



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

**VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES
SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT
EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.**

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

Sandra Valentina Gutiérrez Chacón

Isabel María Uparela Ramírez

Tutor: Domingo Khan

Caracas, 5 de diciembre de 2012

DR. DOMINGO KHAN

(PROFESOR INSTRUCTOR DEL POSTGRADO DE ANESTESIOLOGÍA Y JEFE DEL
SERVICIO DE QUIRÓFANO DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS)

TUTOR

DR. JUAN YUNGANO

(PROFESOR INSTRUCTOR DEL POSTGRADO DE ANESTESIOLOGÍA DEL HOSPITAL
UNIVERSITARIO DE CARACAS)

JEFE DE SERVICIO

DR. JOSÉ POTENTE

(PROFESOR INSTRUCTOR DEL POSTGRADO DE ANESTESIOLOGÍA DEL HOSPITAL
UNIVERSITARIO DE CARACAS)

COORDINADOR ACADÉMICO

DEDICATORIA

A Dios por guiar cada día de nuestras vidas y permitirnos alcanzar esta nueva meta.

A nuestros padres por su apoyo incondicional en cada una de las etapas de nuestras vidas, y ésta no ha sido la excepción.

A Jeiner y Dennys por su paciencia y comprensión.

A nuestro Tutor por ser una guía en este proceso.

A nuestros compañeros por acompañarnos en este recorrido.

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

**VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES
SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT
EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.**

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

Sandra Valentina Gutiérrez Chacón

Isabel María Uparela Ramírez

Tutor: Domingo Khan

Caracas, 5 de diciembre de 2012

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MÉTODOS.....	21
RESULTADOS.....	25
DISCUSIÓN.....	54
AGRADECIMIENTOS.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS.....	68

Sandra Valentina Gutiérrez Chacón, CI.17.115.346. Sexo: femenino, E-mail: sv_gutierrez@hotmail.com. Telf.: 0414-9124691/0212-6067239. Dirección: Hospital Universitario de Caracas. Curso de Especialización en Anestesiología.

Isabel María Uparela Ramírez, CI.26.202.973. Sexo: femenino, E-mail: isamar144@hotmail.com. Telf.: 0414-2917384/0212-6067239. Dirección: Hospital Universitario de Caracas. Curso de Especialización en Anestesiología

Tutor: **Domingo Khan**, CI. 5.613.985. Sexo: masculino, E-mail: khan.domingo@gmail.com. Telf.: 0414-3377033/0212-6067239. Dirección: Hospital Universitario de Caracas. Especialista en Anestesiología

RESUMEN

Objetivo: Comparar los modos ventilatorios controlados por presión y volumen en pacientes sometidos a prostatectomía robot-asistida en posición de Trendelenburg. Método: Se realizó un estudio prospectivo, comparativo y al azar, con 12 pacientes masculinos ASA I y II, divididos en dos grupos, modo presión (grupo P) y modo volumen (grupo V), en quienes se monitorizaron variables hemodinámicas y respiratorias en seis tiempos perioperatorios (t1: aire ambiente, t2: 10 min de ventilación mecánica, t3: 10 min de neumoperitoneo, t4: 30 min de Trendelenburg, t5: 120 min de Trendelenburg y t6: 1h en SCPA) y la función pulmonar con espirometría pre y postoperatoria. Resultados: En el grupo P se presentaron valores de presión pico de la vía aérea menores que en el grupo V en los tiempos 3, 4 y 5 con significancia estadística ($p < 0,05$), sin embargo en las otras variables estudiadas no se encontraron diferencias entre ambos grupos. Conclusión: No existen ventajas al comparar la ventilación modo presión con la ventilación modo volumen en cuanto a mecánica ventilatoria, intercambio gaseoso y variables hemodinámicas, a excepción de la presencia de menores presiones pico en el modo ventilatorio controlado por presión.

Palabras clave: Ventilación modo presión, ventilación modo volumen, neumoperitoneo, Trendelenburg, Prostatectomía robótica.

ABSTRACT

Objective: To compare the pressure-controlled and volume-controlled ventilation modes in patients undergoing robot-assisted prostatectomy in Trendelenburg position. Method: Prospective, comparative and randomized study in 12 male patients ASA I and II, divided into two groups, pressure-controlled (P group) and volume-controlled (V group), in whom hemodynamic and respiratory variables were monitored in six perioperative times (t1: ambient air, t2: 10 min of mechanical ventilation, t3: 10 min of pneumoperitoneum, t4: 30 min of Trendelenburg, t5: 120 min of Trendelenburg, t6: 1h in PACU) and lung function with spirometry before and after surgery. Results: The P group had lower peak airway pressure than the V group at 3, 4 and 5 times with statistical significance ($p < 0,05$), however no other variables differed between the groups. Conclusion: No advantages comparing pressure-controlled ventilation with volume-controlled ventilation regarding respiratory mechanics, gas exchange and hemodynamic variables, except for the presence of lower peak airway pressure in the pressure-controlled ventilation.

Keywords: Pressure-controlled ventilation, volume-controlled ventilation, pneumoperitoneum, Trendelenburg, Robotic prostatectomy.

INTRODUCCIÓN

El manejo ventilatorio en anestesia constituye un reto para el anesthesiólogo, ya que de él depende el adecuado intercambio gaseoso y por tanto la oxigenación de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo. La complejidad de ventilar a un paciente radica en sus condiciones fisiopatológicas previas, el tipo de cirugía al cual será sometido y otros factores como el posicionamiento y la insuflación de gases en la cavidad peritoneal. El éxito anestésico depende entonces en gran parte del adecuado manejo ventilatorio y su adecuado monitoreo, disminuyendo así la incidencia de complicaciones tanto en el intraoperatorio como en el postoperatorio.

Planteamiento y delimitación del problema

El uso de la cirugía laparoscópica o mínimamente invasiva se ha incrementado en las últimas dos décadas. Ésta ha llegado a ser empleada de rutina en patologías quirúrgicas, frecuentes tanto en la población pediátrica como en la población adulta ⁽¹⁾.

La razón del creciente empleo de estas técnicas en la práctica clínica diaria se debe a las ventajas que éstas presentan en relación con la reducción del dolor postoperatorio, la pronta y confortable recuperación y por tanto, la menor estancia hospitalaria. Es por esto que la comunidad científica ha desarrollado instrumentos para complementar y facilitar la realización de este tipo de cirugías, disminuyendo así las complicaciones atribuibles al error humano y es por esto que en el año 1999 se introdujo el sistema robótico, el cual constituye un avance en la tecnología médica, con el cual se han obtenido excelentes resultados ⁽²⁾.

Entre los modelos de robots médicos que han sido diseñados están el Cody, Evender, Probot, Robodoc, Puma, Neuromate, PathFinder, Cyberknife, Aesop, Zeus y el Da Vinci, siendo éste último el que ha demostrado tener mayor precisión en el campo quirúrgico ⁽³⁾. En la actualidad se cuenta con aproximadamente con más de 2.500 sistemas robóticos instalados a nivel mundial ⁽⁴⁾.

El robot Da Vinci consiste en diversos instrumentos para uso endoscópico y una cámara, los cuales son guiados desde una consola por un operador bajo visión directa tridimensional y en tiempo real, cirugía para la que se ameritan pequeñas incisiones ^(3,5).

Los cirujanos han introducido el sistema Da Vinci a través de una amplia gama de especialidades. Dentro de la cirugía general se utiliza para la cirugía anti-reflujo, bariátrica, colecistectomía, esplenectomía, resección de colon y adrenalectomía. Se ha utilizado en cirugía cardiotorácica para revascularización coronaria, plastia de válvula mitral y lobectomía pulmonar y más recientemente, el sistema se ha utilizado en cirugía de base de cráneo en donde la ampliación de los movimientos permite la manipulación de instrumentos de manera precisa. En la actualidad se han obtenido buenos resultados en cirugía oncológica ginecológica y urológica ⁽²⁾.

Hoy en día la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot es la técnica más rápida para tratar el cáncer de próstata localizado, y el sistema Da Vinci fabricado por Intuitive Surgical® es el más frecuentemente utilizado. En los Estados Unidos en el año 2007 alrededor de un 60-70% de las prostatectomías radicales fueron llevadas a cabo con la asistencia del sistema Da Vinci ⁽⁶⁾.

A pesar de ser esta cirugía denominada mínimamente invasiva ha demostrado tener grandes repercusiones a nivel fisiológico. En la cirugía prostática se han descrito numerosas alteraciones ventilatorias, como lo son el desajuste en la relación ventilación-perfusión, la disminución de la capacidad residual funcional, disminución de la capacidad vital, disminución de la compliance pulmonar, incremento de la presión pico de la vía aérea, congestión pulmonar y edema, hipercapnia y acidosis respiratoria; todas éstas asociadas a la colocación del paciente en posición de Trendelenburg forzado durante el acto quirúrgico, la insuflación de dióxido de carbono para la producción del neumoperitoneo y al tiempo quirúrgico ^(2,3).

Teniendo en cuenta las alteraciones ventilatorias anteriormente expuestas, en el presente estudio se plantea comparar los modos ventilatorios volumen versus presión en pacientes sometidos a prostatectomía laparoscópica asistida por robot en posición de Trendelenburg, para así determinar si existen ventajas de un modo ventilatorio con respecto al otro, lo que permita al anestesiólogo brindar una ventilación más adecuada y con menores complicaciones, a los pacientes a los que se les practica este tipo de procedimientos.

La investigación fue realizada por residentes de 3er año del Postgrado de Anestesiología, incluyendo pacientes sometidos a prostatectomía laparoscópica asistida por robot, durante el período comprendido entre noviembre 2011 y abril 2012, en el área quirúrgica del Hospital Universitario de Caracas.

