



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Facultad de Medicina

División de Estudios de Posgrado

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

Unidad Médica de Alta Especialidad

Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”

Centro Médico Nacional “La Raza”

Tesis:

---

---

**“Efecto de la posición neuroquirúrgica sobre la compliance durante la ventilación mecánica y anestesia general”**

---

---

Que para obtener el grado de **Médico Especialista en Anestesiología**

Presenta:

**Dr. Narcizo Saúl Romero Flores**

Asesor:

**Dr. Cristián Francisco De La Cruz Bracamontes**

**Dr. Benjamin guzmán Chávez**



Ciudad de México 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Hoja de Autorización de Tesis:**

---

**Dr. Benjamín Guzmán Chávez**

Profesor Titular del Curso Universitario de Anestesiología-Jefe del Servicio de Anestesiología  
U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

---

**Dr. Cristián De La Cruz Bracamontes**

**Asesor de Tesis**

---

**Dr. Narcizo Saúl Romero Flores**

Médico Residente del Tercer Año de la Especialidad en Anestesiología  
Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

**Número de Registro CLIS: R-2019-3501-165**

## Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Materiales y métodos	11
Resultados	12
Discusión	14
Conclusiones	15
Referencias bibliográficas	16
Anexos	19

## Resumen

**Introducción.** El conocimiento del sistema respiratorio y la mecánica de los pulmones es esencial para comprender y para interpretar mejor la interacción entre el ventilador y el paciente. En condiciones fisiológicas, los músculos respiratorios, las propiedades elásticas de la pared torácica y los pulmones juegan un papel central en la generación del flujo de aire, creando un gradiente de presión desde la abertura de la vía aérea hasta la cavidad pleural. **Objetivo.** Determinar la relación de la posición neuroquirúrgica con la disminución de la compliance durante la ventilación mecánica y anestesia general. **Material y métodos.** Estudio descriptivo observacional; 126 pacientes neuroquirúrgicos bajo anestesia general y cambio de posición quirúrgica; se analizaron variables demográficas y de resultado y la normalidad de los datos (Shapiro-Wilk), se aplicaron T de Student,  $\chi^2$  y la significación se estableció en 0.05; se realizó el análisis multivariado. **Resultados.** Hubo disminución de la compliance al cambiar la posición en el 63% de los pacientes y se encontró como factor predictivo (OR -.15, IC95% -.202 a -.079,  $p=.000$ ), además se analizaron otras variables transoperatorias como la presión pico (OR -.111, IC95% -.062 a -.160,  $p=.000$ ), la presión máxima (OR -.100, IC95% -.20 a -.0000,  $p=.052$ ) y la driving pressure (OR -.81, IC95% -.154 a -.009,  $p=.028$ ). **Conclusiones:** el efecto de la posición neuroquirúrgica sobre la compliance pulmonar es la disminución de más del 25% de su valor basal y podría tener asociación con la aparición de complicaciones pulmonares postoperatorias.

**Palabras clave.** Complicaciones pulmonares postoperatorias, compliance pulmonar, driving pressure.

## **Abstract**

**Introduction.** Knowledge of the respiratory system and the mechanics of the lungs is essential to understand and better interpret the interaction between the ventilator and the patient. Under physiological conditions, the respiratory muscles, the elastic properties of the chest wall and the lungs play a central role in the generation of air flow, creating a pressure gradient from the opening of the airway to the pleural cavity.

**Objective.** Determine the relationship between the neurosurgical position and the decrease in compliance during mechanical ventilation and general anesthesia.

**Material and methods.** Descriptive observational study; 126 neurosurgical patients under general anesthesia and surgical position change; Demographic and outcome variables and data normality (Shapiro-Wilk) were analyzed, Student's T, Chi2 were applied and significance was set at 0.05; Multivariate analysis was performed.

