



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS

**COMPLIANCE ESTÁTICO - DINÁMICO Y CO₂ EN PACIENTES SOMETIDOS
A VENTILACIÓN UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN
VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN**

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en
Anestesiología

Tutora: Carmen Rivero

Frank Enrique Gámez Molina

Angela Carolina Merchán Penoth

Caracas, Junio 2012



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado presentado por: FRANK ENRIQUE GAMEZ MOLINA, titular de la Cédula de Identidad N° E-17.953.689, bajo el título: "COMPLIANCE ESTATICO-DINAMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCION PULMONAR EN VENTILACION MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESION", a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de Especialista en ANESTESIOLOGIA, dejan constancia de lo siguiente:

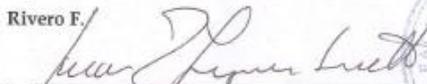
1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del Jurado, éste fijó el día 06 de Junio 2012 a las 10:30AM, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que hizo en: LA BIBLIOTECA PROF. JUAN ARMANDO NESI DEL SERVICIO DE ANESTESIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS UCV. PISO SEIS (06) mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

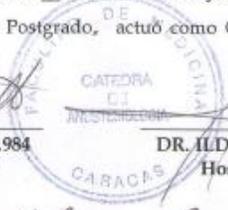
2.- Finalizada la defensa del trabajo, el Jurado decidió APROBARLO por considerar, sin hacerse solidario de las ideas expuestas por el autor, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el Jurado estimó que el trabajo examinado: CUMPLIO CON TODAS LAS EXIGENCIAS NECESARIAS PARA SER APROBADO.

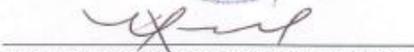
3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de EXCELENTE al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad en virtud de lo considerado se concede mención: PUBLICACION, POR SER EL PRIMER TRABJO DE EXPERIENCIA EN VENEZUELA RELACIONADO CON ESTA PATOLOGIA Y QUE SIRVA DE REVISION PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, a los 06 días del mes de Junio del año dos mil doce, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinador del jurado la Dra. Carmen Rivero F.


DR. JUAN R. YUNGANO L. / C.I. 4.339.984
Hospital Universitario de Caracas




DR. ILDEMARO SALAS / C.I. V- 5.300.487
Hospital Militar Carlos Arvelo


DRA. CARMEN RIVERO F. / C.I. V- 4.168.852
Hospital Universitario de Caracas
Tutor



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

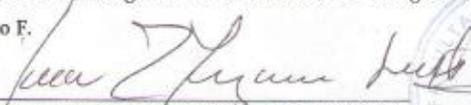
Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado presentado por: ANGELA CAROLINA MERCHAN PENOTH, titular de la Cédula de Identidad N° V-14.445.538, bajo el título: "COMPLIANCE ESTATICO-DINAMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCION PULMONAR EN VENTILACION MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESION", a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de Especialista en ANESTESIOLOGIA, dejan constancia de lo siguiente:

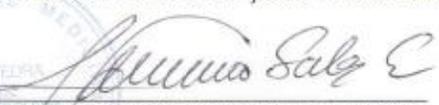
1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del Jurado, éste fijó el día 06 de Junio 2012 a las 10:30AM, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que hizo en: LA BIBLIOTECA PROF. JUAN ARMANDO NESI DEL SERVICIO DE ANESTESIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS UCV, PISO SEIS (06) mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

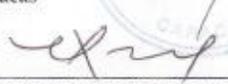
2.- Finalizada la defensa del trabajo, el Jurado decidió APROBARLO por considerar, sin hacerse solidario de las ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado. Para dar este veredicto, el Jurado estimó que el trabajo examinado: CUMPLIO CON TODAS LAS EXIGENCIAS NECESARIAS PARA SER APROBADO.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de EXCELENTE al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad en virtud de lo considerado se concede mención: PUBLICACION, POR SER EL PRIMER TRABJO DE EXPERIENCIA EN VENEZUELA RELACIONADO CON ESTA PATOLOGIA Y QUE SIRVA DE REVISION PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, a los 06 días del mes de Junio del año dos mil doce, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinador del jurado la Dra. Carmen Rivero F.


DR. JUAN R. YUNGANO L. / C.I. 4.339.984
Hospital Universitario de Caracas


DR. ILDEMARO SALAS / C.I. V- 5.300.487
Hospital Militar Carlos Arvelo


DRA. CARMEN RIVERO F. / C.I. V- 4.168.852
Hospital Universitario de Caracas
Tutor

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

VICERRECTORADO ACADÉMICO

SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICA (SICHT)

FECHA: 06/06/2012

AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN ELECTRÓNICA DE LOS TRABAJOS DE LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS DOCTORAL DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Nosotros, **FRANK ENRIQUE GÁMEZ MOLINA Y ÁNGELA CAROLINA MERCHÁN PENOTH**, autores del trabajo o tesis, **“COMPLIANCE ESTÁTICO-DINÁMICO Y CO₂ EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACIÓN UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN”**.

Presentado para optar: **al Título de Especialista en Anestesiología.**

Autorizamos a la Universidad Central de Venezuela, a difundir la versión electrónica de este trabajo, a través de los servicios de información que ofrece la institución, sólo con fines académicos y de investigación, de acuerdo a lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

X	Si autorizo
	Autorizo después de 1 año
	No autorizo
	Autorizo difundir sólo algunas partes del trabajo
SI, EN MUTUO ACUERDO, AUTORIZAMOS A PUBLICAR	

Firmas autores

FRANK ENRIQUE GAMEZ MOLINA

ANGELA CAROLINA MERCHAN PENOTH

C.I. N° E-17.953.689

C.I. N° V-14.445.538

e-mail: gamezmolinaf@gmail.com

e-mail: merchanpenoth@gmail.com

En Caracas, a los seis (06) días del mes de junio de 2012.

Nota: En caso de no autorizarse la Escuela o Comisión de Estudios de Postgrado, publicará: la referencia bibliográfica, tabla de contenido (índice) y un resumen descriptivo, palabras clave y se indicará que el autor decidió no autorizar el acceso al documento a texto completo.

La cesión de derechos de difusión electrónica, no es cesión de los derechos del autor, porque este es intransferible.

Dra. Carmen Rivero

Profesor Asistente del Postgrado de Anestesiología

Hospital Universitario de Caracas

Tutor

Dr. Juan Yungano

Profesor Instructor del Postgrado de Anestesiología

Jefe de Cátedra de Anestesiología

Dr. José N. Potente

Profesor Instructor del Postgrado de Anestesiología

Coordinador académico del Postgrado de Anestesiología

Hospital Universitario de Caracas

Licenciado Douglas Angúlo

Asesor estadístico

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
MÉTODOS	15
RESULTADOS	21
DISCUSIÓN	34
AGRADECIMIENTOS	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS	44

RESUMEN

Objetivo: Seleccionar el modo ventilatorio, que minimice el potencial daño asociado a ventilación mecánica con ventilación unipulmonar en cirugía torácica para resección pulmonar. Método: se realizó un estudio analítico, comparativo, con muestra de 20 pacientes ASA I y ASA II, del servicio de Cirugía de tórax del HUC, edad 22-60 años, sometidos a resección pulmonar, bajo ventilación unipulmonar. 10 iniciados en ventilación modo presión y 10 en modo volumen, se monitoreó el ETCO₂, compliance estático y dinámico. Resultados: se encontró un mejor desempeño en la ventilación modo presión, con un manejo del ETCO₂ (p=0.010) y compliance estático (p=0.015) y dinámico (p=0.023) más adecuado. 70% de los pacientes iniciados en modo volumen, requirieron cambio a modo presión. Conclusión: el mejor modo ventilatorio para los pacientes sometidos a resección pulmonar, bajo aislamiento pulmonar, es el modo presión, mostrando mejor desempeño ventilatorio.

Palabras clave: Resección pulmonar, ventilación modo volumen, ventilación modo presión, ventilación unipulmonar, compliance estático, compliance dinámico, CO₂ tele-espriado, presión arterial de CO₂.

ABSTRAC

Objective: Select the ventilator mode that minimizes the potential damage associated with mechanical ventilation with one-lung ventilation in thoracic surgery for lung resection. Method: An analytical study, comparative sample of 20 patients with ASA I and ASA II of Chest Surgery Service of the HUC, age 22-60 years, who underwent lung resection one lung ventilation. 10 started in ventilation pressure mode and 10 mode volumes, ETCO₂ was monitored, static and dynamic compliance. Results: We found better performance in ventilation pressure mode, with a management ETCO₂ (p = 0.010) and static compliance (p = 0.015) and dynamic (p = 0.023) more appropriate. 70% of patients started in volume mode required as a pressure change. Conclusion: The best way to ventilator patients undergoing lung resection, low lung isolation is the pressure mode, showing better performance ventilation.

Keywords: pulmonary resection, volume ventilation mode, ventilation pressure mode, one lung ventilation, static compliance, dynamic compliance, tele-tidal CO₂, blood pressure of CO₂

INTRODUCCIÓN

La aparición de lesiones pulmonares en pacientes sometidos a ventilación unipulmonar, ha motivado la investigación, el descubrimiento y desarrollo de nuevas estrategias ventilatorias, así como la mejora en los medios de monitorización y bloqueo pulmonar.

Planteamiento del problema

La cirugía torácica para resección pulmonar, lleva implícitos varios factores mediante los cuales se produce disminución de la compliance o distensibilidad pulmonar, dentro de estos se citan: el posicionamiento en decúbito lateral, la relajación muscular y la intubación selectiva^{1,2}. Al verse disminuido el compliance, trae como consecuencia modificaciones de la fisiología pulmonar, exigiendo al anestesiólogo un adecuado manejo de la ventilación transoperatoria del paciente, con la finalidad de proveer protección contra los efectos deletéreos posibles de la ventilación mecánica. Por tal razón es muy importante determinar el modo ventilatorio, que permita optimizar la ventilación del paciente, reduciendo de esta forma, la morbimortalidad asociada a dicho procedimiento.

Justificación

En el Hospital Universitario de Caracas (HUC), la resección pulmonar es llevada a cabo frecuentemente; durante el 2009, se realizaron 226 cirugías por el Departamento de Cirugía de Tórax, de los cuales el 73.5% (166 pacientes) fueron sometidos a resección pulmonar, ameritando ventilación de un solo pulmón. No hay estudios en la institución HUC, que avalen el modo ventilatorio ideal, que disminuya o evite las complicaciones asociadas al tipo de ventilación mecánica. Por este motivo la presente investigación representará un novedoso aporte y con ello la disminución de las complicaciones intraoperatorias, la estancia hospitalaria y costos médicos, en pacientes sometidos a este tipo de cirugía.

