobre la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias.

La ventilación mecánica es una estrategia “salvadora de vida” en pacientes con insuficiencia respiratoria. Hay evidencia inequívoca de que la ventilación mecánica en pacientes críticamente enfermos tiene el potencial de agravar o incluso iniciar la lesión pulmonar (4, 32). Los pacientes con lesión pulmonar aguda (LPA) podrían beneficiarse de medidas que impidan el colapso y la reexpansión repetitiva de los alvéolos, incluyendo la denominada estrategia de ventilación mecánica a “pulmón abierto” (open lung), con el uso de los niveles más altos de presión positiva al final de la espiración (PEEP) y maniobras de reclutamiento (33). Los últimos metaanálisis sugieren que este enfoque puede disminuir la necesidad de terapias de rescate debido a hipoxemia que amenace la vida (32), e incluso reducir la mortalidad en pacientes con LPA más severa (34). La ventilación mecánica es con frecuencia obligatoria en los pacientes que se someten a cirugía. Los efectos de la ventilación mecánica intraoperatoria a corto plazo sobre la integridad pulmonar están menos definidos (35). Además, no se sabe si las estrategias de ventilación que utilizan mayores niveles de PEEP y maniobras de reclutamiento alveolar durante el período intraoperatorio son beneficiosos en estos pacientes.

4.2 MECANISMO DE LESIÓN PULMONAR INDUCIDA POR EL VENTILADOR EN PULMONES SANOS

Varios estudios han informado acerca de la teoría de “golpes múltiples” como la principal causa de SDRA en pulmones previamente sanos (transfusión, bypass cardiopulmonar [CEC], la sepsis, el balance positivo de líquidos, la acidemia, la aspiración pulmonar, la hipoalbuminemia, la hiperlactatemia, diabetes, EPOC, etc.). Recientemente, muchos investigadores han informado que, en los pulmones sanos, la ventilación mecánica puede agravar la lesión pulmonar por “golpe único” inducida por el ventilador (VILI), incluso cuando se utiliza la configuración menos perjudicial. Los principios fisiopatológicos de VILI son complejos y se caracterizan por diferentes interacciones que se solapan entre sí. Estas interacciones incluyen: (A) VC alto causando sobredistensión; (B) cierre cíclico y apertura de vías aéreas periféricas durante la respiración, lo que podría dañar tanto el epitelio bronquiolar y el parénquima (deformación pulmonar), principalmente en las uniones alveolares-bronquiolar; (C) la tensión pulmonar por aumento de la presión transpulmonar (la diferencia entre la presión alveolar y la presión pleural); (D) volumen corriente bajo asociado al reclutamiento/desreclutamiento de unidades pulmonares inestables (atelectrauma); (E) la inactivación del surfactante por oscilaciones en las grandes zonas de superficie alveolar asociados con la conversión total de agente tensoactivo, lo que aumenta la tensión superficial; (F) la liberación sistémica y local de mediadores inflamatorios pulmonares (biotrauma) (27).

Estudios experimentales y clínicos recientes han demostrado dos mecanismos principales que conducen a VILI: En primer lugar, un traumatismo directo en la célula promueve la liberación de citoquinas en el espacio alveolar y la circulación; segundo, el llamado mecanismo de 'mecano-transducción'. El estiramiento cíclico durante la ventilación mecánica estimula el epitelio alveolar y a las células endoteliales vasculares a través de proteínas asociadas a membrana, mecano-sensibles y canales iónicos. La ventilación de VC alto condujo a un aumento en la expresión del factor de necrosis tumoral intrapulmonar (TNF) α y de la proteína-2 inflamatoria del macrófago en ratones sin lesión pulmonar previa y reclutó leucocitos a las células endoteliales (3). La deformación tisular activa el factor nuclear kappa B (NF-kB), señalizando la consiguiente producción de interleuquina (IL) -6, IL-8, IL-1 β y TNF- α (27). La necrosis celular se asocia con una respuesta inflamatoria en el tejido circundante de pulmón (15). La mecano-transducción es la conversión de los estímulos mecánicos hacia una respuesta bioquímica, cuando el epitelio alveolar o el endotelio vascular se estiran durante la ventilación mecánica. El estímulo provoca la expansión de la membrana plasmática desencadenando la señalización celular a través de diversos mediadores inflamatorios que influyen en la disfunción de la célula pulmonar y sistémica. Un alto nivel de estiramiento mecánico se asocia con un aumento de la necrosis celular epitelial, disminución de la apoptosis y el aumento de los niveles de IL-8 (3). La matriz extracelular (MEC), una malla de fibra tridimensional, se compone de colágeno, elastina, glucosaminoglicanos (GAGs) y proteoglicanos. La MEC representa el comportamiento biomecánico del pulmón y desempeña un papel en la estabilización de la matriz de pulmón y el contenido de fluidos. La mecano-transducción origina la fuerza mecánica en la MEC que conlleva a la deformación (strain) pulmonar (relación entre el VC y la capacidad residual funcional [CRF]). La ventilación con VC alto provoca remodelación de la MEC, influenciada por el gradiente de presión de la vía aérea y el gradiente de presión pleural, (36). En modelos animales, la VILI, definido por la formación de edema pulmonar, se desarrolla cuando la deformidad pulmonar es mayor que 1,5-2 (37). La tensión mecánica cíclica provoca la liberación y

activación de metaloproteinasas de matriz (MPM). Las MPM juegan un papel importante en la regulación de la remodelación de MEC y VILI. La deformidad pulmonar también conduce a la modificación de los proteoglicanos y los GAGs. La fragmentación de los GAGs puede afectar el desarrollo de la respuesta inflamatoria mediante la interacción con diversos tipos de citoquinas y actuar como ligandos para los receptores de tipo peaje (receptores Toll-like) (36, 38). La tensión mecánica (stress) induce el rompimiento de la MEC (36). Durante el período perioperatorio, la anestesia general y la sedación profunda con o sin parálisis muscular, se afectan notablemente a la estructura pulmonar al reducir el tono de los músculos respiratorios y la alteración de la posición diafragmática (39). Un efecto directo de los anestésicos sobre el surfactante pulmonar, así como el peso del corazón y una mayor presión intraabdominal en la posición supina, promueven el colapso de las regiones pulmonares dependientes y el colapso parcial de las regiones pulmonares medias como consecuencia de la reducción en el volumen pulmonar al final de la espiración. Estas alteraciones promueven: (a) aumento de la elastancia del pulmón; (B) aumento de la resistencia pulmonar; y (c) el deterioro en el intercambio de gases. Las alteraciones morfológicas de los pulmones se mantienen al menos durante las primeras 24 a 72 horas después de la operación, sobre todo en los pacientes sometidos a cirugía de alto riesgo. Además estas alteraciones facilitan la respiración superficial rápida y el aumento del trabajo respiratorio, así como problemas en el intercambio de gases (40).