Justificación e importancia

La utilización de la cirugía laparoscópica asistida por robot en Venezuela se ha incrementado desde su introducción hace aproximadamente seis años, abriéndose campo en las cirugías general, ginecológica y urológica. Dentro de estas últimas la prostatectomía radical es la cirugía que se hace con mayor frecuencia en el país y en el mundo mediante esta tecnología.

En el Hospital Universitario de Caracas se realizaron 38 prostatectomías radicales asistidas por robot durante el año 2010, número que se prevee seguirá incrementándose debido a la mejor capacitación del personal del área quirúrgica para la realización de estas técnicas.

De igual manera el equipo de anesthesiólogos de dicha institución se ha enfrentado al desafío de manejar desde el punto de vista ventilatorio a estos pacientes, que durante la cirugía se encuentran en posición de Trendelenburg forzado, asociándose además la insuflación del CO₂ en la cavidad peritoneal, lo que conlleva a numerosas alteraciones a nivel fisiológico que en ocasiones pueden desencadenar el desarrollo de complicaciones intraoperatorias y postoperatorias.

En la revisión de la literatura internacional, nacional e institucional no se cuenta con bibliografía concluyente sobre cual es el modo ventilatorio más adecuado a utilizar en estos casos y por esta razón, es pertinente la evaluación y comparación de los modos de ventilación mecánica más frecuentemente utilizados en este tipo de cirugía y sus beneficios y así dar respuesta a esta necesidad a fin de que el acto anestésico sea realizado de forma más segura en este tipo de pacientes.

La monitorización invasiva en estas intervenciones se hace de rutina, y los cambios ventilatorios son valorados intraoperatoriamente mediante el análisis gasométrico arterial, por

lo que la utilización de estos procedimientos en esta investigación no incrementa los costos ni la morbilidad.

Antecedentes

La cirugía laparoscópica ha experimentado un desarrollo importante en los últimos años. No es una técnica nueva, pues ya cuenta con casi un siglo de antigüedad, en 1805 Philip Bozzini fue el primero en examinar vejigas, a través de un sistema de velas y espejos en caninos, pero no fue sino hasta el siglo XIX cuando las fuentes de luz y los lentes evolucionaron a endoscopios y los cirujanos e internistas realizaron las primeras cistoscopias, proctoscopias, laringoscopias y esofagoscopias. En 1901 el cirujano alemán George Kelling usó el cistoscopio acompañado de neumoperitoneo en perros e hizo así la invención de la técnica celioscópica, la cual fue aplicada posteriormente a seres humanos. Su experiencia fue publicada en 1910 aunque soportó duras críticas por parte de la comunidad médica ⁽⁷⁾.

En 1910 Jacobaeus, cirujano sueco, realizó 17 laparoscopias con neumoperitoneo y 2 toracoscopias en humanos, a demás de 20 laparoscopias en cadáveres evaluando así detalladamente las estructuras intraperitoneales. Un año más tarde en la escuela de medicina Johns Hopkins, se reportó en 1911 la primera organoscopia usando un proctoscopio o cistoscopio rudimentario con iluminación aportada desde un faro con electricidad, ésta fue llevada a cabo por Bernheim, y consistió en una incisión en epigastrio e inserción del endoscopio dentro de la víscera ⁽⁸⁾.

En 1930 el internista Jhon Ruddock popularizó la laparoscopia en Estados Unidos y desde entonces se identificó claramente la meta de la cirugía mínimamente invasiva debido a que se lograba realizar diagnóstico y tratamiento de manera segura y con poca morbilidad ⁽⁷⁾.

El desarrollo de la cirugía laparoscópica tuvo una evolución gradual pero no fue una revolución, esto se evidencia en el hecho de que sólo hasta 1991 luego de 90 años de realizada la primera prostatectomía perineal, es cuando se realiza la primera prostatectomía radical por laparoscopia ^(7,9).

Simultáneamente al desarrollo de la cirugía laparoscópica se venía desarrollando de manera silenciosa la tecnología robótica.

El término robot es derivado de la palabra checa "robata" que significa trabajo forzado o servidumbre, en 1921 Karel Capek es el primero en acuñar este término en su drama satírico "Rossum's Universal Robots" escrito como protesta a la industrialización de Europa ^(2,10).

El primer robot real llegó a aparecer en 1940 con la introducción de diseños de manipuladores industriales para realizar una sola tarea de forma autónoma, repetitiva y precisa y progresivamente se incrementó la complejidad de las tareas ⁽²⁾.

Desde 1980 fueron desarrollados telemanipuladores por la National Aeronautics and Space Administration (NASA) controlados de manera remota para realizar actividades en el espacio ⁽¹⁰⁾.

El sistema robótico médico que existe en la actualidad tuvo su origen en el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, dicha institución dedicó gran interés en el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías para la dotación de los robots por la necesidad de administrar en el campo de batalla atención quirúrgica de manera segura ⁽¹¹⁾.

En 1992 Robodoc (Integrated Surgical Systems) fue introducido para su uso en cirugía de reemplazo de cadera, en la práctica clínica éste ha sido utilizado para más de 5.000 procedimientos de ésta índole en Europa, pero aún no goza de aprobación por parte de la Food and Drug Administration (FDA) para su uso en los Estados Unidos. Con variaciones en la programación de la tecnología robótica se han incluido el Acrobot (The Acrobot Company, Ltd., London, UK) diseñado para el reemplazo total de rodilla, actualmente en ensayos clínicos, y el RX-130 Robot (Staubli Unimation Inc., Faverges, France) el cual ha sido usado para realización de implante troclear. En 1999 el Neuromate (Integrated Surgical Systems, Sacramento, CA) recibió la aprobación de la FDA para el uso pasivo en biopsia cerebral por estereotaxia guiada por imagen controlada por el cirujano ⁽¹⁰⁾.

La convergencia del concepto de cirugía telerrobótica y cirugía laparoscópica conllevó al desarrollo de dos sistemas robóticos telemanipulativos aprobados por la FDA: el sistema quirúrgico robótico Da Vinci y el sistema quirúrgico robótico Zeus. En abril de 1997 fue realizada la primera cirugía asistida por robot por los médicos Jacques Himpens y Guy Cardiere usando el sistema quirúrgico Da Vinci ⁽¹¹⁾.

En la actualidad sólo se encuentra comercialmente disponible el robot Da Vinci, y en el mundo se han instalado más de 2.500 sistemas para uso clínico, 2.132 en los Estados Unidos y 9 de ellos distribuidos en Latinoamérica: en Venezuela, México, Colombia, Brasil, Chile y Argentina. En Venezuela se cuenta actualmente con 3 sistemas robóticos Da Vinci, uno de ellos ubicado en el Hospital de Clínicas Caracas, otro en el Instituto Médico La Floresta y el tercero en el Hospital Universitario de Caracas ^(2,12-14).

Así como la tecnología quirúrgica fue desarrollándose, paralelamente también se concertaron avances en las técnicas anestésicas y más aún en la ventilación mecánica para satisfacer las demandas del creciente y cada vez más exigente campo quirúrgico.

En el período del Renacimiento, se presentaron los primeros intentos documentados de sustituir la función mecánica ventilatoria de una forma artificial. Paracelso fue el primero en intentar reanimar a un paciente colocándole un tubo en la boca e insuflando aire a través de él. Posteriormente Andreas Vesalius en el año 1543 conecta la tráquea de un perro, mediante una cánula de caña introduciendo aire a través de ella utilizando un fuelle, logrando mantener al animal con vida. Cien años después R. Hooke, repitió estos experimentos y sus estudios sobre fisiología respiratoria fueron continuados por los ingleses J. Hunter y C. Kite, en el siglo XVIII. Y no fue sino hasta 1827 cuando Leroy comunica experiencias similares en la Academia Francesa de Ciencias realizadas en humanos víctimas de ahogamiento ⁽¹⁵⁾.

En la segunda mitad del siglo XIX, Fell y J. O'Dwyer construyeron el primer ventilador mecánico a presión positiva movido a pie. La primera aplicación de respiración artificial intra-anestésica fue realizada en París en 1886 por Tuffier y Hallion. En 1902 Rudolph Matas perfecciona el método ventilatorio con intubación traqueal, realizada por palpación, conectando el tubo endotraqueal al flujo creado mediante el empleo del respirador de Fell y O'Dwyer ^(15,16).

Años más tarde, hacia 1929 P. Dinker, ingeniero americano, publica su invento para ventilación artificial, el cual fue conocido como "pulmón de acero", se basaba en un tanque en el cual quedaba por fuera la cabeza del paciente y que permitía aplicar sobre el cuerpo, de forma intermitente, presiones negativas, posibilitando la respiración. Este respirador fue

perfeccionado y ampliamente utilizado en clínica, en insuficiencia respiratoria secundaria a parálisis muscular ⁽¹⁷⁾.

La epidemia de poliomielitis en Dinamarca a principios de los años 1950, fue una circunstancia crucial en el desarrollo de la ventilación mecánica, para el momento los anestesiólogos daneses optaron por la ventilación a presión positiva, dados los malos resultados de la utilización de los "pulmones de acero" ^(16,17).

Posteriormente, Engstrom, en 1953, construyó el primer respirador capaz de liberar volúmenes predeterminados. Para los años 60 se incluyeron nuevos modelos de respiradores a presión positiva, tanto ciclados por presión como por volumen. Dentro de los "volumétricos", además del Engstrom alcanzaron difusión los respiradores Beaver, Cape, Emerson postoperatorio y el francés SF4-Fournier. Pero junto a los volumétricos y fundamentalmente por su menor costo se popularizaron los respiradores "de presión", destacando entre estos el respirador Blease, el Bennett PR-2 y el Bird M6. Junto al desarrollo tecnológico, este período de tiempo se caracterizó por la apertura paulatina de unidades de cuidados intensivos en distintos hospitales en diversos países ^(15,17).