Delimitación

El estudio se realizó a cargo del Servicio de Anestesiología en pacientes sometidos a resección pulmonar de manera electiva por el servicio de Cirugía de Tórax del Hospital Universitario de Caracas, empleándose ventilación mecánica modo volumen y modo presión, en el período comprendido entre mayo a septiembre del año 2011.

Antecedentes

A partir de 1930 se perfecciona el diseño y las funciones de las máquinas de anestesia en mecánica, ingeniería y electrónica llegando a fabricar equipos de alta precisión con su finalidad de proporcionar vaporización de líquidos anestésicos volátiles y asegurar la ventilación en el paciente³.

En Venezuela, los primeros registros en abordar la vía aérea se llevan a cabo en 1942, siendo en el Hospital del Algodonal Dr. José Ignacio Baldó en Caracas, bajo la supervisión del Dr. Herrera García que se introduce por primera vez la técnica de intubación traqueal. Un año después de aplicarse en Boston (EEUU) la primera anestesia general; el Dr. Blas Valbuena (1947) en Maracaibo marca pauta en la historia de la anestesiología venezolana al aplicar la primera anestesia general con ether sulfúrico en el país⁴.

En 1952, Engstrom introduce la ventilación mecánica a presión positiva, y progresivamente se implementan nuevas modalidades ventilatorias, dividiéndose en tres categorías: control de la ventilación modo volumen, modo presión y la combinación de ambas técnicas⁵.

La intubación selectiva, se describe inicialmente en 1938 con el uso de los bloqueadores bronquiales de Ardnt; en 1949 el aislamiento pulmonar, se hace con tubos de doble lumen de Carlens, con los cuales se observó serias complicaciones, por amputación

del gancho de carina en la vía aérea del paciente, por lo que se reemplazaron mejorándose en 1962 por los tubos de Robertsaw utilizados ampliamente en la actualidad^{6,7}.

Por otra parte, el servicio de Neumonología y Cirugía de Tórax del HUC, fue fundado por el Dr. Ignacio Baldó en 1957, cuyo nombre inicial fue el de Clínica Tisiológica, creado con la finalidad de tratar la gran cantidad de tuberculosos que había en el país para la fecha. Posteriormente en el año de 1976 se inicia la actividad docente incluyendo exploraciones especiales, consulta e intervenciones de cirugía mayor, con las limitaciones de la época⁴.

A medida que han pasado los años el desarrollo de la monitorización hemodinámica, de la ventilación mecánica con su respectivo monitoreo y el avance en las técnicas de aislamiento pulmonar, han marcado un desarrollo en la cirugía torácica, que se traduce en procedimientos cada vez más seguros, permitiendo el refinamiento de las técnicas quirúrgicas hasta el punto que procedimientos como la cirugía para resección pulmonar pueda ser realizada gracias a la técnica de la ventilación de un solo pulmón, acompañados de una disminución de la morbilidad perioperatoria en estos pacientes⁸.

Marco teórico

Desde el punto de vista fisiológico, a la inflación del pulmón se oponen fuerzas elásticas y restrictivas. La resistencia no elástica, existe sólo en condiciones dinámicas, es decir, en presencia de flujo aéreo; en cambio, la resistencia elástica existe tanto en condiciones estáticas (sin flujo aéreo), como dinámicas. El Compliance o distensibilidad pulmonar describe la capacidad de expansión del pulmón y la caja torácica. Puesto que el sistema respiratorio está formado por dos estructuras colocadas en serie, el pulmón y la caja torácica, las variaciones de uno u otro componente producirán cambios en la distensibilidad^{9,10}.

Por distensibilidad o *compliance*, se entiende la relación que existe entre el cambio de presión (ΔP) necesario para producir cambios de volumen (ΔV), de modo que $D = \Delta V/P$ y se expresa en ml/cm H₂O¹.

Compliance dinámica es el cambio de volumen (volumen corriente) dividido por la presión inspiratoria pico menos la presión al final de la espiración y está determinado por la resistencia de las vías aéreas mientras que la compliance estática es el cambio de volumen (volumen corriente) dividido por la presión meseta inspiratoria (plateau) menos la presión espiratoria final y está condicionado por la distensibilidad del tejido pulmonar¹¹.

El aparato respiratorio es responsable de la incorporación de O₂ y de la eliminación de CO₂. Es muy importante la distensibilidad pulmonar adecuada, de la cual va a depender el adecuado intercambio gaseoso, con eliminación del CO₂, traduciéndose su alteración en modificaciones del CO₂ espirado y la presión arterial de CO₂. Diferentes autores señalan, que la monitorización de la ventilación va a depender del patrón ventilatorio y del recambio pulmonar de CO₂. Por lo que la PCO₂ arterial es el único parámetro que mide con precisión la eficacia de la ventilación, al detectar cambios o retención de CO₂ por una mala estrategia ventilatoria. Como alternativa incruenta a la medida de la PaCO₂ está la a capnografía que puede equipararse a la PaCO₂ con ciertas reservas. Por otra parte, la oxigenación se puede comprometer cuando hay trastornos de la membrana alveolo-capilar evaluándose con la presión arterial de oxígeno y la oximetría de pulso¹²⁻¹³.

Existen factores que pueden modificar la compliance pulmonar, entre ellos procesos en donde se disminuye la compliance, reflejándose en necesidad de una mayor presión para producir cambios de volumen, como: aumento de la tensión superficial, edema de pulmón, fibrosis y atelectasias, además de factores que modifiquen la resistencia al flujo aéreo como: secreciones, tubo endotraqueal, etc. La ventilación mecánica también puede modificar el compliance^{9,14}.

La ventilación mecánica es un procedimiento de respiración artificial que sustituye o ayuda temporalmente a la función ventilatoria de los músculos inspiratorios, procurando un adecuado intercambio gaseoso; existen ventiladores mecánicos que funcionan: **ciclados por presión, ciclados por volumen, ciclados por tiempo o ciclados por flujo**¹⁵.

En los ventiladores **ciclados por presión**: cuando se alcanza una presión prefijada en las vías aéreas se abre la válvula espiratoria y cesa el flujo inspiratorio. Generan baja presión y pequeña resistencia interna. Por lo que Trajkovska y col¹⁶, reseñan que ventilación ciclada por presión puede ser una alternativa en los pacientes que requieren ventilación de un solo pulmón, e incluso ser utilizada en pacientes con enfermedades respiratorias. Su principal inconveniente está en que cuando varían las características mecánicas del paciente (compliance, resistencia) cambia el volumen entregado, pudiendo generarse volutrauma o atelectrauma; en los **ciclados por volumen**, se finaliza la insuflación cuando se ha entregado el volumen programado. Puede generar alta presión y elevada resistencia interna. Su inconveniente es que si cambian las características mecánicas del paciente (aumento de resistencia por broncoespasmo, disminución de distensibilidad, se produce un aumento de la presión intratorácica ocasionando riesgo de barotrauma; así mismo, Luque y col¹⁷, reseñan en su estudio altos picos de presión con el modo ventilatorio ciclado por volumen; en los **ciclados por tiempo**: se mantiene constante el tiempo inspiratorio, variando por tanto el volumen que se entrega y la presión que se genera; en los **ciclados por flujo**: el paso a la fase espiratoria ocurre cuando el flujo cae por debajo de un valor determinado. Su inconveniente es que pueden no entregarse volúmenes suficientes y no alcanzar frecuencias respiratorias adecuadas.

Mientras el ventilador mecánico insufla los pulmones, la presión en la vía aérea aumenta hasta un valor máximo (presión pico o dinámica). Este incremento de presión puede ser medido a través de los sensores del respirador; esta presión pico puede modificarse, sobre todo por la impedancia torácica y la resistencia del tubo endotraqueal y eventualmente por el esfuerzo muscular que realice el paciente¹⁵.

La presión meseta, representa la presión necesaria para superar el retroceso elástico o elastancia pulmonar. Se genera por la distribución del aire dentro del pulmón, hasta una situación de equilibrio, se mide al final de una pausa inspiratoria, con flujo cero, por lo cual no es influenciada por resistencia al flujo aéreo⁹.

La cirugía pulmonar ha avanzado notablemente en los últimos años, llegando a resecciones pulmonares parciales o totales, por diversas causas como neoplasias, infecciones, etc. Para lo cual se requiere una adecuada exposición del campo quirúrgico, mediante la intubación selectiva^{8,18}.

En la ventilación unipulmonar con el paciente en decúbito lateral, anestesiado y el tórax abierto existen modificaciones de la compliance, que se traducen en alteraciones de la relación ventilación-perfusión, en donde en el pulmón declive o dependiente la distensibilidad se reduce, disminuyendo el volumen corriente¹⁹⁻²⁰. Si se utilizan como estrategias ventilatorias para aumentar el volumen o el pico de presión con la finalidad de mejorar ésta condición, se podría presentar una Injuria Asociada a Ventilación Mecánica, denominadas volutrauma, cuando es el volumen excesivo el que ocasiona el daño (mayor de 10 cc/kg de peso), atelectrauma, cuando el volumen es bajo (menor de 6 cc/kg de peso) y motiva atelectasias o barotrauma cuando está implicada las altas presiones en la vía aérea (mayores de 30 cm de H₂O)²¹. Esta injuria pulmonar asociada a ventilación mecánica, están relacionada con el incremento en la permeabilidad endotelial y epitelial, lo que conlleva a daño alveolar y endotelial severo indistinguible de otras formas de injuria pulmonar; con alteración de los neumocitos tipo 2 y la consecuente disminución del surfactante pulmonar.

Se ha observado a nivel pulmonar en estos pacientes, incremento de marcadores inflamatorios, tales como: factor de necrosis tumoral (TNF), interleucina (IL)-8, IL-6, PAF, TXB2 y de leucocitos polimorfonucleares activados, aumentando la expresión de CD11b (b2-integrina), disminuyendo la expresión de CD62L (L selectina) y de F actina; los cuales pueden pasar a la circulación sanguínea y actuar a distancia, aumentando la hipoxemia y el daño sistémico²².

Bastin y col señalan en su estudio, que otros biomarcadores como el pH y EB prometen ser útiles para indicar lesión del epitelio alveolar y de las células endoteliales en la titulación ventilación mecánica²³.

Es por esta razón que es necesario buscar la mejor estrategia, en el modo ventilatorio que disminuya o eviten el trauma pulmonar asociado a la ventilación mecánica.