**Results.** There was a decrease in compliance when changing the position in 63% of the patients and it was found as a predictive factor (OR -.15, 95% CI -.202 to -.079,  $p = .000$ ), in addition other trans operative variables were analyzed as the peak pressure (OR -.111, 95% CI -.062 to -.160,  $p = .000$ ), the maximum pressure (OR -.100, 95% CI -.20 to -.0000,  $p = .052$ ) and the driving pressure (OR -.81, 95% CI -.154 to -.009,  $p = .028$ ).

**Conclusions.** The effect of the neurosurgical position on pulmonary compliance is the decrease of more than 25% of its baseline value and could be associated with the appearance of postoperative pulmonary complications.

**Keywords.** Postoperative pulmonary complications, pulmonary compliance, driving pressure.

## Introducción

A nivel mundial se requiere ventilación intraoperatoria durante la anestesia en 234 millones de pacientes por año <sup>1</sup>. Los esfuerzos para reducir el impacto de la ventilación en los pulmones son potencialmente muy importantes. Como resultado, muchos anestesiólogos han adoptado las estrategias de ventilación utilizadas en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Sin embargo, la pregunta es si esto hace una diferencia importante en pacientes sometidos a cirugía sin SDRA, lo que requiere ventilación de horas de duración en lugar de días. Los modos de ventilación disponibles incluyen modos combinados de asistencia/control, cuando no se requiere bloqueo neuromuscular, o ventilación controlada por volumen o presión, los cuales tienen algunas ventajas al considerar la protección pulmonar. El barotrauma puede ser más fácil de evitar con ventilación controlada por presión y el volutrauma se puede evitar más fácilmente con ventilación controlada por volumen, porque los volúmenes establecidos están más asegurados. Los sistemas modernos, especialmente ahora, están disponibles y combinan control de presión y volumen, lo que hace que los ajustes sean más fáciles de mantener. <sup>2</sup>

Las máquinas de anestesia muestran una serie de parámetros (numéricos o gráficos) que permiten evaluar la ventilación, ya sea directamente o proporcionando un medio para calcular variables; permiten visualizar bucles de volumen-presión y bucles de volumen- flujo. Estos gráficos se pueden usar para optimizar la configuración del ventilador y para monitorear los cambios en la compliance y la obstrucción extrínseca e intrínseca de las vías respiratorias. Algunas máquinas muestran curvas de referencia y de tiempo real para comparar; en este contexto, los bucles de volumen-presión son más útiles como una indicación de compliance; la presión se traza en el eje horizontal y el volumen se traza en el eje vertical <sup>3</sup>. Durante la ventilación con presión positiva, las respiraciones progresan en sentido antihorario, con la inspiración curvada hacia arriba y la espiración curvada hacia abajo, por lo tanto, el punto superior derecho en el gráfico representa la presión inspiratoria máxima y el volumen corriente; el punto inferior izquierdo del bucle aparece en volumen cero y el nivel establecido de presión positiva al final de la espiración (PEEP). Una línea trazada desde el punto cero hasta el punto de