En los años 70 se consiguió el perfeccionamiento del respirador volumétrico Bennet MA-1, con su sistema espirométrico incorporado de concertina, una adecuada sensibilidad para la ventilación en asistida y la presencia de alarmas de volumen y presión. El siguiente paso vino con la introducción de las nuevas modalidades de ventilación fundamentalmente desarrolladas para mejorar la interacción de los esfuerzos inspiratorios del paciente y su aplicación en el proceso de desconexión, como lo son el Intermittent Mandatory Ventilation (IMV) y el Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV) ⁽¹⁶⁾.

Así mismo, en la década de los años 70 se introdujo el uso de la Positive end-expiratory pressure (PEEP) en situaciones de hipoxemia secundarias a síndrome de distrés respiratorio agudo. En los años siguientes y con las nuevas generaciones de respiradores la computarización hizo su entrada en la ventilación mecánica. Estas nuevas generaciones de respiradores ya no liberaban volumen por un pistón u otro sistema mecánico, sino que un microprocesador, al que se accedería por los mandos del respirador, regularía las funciones al

controlar la apertura y el cierre de válvulas electromagnéticas y sistemas de resistencias internas, permitiendo numerosas modalidades ventilatorias. El respirador Pulmosystem de la empresa Carbueros Metálicos y el sistema de Ohmeda, desarrollados a principios de los años 80 pueden ser considerados de los primeros y más ampliamente difundidos con esta tecnología. Pero las complicaciones derivadas del uso de estos sistemas, y del empleo de altos volúmenes corrientes, hizo que fueran apareciendo formas alternativas a la ventilación mecánica convencional. Dentro de estas destacan la ventilación a alta frecuencia y bajo volumen, ventilación oscilatoria y la ventilación con sistema jet, las cuales han quedado prácticamente relegadas a su empleo durante cirugía laríngea, traqueal y bronquial ^(15,17).

Más tarde, en los 90 salieron al mercado nuevas generaciones de respiradores, gobernados por microprocesadores, que permiten variaciones en la forma del flujo, relación inspiración/espriación, mayor sensibilidad e integración en la relación entre el paciente y el respirador, junto a la incorporación de nuevas modalidades ventilatorias. Luego y con la intención de disminuir el riesgo de infección se incorpora la ventilación no invasiva ⁽¹⁶⁾.

Para el año 2000 del grupo ARDS-Network propone la ventilación protectora con el empleo de bajos volúmenes y bajas presiones, método que goza de aceptación en la actualidad y que sigue en desarrollo ⁽¹⁷⁾.

Los nuevos métodos de ventilación mecánica constan de un proceso dinámico en donde el anestesiólogo y el intensivista modifican patrones en base a las curvas de funcionalismo pulmonar propias de cada paciente ⁽¹⁵⁾.

Marco teórico

El cáncer de próstata consiste en el crecimiento anormal y descontrolado de las células de la glándula prostática, se caracteriza por no presentar sintomatología en estadios tempranos a menos que se presenten tipos de crecimiento rápido o estadios más avanzados cuya presentación clínica puede ir desde alteraciones durante la micción, hasta hematuria pasando por tenesmo vesical y dolor durante el orgasmo ⁽⁵⁾.

A nivel mundial el cáncer de próstata continua siendo un problema significativo de salud, es la patología oncológica más común en los hombres en el Reino Unido, en América es el cáncer más común en hombres después del cáncer de piel y la segunda causa de muerte (6,9).

Existen diferentes opciones terapéuticas en pacientes con cáncer de próstata, que incluyen, la cirugía, la radioterapia y la conducta expectante. La prostatectomía radical ha demostrado en estudios clínicos aleatorios mejorar la supervivencia específica y global (18).

La prostatectomía radical laparoscópica es una alternativa a la prostatectomía abierta, en el manejo quirúrgico del cáncer de próstata. La introducción de un robot quirúrgico, para ayudar a la cirugía laparoscópica a través de un dispositivo mecánico, ha mejorado las habilidades laparoscópicas, la maniobrabilidad, la visibilidad y la movilidad de los instrumentos de articulación multiejes (19).

El advenimiento de la cirugía mínimamente invasiva y el mejoramiento de la tecnología ha permitido aumentar la disponibilidad de técnicas de manipulación robótica en las salas de cirugía. La prostatectomía laparoscópica asistida por el sistema robótico Da Vinci (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA), es en la actualidad el más utilizado para esta cirugía a nivel mundial. En el 2007 alrededor del 60-70% de todas las prostatectomías radicales en los Estados Unidos se realizaron con este sistema robótico, además de reportarse excelentes resultados oncológicos, también se evidencian muy buenos resultados funcionales con baja tasa de complicaciones (6, 18).

El sistema Da Vinci está compuesto por tres distintas partes, la primera parte es una consola de control, donde el cirujano se ubica y controla al robot desde una locación remota. La consola tiene un lugar donde el cirujano coloca sus manos y sus movimientos son trasladados al instrumento quirúrgico, éstos poseen seis grados de movilidad y permiten realizar movimientos similares a los humanos con mayor precisión. Los dedos del cirujano son conectados a través de la consola hasta el robot para la instrumentación quirúrgica. La consola también tiene vista tridimensional, que permite al cirujano ver imágenes con profundidad, magnificadas y con alta resolución, en ella se encuentra el computador que dirige el sistema,

además tiene otras capacidades que permiten ajustar el sistema de video y a su vez que los brazos del robot sean colocados de manera ergonómica ^(5,11).

El segundo componente consiste en una torre que contiene el equipo de video para grabar y proyectar imágenes de la cirugía en un monitor de dos dimensiones a conveniencia del resto del personal del área quirúrgica. Otros instrumentos laparoscópicos tales como insufladores están en esta torre ⁽²⁾.

Finalmente el tercer componente es el robot que consiste en tres o cuatro brazos. El brazo central contiene el videotelescopio mientras que los brazos derecho e izquierdo realizan la manipulación. Un cuarto brazo fue adicionado al robot, éste puede ser posicionado y localizado en un lugar y actúa como un retractor estacionario, el cual puede ser asistido por un cirujano externo cuando sea necesario ^(5,11).

Aunque el sistema robótico Da Vinci fue diseñado inicialmente para cirugía cardiotorácica su uso se ha incrementado en otro tipo de cirugías tales como cirugía abdominal, ginecológica y urológica, entre otras. La prostatectomía radical es una de las más frecuentemente practicadas, para la fecha más de 30.000 pacientes han sido llevados a este procedimiento asistido por este sistema robótico ⁽¹¹⁾.

En la prostatectomía asistida por robot, luego de la inducción anestésica, los pacientes son colocados en posición de litotomía con los brazos pegados al cuerpo, el tórax es asegurado con bandas, las líneas endovenosas, arteriales y de monitorización deben ser adecuadamente aseguradas. Así mismo, el tubo endotraqueal, en vista de que una vez vestido el paciente el abordaje por parte del anestesiólogo se hace difícil, incluso en casos de emergencia ⁽³⁾.

Posteriormente, dependiendo de la estabilidad hemodinámica del paciente se realiza una prueba en posición de Trendelenburg con la finalidad de observar si la misma es tolerada, se retira dicha posición y posteriormente se procede a la insuflación del neumoperitoneo a través de una aguja de Veress usando el portal supraumbilical. Inicialmente el neumoperitoneo se lleva a 20mmHg y posterior a la colocación del resto de los trócares es llevado a 15mmHg. Una vez hecho esto se coloca la posición definitiva en Trendelenburg entre 30° y 40° y se procede al acoplamiento "docking" del robot a los puertos ^(3,19).

Para la realización del neumoperitoneo se utiliza el dióxido de carbono, un gas que por sus características fisicoquímicas ha sido utilizado de rutina en este tipo de cirugías con la menor incidencia de complicaciones; esto se debe en parte a que el embolismo por este gas es bastante infrecuente ya que el mismo consta de un alto coeficiente de difusión y una alta solubilidad, además de ser fácilmente eliminable del organismo a través de la ventilación. Posee otras ventajas además, como su fácil disposición por su presentación en forma líquida en cilindro que cambia a gas con punto de ebullición de 21°C, por ser no combustible, y por su bajo costo ⁽²⁰⁾.

La insuflación de CO₂ a la cavidad abdominal no es del todo inocua, ya que trae consigo alteraciones locales, por irritación peritoneal, y sistémicas por cambios en la fisiología normal circulatoria, cerebral, ocular, pulmonar, renal y esplácnica. En pacientes con cardiopatías u otras enfermedades de base estos efectos pueden exacerbarse, por otra parte la posición del paciente, la técnica anestésica empleada, el manejo hídrico y ventilatorio y el tiempo quirúrgico prolongado pueden conllevar a la producción de complicaciones, las cuales pueden presentarse de forma inmediata o más tardíamente y pueden ser o no permanentes ^(21,22).

La mayoría de las alteraciones que ocurren durante el neumoperitoneo se deben a dos factores, en primer lugar al incremento de la presión intraabdominal debida a la insuflación del gas y en segundo lugar a la hipercapnia, esta última debido a que este gas es rápidamente absorbido de la cavidad abdominal a la circulación general, generando así alteraciones en el equilibrio acido-básico ^(11,23).