Operacionalización de variables

Variables independientes

VARIABLE	CATEGORIA	INDICADOR
Edad: Tiempo transcurrido en años desde el momento del nacimiento hasta el momento que se aplica el instrumento de la investigación.	Cuantitativa continúa. Cronológica en años	Adultos entre 18 y 60 años
Sexo: Género al que pertenece el paciente.	Cualitativa. Femenino (F) ó Masculino (M).	Dependiente de la muestra.
Peso: Medida expresada en kilogramos medida con una balanza.	Cuantitativa continúa. Kilogramos (Kg).	Dependiente de la muestra.
American Society of Anesthesiology (ASA): Estado físico del paciente al ingresar al área quirúrgica.	Cualitativa ordinal. En números romanos (I-II).	ASA I: paciente sano. ASA II: paciente con enfermedad sistémica leve compensada.

Variables dependientes

VARIABLE	CATEGORIA	INDICADOR
<p>Frecuencia cardiaca:</p> <p>Números de latidos producidos por el corazón, registrados en el trazado electrocardiográfico en el lapso de un minuto.</p>	<p>Cuantitativa</p> <p>Taquicardia</p> <p>Bradicardia</p>	<p>Taquicardia, frecuencia cardiaca >20% sobre la basal.</p> <p>Bradicardia, frecuencia cardiaca <20% por debajo de la basal.</p>
<p>Presión arterial media: (PAM)</p> <p>Presión que ejerce la sangre sobre la pared de las arterias originada por el bombeo del corazón, la resistencia de las arterias y la elasticidad de la pared arteriolar expresada en milímetros de mercurio (mmHg).</p> <p>Relación $PAD + (PAS - PAD)/3$</p>	<p>Cuantitativa.</p> <p>Hipertensión</p> <p>Hipotensión</p>	<p>Hipertensión PAM >100mmHg</p> <p>Hipotensión PAM <60mmHg</p>
<p>Volumen corriente:</p> <p>Cantidad de aire inspirado y espirado durante un ciclo respiratorio.</p>	<p>Cuantitativa</p> <p>Hiperventilación</p> <p>Hipoventilación</p>	<p>Hipeventilación:</p> <p>volumen corriente >10cc/kg</p> <p>Hipoventilación:</p> <p>volumen corriente <5cc/kg</p>

VARIABLE	CATEGORIA	INDICADOR
<p>Presión pico inspiratoria:</p> <p>Presión que alcanza la vía aérea al final de la inspiración.</p>	Cuantitativa	Presión alveolar mayor a 10cm de H ₂ O y disminución por debajo de 5cm de H ₂ O
<p>Compliance estático:</p> <p>Distensibilidad del pulmón determinado por la resistencia elástica del parénquima pulmonar.</p>	Cuantitativa	<p>Compliance disminuido</p> <p>< 70 cmH₂O</p> <p>Compliance aumentado</p> <p>> 160 cmH₂O</p>
<p>Compliance dinámico:</p> <p>Distensibilidad del pulmón determinado por la resistencia elástica de la vía aérea.</p>	Cuantitativa	<p>Compliance disminuido</p> <p><50 cmH₂O</p> <p>Compliance aumentado</p> <p>>80 cmH₂O</p>
<p>Presión arterial de CO₂:</p> <p>(PaCO₂)</p> <p>Componente respiratorio del equilibrio ácido-base.</p>	<p>Cuantitativa</p> <p>Hipocapnia</p> <p>Hipercapnia</p>	<p>Hipocapnia < 35mmHg</p> <p>Hipercapnia >45mmHg</p>

VARIABLE	CATEGORIA	INDICADOR
<p>Cambio de modo volumen a modo presión</p> <p>Cambio de modo ventilatorio.</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Presión pico > 30cmH₂O</p>
<p>Cambio de modo presión a modo volumen:</p> <p>Cambio de modo ventilatorio.</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Volumen corriente < 6cc/Kg</p>

Objetivos

Objetivo general

Comparar el compliance estático, dinámico y PCO_2 en pacientes sometidos a ventilación unipulmonar, para cirugía de resección pulmonar bajo la ventilación modo volumen versus modo presión.

Objetivos específicos

1. Comparar las características socio-demográficas de los pacientes para resección pulmonar del Hospital Universitario de Caracas sometidos a ventilación de un solo pulmón modo volumen versus modo presión.
2. Comparar las variables hemodinámicas en pacientes para resección pulmonar en ventilación de un solo pulmón modo volumen y modo presión.
3. Determinar las diferencias del compliance estático en pacientes sometidos a resección pulmonar en ventilación de un solo pulmón en modo volumen y modo presión.
4. Determinar las diferencias del compliance dinámico en pacientes sometidos a resección pulmonar en ventilación de un solo pulmón en modo volumen y modo presión.
5. Comparar el CO_2 arterial, mediante gasometría en pacientes sometidos a resección pulmonar en ventilación de un solo pulmón en modo volumen y modo presión

MÉTODOS

Población y muestra

El tipo de estudio fue analítico, comparativo, la población estimada en base a datos estadísticos del Departamento de Cirugía de Tórax del Hospital Universitario de Caracas (HUC) en el año 2009, fue de 166 pacientes.

El cálculo del tamaño muestral se basó en la presunción de que para detectar una diferencia significativa superior al 50%, asumiendo un valor de significación del 5% para un diseño balanceado 1:1 y aplicación de prueba chi-cuadrado de Pearson, para obtener una potencia de 80% ó superior, resultando una muestra de 14 pacientes, seleccionándose finalmente 20 pacientes, ASA I o ASA II, en edades entre 18 y 60 años, sometidos a resección pulmonar electiva, en el periodo comprendido entre mayo a agosto de 2011.

Se consideraron como criterios de exclusión pacientes con enfermedad cardiaca descompensada, enfermedad pulmonar obstructiva crónica descompensada, VEF1 <50, enfermedad neuromuscular, obesidad, mujeres embarazadas, cirugía de urgencia, hipertensión pulmonar y la negativa a participar en el estudio; del mismo modo se excluyó del estudio aquellos pacientes en los que se desposicionó el tubo doble lumen en cualquiera de los tiempos de observación y aquellos pacientes que en los que se evidenció broncoespasmo.

Registro de datos

A cada paciente le llenó un formulario de recolección de datos (anexo 3), donde se consignó la siguiente información: Datos demográficos como edad, sexo, peso y clasificación ASA del paciente; Datos referentes al modo ventilatorio seleccionado, modo volumen iniciado con 6 cc/Kg de peso, ó modo presión iniciado con 15 cmH₂O.

Se registraron en 4 tiempos los siguientes datos: variables hemodinámicas, frecuencia cardíaca y tensión arterial media al igual que aspectos relacionados con la ventilación mecánica como volumen corriente, presión pico, presión meseta, compliance estático, compliance dinámico, al igual que el CO₂ tele espirado y la saturación de oxígeno arterial; además de datos gasométricos como presión arterial de CO₂ (PaCO₂) y presión arterial de oxígeno (PaO₂).

Procedimientos y técnicas

Previa explicación y consentimiento del paciente (anexo 1 y 2), en el área de quirófano, se monitorizaron los signos vitales de manera estándar con electrocardiografía de 5 derivaciones, presión arterial no invasiva, oximetría de pulso, CO₂ tele-espirado (ETCO₂) con el monitor multiparamétrico marca Nihon-Koden.

Se procedió a cateterizar dos vías periféricas, previa la colocación de un habón con 0.3 cc de lidocaína 1% en el sitio de punción con una aguja 27 Gauge; la primera vía de calibre 18 Gauge, con el propósito de administrar la hidratación de mantenimiento (5cc/kg/h) y drogas anestésicas y la segunda de 16 Gauge, que garantizó el acceso venoso en caso de la necesidad de transfundir algún hemoderivado.

Con la finalidad de brindar ansiólisis y amnesia se administró: Midazolam 0.03mg/kg, EV y se procedió a cateterizar una arteriotomía radial derecha, previa la colocación de un habón con 0.3 cc de lidocaína 1%, conectándose al transductor TranStar® 60ml (152cm) para iniciar el registro de la presión arterial invasiva.

Posteriormente en decúbito dorsal, se cateterizó vía central yugular interna ó subclavia en el hemitórax donde se llevaría a cabo el procedimiento quirúrgico, con la finalidad de registrar la presión venosa central.

Con el paciente en posición sentada, se procedió a realizar peridural torácica en T6-T7, con la finalidad de disminuir los requerimientos de halogenados, opiodes y relajantes musculares y brindar analgesia postoperatoria.

La mezcla anestésica estuvo compuesta por Lidocaína 2% 400mg + Fentanil 100 mcg + Adrenalina 1:200.000U obteniendo un volumen total de 22cc, del cual se administró solo 10cc de forma fraccionada con la finalidad de bloquear un total de seis dermatomas a una relación de 1,5cc por dermatoma. Una vez obtenido el nivel sensitivo en T2 evaluado con el pin-prick test, se realizó la inducción endovenosa de la anestesia general sin bloquear la respuesta simpática a la laringoscopia usándose una dosis de Lidocaína 2% 60mg solo para bloquear la sensación dolorosa a la administración del Propofol; Fentanil 1mcg/kg, Propofol 1mg/kg ambas drogas fraccionadas y administradas lentamente, Rocuronio 0,6mg/kg

Se procedió a la intubación con tubo doble lumen, según la necesidad del aislamiento pulmonar requerido por el paciente, y a la comprobación de la posición del tubo bilumen, se conectó al circuito circular, sistema semi-cerrado con re-inhalación parcial de CO₂ de la máquina de anestesia Dragër Fabius GS.

El modo ventilatorio se asignó al azar, por el método de la moneda. En donde al caer el anverso (cara) de la moneda los pacientes de ese día se colocaron en ventilación mecánica modo volumen y al salir el reverso (sello) de la moneda, los pacientes programados para ese día se colocaron en ventilación mecánica modo presión.

El modo volumen (MV), se inició, calculando el volumen corriente a 6 ml/kg, frecuencia respiratoria 12 x min, PEEP 5, R I:E 1:2 en caso tal que la presión pico sobrepasara los 30 cmH₂O una vez selectivizada la ventilación, se cambiaba el modo ventilatorio a modo presión.

El modo presión (MP), se inició prefijando en el ventilador una presión techo de 15 cmH₂O que se evaluó al observar que generara de acuerdo al compliance del paciente un volumen corriente a 6cc/kg, sino se alcanzaba dicho valor se modificaba paulatinamente de 5 en 5 cmH₂O cada 5 minutos, hasta alcanzar el volumen corriente deseado (6cc/kg), hasta una presión límite superior de 30 cmH₂O. De no cumplirse el propósito, se cambiaba el modo ventilatorio a volumen.