4. 3. ESTRATEGIAS DE VENTILACIÓN PROTECTORA

Los mecanismos mencionados anteriormente han animado a los anestesiólogos a considerar las estrategias de ventilación de protección en los pulmones no lesionados vulnerables, que utilizan los valores fisiológicos de VC bajo, moderados a altos niveles de PEEP y / o maniobras de reclutamiento alveolar.

4. 3. 1. EL VOLUMEN CORRIENTE (VC) BAJO

Un gran estudio prospectivo de cohorte recientemente realizado en diferentes tipos de cirugías, demostró que la incidencia de la mortalidad hospitalaria fue casi tan alto como la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias, que se asocia con estancias hospitalarias prolongadas (41). Históricamente, el uso de grandes VC (10-15 ml/kg) fue defendido durante el período perioperatorio para prevenir alteraciones de la oxigenación y la reapertura de unidades pulmonares colapsadas (11). Hoy en día, la ventilación de protección pulmonar se ha convertido en el estándar de cuidado en los pacientes con SDRA. El análisis secundario de la base de datos de prueba de red SDRA reveló que la reducción de VC de 12 a 6 ml/kg de peso corporal predicho (PBW) produjo beneficio, independientemente del nivel de presión meseta (42). Durante las últimas décadas, los médicos han tendido a disminuir VC de 8,8 ml/kg de peso corporal real (PCR) a 6,9 ml/kg de PCR en los pacientes críticos (43).

4. 3. 2. LA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE ESPIRACIÓN (PEEP) Y LAS MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR EN CIRUGÍA

La aplicación de una PEEP \geq 8 cm H₂O y el uso de maniobras de reclutamiento puede aumentar el volumen pulmonar al final de la espiración (VCE) más allá del cierre de las vías respiratorias y

ciertamente prevenir atelectasias. Sin embargo, los efectos adversos de la PEEP y de las maniobras de reclutamiento, como la reducción de la precarga del ventrículo derecho (VD) y el aumento de la poscarga del VD, podrían conducir a una disminución en el volumen sistólico, y tornarse en una problemática potencial durante la cirugía. Por lo tanto, el papel de ventilación con VC bajo y moderados a altos niveles de PEEP con maniobras de reclutamiento en los pulmones no lesionados es aún controversial durante la cirugía. En términos de la mecánica pulmonar y el intercambio gaseoso, durante la ventilación protectora en cirugía cardíaca con un VC de 6 ml/kg y PEEP de 5 cm H₂O, se demostró que esta puede mejorar la mecánica pulmonar y prevenir los cortocircuitos postoperatorios en comparación con la ventilación convencional o estándar con VC de 12 ml/kg y PEEP 5 cm H₂O (44).

En los pacientes sometidos a cirugía bajo circulación extracorpórea (CEC), Koner y col. no encontraron diferencias en los niveles plasmáticos de TNF- α o IL-6 en los pacientes ventilados con VC de 6 ml/kg + PEEP 5 cm H₂O, con VC 10 ml/kg + PEEP 5 cm H₂O o con VC 10 ml/kg, con PEEP de cero (ZEEP) (45). Wrigge y col. también reportaron que la ventilación con VC de 6 ml/kg o con 12 ml/kg durante 6 horas no afectó las concentraciones en suero de TNF- α , IL-6 o IL-8, en cirugía con CEC; sólo en el fluido del lavado broncoalveolar (LBA) los niveles de TNF- α fueron significativamente mayores en el grupo con VC más alto (46). En contraste, Zupancich y col. mostraron que los niveles en suero y líquido LBA de IL-6 e IL-8 estaban elevados en el grupo de ventilación convencional en comparación con un grupo de ventilación de protección después de 6 horas de ventilación (47). Durante la cirugía mayor torácica y abdominal, no hubo diferencia durante el transcurso del tiempo en los niveles de TNF- α , IL-1, IL-6, IL-8, IL-12, o IL-10 en plasma y aspirado traqueal, en pacientes que recibieron ventilación convencional (VC 12-15 ml/kg de peso corporal ideal [PCI] y PEEP 0 cm H₂O) y los que recibieron ventilación protectora (VC 6 ml/kg de peso corporal ideal + PEEP 10 cm H₂O) (48). En la cirugía abdominal, Wolthuis y col. demostraron una disminución de IL-8, mieloperoxidasa y elastasa pulmonar en el grupo de ventilación protectora (49).

En términos de resultados clínicos, los pacientes ancianos sometidos a cirugía abdominal mayor, ventilados con 6 ml/kg PBW + 12 cm H₂O PEEP, con realización de una maniobra de reclutamiento alveolar (incremento secuencial de PEEP en 3 pasos hasta 20 cm H₂O) no tuvieron efectos hemodinámicos adversos y lograron una mejor PaO₂ intraoperatoria y una mejor dinámica pulmonar (compliance) en comparación con los pacientes que recibieron una ventilación convencional con VC de 10 ml/kg sin PEEP, con maniobras de reclutamiento alveolar. Sin embargo, este estudio no mostró diferencias en los niveles de IL-6 y IL-8 (36). En un estudio prospectivo de 3.434 pacientes de cirugía cardíaca, sólo el 21% de los pacientes recibió VC <10 ml/kg de peso predicho (PBW); valores de VC mayores de 10 ml/kg de peso predicho fueron un factor de riesgo independiente de insuficiencia orgánica múltiple (31). La obesidad, el sexo femenino y la baja estatura son factores de riesgo para la recepción VC mayor de 10 ml/kg (50). Treschan y col. Demostraron que la aplicación de un VC de 6 ml/kg de PBW durante la cirugía abdominal mayor no atenuaba el deterioro de la función pulmonar postoperatoria en comparación con los valores de VC de 12 ml/kg PBW con el mismo nivel de PEEP de 5 cm H₂O (51). Sin embargo, Severgnini et al. mostró que, en comparación con la ventilación convencional [VC 9 ml/kg de peso ideal (IBW) sin PEEP], la aplicación de la ventilación de protección durante la cirugía abdominal de 2h o más de duración (VC 7 ml/kg IBW, PEEP 10 cm H₂O y maniobra de reclutamiento) mejoró las pruebas de función pulmonar hasta por 5 días, con una reducción en los valores de la escala modificada de puntuación clínica para Infecciones pulmonares (mCPIS), menores tasas de complicaciones pulmonares postoperatorias, y una mejor oxigenación (52).