inspiración final representa la compliance, con una buena compliance, esta línea forma un ángulo de  $\leq 45$  grados con el eje vertical. Si la compliance disminuye durante la ventilación mecánica, la línea se vuelve más horizontal y la curva se gira hacia la derecha. Este cambio aparecerá de manera diferente durante la ventilación controlada por presión en comparación con la ventilación controlada. La compliance puede cambiar intraoperatoriamente (y reflejarse en los bucles de volumen de presión) debido a cambios en la posición, manipulación quirúrgica, sangrado intraabdominal, insuflación de dióxido de carbono para laparoscopia y desarrollo de enfermedad pulmonar (p. Ej., Neumonía, edema pulmonar). Los bucles de volumen-presión pueden indicar que se está utilizando una presión o volumen excesivos durante la ventilación con presión positiva. Un patrón de "pico de pájaro" sugiere que una parte de la respiración está aumentando la presión inspiratoria sin lograr un aumento apreciable en el volumen, lo que puede aumentar el riesgo de barotrauma. La presión (durante la ventilación con control-presión [VCP]) o el volumen (durante la ventilación con volumen-control [VCV]) debe reducirse para optimizar la ventilación. La curva de volumen-flujo es más útil como una indicación de resistencia. El volumen se traza en el eje horizontal y el flujo se traza en el eje vertical. En las máquinas de anestesia, los bucles de volumen de flujo pueden mostrarse en orientación inversa a la espirometría convencional, con inspiración sobre la línea horizontal y espiración debajo, y con un volumen que aumenta de izquierda a derecha en el eje horizontal. Cuando se muestra de esta manera, las respiraciones progresan en el sentido de las agujas del reloj, y la forma de la curva inspiratoria depende del modo de ventilación (por ejemplo, control-presión o control-volumen). El flujo aumenta a medida que comienza la inspiración y disminuye a cero cuando termina la respiración. El volumen corriente se representa mediante el punto en el eje del volumen donde la curva de flujo cruza cero. La forma de la porción de exhalación del circuito de volumen-flujo está determinada por el retroceso elástico del pulmón y la pared torácica, y la resistencia de las vías respiratorias. Con una mayor resistencia (p. Ej., Enfermedad pulmonar obstructiva, tubo endotraqueal torcido u obstruido), la curva de exhalación puede adoptar una forma aplanada y curva, con un flujo espiratorio máximo más bajo y un retorno gradual a la línea de base. La normalización de la curva de volumen-flujo se puede utilizar para controlar el tratamiento.

La pérdida de la ventilación espontánea, suplida por la ventilación mecánica en el curso de la anestesia, invierte los regímenes de las presiones intrapulmonares. La presión intrapleural y la presión inspiratoria se positivizan en la inspiración. Estos mecanismos ligados a la posición quirúrgica ejercen un efecto restrictivo sobre los volúmenes pulmonares, con una disminución de la capacidad residual funcional <sup>4</sup> (CRF). El descenso de la CRF puede explicarse por el desarrollo de atelectasias precoces, desde la inducción de la anestesia, que prevalecen en las zonas pulmonares declives. Estas atelectasias responden a un mecanismo de compresión en las regiones yuxtadiafragmáticas. En paralelo, el flujo sanguíneo pulmonar de derivación aumenta en relación al flujo sanguíneo pulmonar total ( $Q_s/Q_t$ ). Este mecanismo es el responsable de la hipoxemia. El cierre de las vías respiratorias de pequeño calibre, a partir de un volumen pulmonar determinado, refuerza esta restricción de los volúmenes pulmonares. Se trata del volumen de cierre por debajo del cual los bronquiolos y luego el alvéolo se colapsan. Este hecho, a raíz de la disminución de las fuerzas de retracción elástica y del efecto de la gravedad, comienza en las partes declives del pulmón. Los cambios de las relaciones ventilación/perfusión pulmonar ( $VA/Q$ ) se producen así mismo por la asociación de la anestesia, la ventilación con presión positiva y la posición. En reposo, la distribución irregular del flujo sanguíneo pulmonar se explica por el modelo teórico de West en tres zonas. En la zona superior I, ( $VA/Q$ ) > 0,8, la presión alveolar es superior a las presiones pulmonares arteriales y venosas. El flujo sanguíneo es mínimo. La ventilación alveolar es considerable y se produce un efecto de espacio muerto. En la zona II, ( $VA/Q$ ) = 0,8, la presión arterial es superior a la presión alveolar; la oxigenación es óptima. En la zona inferior III, ( $VA/Q$ ) < 0,8, el flujo sanguíneo es considerable pero la presión venosa pulmonar es superior a la presión alveolar y el flujo de gas inspirado se difunde con rapidez hacia los capilares pulmonares. El alvéolo se vuelve inestable y se colapsa de forma gradual. El volumen de gas alveolar espirado termina haciéndose nulo. Por tanto, se producen atelectasias de reabsorción que se expresan por un efecto de derivación con hipoxemia. En decúbito supino, la circulación pulmonar tiende a volverse de tipo III en todo el pulmón debido a la posición superior de la aurícula derecha. En las unidades alveolares con ( $VA/Q$ ) bajo (aunque no nulo) con una FIO<sub>2</sub> al

100%, la presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>) aumenta y el flujo de O<sub>2</sub> hacia el capilar se incrementa. Esto favorece el descenso de la ventilación espirada.