El mantenimiento anestésico se realizó con Isoflurano MAC Away aproximado de 0,6% ²⁴, con una relación aire/oxígeno 70/30. La Relajación muscular se realizó con Rocuronio DE 95 (0.3mg/kg) cada 45 para mantener el paciente acoplado a ventilación mecánica y no se administraron narcóticos.

Se tomaron 4 tiempos, en donde se registraron las variables hemodinámicas y gases arteriales en aire ambiente (T0), anexando las variables respiratorias cinco minutos posterior a la inducción anestésica e intubación del paciente con tubo doble lumen en decúbito dorsal y habiéndose asegurado la correcta colocación del tubo bilumen (T1), 15 minutos después de haber colocado los rollos costales y posicionado al paciente en decúbito lateral y habiéndose asegurado la correcta colocación del tubo bilumen (T2), 15 minutos después de la apertura del tórax (pleura) una vez que se selectivizó la ventilación y habiéndose asegurado la correcta colocación del tubo bilumen (T3).

Recursos

A.- Físicos

a.- Quirófanos, equipos de monitorización, equipos médicos del Hospital Universitario de Caracas (HUC).

B.- Humanos

a.- Residentes y adjuntos de la Cátedra- Servicio de Anestesia

b. -Residentes y Adjuntos del Servicio de Cirugía de Tórax del HUC

c.- Personal de enfermería perteneciente al área de quirófano.

d.- Pacientes del servicio de Cirugía de Tórax.

C.- Financiamiento propio e institucional

Tratamiento estadístico

Se calculó la media y la desviación estándar de las variables continuas; en el caso de las variables nominales se calculó sus frecuencias y porcentajes.

Los contrastes entre modos ventilatorios cuando las variables eran de tipo nominal se basaron en la prueba exacta de Fisher; en el caso de las variables continuas se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Para evaluar el cambio del resto de las variables del estudio según los modos ventilatorios, se aplicó un modelo lineal general de medidas repetidas; el primer paso en la aplicación de dicho modelo fue verificar la condición de no variabilidad de las covarianzas evaluadas, para ello se utilizó la prueba Box de igualdad de varianzas; también se midió la aplicabilidad de cada modelo ANOVA considerando aquellos valores de esfericidad de Mauchly que eran superiores a 0,70; cuando alguna variable tenía un valor inferior a 0,70 se hacían transformaciones logarítmicas para ajustar el conjunto de datos al mejor esféricamente posible.

Los efectos globales tanto entre modos ventilatorios como dentro de cada grupo, es decir, las variaciones, entre el inicio, T1, T2 y T3 se evaluaron a través del estimador F del modelo ANOVA considerado.

Se consideró un valor significativo de contraste si $p < 0,05$. Los datos fueron analizados con JMP-SAS versión 9.

RESULTADOS

En relación a las *características demográficas* de cada grupo, no se observó diferencias estadísticamente significativas, siendo la edad promedio para el grupo Modo Volumen (MV) 48 ± 15 años y para el grupo Modo Presión (MP) de 41 ± 14 años ($p=0,201$). El promedio de peso (Kg) para el Grupo MV fue de 67 ± 5 Kg y para el Grupo MP 68 ± 15 Kg ($p=0,796$). Para la distribución por sexo la proporción de pacientes femeninos y masculinos en el grupo MV fue 6 (60%) hombres y 4 (40%) mujeres, mientras que en el grupo MP, existe un 50% (5) de hombres y 50% de mujeres, sin diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a la clasificación ASA, ambos grupos presentaron 3 (30%) de pacientes ASA I y 7 pacientes (70%) ASA II, no habiendo diferencias entre los grupos. (Tabla 1)

En cuanto a las *variables hemodinámicas*, la presión arterial media (PAM), no mostró diferencias clínicamente significativas en ninguno de los grupos, presentando en el grupo MV, en T0: 91 ± 10 mm de Hg y en el grupo MP: 78 ± 19 ; en el T1, MV 82 ± 13 mm de Hg y en el MP, 81 ± 14 , mientras que en el T2, 82 ± 12 mm de Hg para el grupo MV y 69 ± 6 para el grupo MP y en T3 de medición, 77 ± 11 mm de Hg para el grupo MV y 71 ± 4 mm de Hg para el grupo MP, siendo el grupo modo presión , donde se observó las menores cifras de PAM, siendo la diferencia intergrupales estadísticamente significativa en T2 ($p=0,002$) y T3 ($p=0,035$) sin relevancia desde el punto de vista clínico; se realizaron comparaciones intergrupales, mostrando que comparativamente frente a T0, en el grupo MV, se observó reducción de la tensión arterial estadísticamente significativa en T1 ($p=0,022$) y T3 ($p=0,015$), mientras que en el grupo MP se observó descenso de la TAM sin significancia estadística en T2 ($p=0,097$). El análisis global muestra que se observó menores cifras de TAM clínicamente no relevantes pero estadísticamente significativas ($p=0,035$) y diferencias intergrupales estadísticamente no significativas ($p=0,120$).

El comportamiento de la frecuencia cardiaca (FC), no mostró diferencias clínicas ni estadísticamente significativas entre los grupos, siendo en T0 de medición: en el grupo MV, FC 89 ± 15 latidos por minuto y en el grupo MP, FC 84 ± 15 latidos por minuto; en T1 en el grupo MV, FC 85 ± 14 latidos por minuto y en el grupo MP, FC 77 ± 12 latidos por minuto; en T2 en el grupo MV, FC 81 ± 10 latidos por minuto y en el grupo MP, FC 73 ± 14 latidos por minuto; en T3 de medición: en el grupo MV, FC 82 ± 13 latidos por minuto y en el grupo MP, FC 73 ± 12 latidos por minuto ($p= 0,156$); Se observó sin embargo una disminución estadísticamente significativa, dentro del rango clínicamente normal, en la frecuencia cardiaca entre T0 y T2 de medición al igual que entre T0 y T3, en los pacientes ventilados en MP ($p=0,008$).

Las *variables respiratorias*, mostraron el siguiente comportamiento. El CO₂ tele espirado (ETCO₂), se midió en los tiempos 1 al 3, siendo su valor en T1: 41 ± 4 para el grupo MV y 36 ± 3 en el grupo MP; en T2: 44 ± 7 para el grupo MV y 38 ± 3 en el grupo MP; en T3 45 ± 10 para el grupo MV y 39 ± 4 en el grupo MP, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, mostrando un mejor manejo del CO₂ en el grupo modo presión ($p= 0,010$). Se observó en las comparaciones intragrupal, un incremento en el ETCO₂, en ambos grupos, estadísticamente significativos ($p=0,033$).

Referente a la presión arterial de CO₂ (PaCO₂), en T0, fue para el grupo MV, 34 ± 5 y para el grupo MP, 36 ± 4 ; en T1, fue para el grupo MV, 40 ± 6 y para el grupo MP, 39 ± 6 ; en T2, fue para el grupo MV, 40 ± 6 y para el grupo MP, 38 ± 6 ; en T3, fue para el grupo MV, 43 ± 8 y para el grupo MP, 39 ± 4 , no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p=0,596$) mostrando sin embargo en la comparación intragrupal, que en el modo presión, se manejan presiones arteriales de CO₂ menores, en todos los tiempos. ($p=0,008$)

En referencia al compliance estático, en T1 de medición, en el grupo MV fue $34,9 \pm 17,1$ ml/cm de H₂O y en el grupo MP $38,7 \pm 14,0$ ml/cm de H₂O; en T2 de medición, en el grupo MV fue $28,2 \pm 13,4$ ml/cm de H₂O y en el grupo MP $32,7 \pm 14,3$ ml/cm de H₂O; en

T3 de medición, en el grupo MV fue $17,4 \pm 7,1$ ml/cm de H₂O y en el grupo MP $20,4 \pm 7,2$ ml/cm de H₂O, mostrando en todos los tiempos un mejor compliance estático en el grupo MP, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p=0,015$); además la comparación intragrupal, mostró mejor desempeño del compliance en el grupo MP, entre los tiempos de medición, siendo la diferencia, estadísticamente significativa ($p=0,001$).

Por otro lado, el compliance dinámico, en T1, en el grupo MV fue $30,4 \pm 12,6$ ml/cm de H₂O y en el grupo MP $38,6 \pm 14,1$ ml/cm de H₂O; en T2, en el grupo MV fue $23,6 \pm 9,3$ ml/cm de H₂O y en el grupo MP $32,4 \pm 14,3$ ml/cm de H₂O; en T3, en el grupo MV fue $15,4 \pm 6,3$ ml/cm de H₂O y en el grupo MP $20,1 \pm 7,4$ ml/cm de H₂O, mostrando en todos los tiempos un mejor compliance dinámico en el grupo MP, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p=0,023$); además la comparación intragrupal, mostró mejor desempeño del compliance en el grupo MP, entre los tiempos de medición, siendo la diferencia, estadísticamente significativa ($p=0,001$). (Tabla 3)

En relación con lo anterior, ningún paciente de los iniciados en modo presión, ameritó cambio de modo, mientras que de los 10 iniciados en modo volumen, 7 (70%), ameritaron cambio a modo presión, siendo estadísticamente significativo este hecho ($p=0,003$). (Tabla 4)

Tabla 1.