La rápida absorción del CO₂ en la circulación sistémica de la cavidad peritoneal durante la laparoscopia, resulta en aumento de la PaCO₂ y por tanto la disminución del pH arterial, esta acidosis produce estimulación del sistema simpaticoadrenal produciendo la liberación de catecolaminas endógenas que producen un cronotropismo e inotropismo positivos, originando taquicardia sinusal, extrasístoles ventriculares y aumento en las resistencias vasculares sistémicas que generan elevación de la presión arterial, incrementando por tanto el consumo miocárdico de oxígeno. Por otra parte, las bradiarritmias incluyendo bradicardia sinusal, ritmo nodal e incluso asistolia, también pueden presentarse durante estos

procedimientos y se atribuyen a la respuesta vagal secundaria a distensión peritoneal brusca. A su vez, se produce compresión de la vena cava inferior, con reducción del retorno venoso al corazón. Esto disminuye secundariamente el gasto cardíaco y el volumen sanguíneo circulante resultando en hipotensión arterial ^(21, 23).

Los efectos de esta condición se exacerban cuando se adiciona la posición de Trendelenburg, asociándose además alteraciones cerebrales, tales como aumento de la presión intracraneana, reducción significativa en la saturación tisular de oxígeno cerebral y edema cerebral, y alteraciones oculares con incremento de la presión intraocular ^(24,25).

El neumoperitoneo y la posición de Trendelenburg producen en el aparato respiratorio un patrón restrictivo, el cual es debido al incremento de la presión intraabdominal y el desplazamiento cefálico del diafragma y otros órganos abdominales. De esta manera se genera una disminución en el compliance pulmonar, una reducción en más del 30% de la capacidad residual funcional (CRF), e incremento en las resistencias pulmonares. La disminución en la CRF conlleva a alteraciones en la relación ventilación-perfusión y al aumento del shunt intrapulmonar, lo que resulta en incremento del espacio muerto fisiológico favoreciendo a la ocurrencia de hipoxemia. Por otra parte, la disminución en el volumen de cierre promueve el cierre precoz de la vía aérea y por tanto el desarrollo de atelectasias. Estas alteraciones presentan baja incidencia en pacientes con función pulmonar preoperatoria normal, pero son bastante frecuentes en paciente con comorbilidades respiratorias, como el asma, el epoc y el tabaquismo ^(11,21,26).

Las alteraciones producidas por el Trendelenburg forzado y el neumoperiotneo tienen mayor repercusión en la mecánica ventilatoria, volúmenes y capacidades y en menor cuantía producen anomalías en el intercambio gaseoso. Se ha considerado que la respuesta del organismo ante esta situación posee variabilidad interindividual y es por esto que la literatura es imprecisa a este respecto ⁽²⁷⁾.

Estudios en pacientes obesos mórbidos reportan que la compliance estática es hasta 30% menor y la resistencia inspiratoria hasta 70% mayor que en pacientes de peso normal en posición de Trendelenburg con insuflación de neumoperitoneo de 20mmHg, y ha sido

registrado de igual manera menores PaO₂ y mayores PaCO₂ durante procedimientos laparoscópicos que en sus contrapartes con IMC < de 30 Kg/mt² (28).

Otro órgano afectado de manera importante durante estas maniobras de neumoperitoneo y Trendelenburg es el riñón, en vista del incremento en la presión intraabdominal ocurre compresión directa del parénquima y de las venas y arterias renales, como consecuencia de esto ocurre una activación en el sistema renina-angiotensina-aldosterona que produce vasoconstricción, disminuyendo el flujo sanguíneo renal e incrementando la secreción de hormona antidiurética. Estos mecanismos compensatorios también son estimulados por la disminución del gasto cardíaco que se genera durante este tipo de cirugías a consecuencia de la depresión miocárdica mediada por altos niveles en sangre de CO₂ y la acidosis resultante y por el incremento sostenido en las resistencias vasculares sistémicas; y son los responsables de la disminución de la perfusión renal y la disminución del flujo urinario (29).

Existe una correlación inversa entre la presión intraabdominal con el gasto urinario y la perfusión renal. Con un neumoperitoneo de 15mmHg el flujo de la corteza renal disminuye cerca de 28%, el flujo de la médula renal alrededor de 31% y el gasto urinario se encuentra por debajo de 0,5ml/min, debido a una falla aguda renal (pre-renal), la cual es reversible después de dos horas durante el postoperatorio para algunos autores, sin embargo, se han reportado oligurias de 20ml/h hasta por 6 horas en el postoperatorio y casos de anuria desarrollados a las 12 horas postquirúrgicas. Una prolongada hipoperfusión renal puede conllevar al desarrollo de necrosis tubular aguda. Otra alteración que puede encontrarse en el postoperatorio inmediato es la presencia de rabiomolisis, en correlación con prolongados tiempos quirúrgicos (21).

Se ha relacionado la aparición más frecuente de estas complicaciones en pacientes con factores de riesgo asociados como lo son: diabetes, hipertensión, exagerado posicionamiento quirúrgico, pacientes con grandes masas musculares y obesos mórbidos, hipovolemia, tiempos quirúrgicos mayores de 5 horas y disfunción renal preexistente. Existen métodos de fácil aplicación para tratar de prevenir estas complicaciones renales, entre los cuales se encuentra la administración de soluciones (coloides y cristaloides) para mantener un adecuado volumen intravascular antes y durante el procedimiento quirúrgico, atendiendo a las pérdidas registradas y las necesidades basales de cada paciente en particular (21,29).

En estudios clínicos en humanos se han observado cambios circulatorios a nivel esplácnico durante altas presiones de neumoperitoneo. Un incremento de 10 a 15mmHg de presión intraabdominal resulta en una disminución del flujo sanguíneo para los órganos intraabdominales, con la siguiente distribución: 40-54% para el estómago, 32% para el yeyuno, 44% para el colon, 39% para el hígado y 60% para el peritoneo, el flujo sanguíneo esplácnico disminuye a lo largo del tiempo operatorio a pesar de una presión arterial constante dentro de límites normales ⁽²¹⁾.

La cirugía robótica para prostatectomía radical, en vista de involucrar la aplicación del neumoperitoneo, la posición de Trendelenburg forzada y todas las repercusiones sistémicas generadas por ello, ha despertado la curiosidad de la comunidad científica, quienes han desarrollado investigaciones a fin de precisar la técnica anestésica más conveniente para el desarrollo exitoso de este tipo de intervención.

Antes de seleccionar la técnica anestésica se debe llevar a cabo la evaluación preoperatoria en donde debe realizarse una evaluación exhaustiva de la historia clínica, examen físico detallado, y deben solicitarse los exámenes de laboratorio de rutina para cualquier procedimiento electivo, además de rayos X de tórax, electrocardiografía, valoración cardiovascular y ecocardiograma para precisar la presencia de alteraciones cardíacas, y espirometría para estimar el funcionalismo pulmonar ^(3,18).

Irvine N. y colaboradores, manifiestan la necesidad de realizar profilaxis para broncoaspiración en estos pacientes, con procinéticos y bloqueantes H₂, al igual que asegurar adecuada ansiólisis y uso de heparina de bajo peso molecular para prevenir complicaciones como la trombosis venosa profunda, esta conducta es igualmente avalada por otros autores ^(2,3,18,20).

La anestesia general balanceada es la técnica más utilizada en prostatectomía laparoscópica asistida por robot según refieren los autores, debido a los tiempos quirúrgicos muchas veces prolongados, la posición y el neumoperitoneo, manteniendo así el control de la hemodinamia del paciente; estos autores también manifiestan la poca utilidad de la técnica combinada con anestesia peridural y su uso para el manejo del dolor postoperatorio por tratarse de una cirugía mínimamente invasiva y por tanto poco dolorosa. Sin embargo Hong J.

y col. estudiaron el efecto de la anestesia general combinada con peridural torácica sobre la ventilación intra y postoperatoria encontrando entre sus resultados, menores valores de presión pico, aumento de la compliance dinámica y mejoras en la oxigenación con disminución en las concentraciones de lactato ^(24,30,31).

Durante la anestesia el uso de la ventilación controlada por volumen es bastante común, debido a que este modo era el único disponible en el pasado por largo tiempo. Este modo utiliza flujos constantes para entregar un volumen tidal prefijado y así asegurar un volumen minuto constante aunque esto pueda requerir de altas presiones de la vía aérea en ciertas condiciones ⁽³²⁾.

Las consecuencias mecánicas de la reducción de la compliance dinámica y de la pared torácica, por ejemplo en el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y en la obesidad, y la disminución de la capacidad residual funcional (CRF) por la cirugía, debido a la relajación muscular, el Trendelenburg y el neumoperitoneo, explican tanto la incapacidad de una adecuada ventilación alveolar como las subsecuentes elevaciones de las presiones de la vía aérea ⁽³²⁾.

Los cambios en la fisiología cardiopulmonar a consecuencia del neumoperitoneo han sido bien descritos y entre las alteraciones ventilatorias más importantes derivadas de su uso se encuentra la elevación de la presión pico de la vía aérea, el anestesiólogo para tratar de limitar este incremento de la presión pico puede modificar la frecuencia respiratoria, el volumen tidal, el flujo pico o cambiar la ventilación de modo volumen a modo presión; la ventilación modo presión es actualmente frecuentemente utilizada en las salas de cirugía para el manejo de pacientes con flujos pico elevados, a pesar de que sus efectos hemodinámicos y ventilatorios, así como las posibles complicaciones derivadas de su uso no han sido del todo aclaradas ⁽³³⁾.

La ventilación modo presión es un modo ciclado por tiempo en el cual la presión aplicada se presenta en forma de ondas cuadradas que se relacionan principalmente con una desaceleración del flujo. La desaceleración del flujo resulta en un flujo más laminar al final de la inspiración, con una mejor distribución de la ventilación en aquellos pacientes que tienen marcada diferencia en las resistencias pulmonares ⁽³⁴⁾.