Cambiar de posición es extremadamente común durante la vida diaria, incluido el sueño nocturno de humanos normales, y durante el transoperatorio <sup>5</sup>. La investigación del efecto de la posición del cuerpo siempre ha sido un campo de gran interés para los fisiólogos respiratorios y los médicos también. Milic-Emili, a principios de 1960, describió la distribución de la ventilación en humanos en diferentes posiciones <sup>6</sup>.

Los anestesiólogos han estudiado durante muchos años el efecto de varias posiciones (lateral, prona, litotomía, etcétera) durante la anestesia general sobre la mecánica respiratoria, el volumen pulmonar y el intercambio de gases en diferentes entornos quirúrgicos (cirugía torácica, abdominal, de columna) en sujetos con pulmones normales; sin embargo en los pacientes críticos, los datos son más escasos, probablemente porque los cambios esperados se consideran pequeños o no relevantes, o porque la búsqueda de cambios en la posición del cuerpo se buscó como un interés secundario. La mayoría de los estudios sobre los efectos del posicionamiento, además, se concentraron en la oxigenación y algunos en la mecánica respiratoria. La posición neuroquirúrgica es esencial para proveer un acceso quirúrgico óptimo. La posición dependerá del abordaje para acceder a la lesión de la forma menos invasiva posible. Debido a la duración del procedimiento los pacientes mantienen esa postura durante muchas horas. Las posiciones básicas durante procedimientos neuroquirúrgicos son decúbito supino, decúbito prono con sus variantes (concorde, Andrews), posición sedente, posición lateral con sus variantes (park bench, oblicua lateral, tres cuartos, Janetta).

El cambio de posición puede afectar la mecánica respiratoria al cambiar la resistencia y / o la compliance del sistema respiratorio y sus componentes pulmonares, así como de la pared torácica, al cambiar el volumen pulmonar estático y sus componentes de distribución regional. Además, la posición del paciente altera los volúmenes pulmonares, la distribución intrapulmonar de los gases inspirados y el flujo sanguíneo pulmonar. La fuerza de gravedad cumple un papel fundamental en las variaciones

posicionales de la ventilación por las modificaciones hemodinámicas y respiratorias que induce <sup>7</sup>.

El riesgo respiratorio postural es multifactorial. La influencia directa de la postura se ha demostrado en los mecanismos de la hipoxemia intraoperatoria <sup>8</sup>. Sin embargo, estos mecanismos responden a modificaciones hemodinámicas generales, pulmonares y respiratorias propias, que son imposibles de disociar para explicar la aparición de una hipoxemia intraoperatoria <sup>9</sup>.

Por todo lo anterior, existe un gran interés en reducir la incidencia de CPP mediante estrategias de ventilación que minimizen el daño potencial inducido por la ventilación mecánica <sup>10, 11</sup>, sin embargo, la configuración óptima del ventilador y las estrategias ventilatorias durante la anestesia general dependerá de la situación clínica del paciente, la posición quirúrgica que se requiera <sup>12</sup> y las estrategias de protección pulmonar que se decida utilizar <sup>13, 14, 15</sup>, ya que la ventilación mecánica es obligatoria para apoyar la función respiratoria durante la anestesia general, sin embargo, tiene muchos efectos potencialmente perjudiciales sobre el tejido pulmonar y sigue en controversia si la exposición corta a la ventilación mecánica es potencialmente perjudicial en pacientes con pulmones sanos <sup>16</sup>. Actualmente no se conoce el manejo óptimo de la ventilación mecánica intraoperatoria. En particular, existe incertidumbre con respecto al volumen tidal óptimo y la necesidad y el valor óptimo de la PEEP <sup>17, 18</sup>.