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS - COMPLIANCE ESTÁTICO-DINÁMICO Y CO₂ EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR, EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN, PROMEDIOS DESVIACIONES ESTANDAR Y PORCENTAJES, SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS, MAYO A SEPTIEMBRE DE 2011

Modo Ventilatorio			
Variables	Volumen	Presión	p
N	10	10	-
Edad (años)	49 ± 15	41 ± 14	0,201
Peso (kg)	67 ± 5	68 ± 15	0,796
Sexo			
Masculino	6 (60,0%)	5 (50,0%)	
Femenino	4 (40,0%)	5 (50,0%)	
ASA			1,000
I	3 (30,0%)	3 (30,0%)	
II	7 (70,0%)	7 (70,0%)	

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Tabla 2

VARIABLES HEMODINÁMICAS - COMPLIANCE ESTÁTICO-DINÁMICO Y CO₂
 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA
 RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN
 VERSUS MODO PRESIÓN, PROMEDIOS Y DESVIACIONES
 ESTANDAR, SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
 HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS,
 MAYO A SEPTIEMBRE DE 2011

Variables	T0	T1	T2	T3
PAM				
Volumen	91 ± 10	82 ± 13	82 ± 12	77 ± 11
Presión	78 ± 19	81 ± 14	**69 ± 6*	71 ± 4*
Frecuencia cardiaca				
Volumen	89 ± 15	85 ± 14	**81 ± 10	**82 ± 13
Presión	84 ± 15	**77 ± 12	**73 ± 14	**73 ± 12

PAM : Entre modos: p = 0,035; Entre seguimiento: p = 0,120

FC: Entre modos: p = 0,156; Entre seguimiento: p = 0,008

***Diferencia significativa con p < 0,05 entre modos ventilatorios**

****Diferencia significativa con p < 0,05 intragrupal, frente a T0.**

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Tabla 3

CARACTERISTICAS RESPIRATORIAS - COMPLIANCE ESTÁTICO-DINÁMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN, PROMEDIOS Y DESVIACIONES ESTANDAR, SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS, MAYO - SEPTIEMBRE DE 2011

Variables	Inicial	T1	T2	T3
ETCO2				
Volumen	-	41 ± 4	**44 ± 7	**45 ± 10
Presión	-	36 ± 3*	38 ± 3*	**39 ± 4*
PaCO2				
Volumen	34 ± 5	40 ± 6*	40 ± 6*	43 ± 8*
Presión	36 ± 4	39 ± 6	38 ± 6	39 ± 4*
Compliance estático				
Volumen	-	34,9 ± 17,1	28,2 ± 13,4	17,4 ± 7,1
Presión	-	38,7 ± 14,0*	32,7 ± 14,3*	20,4 ± 7,2
Compliance dinámico				
Volumen	-	30,4 ± 12,6	23,6 ± 9,3	15,4 ± 6,3
Presión	-	38,6 ± 14,1*	32,4 ± 14,3*	20,1 ± 7,4
<hr/>				
ETCO2:	PACO2:	Compliance estático:	Compliance dinámico:	
Entre modos: p = 0,010	Entre modos p= 0,596	Entre modos: p = 0,015	Entre modos: p = 0,023	
Entre seguimiento: p = 0,033	Entre seguimiento p = 0,033	Entre seguimiento: p = 0,001	Entre seguimiento: p = 0,001	
* Diferencia significativa con p< 0,05 entre modos ventilatorios		** Diferencia significativa con p< 0,05 intragrupal Frente a T1; PaCO2, frente a T0		

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Tabla 4

CAMBIO DE MODO VENTILATORIO - COMPLIANCE ESTATICO - DINAMICO
 Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR,
 PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO
 VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN, PORCENTAJES,
 SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL
 UNIVERSITARIO DE CARACAS,
 MAYO - SEPTIEMBRE DE 2011

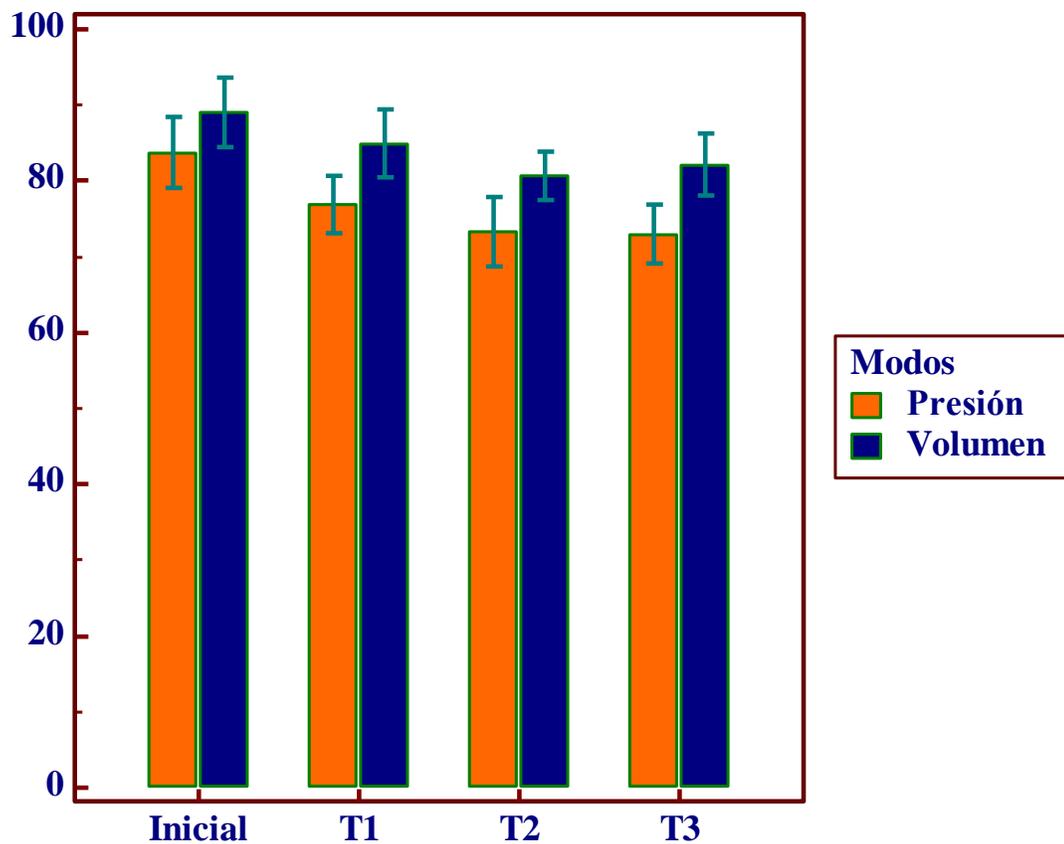
	Modos ventilatorios			
	Volumen		Presión	
Cambio de modo	N	%	n	%
Si	7	70,0	0	0,0
No	3	30,0	10	100,0
Total	10	100,0	10	100,0

p exacta de Fisher = 0,003

Fuente: Instrumento de recolección de datos

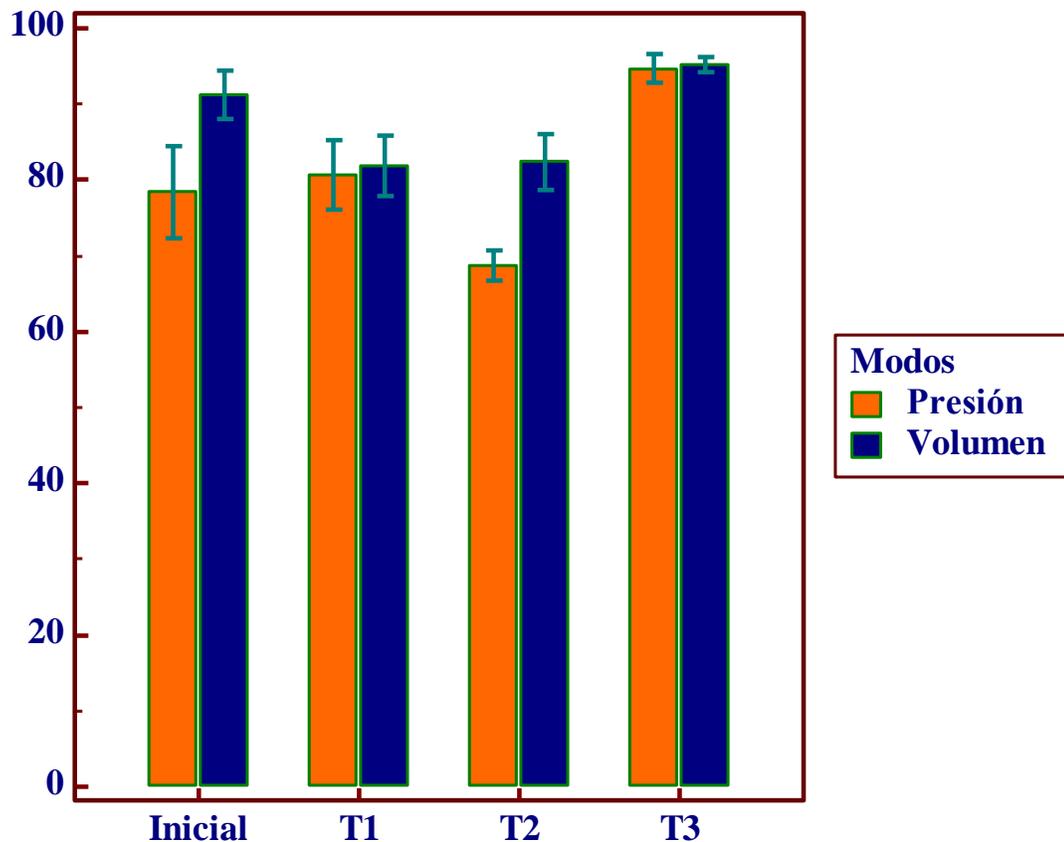
Gráfico 1

DIAGRAMA DE ERROR FRECUENCIA CARDIACA – COMPLIANCE ESTÁTICO
DINÁMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION
UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN
MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL
UNIVERSITARIO DE CARACAS
MAYO- SEPTIEMBRE DE 2011



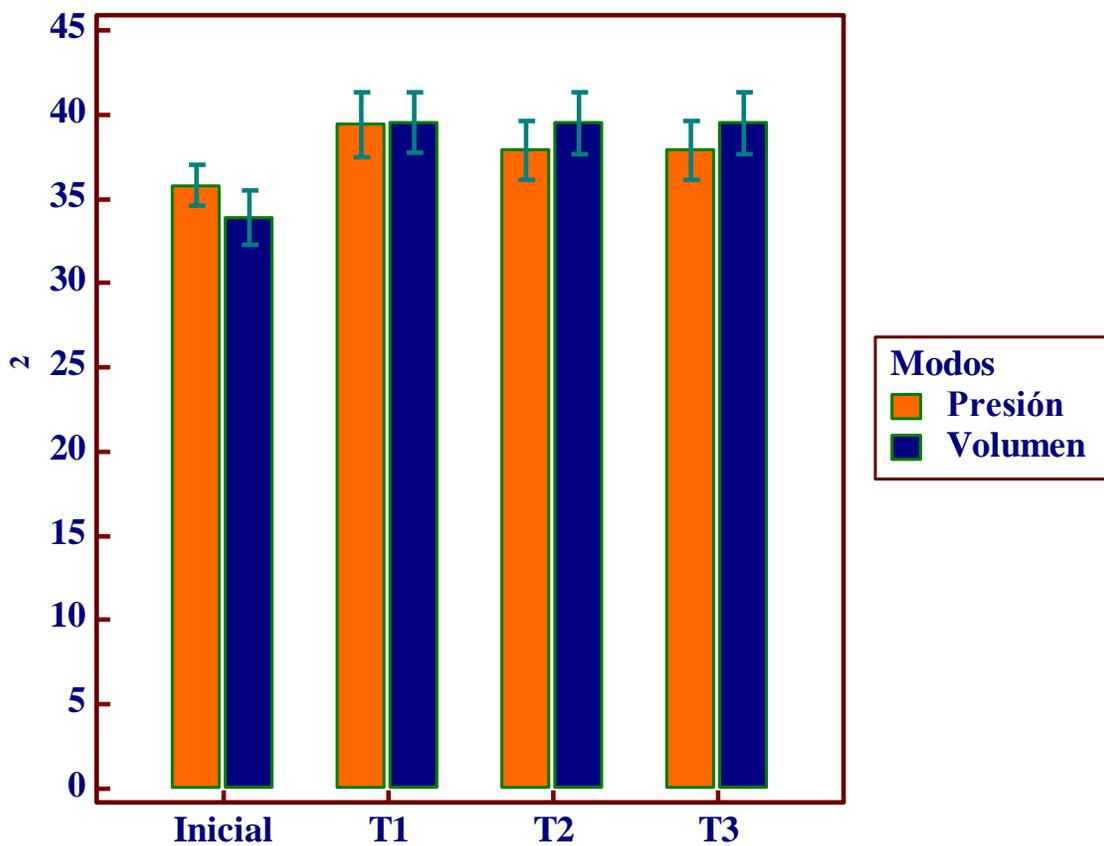
Fuente: Instrumento de recolección de datos.