La ventilación modo presión versus modo volumen ha sido bien estudiada en injuria pulmonar aguda, aunque se ha reportado una disminución en el flujo pico en todos los estudios, no se ha encontrado diferencia en cuanto a la presión meseta ni en la compliance del sistema respiratorio cuando el volumen tidal se mantiene constante ⁽³³⁾.

Desde el punto de vista fisiológico, a la insuflación del pulmón se oponen fuerzas elásticas y restrictivas. La resistencia 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. Normalmente los músculos respiratorios superan estas resistencias fácilmente, por lo que el trabajo respiratorio es mínimo y sostenible infinitamente ⁽³⁵⁾.

El pulmón y el tórax tienen fuerzas de retroceso iguales, pero con sentido opuesto, que están en equilibrio y determinan el volumen pulmonar cuando los músculos respiratorios están relajados. El trabajo respiratorio va a estar influenciado entonces por las características dinámicas y estáticas del sistema respiratorio ⁽¹⁷⁾.

Mientras el ventilador mecánico insufla los pulmones, la presión en la vía aérea aumenta hasta un valor máximo. Este incremento de presión puede ser medido a través de los sensores del ventilador o de un manómetro externo conectado proximal a la vía aérea del paciente. La presión pico es la presión máxima generada en la vía aérea; se mide al final de una inspiración y depende del volumen corriente y del flujo inspiratorio prefijados, pero también puede modificarse, sobre todo por la impedancia torácica y la resistencia del tubo endotraqueal y eventualmente por el esfuerzo muscular que realice el paciente ^(17,35).

El aumento de la resistencia de la vía aérea, por ejemplo, por broncoespasmo, la oclusión del tubo endotraqueal por secreciones, los altos flujos inspiratorios, los volúmenes corrientes altos y las alteraciones de la distensibilidad incrementan su valor; en cambio, la presencia de fugas puede disminuirla ^(17,35).

Por distensibilidad o compliance se entiende la relación que existe entre el cambio de volumen de gas intrapulmonar y el incremento de presión necesario para producir este cambio de volumen. Puesto que el sistema respiratorio está formado por dos estructuras colocadas en

serie, el pulmón propiamente dicho y la caja torácica, las variaciones de uno u otro componente producen cambios de la compliance total del sistema. Debido a que cada una de estas estructuras tiene una presión relevante (presión de las vías aéreas para el sistema respiratorio, presión transpulmonar para el parénquima pulmonar y presión pleural para la caja torácica), la distensibilidad de todo el sistema respiratorio estará dada por la relación entre el incremento de volumen y el cambio de presión en las vías aéreas, la distensibilidad pulmonar y la distensibilidad de la pared torácica ⁽³⁵⁾.

La compliance dinámica es aquella que se mide cuando el flujo se invierte (al final de la inspiración y al final de la espiración) por lo que mide además la resistencia de la vía aérea. En sujetos normales es semejante a la estática, salvo a frecuencias altas. Al medir el componente resistivo, la compliance dinámica será menor que la estática en situaciones de broncoespasmo, secreciones, acodamiento de tubo endotraqueal o de aumento del flujo inspiratorio ⁽¹⁷⁾.

Por otra parte, la presión estática representa la presión necesaria para superar el retroceso elástico pulmonar. Se genera por la distribución del aire dentro del pulmón, hasta una situación de equilibrio, su valor se aproxima al de la presión alveolar pico. Se mide al final de una pausa inspiratoria de unos 2-3 segundos de duración, durante la cual el flujo es cero. El primer punto de flujo cero corresponde al punto de presión dinámicoestática, luego la presión decae hasta alcanzar un valor de equilibrio (plateau). La velocidad con la que se alcanza este equilibrio depende de la homogeneidad del parénquima pulmonar. Su valor se modifica ante cambios en la distensibilidad o compliance pulmonar, caja torácica y en la capacidad residual funcional. Como la medición se realiza con flujo cero no se altera por la presencia de secreciones, broncoespasmo u otras formas de alteración de la resistencia de la vía aérea. Por lo tanto, el valor de presión plateau o meseta indica la presión de retroceso elástico del sistema respiratorio ^(17, 35).

La ventilación mecánica puede desencadenar complicaciones como el volutrauma y el barotrauma, que no son más que alteraciones en la compliance pulmonar e intercambio gaseoso a consecuencia de injuria causada por excesivos volúmenes o presiones respectivamente que sobrepasan el límite de tolerancia del pulmón. Las alteraciones en el intercambio gaseoso son

producto de una alteración en la relación ventilación perfusión que desencadena un incremento del espacio muerto, del shunt intrapulmonar con producción de hipoxemia e hipercapnia ⁽³⁶⁾.

El espacio muerto se cuantifica como la fracción de volumen circulante que va o proviene de zonas que no participan en el intercambio de gases, es decir la fracción V_d/V_t , cuyo cálculo se realiza restando la presión del CO_2 teleespirado (PECO_2) a la presión de CO_2 arterial (PaCO_2) y dividiendo este resultado entre PaCO_2 ⁽³⁷⁾.

Por todas estas consideraciones fisiológicas y relacionadas con el difícil manejo ventilatorio de los pacientes a quienes se les realiza este tipo de intervenciones quirúrgicas, surge la necesidad de evaluar cuál de estos modos ventilatorios es el que mejor se adapta a ellos, generando menor índice de complicaciones y permitiendo aprovechar los beneficios de la cirugía mínimamente invasiva que en sí debería de representar riesgos menores.

Objetivo general

Comparar los modos ventilatorios presión y volumen en pacientes sometidos a prostatectomía laparoscópica asistida por robot en posición de Trendelenburg en el Hospital Universitario de Caracas.

Objetivos específicos

- 1) Comparar las variables hemodinámicas (presión arterial, frecuencia cardíaca y presión venosa central) de los grupos a estudiar en los diferentes tiempos de medición.
- 2) Determinar las diferencias en las variables gasométricas (pH, PaO_2 , PaCO_2 , PAFI, VD/VT) en ambos grupos de estudio en los diferentes tiempos de medición.
- 3) Comparar las variables ventilatorias (CO_2 teleespirado, presión pico y presión meseta) en los dos grupos de estudio en los diferentes tiempos de medición.
- 4) Determinar las diferencias de las variables espirométricas (CVF, VEF1 y relación VEF1/CVF) preoperatoria y postoperatoria en ambos grupos de estudio.

Aspectos éticos

Previa aprobación del comité académico de la Cátedra de Anestesiología, del Comité de Bioética del Hospital Universitario de Caracas (HUC), de la Comisión de Estudios

de Postgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela y como parte de los criterios éticos establecidos por la institución para toda intervención quirúrgica, durante la consulta preanestésica se les explicó detalladamente a los pacientes incluidos de forma verbal y mediante un formato escrito (anexo 2) el estudio y los procedimientos a realizarse durante el mismo, también se les suministró y describió el consentimiento informado (anexo 1), esta autorización fue aceptada en términos de estado consciente y voluntario por parte de los mismos y corroborada con las firmas correspondientes, aceptando la participación en el estudio, sabiendo que podían retirarse del mismo en cualquiera de sus fases sin que esto disminuyera la calidad del servicio recibido.

De igual modo se excluyeron los datos de identidad de los participantes en los formatos de recolección de datos, garantizando así la confidencialidad médico-paciente, de igual manera no se contempló la toma de fotografías ni videos, protegiendo de este modo la intimidad de los participantes.

MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio prospectivo, comparativo y con muestreo al azar.

Población y muestra

La población de éste estudio estuvo representada por todos aquellos pacientes que fueron sometidos a prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot en el Hospital Universitario de Caracas en el período comprendido entre noviembre 2011 y abril 2012, la cual se estimó sería de 38 pacientes según datos aportados por el Servicio de Urología de dicho hospital en base a la casuística reportada para el año 2010.

La muestra representativa para este estudio estuvo constituida por 12 pacientes, masculinos, ASA I y II que fueron sometidos a prostatectomía laparoscópica asistida por robot, los cuales fueron seleccionados por muestreo al azar. Se excluyeron aquellos pacientes ASA III y IV, con IMC mayor a 30, con enfermedades respiratorias agudas o crónicas y aquellos que presentaron complicaciones intraoperatorias como sangrado, sobrecarga hídrica, neumotórax y/o conversión de la técnica quirúrgica.

Los pacientes fueron asignados de forma aleatoria mediante el método de la moneda (cara o sello) a uno de los 2 grupos; el **Grupo V** (modo volumen) quedó conformado por aquellos pacientes que resultaron cara al lanzar la moneda y el **Grupo P** (modo presión) por los que resultaron sello. Cada grupo quedó conformado por 6 pacientes.

Procedimientos

Se realizó la visita preanestésica el día previo a la intervención quirúrgica, durante la cual se llevó a cabo el examen físico y psicológico de rutina, se evaluaron los antecedentes patológicos de importancia, datos antropométricos del paciente y exámenes paraclínicos incluyendo espirometría. También se le explicó al paciente detalladamente los procedimientos que le serían realizados en el intra y postoperatorio y sus riesgos, a fin de consentir por escrito su participación en este estudio. El día de la intervención se asignaron los pacientes a cada

grupo de estudio según el método de la moneda y se registraron los datos demográficos y de identificación de los mismos.