El conocimiento del sistema respiratorio y la mecánica de los pulmones es esencial para comprender y para interpretar mejor la interacción entre el ventilador y el paciente. La mecánica del sistema respiratorio es el resultado de una interacción compleja entre la pared torácica y los pulmones, los músculos respiratorios, las propiedades elásticas de la pared torácica. La interpretación de todos los parámetros derivados del ventilador en el quirófano es fundamental porque proporcionan una forma temprana y simple de optimizar la configuración de la ventilación mecánica, reconocer y manejar los problemas intraoperatorios <sup>19, 20</sup>. Por lo tanto, la optimización de la ventilación mecánica es importante para minimizar la lesión pulmonar inducida por el ventilador y mejorar el resultado <sup>21</sup>.

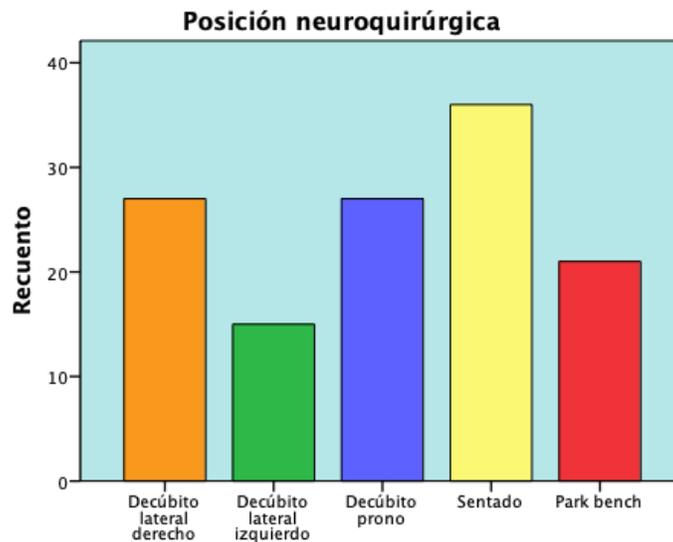
## **Materiales y Métodos**

Se realizó un estudio prospectivo, observacional, analítico y longitudinal, revisado y aprobado por el Comité Local de Investigación y Ética en pacientes neuroquirúrgicos sometidos a anestesia general con el objetivo de determinar la relación de la posición neuroquirúrgica con la disminución de la compliance durante la ventilación mecánica y anestesia general, se realizó la recolección de los datos de todos los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión (derechohabientes mayores de 18 años de edad y menores de 65, ambos sexos, cirugía electiva bajo anestesia general y ventilación mecánica con intubación orotraqueal) y que se colocaron en alguna posición neuroquirúrgica -decúbito lateral derecha, decúbito lateral izquierda, decúbito ventral o prono, Park bench, sentado-, con monitoreo completo de la ventilación mecánica intraoperatoria; la información se obtuvo directamente del monitor de la ventilación mecánica y la espirometría después de la inducción anestésica y la intubación orotraqueal y se recolectaron las características concentración de oxígeno inspirado, el modo de ventilación, volumen corriente, uso y cantidad de PEEP aplicada, presiones inspiratorias pico, plateau y máximas; complianza dinámica y estática, la relación inspiración: espiración; el patrón de la espirometría; se realizó otra toma de datos una hora después de la colocación de la posición quirúrgica y si se realizaron cambios en los parámetros de la ventilación mecánica y la FIO<sub>2</sub> además de las repercusiones en la SPO<sub>2</sub> medida por pulsioximetría; todo se registró en el instrumento de recolección de datos y se analizó en SPSS. En primer lugar se realizó la exploración de los datos para determinar su simetría, se aplicó estadística descriptiva para todos los pacientes del estudio que se encontraron con ventilación mecánica en una posición diferente a la neutra, se aplicaron pruebas  $\chi^2$  y T de Student y se realizaron comparaciones univariadas de medias, medianas o proporciones, según correspondía. Solo se consideraron pacientes sometidos a anestesia general que requirieron intubación endotraqueal o dispositivos supraglóticos y ventilación mecánica y que durante su procedimiento anestésico tuvieron la necesidad de colocarse en una posición diferente al decúbito supino.