Un estudio realizado por Futier y col. (estudio IMPROVE) hace hincapié en los beneficios del VC bajo con PEEP y maniobras de reclutamiento. Este gran estudio controlado aleatorizado (ECA) demostró que las principales complicaciones mayores pulmonares y extrapulmonares dentro de los 7 días luego de la cirugía abdominal mayor se produjeron en 21 pacientes (10,5%) en el grupo de ventilación protectora (VC 6-8 ml/kg PBW, PEEP 6-8 cm H₂O y maniobras de reclutamiento) en comparación con 55 pacientes (27,5%) en el grupo de la ventilación convencional (VC 10-12 ml/kg PBW sin PEEP); Además, los pacientes del grupo de ventilación protectora tenían estancias hospitalarias más cortas que aquellos en el grupo convencional (9). La ventilación con VC alto parece ser un estímulo inflamatorio para los pulmones, sin embargo, como se muestra en los estudios que se mencionaron anteriormente, en términos de los procesos resultantes respuestas inflamatorias locales y sistémicas, todavía hay resultados discutidos (45, 46, 48, 53). La aplicación de ventilación mecánica con VC bajo es un reto, ya que posiblemente puede aumentar el riesgo de atelectasias, sin embargo, Cai y col. mostraron que la aplicación de ventilación con VC de 6 ml/kg sola, no se asoció con ninguna diferencia en la cantidad de las atelectasias en comparación con la ventilación con VC de 10 ml/kg (54) y la aplicación de PEEP puede, adicionalmente, contrarrestar este efecto (52). Varios estudios han demostrado que la ventilación protectora puede mejorar la mecánica pulmonar, el intercambio de gases y disminuir la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias (9, 23, 46).

Los últimos metaanálisis incluyendo las pruebas más recientes sugieren que entre los pacientes quirúrgicos y en estado crítico sin lesión pulmonar, la ventilación mecánica protectora con el uso de un menor VC con PEEP, se asocia con mejores resultados clínicos pulmonares en término de la incidencia de SDRA, de infecciones pulmonares, de atelectasias y menor estancia hospitalaria, pero no ha logrado demostrarse una disminución en las tasas de mortalidad (27).

4. 3. 3. PRESION DE CONDUCCIÓN (DRIVING PRESSURE)

La presión de conducción de las vías respiratorias es la diferencia entre la presión de meseta y PEEP y representa la tensión cíclica a la que está sometido el parénquima pulmonar durante cada ciclo ventilatorio, se correlaciona directamente con la presión transpulmonar y se asocia con la supervivencia en pacientes con SDRA por ende establecer parámetros ventilatorios para disminuir la presión de conducción puede tener un papel en la mejora de los resultados en pacientes que requieren ventilación mecánica (55).

En el meta análisis publicado por Neto y colaboradores en la revista Lancet en el año 2016 se concluye que la presión de conducción durante la ventilación intraoperatoria está asociada independientemente con desarrollo de complicaciones pulmonares después cirugía y ninguna otra variable ofrece estos resultados además puede orientar para seleccionar el volumen corriente y valor de la PEEP de acuerdo con el valor de la presión de conducción durante la cirugía (56).

5. METODOLOGÍA

5. 1. TIPO DE DISEÑO

El presente estudio es de enfoque cuantitativo con diseño observacional, descriptivo, transversal

5. 2. POBLACIÓN

5. 2. 1. Población Marco o referencia

Todos los anestesiólogos que laboran en Colombia.

5. 2. 2. Población de estudio

Todos los anestesiólogos que laboran en el país y que se encuentren afiliados a la sociedad colombiana de anestesiología y reanimación S.C.A.R.E

5. 2. 3. Población sujeto de estudio

Todos los anestesiólogos que laboran en el país y que se encuentren afiliados a la sociedad colombiana de anestesiología y reanimación S.C.A.R.E y que sus correos electrónicos reposen en la base de datos de dicha sociedad.

5. 3. MUESTRA Y MUESTREO

Toda la base de datos de anestesiólogos adscritos a la S.C.A.R.E. Y la muestra depende de los anestesiólogos que responden correctamente la encuesta.

5. 4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición	Tipo	Categorías
Años de ejercicio	Tiempo en años de práctica profesional como anestesiólogo graduado.	Cualitativa ordinal	1. Menos de 1 año 2. entre 1 – 3 años 3. Entre 3 y 5 años 4 Mas de 5 años
Varios modos ventilatorios	Se refiere a disponibilidad en máquinas de anestesia de distintos modos ventialtorios	Cualitativa nominal	No Si

Variable	Definición	Tipo	Categorías
		categoría	
Modo ventilatorio más usado	Se refiere al tipo de modo ventilatorio que más utiliza el anestesiólogo	Cualitativa nominal categoría	Presión control Volumen control SIMV Presión soporte
Disposición de PEEP	Se refiere a disponibilidad en máquinas de anestesia de presión positiva al final de la espiración.	Cualitativa nominal categoría	No Si
Valor de PEEP	Valor de presión positiva al final de la espiración utilizado con mayor frecuencia durante la Ventilación mecánica.	Cualitativa ordinal	1. Menor a 3 cmH ₂ O 2. Entre 3-5 cmH ₂ O 3. Entre 6-8 cmH ₂ O 4. Mayor a 8 cmH ₂ O
Método para determinación de VC	Se refiere al método escogido para determinar el volumen corriente a administrar durante la VM en anestesia.	Cualitativa nominal categoría	Peso real Peso predicho Peso magro Peso ideal Valor estimado
ml/Kg para VC	Valor en ml/Kg de peso escogido para la administración del volumen corriente durante VM en anestesia.	Cualitativa ordinal	1. Menor a 6 cc kg 2. De 6-8 cc kg 3. Mayor a 8 cc kg
FiO₂%	Fracción inspirada de oxígeno más utilizada durante ventilación mecánica en anestesia.	Cualitativa ordinal	1. Menor 60% 2. Mayor o igual 60%
Disposición de curvas y bucles	Se refiere a la disposición de sistemas de monitoría de curvas y bucles en las máquinas de anestesia usadas por los anestesiólogos	Cualitativa nominal categoría	No Si
Sistemas de monitoría	Hace referencia a los sistemas de monitorización de la ventilación mecánica más utilizados por los anestesiólogos.	Cualitativa nominal categoría	ETCO ₂ + pulsoximetría + curvas/bucles ETCO ₂ + p/oximetría +
Presión de conducción o Driving pressure	Diferencia entre la presión alveolar al final de la inspiración (presión meseta) y el PEEP	Cualitativa nominal categoría	No Si

5. 5. OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

5. 5. 1. Fuentes

La fuente de obtención de la información del siguiente estudio fue primaria, dado que la encuesta fue contestada directamente por los anestesiólogos.