Luego en el área de preanestesia se procedió previa infiltración con anestésico local, 1 cc de mezcla de lidocaína 1% con bicarbonato relación 9:1, a la cateterización de 2 vías periféricas con jelcos de calibre 18G, a través de una de las cuales se administró midazolam a dosis de 0.03mg/kg con el objetivo de generar ansiolisis y posteriormente previa infiltración con la misma cantidad de la mezcla anestésica local se realizó la arteriotomía radial con jelco de calibre 20G.

A continuación el paciente se trasladó al área de quirófano en donde se monitorizó con monitor marca Doctus® el cual constaba de cardioscopio de una derivación (DII), pulsioxímetro y presión arterial no invasiva, y se procedió al registro de las variables hemodinámicas y gasométricas con ventilación espontánea a aire ambiente (tiempo 1). La técnica anestésica utilizada fue la anestesia combinada: peridural - general. De esta manera se procedió a realizar inicialmente la técnica conductiva peridural previa asepsia y antisepsia, infiltración con 3 cc de la mezcla anestésica local antes descrita, con aguja Touhy número 16G, realizando las pruebas de pérdida de la resistencia, prueba de la burbuja y test dose, y a continuación la inserción del catéter peridural de 16G el cual se fijó adecuadamente y a través del cual se administró la mezcla anestésica constituida por 300mg de lidocaína al 2%, fentanyl 100mcg y adrenalina 1:200.000 de manera fraccionada (3cc cada 3 min) hasta haber alcanzado un nivel sensitivo Hollmen 3 en T8. Una vez finalizada la técnica se conectó la arteriotomía a un transductor de presión arterial invasiva del mismo monitor, y se practicó anestesia general previa inducción vía endovenosa con fentanyl 1mcg/Kg, lidocaína 2% 1mg/Kg, propofol 1.5mg/Kg y rocuronio 0.6mg/Kg, una vez transcurrido el tiempo de latencia de dichas drogas se realizó intubación orotraqueal con laringoscopio Welch Alyn con hojas MacIntosh números 3 ó 4 según fuera el caso, una vez intubado el paciente se conectó a sistema circular semicerrado con reabsorción parcial de CO₂, marca Drager Fabius, ajustándose un flujo de 2lts/min y realizando el mantenimiento anestésico con isoflurane de 0.5 a 1 MAC y bolos de 3 cc de la mezcla peridural a través del catéter de forma horaria. Posteriormente se adicionó la medición del CO₂ teleinspirado con el monitor antes mencionado y se ventiló con modo volumen o modo presión según las asignación grupal. Se colocó posteriormente sonda

orogástrica, sonda de Foley de diámetro variable dependiendo de las características anatómicas de cada paciente, vía venosa central yugular interna 7Fr, protección ocular y manta térmica.

El Grupo V fue ventilado con volumen corriente (V_c) calculado a 6cc/Kg , PEEP de $5\text{ cmH}_2\text{O}$ y FiO_2 de $0,4$. Por otra parte el Grupo P se ventiló inicialmente con modo volumen a fin de observar la presión necesaria para obtener un V_c de 6cc/Kg , cambiándose inmediatamente a modo presión ajustando como presión inspiratoria la obtenida anteriormente, la misma estuvo sujeta a cambios durante el transoperatorio a fin de mantener siempre V_c de 6cc/Kg sin exceder los $30\text{cmH}_2\text{O}$ en la presión pico. El PEEP en este grupo también se prefijó a $5\text{ cmH}_2\text{O}$ y la FiO_2 a $0,4$. La frecuencia respiratoria (FR) fue en ambos grupos de 12 rpm y podía ser modificada a fin de mantener la normocapnia.

A los 10 minutos de establecido el modo ventilatorio se registraron las variables hemodinámicas, gasométricas y ventilatorias en ambos grupos (tiempo 2). A continuación el equipo quirúrgico realizó la colocación de los trócares y la insuflación del pneumoperitoneo con CO_2 , el cual no debía superar los 15mmHg y a los 10 minutos de ser éste establecido se midieron nuevamente las variables hemodinámicas, gasométricas y ventilatorias (tiempo 3). Ulteriormente el paciente pasó de la posición de decúbito supino a 0° a posición de Trendelenburg a 35° , a los 30 minutos de ser establecida la posición se realizó nueva toma de las variables hemodinámicas, gasométricas y ventilatorias (tiempo 4) y luego a los 120 minutos de establecida la posición de Trendelenburg (tiempo 5). Durante los primeros 10 minutos del posicionamiento el operador adiestrado incorporó el robot Da Vinci, y se llevó a cabo la cirugía planteada. Al finalizarse la misma el paciente fue retornado a su posición inicial en la cual se retiró el neumoperitoneo y se procedió al cierre por planos de las incisiones de la cavidad. Al finalizar todo el procedimiento el paciente fue extubado y trasladado a la sala de cuidados postanestésicos en donde una hora después se realizó el último control de variables (tiempo 6). Se mantuvo el paciente en esta área hasta su total recuperación anestésica y antes de su egreso, a través del catéter peridural, se administró como analgesia postoperatoria 3mg de morfina diluidos hasta 10 cc con solución $0,9\%$. A las 24 horas del postoperatorio se llevó a cabo una espirometría control realizada por el servicio de neumonología.

Los datos obtenidos fueron registrados en un instrumento de recolección diseñado para tal fin (ver anexo 3).

Tratamiento estadístico adecuado

Se calculó el promedio y la desviación estándar de las variables continuas; en el caso de las variables nominales se calcularon sus frecuencias y porcentajes. A los contrastes basados en variables continuas en el seguimiento se les aplicó un modelo lineal general de medidas repetidas, se comprobó la fiabilidad del modelo según la prueba de esfericidad de Mauchly; los contrastes tanto intragrupal como intergrupales fueron todos de tipo lineal. A las variables de tipo nominal se les aplicó la prueba chi-cuadrado de Pearson. Se consideró un contraste significativo si $p < 0,05$. Los datos fueron analizados con JMP-SAS 10.

Recursos humanos y materiales

Materiales:

1. Área de quirófano del HUC.
2. Equipo de monitorización intraoperatorio del HUC.
3. Equipos médicos del HUC.
4. Robot Da Vinci del HUC.
5. Drogas anestésicas pertenecientes al HUC.

Humanos:

1. Pacientes del Servicio de Urología del HUC.
2. Residentes y adjuntos del Servicio de Urología del HUC.
3. Residentes y adjuntos de la Cátedra-Servicio de Anestesia del HUC.
4. Personal de enfermería de las áreas de quirófano y recuperación del HUC.
5. Personal del Servicio de Unidosis del HUC.
6. Personal técnico del Servicio de Gasometría Arterial del HUC.
7. Personal técnico de espirometría del Servicio de Neumonología del HUC.

RESULTADOS

Este estudio incluyó 12 pacientes distribuidos al azar en dos grupos, 6 pacientes para el grupo modo presión (P) y 6 pacientes para el grupo modo volumen (V). La edad promedio para el grupo V fue de 64 años y para el grupo P fue de 63 años, el IMC fue de 27,1 Kg/m² para el grupo V y de 24,3 Kg/m² para el grupo P. La distribución del ASA I fue de 16,7% para el grupo V y de 33,3% para el grupo P, y el ASA II fue de 83,3% para el grupo V y para el grupo P de 66,7%. Las pérdidas sanguíneas fueron de 138cc y 231cc para los grupos V y P respectivamente. El tiempo de ventilación mecánica fue en promedio de 381 min en el grupo V y de 347 min para el grupo P, la duración del tiempo quirúrgico fue de 336 min para el grupo V y de 291 min para el grupo P, el tiempo de neumoperitoneo fue de 299 min en el grupo V y de 259 min para el grupo P y el tiempo de Trendelenburg fue de 270 min en el grupo V y de 230 min en el grupo P (ver tabla 1).

La frecuencia cardíaca (tabla 2) no reportó diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos durante los diferentes momentos del seguimiento perioperatorio, no obstante, se observa intragrupalmente una disminución en la frecuencia cardíaca en el tiempo 2, la cual se mantuvo sin variaciones en el tiempo 3 y la cual se acentúa con el progreso del Trendelenburg, haciéndose mayor a los 120 minutos de instaurado el mismo (tiempo 5), retornando a los valores basales (observados en el tiempo 1) a la hora en la sala de cuidados postanestésicos (tiempo 6) tanto en el grupo V como en el grupo P. Cabe resaltar que estas variaciones en la frecuencia cardíaca no fueron estadísticamente significativas (ver gráfico 1).

En las mediciones de la PAM durante el perioperatorio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio (tabla 3), se encontraron valores basales similares en ambos grupos, 92mmHg para el grupo V y 94mmHg para el grupo P, los cuales fueron disminuyendo progresivamente de los tiempos 2 al 5 en ambos grupos y restaurándose a los valores basales hacia el tiempo 6 (ver gráfico 2), observándose una diferencia estadísticamente significativa al comparar los valores obtenidos en el tiempo 1 con los obtenidos en el tiempo 6 en el grupo V ($p = 0,042$).

La tabla 4 muestra los cambios registrados en la medición de la presión venosa central, se observa al realizar comparaciones intergrupales la no presencia de diferencias estadísticamente significativas, pero al realizar las comparaciones intragrupales se observan

diferencias estadísticamente significativas, resultantes de la elevación de la PVC en comparación con el valor inicial para todos los tiempos comparados, y que se mencionan a continuación: al comparar el tiempo 3 con el tiempo 2 con una p de 0,027 para el grupo V y 0,026 para el grupo P; al comparar el tiempo 4 con el tiempo 2 con $p = 0,027$ para el grupo V y de 0,02 para el grupo P; en el caso de tiempo 5 con tiempo 2 en el grupo V con una p de 0,026 y en el grupo P de 0,028; Y al realizar comparaciones entre el tiempo 6 y el tiempo 2 se observó que el grupo P tuvo una p de 0,041, mientras que la diferencia en grupo V no resultó significativa (ver gráfico 3).