## Resultados

Se trata de un estudio descriptivo observacional que incluyó a 126 pacientes que fueron sometidos a anestesia general para procedimientos neuroquirúrgicos en una posición diferente al decúbito supino para determinar si había modificaciones en la compliance después de la posición quirúrgica (Figura 1) comparada con la compliance en decúbito dorsal después de la inducción anestésica y se encontró que había disminución de la compliance mayores al 25% del valor basal (descrito en publicaciones internacionales) en 90 (63%) de los pacientes estudiados, las variables de estudio se registraron como cualitativas y cuantitativas (Tabla 1 y 2).

**Figura 1. Posiciones neuroquirúrgicas**



Variable	N=126	Mediana	Percentiles (25-75)	Valor de p*
Edad (años)		53	42-63	.000
Peso (kg)		70	66-78	.000
Estatura (m)		1.65	1.56-1.68	.000
IMC (kg/m <sup>2</sup> )		26.3	24.2-29.4	.000
Parámetros ventilatorios:				
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)		13		
Presión pico		20.5	5-7	.000
Presión plateau		19	18-24	.000
Presión máxima		17	16-22	.000
Compliance inicial (antes de la inducción)		6	14-27	.000
Compliance después del cambio de posición		45.5	42-50	.000
		31.7	25-38.2	.000

Los datos se registraron según su normalidad (Shapiro-Wilk) en mediana y percentiles (25-75) y se realizó la comparación entre una muestra con T de student\*

Variable	Frecuencia n=126	Porcentaje 100%	Valor de p <sup>a</sup>
Sexo			.033
Femenino	51	40.5	
Masculino	75	59.5	
IMC			.001
Peso normal	57	45.2	
Sobre peso	45	35.7	
Obesidad grado 1	24	19	
Estado físico de la ASA			.000
2	42	33.3	
3	84	66.7	
Modo ventilatorio			.000
Controlado por volumen	120	95.2	
Controlado por presión y volumen garantizado	6	4.8	
Posición quirúrgica			.046
Decúbito lateral derecho	27	21.4	
Decúbito lateral izquierdo	15	11.9	
Decúbito prono	27	21.4	
Sentado	36	18.6	
Park Bench	21	16.7	
Disminución de la compliance respecto a la inicial			.000
Si	36	28.6	
No	90	71.4	

Los datos se registraron como frecuencias y porcentajes y se determinó su significancia con Chi<sup>2</sup>

Se determinó la asociación entre las variables de estudio y la variable resultado mediante tablas cruzadas y se realizó un modelo para la regresión logística lineal (Tabla 3 ) y se encontró que la relación entre el cambio de posición y la disminución de la compliance era significativa (OR -.15, IC 95% -.202 a -.079, p=.000), además se analizaron otras variables transoperatorias como la presión pico (OR -.111, IC 95% -.062 a -.160, p=.000), la presión máxima (OR -.100, IC 95% -.20 a -.0000, p=.052) y la driving pressure (OR -.81, IC 95% -.154 a -.009, p=.028) ya que se comportaron como predictores para la disminución la compliance.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
Edad (años)	-.011	.002	-.405	-4.685	.000	-.016	-.007
Sexo	-.166	.064	-.180	-2.601	.011	-.292	-.040
Estado físico de la ASA	-.281	.073	-.293	-3.837	.000	-.426	-.136
Modo ventilatorio	-.267	.136	-.252	-1.961	.052	-.538	.003
Driving pressure	-.081	.036	-.634	-2.228	.028	-.154	-.009
Presión pico	.111	.025	1.152	4.497	.000	.062	.160
Presión máxima	-.010	.005	-.160	-1.961	.052	-.020	.000
Posición	-.140	.031	-.431	-4.503	.000	-.202	-.079

a. Variable dependiente: Disminución de la compliance mayor al 25%

## **Discusión.**

La ventilación mecánica persistirá por muchos años más y su monitoreo y metas incluyan estabilizar la hemodinámica, lograr la sincronía, preservar la fuerza muscular, evitar las consecuencias de la intubación, minimizar la hiperinflación dinámica y monitorear las reacciones biológicas, todos estos importantes objetivos del soporte ventilatorio sobre todo cuando se modifica la posición o los pacientes se encuentran bajo anestesia general y relajación neuromuscular.<sup>22</sup>