5. 5. 2. Fases

Notificación a los anestesiólogos: mediante la elaboración de una carta informativa enviada vía correo electrónico, se informará a los distintos anestesiólogos de Colombia, la encuesta a realizar y el link para su diligenciamiento.

Tabulación de la información: una vez finalizadas las encuestas y recogidos los datos, se procederá a la tabulación de datos correspondiente.

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico descriptivo en variables cualitativas consistirá en cálculo de frecuencias absolutas y relativas.

7. ASPECTOS ÉTICOS

Según el artículo 11 de la resolución 8430 de 1993, esta investigación se clasifica como investigación sin riesgo, dado que no se realiza modificación fisiológica en las personas; solo se limita a realizar recolección de información mediante encuestas. Dado lo anterior no se requiere la utilización de consentimiento informado.

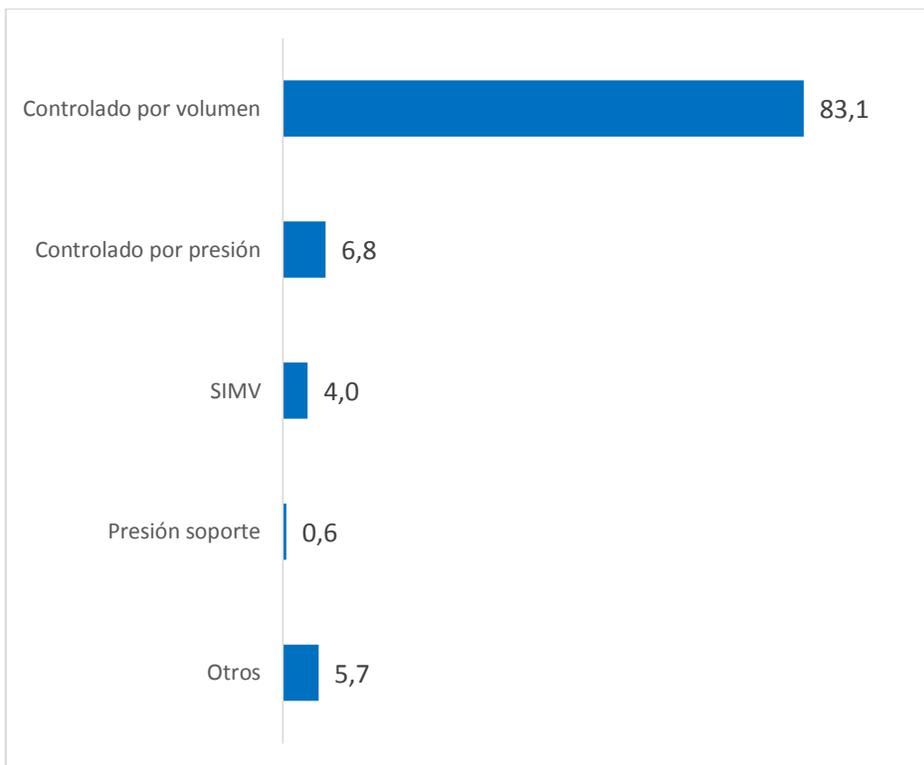
8. RESULTADOS.

Del total de anestesiólogos adscritos a la S.C.A.R.E respondieron la encuesta enviada a sus correos 177 personas. Se estableció que entre estos participantes, un 1,1% (n=2) tenía menos de 1 año de experiencia, un 10,1% (n=18) tenía 1 a 2 años de experiencia, un 20,4% (n=36) tenía 3 a 5 años de experiencia y un 68,4% (n=121) tenía más de 6 años de experiencia.

El 98.9% contaba en su sitio de trabajo con máquinas que disponían de varios modos ventilatorios, el 100% tiene la opción de peep en estas y el 89.8% cuenta con curvas y bucles como herramienta de monitoría.

En cuanto a los modos ventilatorios usados durante la anestesia general el 83.1% utiliza el modo controlado por volumen, el 6.8% controlado por presión, el 4% intermitente mandatorio sincronizado, el 0.6% modo soportado por presión y 5.7% nuevos modos ventilatorios. En la figura 1 se observan los modos de ventilación más frecuentemente empleados por los participantes.

Figura 1. Frecuencia de uso de modos de ventilación (%).



El 87.6% utiliza PEEP durante la ventilación de sus pacientes. El 2.9% usan valores de peep < 3 cmH₂O, El 75.1% usan valor de peep entre 3-5 cmH₂O, el 20.9% entre 6-8 cmH₂O y 1.2% >8

cmH₂O. Para calcular el volumen corriente a programar en los ventiladores el 49.4% se basa en el peso ideal, el 27,3% con base al peso real, el 9.1% usa el peso predicho, 8% peso magro y 6.3% no lo calcula; el 5.8% usa volumen menor a 6 cc/kg, el 84.1% usa entre 6-8 cc/kg y el 10.4% usa más de 8 cc/kg. Con respecto a la fracción inspirada de oxígeno (FIO₂) usada para ventilar a los pacientes el 36.6% usa esta a una concentración menor al 60%, el 63.7% la usa a más del 60%. La frecuencia respiratoria usada para la ventilación mecánica es de 12 respiraciones por minuto en el 36.7% de los encuestados y de 10 en el 20.9%. La relación inspiración espiración usada es 1:2 en el 87.1% de los anesthesiólogos.

Para la monitorización de la ventilación mecánica el 73.5% utiliza el bucle de presión volumen y el 7.3% no usa ningún bucle. El 71% vigila la presión meseta o plateau y el 95.5% a la presión pico.. El 46% manifestó conocer la presión de conducción o driving pressure y el 19% la determina durante la ventilación de sus pacientes. Ver tabla 1.

9. DISCUSIÓN

Los beneficios de la ventilación protectora en anestesia están documentadas con amplias revisiones publicadas desde el año 2013 (57, 58, 59).

Los resultados de esta encuesta nacional muestran que la gran mayoría de los anestesiólogos en Colombia usa volúmenes corrientes de protección pulmonar, ventila en modo de volumen control y usa PEEP durante la anestesia general en pacientes sanos; son numerosas las publicaciones ya citadas que demuestran los beneficios del uso de volúmenes corrientes bajos y aún no hay consenso sobre los valores de PEEP óptima pero hay una tendencia hacia el beneficio con valores bajos (60). Existen dos publicaciones internacionales recientes sobre el tema: la encuesta VENTILOP realizada en anestesiólogos de 20 instituciones francesas en el 2014 (10), y la encuesta de Soubhie y cols sobre prácticas de ventilación mecánica en varios hospitales de Sao Paulo en el 2010 (61). En esta última el 35% de los anestesiólogos tenían menos de 5 años de experiencia, un 29% entre 5 y 10 años y un 35% más de 10 años, similar a nuestros resultados donde el 36% tenía menos de 5 años y 64% tenía más de 5 años al momento de contestar la encuesta.