Al evaluar los cambios en el pH (tabla 5), no se evidencian diferencias significativas entre el grupo modo volumen respecto al modo presión en cada momento evaluado. Pero al analizar los cambios intragrupal, se observa la disminución de los valores de pH con diferencias significativas al comparar tiempo 3 y tiempo 2 para el grupo V con p de 0,027 y el grupo P con p de 0,028; al comparar tiempo 4 con tiempo 2 se registraron p de 0,028 en ambos grupos; para la comparación entre tiempo 5 y tiempo 2 se obtuvo una p de 0,042 para el grupo V y de 0,028 para el grupo P; Al comparar los valores basales de pH a aire ambiente con los obtenidos en SCPA también se observan diferencias significativas con p de 0,046 para el grupo V y p de 0,028 para el grupo P (ver gráfico 4).

Los cambios en PaCO_2 , resumidos en la tabla 6, demuestran que no se reportaron cambios significativos en ninguno de los momentos evaluados al comparar al grupo modo volumen con el modo presión. La variación intragrupo por su parte, dada por el aumento en este valor en comparación con el basal, resultó estadísticamente significativa al comparar el tiempo 3 vs el tiempo 2 tanto en el grupo modo volumen ($p = 0,045$) como en el modo presión ($p = 0,027$); de igual manera se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar el tiempo 4 con el tiempo 2 con p de 0,046 en el grupo V y de 0,028 en el grupo P; Al comparar el tiempo 5 con el tiempo 2 también se demostró significancia estadística con una p de 0,028 para el grupo V y 0,043 para el grupo P. A la hora en la sala de cuidados postanestésicos, tiempo 6, no hubo diferencias significativas en comparación con el tiempo 1 en el grupo modo volumen, más si se encontraron cambios significativos entre el tiempo 6 y el tiempo 1 en el modo presión ($p = 0,027$) (ver gráfico 5).

Los cambios de la PaO₂, no mostraron cambios significativos entre los modos analizados en cada momento del seguimiento (tabla 7). Sin embargo al evaluar de forma intragrupal se observa la tendencia a la disminución de los valores de esta variable al ser comparados con el basal, encontrándose diferencia significativa en el grupo V al comparar el tiempo 5 con el tiempo 2 ($p = 0,046$) y en el grupo P se encontraron diferencias significativas al comparar los tiempos 3 y 4 con el tiempo 2 con p de 0,046 en ambos casos (gráfico 6).

No se evidenció diferencia estadísticamente al comparar los valores de PAFI entre los grupos V y P (ver tabla 8), no obstante a nivel intragrupal se observa una disminución de la misma con diferencia significativa en el grupo modo volumen al comparar el tiempo 5 con el tiempo 2 con una p de 0,046, de igual manera para el grupo modo presión al comparar los tiempos 3 y 4 con el tiempo 2, hallándose una p de 0,046 en cada uno de los casos (gráfico 7).

Por su parte el CO₂ teleespirado (tabla 9) no presentó cambios estadísticamente significativos entre modos ventilatorios, ni intragrupalmente según el momento del seguimiento perioperatorio (ver gráfico 8).

De igual manera el espacio muerto fisiológico (VDVT) no presentó cambios estadísticamente significativos entre modos ventilatorios (ver tabla 10), más sí hubo diferencias significativas en la comparación intragrupal, debidas al incremento del mismo, para el grupo V al comparar los tiempos 4 y 5 con el tiempo 2 y en el grupo P al comparar el tiempo 5 con el tiempo 2, obteniéndose un valor de p de 0,028 en dichos tiempos (gráfico 9).

Al comparar las presiones pico registradas entre ambos grupos se observan diferencias significativas en el tiempo 3 ($p = 0,0379$) y en los tiempos 4 y 5 ($p = 0,015$) (tabla 11). Además a nivel intragrupal se hallan diferencias significativas, relacionadas con la elevación de los valores medidos para esta variable al comparar los tiempos de estudio sucesivos con el basal, como se determinó en los tiempos 3,4 y 5 al ser comparados con el tiempo 2 con p de 0,028, p de 0,026 y p de 0,027 respectivamente en el grupo modo volumen y en el caso del grupo modo presión al comparar los tiempos 3,4 y 5 con el tiempo 2 se observan diferencias significativas con p de 0,027 en los tres casos (gráfico 10).

La variación de la presión meseta (tabla 12) no resultó significativa entre modos. A nivel intragrupal en cambio se registró un ascenso en los valores de esta variable durante los

tiempos de estudio, observando diferencias significativas al comparar en el grupo V los tiempos 2 y 3 con p de 0,028; y al comparar los tiempos 4 y 5 con tiempo 2 lo que reportó un p de 0,027 en ambas situaciones. En el grupo P se hallaron diferencias significativas al comparar tiempo 2 y 3 con p de 0,027, tiempo 4 con tiempo 2 con una p de 0,027 y tiempo 5 con tiempo 2 con una p de 0,026 (ver gráfico 11).

Por último, en la tabla 13, al analizar los cambios entre CVF, VEF-1 y la relación VEF-1/CVF antes y después del procedimiento quirúrgico, se encontraron cambios estadísticamente significativos (con disminución en ambos grupos) de la CVF en V ($p = 0,042$) y en P ($p = 0,046$); en el caso de VEF-1 no hubo reducción significativa en V ($p = 0,075$) pero sí en P ($p = 0,027$); Y la razón VEF-1/CVF no tuvo diferencia significativa en ninguno de los grupos. En el postoperatorio al comparar el grupo modo volumen con el grupo modo presión no se observaron diferencias estadísticas significativas en las variables espirométricas analizadas (ver gráficos 12).

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y QUIRÚRGICAS DE LOS PACIENTES.
 VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES
 SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN
 POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
 VALORES EN PROMEDIOS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
 HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
 NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Variables	Modos		
	Volumen	Presión	P
N	6	6	-
Edad (años)	64 ± 7	63 ± 2	0,937
IMC (kg/m ²)	27,1 ± 1,6	24,3 ± 3,2	0,180
ASA			1,000
I	1 (16,7%)	2 (33,3%)	
II	5 (83,3%)	4 (66,7%)	
Pérdidas sanguíneas (cc)	138 ± 118	231 ± 140	0,394
Tiempo de ventilación mecánica (min)	381 ± 103	347 ± 37	0,937
Tiempo quirúrgico (min)	336 ± 104	291 ± 44	0,589
Tiempo de neumoperitoneo (min)	299 ± 108	259 ± 45	1,000
Tiempo de Trendelenburg (min)	270 ± 110	230 ± 46	0,589

Valores expresados como promedio ± desviación estándar.

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

TABLA 2

VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDÍACA (lpm) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	p
Tiempo 1	76 ± 7	78 ± 12	0,937
Tiempo 2	63 ± 6	71 ± 15	0,589
Tiempo 3	62 ± 8	74 ± 13	0,180
Tiempo 4	60 ± 13	67 ± 9	0,240
Tiempo 5	58 ± 6	66 ± 9	0,180
Tiempo 6	69 ± 13	76 ± 11	0,310

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,893; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,528; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,141; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,249.

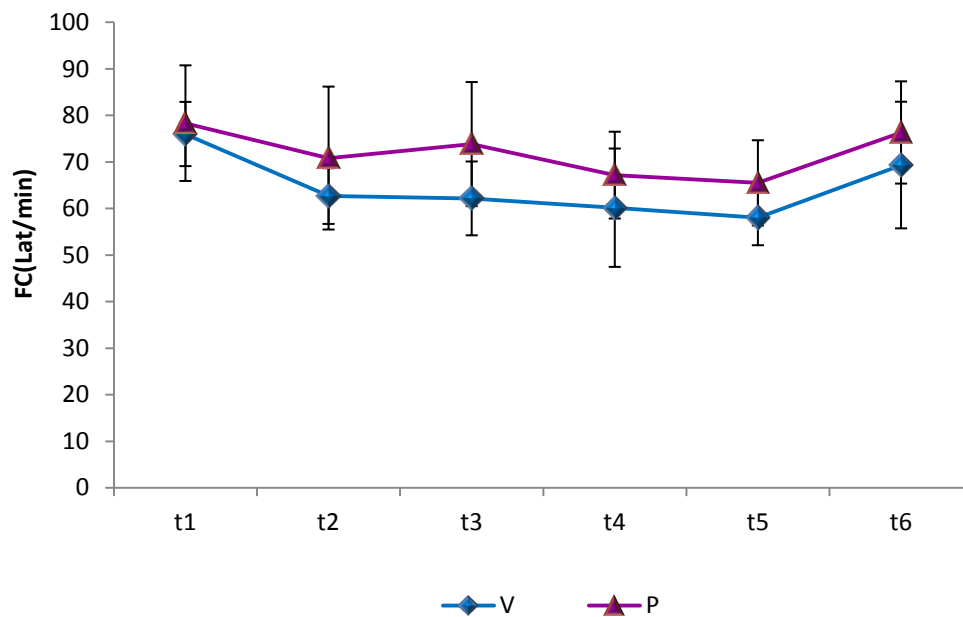
Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,833; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,463; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,173; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,498.

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICO 1

VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDÍACA (lpm) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



Fuente: Tabla 2.

TABLA 3

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL MEDIA (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	p
Tiempo 1	92 ± 4	94 ± 11	0,818
Tiempo 2	81 ± 20	77 ± 6	0,818
Tiempo 3	87 ± 8	78 ± 12	0,240
Tiempo 4	84 ± 13	76 ± 7	0,310
Tiempo 5	79 ± 5	84 ± 9	0,310
Tiempo 6	84 ± 5	89 ± 10	0,180

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,463; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,500; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,753; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,042*.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,528; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,599; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,207; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,343.