Gráfico 2
DIAGRAMA DE ERROR PRESIÓN ARTERIAL – COMPLIANCE ESTÁTICO
DINÁMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION
UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN
MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN
SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA HOSPITAL
UNIVERSITARIO DE CARACAS
MAYO- SEPTIEMBRE DE 2011



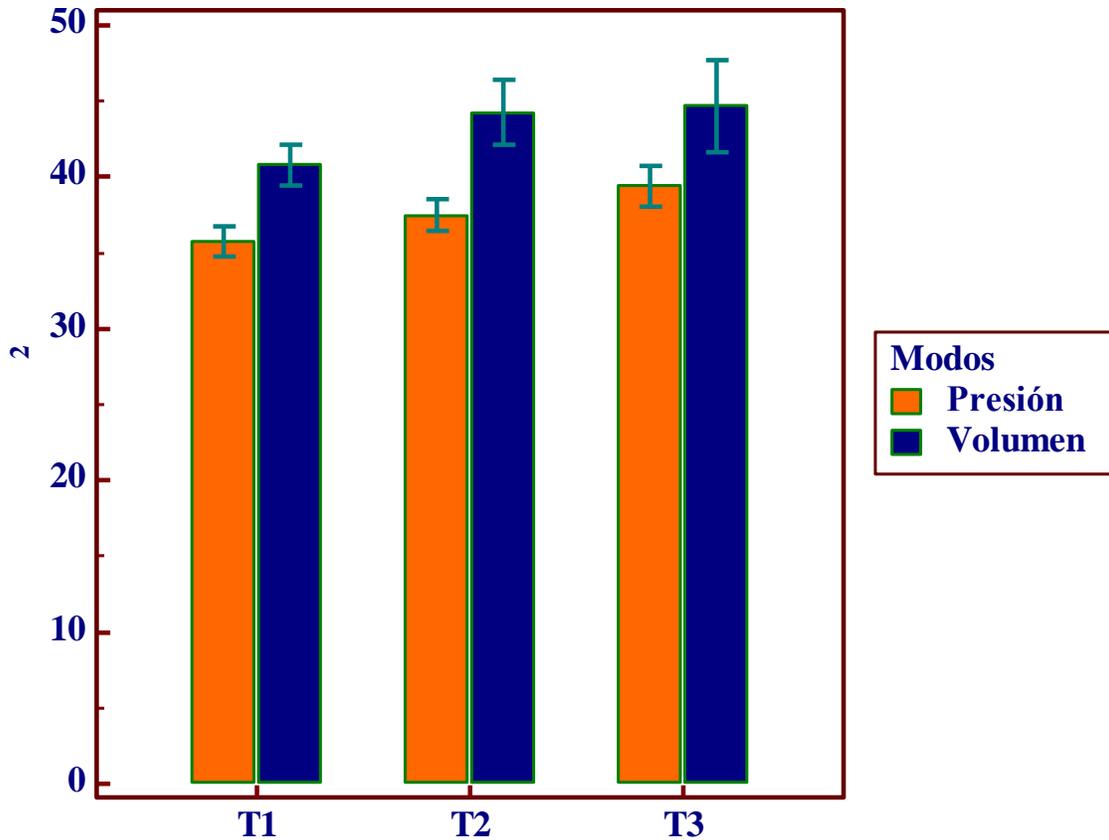
Fuente: Instrumento de recolección de datos.

Gráfico 3
DIAGRAMA DE ERROR DE LA PaCO₂- COMPLIANCE ESTÁTICO DINÁMICO
Y CO₂ EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR,
PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN
MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL
UNIVERSITARIO DE CARACAS
MAYO- SEPTIEMBRE DE 2011



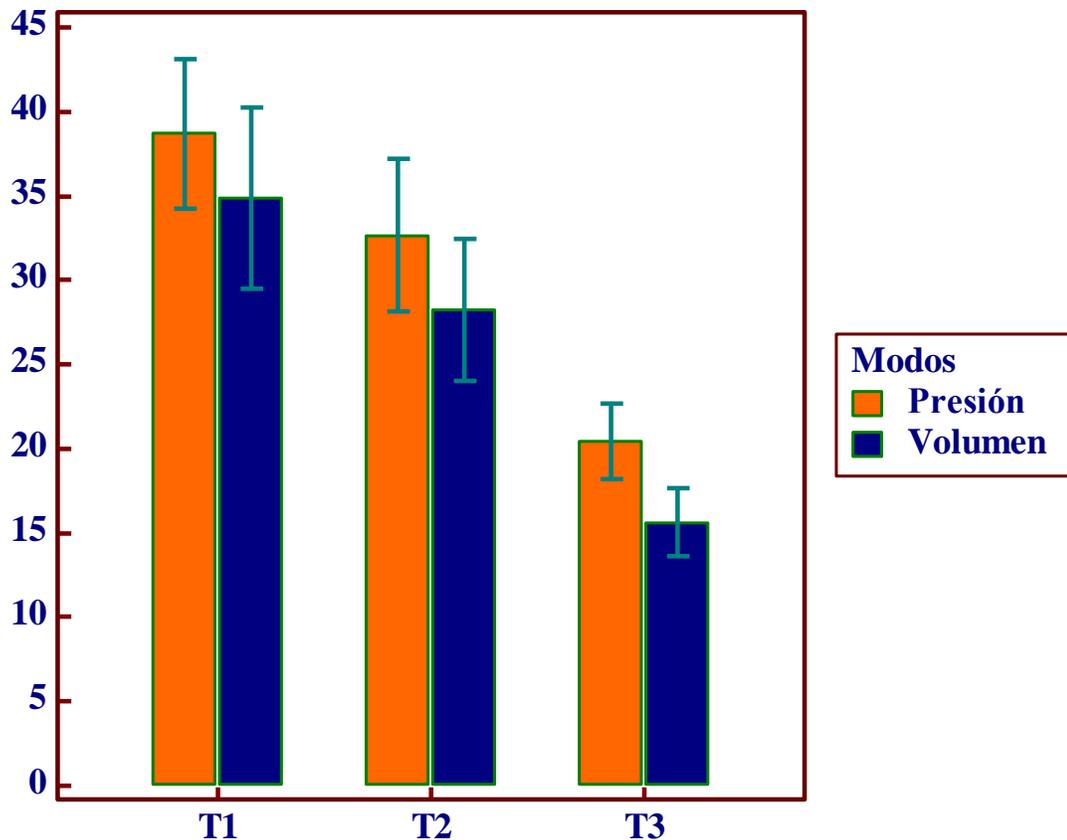
Fuente: Instrumento de recolección de datos.

Gráfico 4
DIAGRAMA DE ERROR DE LA $ETCO_2$ - COMPLIANCE ESTÁTICO DINÁMICO
Y CO_2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR,
PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN
MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN
SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA, HOSPITAL
UNIVERSITARIO DE CARACAS
MAYO - SEPTIEMBRE DE 2.011



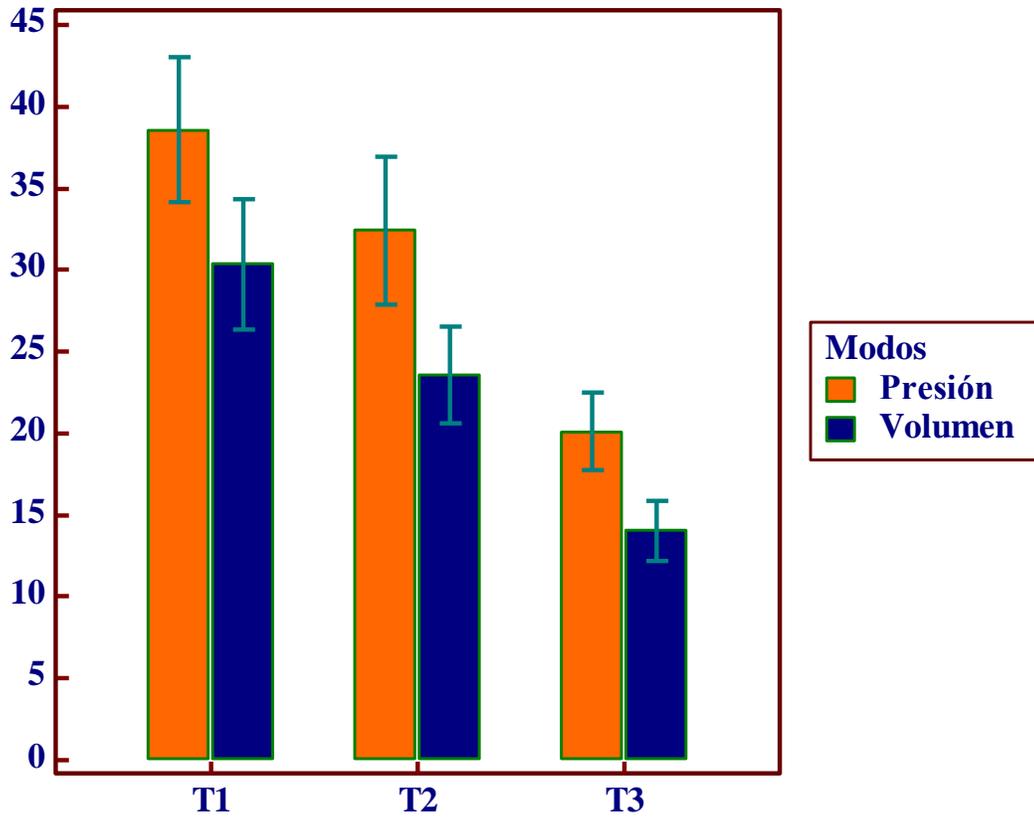
Fuente: Instrumento de recolección de datos.