En los estudios francés y brasileño se reportaron el uso de volúmenes corrientes entre 6-8 cc/kg por 78% y de 7 a 10 cc/kg por el 70,3% respectivamente, resultados similares a lo descrito en nuestro estudio, obteniendo un porcentaje de anestesiólogos que usaban volúmenes de protección pulmonar dentro de estos rangos, pero con una proporción ligeramente mayor. Es importante destacar que a pesar de los efectos nocivos del uso de altos volúmenes corrientes (>8 cc/kg) tanto en pulmón sano como en pulmón enfermo (7, 27), se encontró que una cifra no despreciable de los encuestados ventilan con VC mayor a 8 cc/kg, y otros que **ni siquiera calculaba el VC**. El peso más recomendable para hacer el cálculo del VC es el peso predicho debido a que ha sido usado en la mayoría de los ensayos clínicos donde se estudió la estrategia ventilatoria protectora pulmonar (62), llamándonos la atención que solo el 9.1% de los anestesiólogos reportó su uso para el cálculo del VC.

Mientras que más del 80% de los encuestados, manifestó uso de PEEP, solo el 19% de los evaluados en el estudio VENTILOP reportaron su uso; por su parte en Colombia el rango de PEEP osciló entre 4 a 6 cmH₂O con proporción de uso similar a la descrita e Brasil donde se dio el uso entre 5 y 10 cmH₂O en el 65.7% de sus encuestados. A pesar que el uso de PEEP disminuye la incidencia de atelectasias posoperatorias un alto porcentaje de los encuestados no reportó su uso; la proporción de ZEEP (cero PEEP) fue mayor en las publicaciones de Brasil.

No se ha demostrado que la asistencia ventilatoria con volumen control sea superior a la presión control, pero existen consideraciones especiales sobre todo en presencia de pneumoperitoneo y en obesos donde es importante mantener un adecuado control sobre la presión en la vía aérea (63). En este estudio más del 80% reportó uso de volumen y es interesantes conocer que el 5.7% de los encuestados usan nuevos modos ventilatorios como el controlado por presión con volumen garantizado los cuales están disponibles en máquinas de anestesia con tecnología de punta y ofrece algunos beneficios sobre todo en pacientes pediátricos. Se hace la aclaración que en esta pregunta se excluyeron otras fases de la anestesia como por ejemplo la del periodo pre-extubación.

Acerca de la presión de conducción no hay disponibles estudios que evalúen el uso de esta durante la ventilación mecánica intraoperatoria por los anestesiólogos a nivel local ni internacional para

poder comparar nuestros resultados. Es una medición útil que ha demostrado disminución de mortalidad en SDRA (64) y en disminuir la tasa de complicaciones pulmonares postoperatorias en pacientes que recibieron anestesia general (56); consideramos que a pesar de un creciente número de anestesiólogos que conocen la driving pressure y sus beneficios son muy pocos los que la usan para guiar los ajustes en la ventilación mecánica y/o que la tienen como un límite de seguridad de dicha ventilación.

La fracción inspirada de oxígeno (FIO₂) durante el mantenimiento anestésico se puede administrar en altas y bajas concentraciones, considerándose altas cuando esta excede 60%, la importancia de la FIO₂ radica en la relación que hay con esta y posibles beneficios y complicaciones postoperatorias. En el año 2013 Hovaguimian y colaboradores publicaron un metaanálisis en la revista *Anesthesiology* (65) donde una alta FIO₂ fue asociada a disminución de las náuseas y vómitos postoperatorios y menores tasas de infecciones de la herida quirúrgica sin aumento de los efectos adversos, pero esto ha sido reevaluado y un metaanálisis de Wetterslev y col. Publicado en la base de datos Cochrane en el 2015 (66) y un gran estudio de base de datos retrospectivo de un solo centro que incluyó 73,922 casos (67) demostraron que no hay suficiente evidencia para recomendar FIO₂ altas para disminuir náuseas y vómitos y tasas de infecciones del sitio quirúrgico y al contrario estas aumentan las complicaciones pulmonares postoperatorias y la mortalidad. Por lo que la recomendación actual es usar la FIO₂ más baja con la cual se logre saturaciones parciales de oxígeno mayor a 90%. En este estudio evidenciamos que más de la mitad de los encuestados usa la FIO₂ por encima del 60%, es claro que estos resultados no están acorde a las recomendaciones actuales y puede ser explicado por desconocimiento de la evidencia actual sobre este tópico.

La asistencia ventilatoria durante la anestesia general obliga a disponer de máquinas de anestesia que tengan adecuada monitoría, ventiladores con diferentes modos ventilatorios, sistema de administración de gases, VC confiables, y disponibilidad de PEEP, debido a que además de pacientes sanos enfrentamos individuos con factores de riesgo para desarrollar LPA, pacientes con LPA y SDRA instalado, ventilación unipulmonar y pacientes obesos. En nuestro estudio casi el 100% de los anestesiólogos disponían de máquinas de anestesia con distintos modos ventilatorios y PEEP. Resaltamos además, que adicional a la ayuda tecnológica disponible en nuestras salas de cirugía, es indispensable también la adquisición y actualización de nuestros conocimientos y conceptos sobre ventilación mecánica protectora, ya que en términos generales, la aplicación correcta de estas estrategias en complemento con los equipos disponibles, son los que en primera instancia van a permitir lograr un óptimo resultado en los pacientes que ventilamos diariamente durante nuestro ejercicio profesional.