Aunque se ha incrementado el número de publicaciones sobre ventilación mecánica y SDRA los principios de un tratamiento seguro son igualmente aplicables a todos los pacientes con ventilación mecánica. Para inflar artificialmente el pulmón (es decir, para aumentar la presión transpulmonar (PL), la presión de la vía aérea - la presión pleural (Paw - Ppl)), se pueden aplicar dos opciones diametralmente opuestas: ventilación por presión de la vía aérea totalmente positiva asociada con un aumento de la presión pleural o ventilación con presión totalmente negativa, en la cual la caja torácica se expande por presión negativa externa (modos controlados por volumen). Entre estos dos extremos, se pueden aplicar formas mixtas de ventilación, principalmente al proporcionar presión positiva a las vías respiratorias mientras se permite la contracción espontánea de los músculos respiratorios, lo que disminuye la presión pleural durante la inspiración.<sup>23</sup>

Para minimizar las interacciones adversas entre la patología pulmonar y los entornos ventilatorios que promueven lesión asociada al ventilador se requieren diferentes estrategias como la disminución de la potencia mecánica inspiratoria el cambio de posición, sobre todo el prono, nosotros pudimos observar que en todas las posiciones transoperatorias había disminución de la compliance, como un marcador de ventilación adecuada y factor de riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias, pero que existían otros factores para este resultado, por lo que será necesario estudiar que modo ventilatorio y estrategia durante el posicionamiento pueden disminuir el riesgo de una ventilación inadecuada transoperatoria.

DOS CUARTILLAS COMO MINIMO

## **Conclusiones**

Los agentes anestésicos de uso común causan una marcada depresión de los centros respiratorios del tronco encefálico y los músculos respiratorios. La mayoría de los pacientes bajo anestesia general, por lo tanto, requieren soporte ventilatorio para preservar la oxigenación arterial y eliminar el dióxido de carbono. Además de su acción depresiva sobre el impulso respiratorio y la mecánica, la anestesia general también altera el intercambio de gases. La optimización de la ventilación intraoperatoria requiere una comprensión adecuada de los mecanismos básicos responsables del deterioro del intercambio de gases inducido por la anestesia y por la posición quirúrgica.

## Referencias bibliográficas

---

- <sup>1</sup> Weiser TG, Regenbogen SE, Thompson KD, et al. An estimation of the global volume of surgery: a modelling strategy based on available data. *Lancet* 2008; 372: 139–44.
- <sup>2</sup> Mills GH. Respiratory complications of anesthesia. *Anaesthesia* 2018, 73 (Suppl. 1), 25–33.
- <sup>3</sup> Gülner A, Kiss T, Serpa Neto A, 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* 2015; 123:692.
- <sup>4</sup> Hedenstierna G. Gas exchange during anaesthesia. *Br J Anaest* 1990;**64**:507-14.
- <sup>5</sup> Mezidi M, Guérin C. Effects of patient positioning on respiratory mechanics in mechanically ventilated ICU patients. *Ann Transl Med* 2018;**6**(19):384.
- <sup>6</sup> Milic-Emili J, Henderson JA, Dolovich MB, et al. Regional distribution of inspired gas in the lung. *J Appl Physiol* 1966;**21**:749-59.
- <sup>7</sup> Hedenstierna G. Pulmonary perfusion during anesthesia and mechanical ventilation. *Minerva Anesthesiol* 2005;**71**: 319-24.
- <sup>8</sup> Klingstedt C, Hedenstierna G, Lundquist H, Strandberg A, Tokics L, Brismar B. The influence of body position and differential ventilation on lung dimensions and atelectasis formation in anaesthetized man. *Acta Anaesth Scand* 1990; **34**:315-22.
- <sup>9</sup> Duggan M, Kavanagh BP. Atelectasis in the perioperative patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2007;**20**:37-42.
- <sup>10</sup> Ball L, Costantino F, Orefice G, et al. Intraoperative mechanical ventilation: state of the art. *Minerva Anesthesiol* 2017;**83**:1075-88.
- <sup>11</sup> Cruz FF, Ball L, Rocco PRM, et al. Ventilator-induced lung injury during controlled ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome: less is probably better. *Expert Rev Respir Med* 2018;**12**:403-14.