Gráfico 5
DIAGRAMA DE ERROR DEL COMPLIANCE ESTATICO – COMPLIANCE ESTÁTICO DINÁMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS
MAYO- SEPTIEMBRE DE 2011



Fuente: Instrumento de recolección de datos.

Gráfico 6
DIAGRAMA DE ERROR DEL COMPLIANCE DINÁMICO – COMPLIANCE ESTÁTICO DINÁMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS MAYO-SEPTIEMBRE DE 2011



Fuente: Instrumento de recolección de datos.

DISCUSIÓN

Tanto la evolución de la monitorización, las técnicas modernas de aislamiento pulmonar y el desarrollo de la ventilación mecánica han permitido el avance de la cirugía de tórax. El advenimiento de modernas máquinas de anestesia, que permiten no solo la disponibilidad de diferentes modos ventilatorios, sino además la posibilidad de monitorización de múltiples parámetros ventilatorios como la presión pico, meseta, presión de la vía aérea y el compliance pulmonar, han permitido la realización de procedimientos intratorácicos cada vez más complejos⁸.

En el presente estudio, se evidenció que en la ventilación mecánica de un solo pulmón, el mejor modo ventilatorio es el modo presión, debido a que es mejor tolerado por el compliance del pulmón dependiente con una presión inspiratoria segura, que mejora la relación V/Q, al permitir ventilar zonas con compliance severamente disminuido, evitando que el reflejo de vasoconstricción hipóxica se active por lo que no hay derivación de flujo sanguíneo, disminuyendo el shunt, mejorando la oxigenación y minimizando la injuria pulmonar asociada a ventilación mecánica.

El paciente sometido a cirugía torácica, bajo aislamiento pulmonar, lleva inmerso una serie de cambios fisiológicos, dentro de los que se han descrito cambios hemodinámicos tanto en la circulación sistémica como pulmonar, debidos a la posición del paciente en la mesa operatoria y la apertura pleural, que deriva el gasto cardíaco hacia la arteria pulmonar del pulmón declive. Estas variaciones hemodinámicas pueden exacerbarse por la acción farmacológica de los agentes anestésicos y los cambios cíclicos de la presión intratorácica durante la ventilación mecánica^{1,2-8-10}. Trca y col, describen el aumento del gasto cardíaco al momento de la apertura pleural y la disminución progresiva de la PAM durante la cirugía por disminución de la resistencia periférica total²⁵; diversos estudios citados por Otomar, no han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la FC, hecho que coincide con los hallazgos de este trabajo de investigación²⁶.

De la relación ventilación-perfusión pulmonar, va a depender en forma importante el intercambio gaseoso. Ésta relación es influenciada por la gravedad, teniendo en las zonas superiores mayor ventilación y pobre perfusión y en las zonas declives mayor perfusión que ventilación, hecho descrito por West¹⁴ y que ha sido complementado con el concepto de distribución del flujo, en capas de cebolla, donde se describe un flujo reducido en la periferia del pulmón, y un flujo mayor hacia el hilio pulmonar, cuando se realiza ventilación mecánica (VMS)²⁷. La circulación pulmonar responde a la hipoxia con incremento de la presión en la arteria pulmonar y aumento de las resistencias vasculares, a diferencia de la circulación sistémica la cual responde con vasodilatación; el factor que modula la perfusión pulmonar, en la ventilación unipulmonar, es el reflejo de vasoconstricción hipóxica que es un mecanismo fisiológico de autorregulación frente a la hipoxia, que deriva de forma activa, el flujo sanguíneo de las zonas pulmonares no ventiladas (pulmón proclive), a zonas bien ventiladas (pulmón declive), con el fin de garantizar la relación V/Q, derivando el flujo a zonas ventiladas y de este modo, asegurar el intercambio gaseoso. Actúa aumentando las resistencias vasculares pulmonares, fundamentalmente en las arteriolas pre capilares situadas muy cercanas a los alveolos²⁸.

Benumof señala que en la ventilación unipulmonar en decúbito lateral y el tórax cerrado, el pulmón dependiente va a tener un compliance disminuido, ubicándolo en un lugar bajo en la curva volumen/presión alterando la relación V/Q, aumentando la predisposición de atelectasias y aumentando la posibilidad de desaturación y retención de CO₂¹. Además de disminuir la CRF del pulmón declive, fenómeno que se observa desde la inducción anestésica por hipoventilación, la relajación muscular y la instauración de la ventilación con presión positiva causan un cambio adicional de predominio ventilatorio hacia el pulmón superior. El desplazamiento estático del diafragma relajado, por la presión del contenido abdominal, el mediastino y la fuerza de la gravedad producen una restricción del pulmón inferior, a lo que se agrega el rollo colocado debajo del tórax, que hacen sinergia, causando disminuciones adicionales en su distensibilidad^{1, 9, 21}.

Con la apertura pleural y la pérdida de la presión intrapleurales negativa, se libera el peso del mediastino sobre el pulmón declive, al iniciar la ventilación pulmonar selectiva, el pulmón proclive (quirúrgico) queda excluido de la ventilación, lo que determina unas modificaciones típicas de la mecánica ventilatoria y el compliance pulmonar del pulmón declive disminuye, debido a que ese pulmón ventilado está comprimido y con la movilidad limitada^{2,9}. La resistencia de la vía aérea aumenta significativamente, ya que el gas tiene que pasar solo por una de las ramas de tubo de doble luz, con lo cual el diámetro interno del tubo queda reducido a la mitad. Esto genera aumento en las presiones pico de la vía aérea hasta del 55%, debido al aumento de la resistencia friccional al flujo, ocasionado por el menor diámetro interno de la rama bronquial del tubo de doble luz. La Presión meseta aumenta en promedio 41,9% debido a la disminución de la compliance^{30,31}. Este hecho fue identificado en el presente estudio, evidenciando disminución del compliance posterior a la selectivización lo cual se documentó con un incremento de la presión pico.

En este estudio, la compliance dinámica, se obtuvo del cociente del volumen corriente entre el pico de presión inspiratoria en los diferentes tiempos, sustrayéndole el PEEP, observándose una disminución progresiva de la distensibilidad en ambos modos ventilatorios, cuyos resultados estadísticamente significativos se reportaron en el grupo MP, en donde el pico de presión no superó los 30 cm de H₂O previamente establecido, acorde a la literatura, cuya principal ventaja de la ventilación modo presión frente al modo volumen es la programación del pico de presión inspiratorio en la vía aérea, disminuyendo el riesgo de barotrauma durante la ventilación mecánica³².

Se evaluó el compliance estático a través de la presión meseta, y se observó una disminución de la distensibilidad a lo largo del tiempo entre los dos grupos, registrándose una disminución marcada del compliance en el grupo MV en T2 y T3, razón por la cual se limitó la presión meseta a 30cmH₂O, observándose que el 70% de los pacientes del grupo MV llegaron al límite de presión sin lograr obtener un volumen corriente adecuado,

por lo que se cambió el modo ventilatorio al modo presión para evitar el daño pulmonar, acorde a diversos estudios que indican que existe una fuerte correlación de barotrauma cuando la presión meseta sobrepasa los 35cmH₂O, importante causa de mortalidad en los pacientes sometidos a resección pulmonar³³.

Es esperable, que ante la reducción de la compliance pulmonar, la ventilación se comprometa en mayor o menor grado, con la consecuente acumulación de CO₂, evidenciada en el incremento del ETCO₂ y PaCO₂, que son indicadores útiles para evaluar el espacio muerto fisiológico y la eficacia ventilatoria en pacientes que por lo general manejan altos niveles de CO₂ arterial y bajos niveles de oxígeno¹⁴. La eliminación CO₂ está estrechamente relacionada con la ventilación (volumen de aire efectivo alveolar) y se determina mediante la presión parcial de CO₂ (PaCO₂, expresada en mmHg), Para valorar la eficacia ventilatoria, se tomó como indicador la PaCO₂, debido a que el CO₂ es el único gas que aporta información sobre la eficacia de la ventilación alveolar³¹. La capacidad de difusión del CO₂ depende de varios factores como el área de superficie, grosor de la membrana hematogaseosa y el volumen capilar sanguíneo pulmonar^{1,14}. Al existir una disminución de la eliminación de CO₂ llevará a deficiente intercambio gaseoso y una deficiente oxigenación. Usualmente la eliminación del CO₂ durante la ventilación unipulmonar no es un problema, sin embargo, algunos autores señalan que la ventilación a un pulmón tiene mucho menos efecto sobre la PaCO₂, comparada con su efecto sobre la PaO₂, acotando que el pulmón ventilado puede eliminar el CO₂ compensando al pulmón no ventilado y de todas formas la PaCO₂ disminuirá³³.

En la presente investigación se documentó valores normales a lo largo de todo el estudio de ETCO₂ y PaCO₂ en el grupo MP a lo largo de todos los tiempos, en comparación con el grupo MV donde se comprometió la ventilación al elevarse el ETCO₂ y la PaCO₂ a lo largo de los 3 tiempos. Unzueta y col, también compararon la ventilación modo volumen versus modo presión durante la ventilación de un solo pulmón, reportando valores de PaCO₂ y ETCO₂ sin variaciones estadísticamente significativas, señalando la misma eficacia ventilatoria, en ambos modos ventilatorios³².

La realización de este trabajo de investigación y las observaciones realizadas y documentadas clínica y estadísticamente, en los pacientes sometidos a resección pulmonar, bajo ventilación de un solo pulmón, y en la cual se compararon los modos ventilatorios volumen Vs presión, nos permiten concluir que:

1. No se observó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio en las variables demográficas.
2. Todos los pacientes, pertenecientes a ambos grupos en este estudio, presentaron estabilidad hemodinámica, sin alteraciones clínicamente significativas entre los grupos.
3. El compliance estático, presentó un mejor desempeño, en el grupo modo presión, evidenciándose un mejor manejo ventilatorio en estos pacientes.
4. El Compliance dinámico, fue observado en forma más adecuada, en los pacientes manejados en modo presión, existiendo en este grupo una estrategia más segura de la ventilación mecánica.
5. La ventilación modo presión, permitió un manejo adecuado de los niveles de CO₂ arterial, superando a aquellos pacientes ventilados modo volumen.
6. Ningún paciente ventilado en modo presión, requirió cambio de modo, en contraposición al modo volumen, donde el 70% (7 pacientes), requirió cambio a modo presión.

Por todo lo anterior, este estudio concluye que el mejor modo ventilatorio para los pacientes que fueron sometidos a resección pulmonar, bajo aislamiento pulmonar, fue el modo presión, el que mostró un mejor desempeño ventilatorio, el cual se monitoreó a través de la determinación del compliance estático, dinámico y el análisis de la PaCO₂ y EtCO₂.