Es necesario llevar a cabo estrategias de educación médica continuada a nivel local, regional y nacional que lleven a concientizar sobre el correcto cálculo y uso de la ventilación mecánica para disminuir el riesgo de lesión pulmonar aguda relacionada. Sería recomendable que el comité de seguridad en anestesia considere la inclusión por separado de criterios como disponibilidad de PEEP, programación de VC, diferentes modos ventilatorios y sistemas de monitoría como la capnografía y las curvas y bucles en las máquinas de anestesia, para asegurar una adecuada asistencia ventilatoria durante la anestesia general como requisitos en las normas mínimas de seguridad en anestesia, con el fin de comprometer a las instituciones de salud en su consecución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Weiser, Thomas G., et al. "Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes." *The Lancet* 385 (2015): S11.
2. Neto, Ary Serpa, Marcus J. Schultz, and Marcelo Gama de Abreu. "Intraoperative ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary complications: Systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis." *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 29.3 (2015): 331-340.
3. Lionetti V, Recchia FA, Ranieri VM. Overview of ventilator-induced lung injury mechanisms. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11(1):82-6.
4. Silva, Pedro Leme, Daniela Negrini, and Patricia Rieken Macêdo Rocco. "Mechanisms of ventilator-induced lung injury in healthy lungs." *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 29.3 (2015): 301-313.
5. Kuchnicka, Katarzyna, and Dariusz Maciejewski. "Ventilator-associated lung injury." *Anaesthesiology intensive therapy* 45.3 (2013): 164-170.
6. Frank JA, Parsons PE, Matthay MA. Pathogenetic significance of biological markers of ventilator-associated lung injury in experimental and clinical studies. *Chest*. 2006;130(6):1906-14.
7. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-8.
8. Gajic O, Dara SI, Mendez JL, Adesanya AO, Festic E, Caples SM, et al. Ventilator-associated lung injury in patients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2004;32(9):1817-24.
9. Futier E, Constantin JM, 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*. 2013;369(5):428-37.
10. Fischer F, Collange O, Mahoudeau G, Simon M, Moussa H, Thibaud A, et al. [VENTILOP survey. Survey in peroperative mechanical ventilation]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2014;33(6):389-94.
11. Bendixen HH, Hedley-Whyte J, Laver MB. Impaired Oxygenation in Surgical Patients during General Anesthesia with Controlled Ventilation. A Concept of Atelectasis. *N Engl J Med*. 1963;269:991-6.
12. Tobin MJ. Principles and practice of mechanical ventilation. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division; 2006. xx, 1442 p. p.
13. Arozullah AM, Khuri SF, Henderson WG, Daley J, Participants in the National Veterans Affairs Surgical Quality Improvement P. Development and validation of a multifactorial risk index for predicting postoperative pneumonia after major noncardiac surgery. *Ann Intern Med*. 2001;135(10):847-57.
14. Khuri SF, Henderson WG, DePalma RG, Mosca C, Healey NA, Kumbhani DJ, et al. Determinants of long-term survival after major surgery and the adverse effect of postoperative complications. *Ann Surg*. 2005;242(3):326-41; discussion 41-3.

15. Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med.* 2005;31(10):1327-35.
16. Shander A, Fleisher LA, Barie PS, Bigatello LM, Sladen RN, Watson CB. Clinical and economic burden of postoperative pulmonary complications: patient safety summit on definition, risk-reducing interventions, and preventive strategies. *Crit Care Med.* 2011;39(9):2163-72.
17. Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW, American College of P. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006;144(8):596-608.
18. Hans GA, Sottiaux TM, Lamy ML, Joris JL. Ventilatory management during routine general anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol.* 2009;26(1):1-8.
19. Bianchi* DA. Determinación de peep clínicamente útil en los ventiladores de las modernas máquinas de anestesia. *Anestesia Analgesia Reanimación.* 2009;22:4-11.
20. Sarge T, Talmor D. Targeting transpulmonary pressure to prevent ventilator induced lung injury. *Minerva Anesthesiol.* 2009;75(5):293-9.
21. Fernandez-Perez ER, Keegan MT, Brown DR, Hubmayr RD, Gajic O. Intraoperative tidal volume as a risk factor for respiratory failure after pneumonectomy. *Anesthesiology.* 2006;105(1):14-8.
22. Slinger P. Perioperative lung injury. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2008;22(1):177-91.
23. Sundar S, Novack V, Jervis K, Bender SP, Lerner A, Panzica P, et al. Influence of low tidal volume ventilation on time to extubation in cardiac surgical patients. *Anesthesiology.* 2011;114(5):1102-10.
24. Mascia L, Zavala E, Bosma K, Pasero D, Decaroli D, Andrews P, et al. High tidal volume is associated with the development of acute lung injury after severe brain injury: an international observational study. *Crit Care Med.* 2007;35(8):1815-20.
25. Fernandez-Perez ER, Yilmaz M, Jenad H, Daniels CE, Ryu JH, Hubmayr RD, et al. Ventilator settings and outcome of respiratory failure in chronic interstitial lung disease. *Chest.* 2008;133(5):1113-9.
26. Michelet P, D'Journo X-B, Roch A, Doddoli C, Marin V, Papazian L, et al. Protective ventilation influences systemic inflammation after esophagectomy: a randomized controlled study. *Anesthesiology.* 2006;105(5):911-9.
27. Sutherasan Y, Vargas M, Pelosi P. Protective mechanical ventilation in the non-injured lung: review and meta-analysis. *Crit Care.* 2014;18(2):211.
28. Bachiller PR, McDonough JM, Feldman JM. Do New Anesthesia Ventilators Deliver Small Tidal Volumes Accurately During Volume-Controlled Ventilation? *Anesthesia & Analgesia.* 2008;106(5):1392-400.
29. Soro M, Belda FJ, García-Perez ML, Aguilar G. Functional characteristics of anesthesia machines with circle breathing system. *Current Anaesthesia & Critical Care.* 2010;21(5-6):239-43.
30. Imai Y, Parodo J, Kajikawa O, de Perrot M, Fischer S, Edwards V, et al. Injurious mechanical ventilation and end-organ epithelial cell apoptosis and organ dysfunction in an experimental model of acute respiratory distress syndrome. *JAMA.* 2003;289(16):2104-12.

31. Lellouche F, Dionne S, Simard S, Bussieres J, Dagenais F. High tidal volumes in mechanically ventilated patients increase organ dysfunction after cardiac surgery. *Anesthesiology*. 2012;116(5):1072-82.
32. Putensen C, Theuerkauf N, Zinserling J, Wrigge H, Pelosi P. Meta-analysis: ventilation strategies and outcomes of the acute respiratory distress syndrome and acute lung injury. *Ann Intern Med*. 2009;151(8):566-76.
33. Papadakos PJ, Lachmann B. The open lung concept of mechanical ventilation: the role of recruitment and stabilization. *Crit Care Clin*. 2007;23(2):241-50, ix-x.
34. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2010;303(9):865-73.
35. Schultz MJ, Haitsma JJ, Slutsky AS, Gajic O. What tidal volumes should be used in patients without acute lung injury? *Anesthesiology*. 2007;106(6):1226-31.
36. Pelosi P, Rocco PR. Effects of mechanical ventilation on the extracellular matrix. *Intensive Care Med*. 2008;34(4):631-9.
37. Protti A, Andreis DT, Monti M, Santini A, Sparacino CC, Langer T, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation: any difference between statics and dynamics? *Crit Care Med*. 2013;41(4):1046-55.
38. Souza-Fernandes AB, Pelosi P, Rocco PR. Bench-to-bedside review: the role of glycosaminoglycans in respiratory disease. *Crit Care*. 2006;10(6):237.
39. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology*. 2005;102(4):838-54.
40. Tusman G, Bohm SH, Warner DO, Sprung J. Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2012;25(1):1-10.
41. Pearse RM, Moreno RP, Bauer P, Pelosi P, Metnitz P, Spies C, et al. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet*. 2012;380(9847):1059-65.
42. Hager DN, Krishnan JA, Hayden DL, Brower RG, Network ACT. Tidal volume reduction in patients with acute lung injury when plateau pressures are not high. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;172(10):1241-5.
43. Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, Ferguson ND, Penuelas O, Abaira V, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(2):220-30.
44. Chaney MA, Nikolov MP, Blakeman BP, Bakhos M. Protective ventilation attenuates postoperative pulmonary dysfunction in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2000;14(5):514-8.
45. Koner O, Celebi S, Balci H, Cetin G, Karaoglu K, Cakar N. Effects of protective and conventional mechanical ventilation on pulmonary function and systemic cytokine release after cardiopulmonary bypass. *Intensive Care Med*. 2004;30(4):620-6.
46. Wrigge H, Uhlig U, Baumgarten G, Menzenbach J, Zinserling J, Ernst M, et al. Mechanical ventilation strategies and inflammatory responses to cardiac surgery: a prospective randomized clinical trial. *Intensive Care Med*. 2005;31(10):1379-87.