- 
- <sup>12</sup> Severgnini P, Selmo G, Lanza C, et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology* 2013;118:1307-21.
- <sup>13</sup> Güldner A, Kiss T, Serpa Neto A, 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* 2015;123:692-713.
- <sup>14</sup> PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, Hemmes SN, Gama de Abreu M, et al. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2014; 384:495-503.
- <sup>15</sup> Ferrando C, Soro M, Unzueta C, et al. Individualised perioperative open-lung approach versus standard protective ventilation in abdominal surgery (iPROVE): a randomised controlled trial. *Lancet Respir Med* 2018;6:193-203.
- <sup>16</sup> Karalapillai et al.: Current ventilation practice during general anaesthesia: a prospective audit in Melbourne, Australia. *BMC Anesthesiology* 2014 14:85.
- <sup>17</sup> Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998, 338:347–354.
- <sup>18</sup> Parsons PE, Eisner MD, Thompson BT, Matthay MA, Ancukiewicz M, Bernard GR, Wheeler AP. NHLBI Acute Respiratory Distress Syndrome Clinical Trials Network: Lower tidal volume ventilation and plasma cytokine markers of inflammation in patients with acute lung injury. *Crit Care Med* 2005, 33:1–6.
- <sup>19</sup> Grinnan DC, Truwit JD. Clinical review: respiratory mechanics in spontaneous and assisted ventilation. *Crit Care* 2005;9:472-84.
- <sup>20</sup> Tobin MJ. *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 2012.

---

<sup>21</sup> Pelosi P, Ball L. Should we titrate ventilation based on driving pressure? Maybe not in the way we would expect. *Ann Transl Med* 2018;6(19):389.

<sup>22</sup> Hans et al. Ventilatory management during general anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol.* 2009; 26:1 – 8.

<sup>23</sup> Ball L, Costantino F, Fiorito M, Amodio S, Pelosi P. Respiratory mechanics during general anaesthesia. *Ann Transl Med* 2018;6(19):379.

**Anexo. Instrumento de recolección de datos**

Hoja 1/2

**Instituto Mexicano del Seguro Social**  
**UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” CMN La Raza**  
**Departamento Clínico de Anestesiología**

Protocolo de Investigación

**“Parámetros De Protección Pulmonar Durante La Ventilación Mecánica Intraoperatoria En Una Unidad Médica De Alta Especialidad”**

<b>Paciente:</b>				<b>NSS:</b>
<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>IMC kgm<sup>2</sup></b>	<b>Fecha:</b>

**Posición:** \_\_\_\_\_

<b>Sexo:</b>	<b>Estado físico de la ASA:</b>
1 Masculino	1. 2. 3. 4. 5. 6. Donación
2 Femenino	<b>Modo de ventilación</b>
	1. Controlado por volumen 2. Controlado por presión 3. Controlado por presión y volumen garantizado 4. SIMV 5. Presión soporte 6. Otros _____

<b>Presión pico</b> _____	<b>Driving pressure</b>	<b>Compliance después de la inducción:</b>
<b>Presión plateau</b> _____		_____
<b>Presión máxima</b> _____		<b>Compliance después del cambio de posición</b>
<b>PEEP programado</b> _____		_____
<b>Frecuencia respiratoria</b> _____ <b>por</b>	<b>Fracción inspirada de oxígeno (%)</b>	<b>Volumen corriente</b> _____
<b>minuto</b>		<b>ml/kg</b> _____