Dentro de las limitaciones del estudio, tenemos los tiempos de observación, desconocemos si el comportamiento posterior a los 15 minutos de apertura pleural sea el mismo, por lo cual se sugiere realizar estudios futuros, que contemplen la observación de todo el intra operatorio, para valorar tal aspecto.

Recomendamos además tener en cuenta la medición del espacio muerto fisiológico en futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme tan valiosa oportunidad,
a mi esposa Glenda Coronado, por su apoyo incondicional,
a mis hijos por su paciencia,
a mis docentes por sus enseñanzas.

Frank E. Gámez M.

A Dios el Médico de médicos,
a mis padres y hermanos, y
a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio invirtieron su
tiempo y conocimiento para ayudarme a realizar esta investigación.

Ángela C. Merchán P.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benumof Jt, Alfery DD. Anestesia en cirugía torácica Barcelona. Doyma-SA. 1993; 1379-1645.
2. Moreno, R. Ramasco, F. Manual de anestesia y medicina perioperatoria en Cirugía Torácica. Madrid. 2009.
3. Brochard L, Mancebo J. Ventilación artificial. Principios y aplicaciones. París: Arnette-Blackwell; 1996.
4. Larrazabal C. Carlos Rivas Larrazabal y la Anestesiología Venezolana. Caracas, 1995.
5. Besso J, Medicina Crítica, Sociedad Venezolana de Anestesia, Editorial Ateproca, Caracas, 2.006.
6. García, R. López, P. Experiencia inicial con los bloqueadores bronquiales tipo Arndt en cirugía torácica. Rev. Esp. Anestesiol. Reanim. 2005; 52: 19-23
7. Double-Lumen Tube malfunction caused by the carinal hook. Anesthesiology 1995, 83:639.
8. Jiménez, M. Teruel, Y. Alfageme, M. Desarrollo histórico de la ventilación mecánica. Intensivos 2008. 11-01.
9. Aldrete JA, Anestesiología teórico práctica. Editorial Salvat, S.A: Mexico 1991: 111-170
10. Barash PG, Clinical anesthesia, Lippincott –Raven Publishers, Philadelphia; 1996 778-785
11. Bhutani V. Sivieri E. Clinical Use of Pulmonary Mechanics and Waveform Graphics. Volume 28, Number 3, September 2001.
12. Lovesio C, Medicina Intensiva, Ventilación Mecánica. Editorial el Ateneo, Buenos Aires 2006.
13. Tobin MJ. Principles and practice of mechanical ventilation. Nueva York: Mc Graw Hill; 1994
14. West, J. Fisiología Respiratoria. Editorial Panamericana. 7ma Edición. California.
15. Brochard L, Mancebo J. Ventilación artificial. Principios y aplicaciones. París: Arnette-Blackwell; 1996

16. Trajkovska, T. Nikolovska, G. Taleska, S. Volume controlled versus pressure controlled ventilation during one-lung ventilation. *Respiration* 2011. A-268
17. Luque, M. Garrido, C. Barrio, E. Comparison between volume-controlled ventilation versus pressure-controlled ventilation during one-lung ventilation in thoracic surgery in patients with impaired preoperative lung function. *Respiration*. 2011. 5AP2-2
18. Castillo, M. Heerdt, P. Pulmonary resection in the elderly. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2007, 20:4–9
19. Seiji, I. Jens, L. One-lung ventilation and arterial oxygenation. *Current Opinion in Anesthesiology* 2011,24:24–31..
20. Erwin, S. Hans, F. Ventilación mecánica selectiva. *Rev Colomb Neumol* 2010; 22(3): 108-118.
21. Famato M., Marini J.: Barotrauma, Volutrauma, and the ventilation of acute lung injury. En Marini J., Slutsky A. (Edit.): *Physiological basis of ventilatory support*. Marcel Dekker, New York, 1998
22. Vidal, F. Delgado, C. Calvo, E. Lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica. *Med Intensiva*. 2007;31(1):18-26
23. Bastin, A. Sato, H. Davidson, S. Biomarkers of lung injury after one-lung ventilation for lung resection. *Respirology* 2011. 16, 138–145
24. Edmond, I. Eger, I. Age, Minimum Alveolar Anesthetic Concentration, and Minimum Alveolar Anesthetic Concentration-Awake. *Anesth Analg* 2001;93:947–53.
25. Trca, S. Krska, Z. Kittnar, O. Hemodynamic response to thoracoscopy and thoracotomy. *Physiol Res* 2010; 59:363–571.
26. Otomar, K. Cardiac preload: hemodynamic physiology during thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2011,24:21–23
27. Kleen, M. Zwissler, B. Physiology of pulmonary perfusion: new concepts. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2001, 14:51-57
28. Gong, Q. Yang, Z. Wei, W. The changes of pulmonary blood flow in non-ventilated lung during one lung ventilation. *Journal of Clinical Monitoring & Computing*. 2010. 24(6):407-412.
29. Carvallo, E. Fonseca, H. *Fisiología Respiratoria segunda edición*, Ediciones Fundaeducu, Barquisimeto Edo. Lara 1995.

30. Unzueta, M. Casas, J. Moral, M. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation during one-lung ventilation for thoracic surgery. *Anesth Analg* 2007; 104:1029–1033.
31. Pardos, P. Garutti, I. Piñeiro, P. Effects of ventilatory mode during one lung ventilation on intraoperative and postoperative arterial oxygenation in thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009; 23:770–774.
32. Kilpatrick, B. Slinger, P. Lung protective strategies in anaesthesia. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2010. 105-108-i116.
33. Bruells C, Rossaint R. Physiology of gas exchange during anaesthesia, *European Journal of Anaesthesiology* 2011, Vol 28 No 8

Anexo 1

Caracas, ____ de _____ 2010

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En el presente estudio yo, _____, titular de cédula de identidad Nro. _____, mayor de edad, domiciliado en _____, declaro que he sido informado sobre mi estado de salud por el Dr. Frank Enrique Gámez Molina y Dra. Ángela Carolina Merchán Penoth, Residentes del Post-grado de Anestesiología del Hospital Universitario de Caracas y de la necesidad de recibir anestesia general bajo ventilación mecánica en la cirugía de resección pulmonar.

Se me han explicado los resultados esperados y las posibles complicaciones o efectos adversos los cuales son: el barotrauma, volutrauma, atelectrauma. Si en el momento del acto quirúrgico surgiera algún imprevisto, el equipo médico podrá modificar el plan programado.

Se me ha explicado los cuidados, precauciones y tratamientos que necesito seguir antes y después de la cirugía de resección pulmonar.

Entiendo que el material obtenido será enviado al Departamento de anatomía patología para su estudio.

Entiendo que puedo revocar mi consentimiento para el procedimiento propuesto, en cualquier momento. Expreso que he entendido mi situación y procedimiento a realizar.

En el presente documento doy mi autorización para recibir anestesia general bajo ventilación mecánica para determinar el compliance estático-dinámico y CO₂ bajo ventilación unipulmonar en modo volumen o modo presión.

Firma del paciente:	_____	Cédula de identidad:	_____
Firma del médico:	_____	Cédula de identidad:	_____
Firma del médico:	_____	Cédula de identidad:	_____

Caracas, ____ de _____ 2010

INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE

Estimado paciente, cuando usted llegue a quirófano será recibido por Frank Enrique Gámez Molina y Ángela Carolina Merchán Penoth, Residentes del Post-grado de Anestesiología del Hospital Universitario de Caracas, quienes se encuentran realizando el Trabajo de grado para optar a Médicos Especialistas en Anestesiología titulado: COMPLIANCE ESTÁTICO-DINÁMICO Y CO₂ EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACIÓN UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN.

Antes de realizarle cualquier procedimiento, le mediremos los signos vitales. Se le tomarán dos venas por donde se le colocarán los medicamentos anestésicos para dormirlo.

Y a través de un tubo, lo ventilaremos con una máquina de anestesia, de acuerdo al modo ventilatorio del grupo que quede asignado.

Existen riesgos que pudiesen presentarse con los diferentes modos ventilatorios, complicaciones en relación al aumento o disminución del volumen o presión que se han colocados antes al inicio de la operación en el ventilador. Sin embargo, existe personal y equipo médico quirúrgico que puedan solventar la situación y en caso tal, de que el modo ventilatorio escogido para usted no le sea favorable, se cambiará inmediatamente al otro modo ventilatorio.

La participación en la presente investigación es voluntaria y puede manifestar en cualquier momento la decisión de retirarse de la misma, sin que esto afecte la calidad del tratamiento médico-quirúrgico al cual va a ser sometido.

Los datos recogidos serán tratados con la más absoluta confidencialidad, y no podrán ser divulgados fuera del contexto científico para el cual fue diseñado el presente estudio.

Paciente
Cédula de identidad

Testigo
Cédula de identidad

Testigo
Cédula de identidad

Anexo 3

**FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
COMPLIANCE ESTÁTICO- DINÁMICO Y CO2 EN PACIENTES SOMETIDOS A
VENTILACION UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN
VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN**

EDAD		SEXO		PESO		ASA	
------	--	------	--	------	--	-----	--

MODO VOLUMEN	
Iniciar a 8 cc/Kg	

MODO PRESION	
Iniciar a 15 mm de Hg	

CAMBIO DE MODO VENTILATORIO	
SI	NO

TIEMPO	FC	TAM	PVC	PaCO2	PaO2	ETCO2	SPO2	VC	P. Pico	P. Meseta	PEEP	Compliance Estático	Compliance Dinámico
T0													
T1													
T2													
T3													

FC	Frecuencia Cardiaca	Observaciones:
TAM	Tensión Arterial Media	
PVC	Presión Venosa Central	
PaCO2	Presión arterial de CO2	
ETCO2	CO2 Teleespirado	
SPO2	Oximetría de pulso	
VC	Volumen corriente	
P. Pico	Presión Respiratoria Pico	
P. Meseta	Presión Meseta	
PEEP	Presión al final de la Espiración	
Compliance Estático	Compliance Estático	
Compliance Dinámico	Compliance Dinámico	



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS

**COMPLIANCE ESTÁTICO - DINÁMICO Y CO₂ EN PACIENTES SOMETIDOS
A VENTILACIÓN UNIPULMONAR, PARA RESECCIÓN PULMONAR EN
VENTILACIÓN MODO VOLUMEN VERSUS MODO PRESIÓN**

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en
Anestesiología

Frank Enrique Gámez Molina

Ángela Carolina Merchán Penoth

Caracas, Junio 2012