47. Zupancich E, Paparella D, Turani F, Munch C, Rossi A, Massaccesi S, et al. Mechanical ventilation affects inflammatory mediators in patients undergoing cardiopulmonary bypass for cardiac surgery: a randomized clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(2):378-83.
48. Wrigge H, Uhlig U, Zinserling J, Behrends-Callsen E, Ottersbach G, Fischer M, et al. The effects of different ventilatory settings on pulmonary and systemic inflammatory responses during major surgery. *Anesth Analg.* 2004;98(3):775-81, table of contents.
49. Wolthuis EK, Choi G, Dessing MC, Bresser P, Lutter R, Dzoljic M, et al. Mechanical ventilation with lower tidal volumes and positive end-expiratory pressure prevents pulmonary inflammation in patients without preexisting lung injury. *Anesthesiology.* 2008;108(1):46-54.
50. Fernandez-Bustamante A, Wood CL, Tran ZV, Moine P. Intraoperative ventilation: incidence and risk factors for receiving large tidal volumes during general anesthesia. *BMC Anesthesiol.* 2011;11:22.
51. Treschan TA, Kaisers W, Schaefer MS, Bastin B, Schmalz U, Wania V, et al. Ventilation with low tidal volumes during upper abdominal surgery does not improve postoperative lung function. *Br J Anaesth.* 2012;109(2):263-71.
52. Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology.* 2013;118(6):1307-21.
53. Determann RM, Wolthuis EK, Choi G, Bresser P, Bernard A, Lutter R, et al. Lung epithelial injury markers are not influenced by use of lower tidal volumes during elective surgery in patients without preexisting lung injury. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2008;294(2):L344-50.
54. Cai H, Gong H, Zhang L, Wang Y, Tian Y. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: a computed tomographic scan. *J Clin Anesth.* 2007;19(2):125-9.
55. Bugeo, Guillermo, Jaime Retamal, and Alejandro Bruhn. "Driving pressure: a marker of severity, a safety limit, or a goal for mechanical ventilation?." *Critical Care*, 2017, vol. 21, no 1, p. 199.
56. Neto, Ary Serpa, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *The Lancet Respiratory Medicine*, 2016, vol. 4, no 4, p. 272-280.
57. Ladha Karim, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study. *Bmj*, 2015, vol. 351, p. h3646.
58. Picton P, Dering A, Alexander A, et al. Influence of Ventilation Strategies and Anesthetic Techniques on Regional Cerebral Oximetry in the Beach Chair Position: A Prospective Interventional Study with a Randomized Comparison of Two Anesthetics. *Anesthesiology* 2015; 123:765.
59. Hemmes SN, Serpa Neto A, Schultz MJ. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a meta-analysis. *Curr Opin Anaesthesiol* 2013; 26:126

60. Güldner, Andreas, et al. Intraoperative Protective Mechanical Ventilation for Prevention of Postoperative Pulmonary Complications A Comprehensive Review of the Role of Tidal Volume, Positive End-expiratory Pressure, and Lung Recruitment Maneuvers. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 2015, vol. 123, no 3, p. 692-713.
61. Soubhie A, Silva ED, Simoes CM, Gregory FH, Segurado AV, de Menezes CC. Evaluation of transoperative ventilation modalities by a questionnaire. *Revista brasileira de anesthesiologia*. 2010;60(4):415-21.
62. Gunther A, Taut F. Tidal volume in mechanical ventilation: the importance of considering predicted body weight. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;178(3):315-6; author reply 6.
63. Zoremba M, Kalmus G, Dette F, Kuhn C, Wulf H. Effect of intra-operative pressure support vs pressure controlled ventilation on oxygenation and lung function in moderately obese adults. *Anaesthesia*. 2010;65(2):124-9.
64. Amato, Marcelo BP, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *New England Journal of Medicine*, 2015, vol. 372, no 8, p. 747-755.
65. Hovaguimian, Frédérique, et al. Effect of Intraoperative High Inspired Oxygen Fraction on Surgical Site Infection, Postoperative Nausea and Vomiting, and Pulmonary Function Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 2013, vol. 119, no 2, p. 303-316.
66. Wetterslev, Jørn, et al. The effects of high perioperative inspiratory oxygen fraction for adult surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, vol. 6, no 6.
67. Staehr-rye, A. K., et al. High intraoperative inspiratory oxygen fraction and risk of major respiratory complications. *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 2017, vol. 119, no 1, p. 140-149.

TABLAS

Tabla 1. Descripción de las estrategias de ventilación protectora

	N	%
Años de experiencia		
1	2	1.1
2	18	10.2
3	36	20.3
4	121	68.4
2. ¿En su sitio de trabajo habitual dispone de máquinas de anestesia con diferentes modos de ventilación?	175	98.9
3. De los diferentes modos de ventilación que existen ¿Cuál utiliza con mayor frecuencia para el mantenimiento de la anestesia durante su práctica diaria?		
1	147	83.1
2	12	6.8
3	7	4.0
4	1	0.6
5	10	5.7
6. Otros	10	5.7
4. ¿En su sitio de trabajo habitual dispone de PEEP en los ventiladores de su máquina de anestesia?	177	100.0
5. ¿Utiliza usualmente PEEP para ventilar a sus pacientes?	155	87.6
6. ¿Qué valores de PEEP (CM H ₂ O) usualmente utiliza para ventilar a sus pacientes?		
<3	5	2.9
3-5	133	75.1
6-8	37	20.9
>8	2	1.2
7. ¿Cómo determina el volumen corriente a administrar en cada paciente?		
1	48	27.3
2	16	9.1
3	14	8.0
4	87	49.4
5	11	6.3
8. ¿Cuántos CC/KG de peso (determinado de acuerdo a la pregunta anterior) utiliza para calcular el volumen corriente para cada paciente?		
<6	10	5.8
6-8	148	84.1
>8	18	10.4
9. ¿Qué FiO ₂ utiliza para ventilar usualmente a sus pacientes?		
<60%	64	36.6
≥60%	112	63.7
10. ¿Su máquina de anestesia dispone de sistemas de curvas y bucles para la monitoria de la ventilación?	159	89.8
11. ¿Cuáles sistemas de monitoria para la ventilación mecánica en anestesia utiliza?		

	N	%
1	5	2.8
2	92	52.0
3	65	36.7
5	15	8.5
6. Otra	15	8.5
12. Sistemas de monitoreo de curvas y bucles usados		
Presión volumen	130	73.5
Presión tiempo	15	8.5
Flujo tiempo	9	5.1
Flujo volumen	32	18.1
Ninguna	13	7.3
13. ¿Con que frecuencia respiratoria ventila usualmente a sus pacientes?		
0	4	2.3
8	5	2.8
9	5	2.8
10	37	20.9
11	28	15.8
12	65	36.7
13	12	6.8
14	13	7.3
15	3	1.7
16	3	1.7
18	1	0.6
121	1	0.6
14. ¿Qué relación inspiración: espiración utiliza usualmente para ventilar a sus pacientes?		
1:2	1	0.6
1:1	1	0.6
1:1.5	4	2.3
1:1.7	1	0.6
1:1.7	1	0.6
1:2	150	84.8
1:2	2	1.1
1:2,5	1	0.6
1:2.	1	0.6
1:2.5	7	4.0
1:3	7	4.0
1:4	1	0.6
15. ¿Monitoriza habitualmente la presión plateau o presión meseta en sus pacientes?		
	126	71.2
16. ¿Monitoriza habitualmente la presión pico de la vía aérea en sus pacientes?		
	169	95.5
17. ¿Conoce la variable derivada llamada presión de distensión o driving pressure?		
	81	46.0
18. ¿Monitoriza habitualmente la presión de distensión o driving pressure en sus pacientes?		
	33	19.0

ANEXOS

Anexo A. Formato de recolección de datos



ENCUESTA NACIONAL DE VENTILACION MECANICA EN ANESTESIA PARA CIRUGIA DE PACIENTES ADULTOS SIN COMORBILIDADES (ENAVEMA 2017).

FECHA: ____/____/____ EDAD: ____

PREGUNTAS DE LA ENCUESTA.

(*DIRIGIDAS A LA VENTILACION MECANICA EN CIRUGIA DE
PACIENTES ADULTOS **SIN COMORBILIDADES** DURANTE LA
ANESTESIA GENERAL.)

1. ¿CUANTOS AÑOS TIENE EJERCIENDO COMO ANESTESIOLOGO?
a. ____
2. ¿EN SU SITIO DE TRABAJO HABITUAL DISPONE DE MAQUINAS DE ANESTESIA CON DIFERENTES MODOS VENTILATORIOS?
a. SI
b. NO
3. DE LOS DIFERENTES MODOS VENTILATORIOS QUE EXISTEN ¿CUAL UTILIZA CON MAYOR FRECUENCIA PARA EL **MANTENIMIENTO** DE LA ANESTESIA DURANTE SU PRACTICA DIARIA?
a. CONTROLADO POR VOLUMEN b. CONTROLADO POR PRESION
c. SIMV d. PRESION SOPORTE
e. OTROS/CUAL: _____
4. ¿EN SU SITIO DE TRABAJO HABITUAL DISPONE DE PEEP EN LOS VENTILADORES DE SU MAQUINA DE ANESTESIA?
a. SI
b. NO
5. ¿UTILIZA USUALMENTE PEEP PARA VENTILAR A SUS PACIENTES?
a. SI
b. NO
6. ¿QUE VALORES DE PEEP (CM H2O) USUALMENTE UTILIZA PARA VENTILAR A SUS PACIENTES?
a. _____
7. ¿COMO DETERMINA EL VOLUMEN CORRIENTE A ADMINISTRAR EN CADA PACIENTE?
a. PESO REAL b. PESO PREDICHO c. PESO MAGRO
d. PESO IDEAL e. VALOR ESTIMADO (NO LO CALCULA)
8. ¿CUANTOS CC/KG DE PESO (DETERMINADO DE ACUERDO A LA PREGUNTA ANTERIOR) UTILIZA PARA CALCULAR EL VOLUMEN CORRIENTE PARA CADA PACIENTE?

- a. _____
9. ¿QUE FIO2 UTILIZA PARA VENTILAR USUALMENTE A SUS PACIENTES?
a. _____
10. ¿SU MAQUINA DE ANESTESIA DISPONE DE SISTEMAS DE CURVAS Y BUCLES PARA LA MONITORIA DE LA VENTILACION?
a. SI
b. NO
11. ¿CUALES SISTEMAS DE MONITORIA PARA LA VENTILACION MECANICA EN ANESTESIA UTILIZA?
a. PULSO OXIMETRIA
b. CAPNOGRAFIA
c. CURVAS Y BUCLES
c. A Y B
d. A Y C
d. B Y C
e. TODAS
f. NINGUNA
12. ¿DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO DE CURVAS Y BUCLES CUAL DE LOS SIGUIENTES UTILIZA MAS FRECUENTEMENTE PARA MONITORIZAR A SUS PACIENTES?
a. PRESION VOLUMEN
b. PRESION TIEMPO
c. FLUJO TIEMPO
d. FLUJO VOLUMEN
e. TODAS
f. NINGUNA
13. ¿CON QUE FRECUENCIA RESPIRATORIA VENTILA USUALMENTE A SUS PACIENTES?
a. _____
14. ¿QUE RELACION INSPIRACION: ESPIRACION UTILIZA USUALMENTE PARA VENTILAR A SUS PACIENTES?
a. _____
15. ¿MONITORIZA HABITUALMENTE LA PRESION PLATEAU O PRESION MESETA EN SUS PACIENTES?
a. SI
b. NO
16. ¿MONITORIZA HABITUALMENTE LA PRESION PICO DE LA VIA AEREA EN SUS PACIENTES?
a. SI
b. NO
17. ¿CONOCE LA VARIABLE DERIVADA LLAMADA PRESION DE DISTENSION O DRIVING PRESSURE?
a. SI
b. NO
18. ¿MONITORIZA HABITUALMENTE LA PRESION DE DISTENSION O DRIVING PRESSURE EN SUS PACIENTES?
a. SI
b. NO