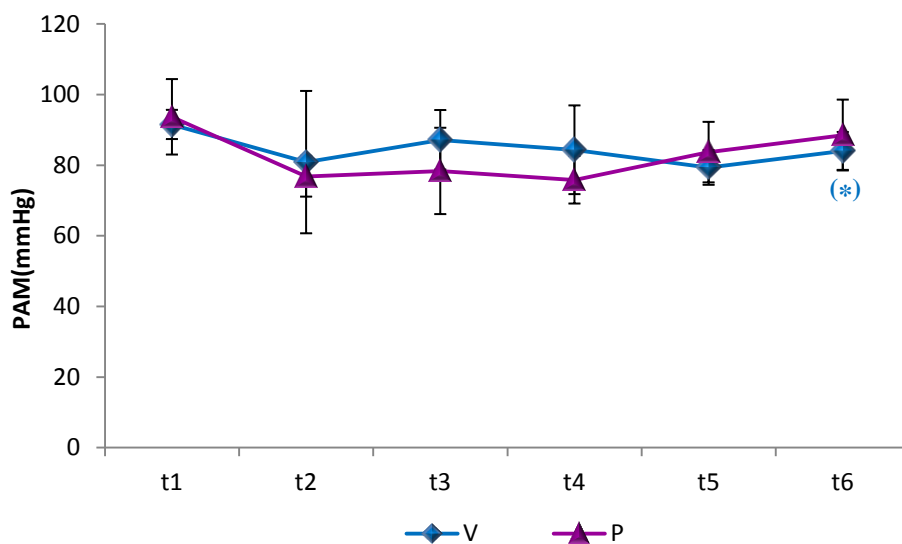
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 2

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL MEDIA (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 3.

TABLA 4

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL (cmH₂O) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	-	-	-
Tiempo 2	11 ± 3	10 ± 3	0,485
Tiempo 3	16 ± 7	17 ± 8	0,937
Tiempo 4	26 ± 3	25 ± 6	0,699
Tiempo 5	27 ± 2	26 ± 6	1,000
Tiempo 6	12 ± 2	12 ± 3	0,699

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,026*; Tiempo 6 vs Tiempo 2: p = 0,057.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,026*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,02*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 6 vs Tiempo 2: p = 0,041*.

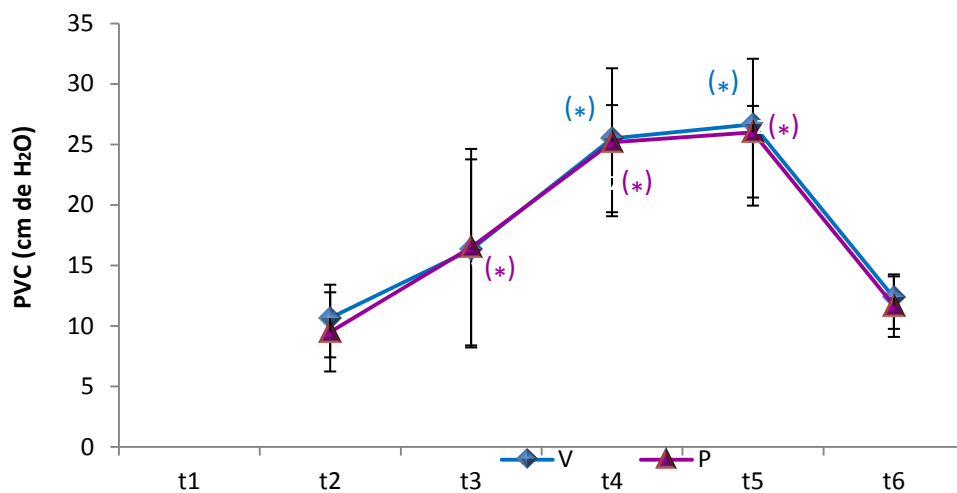
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 3

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL (cmH₂O) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).

Fuente: Tabla 4.

TABLA 5

VARIACIÓN DEL pH SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	7,44 ± 0,05	7,45 ± 0,05	0,699
Tiempo 2	7,41 ± 0,03	7,44 ± 0,05	0,485
Tiempo 3	7,37 ± 0,04	7,36 ± 0,04	0,699
Tiempo 4	7,34 ± 0,06	7,33 ± 0,05	0,937
Tiempo 5	7,35 ± 0,04	7,33 ± 0,04	0,394
Tiempo 6	7,36 ± 0,05	7,32 ± 0,04	0,180

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,042*; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,046*.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,028*.

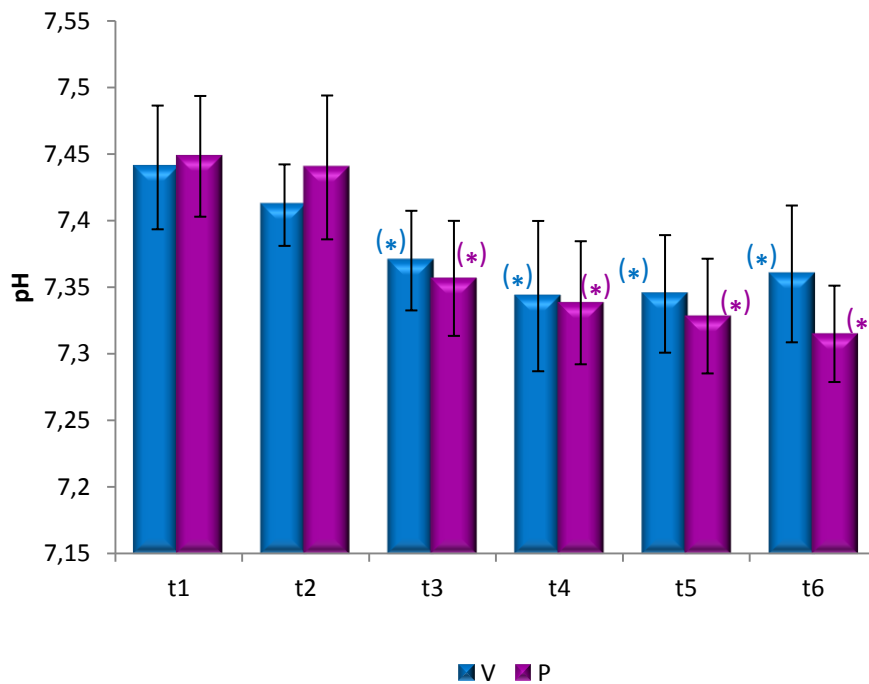
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICO 4

VARIACIÓN DEL pH SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 5.

TABLA 6

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DE CO₂ (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	p
Tiempo 1	35 ± 6	36 ± 4	0,818
Tiempo 2	36 ± 2	35 ± 4	0,132
Tiempo 3	41 ± 3	42 ± 5	0,699
Tiempo 4	43 ± 6	42 ± 5	0,589
Tiempo 5	43 ± 3	42 ± 3	0,699
Tiempo 6	39 ± 3	43 ± 5	0,132

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,045*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,072.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,043*; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,027*.

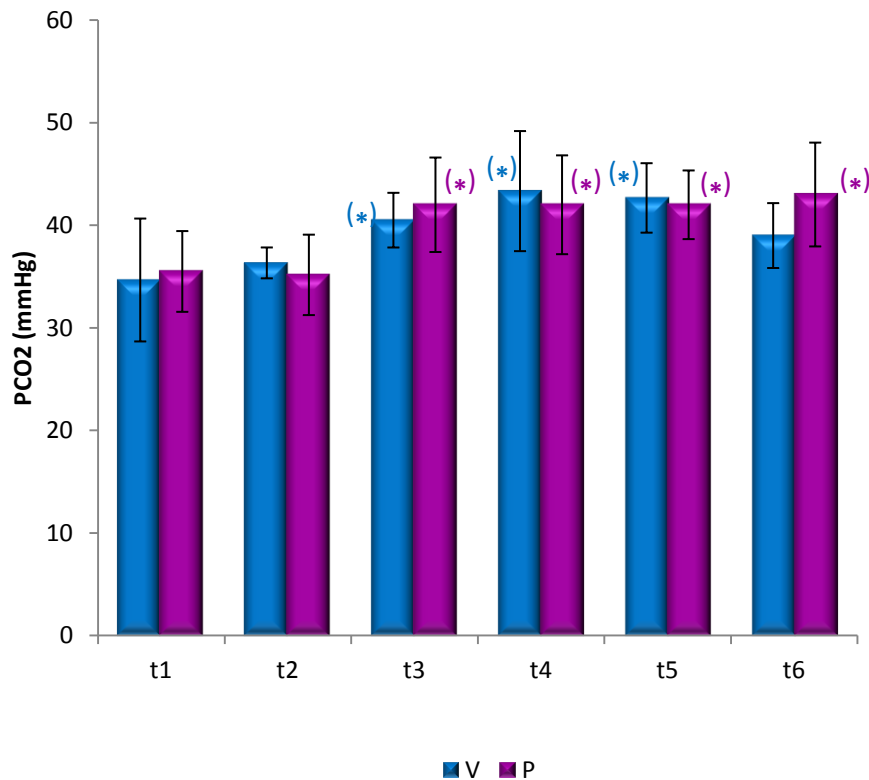
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICO 5

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DE CO₂ (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 5.

TABLA 7

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DE O₂ (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	87 ± 12	92 ± 13	0,699
Tiempo 2	187 ± 35	185 ± 65	0,937
Tiempo 3	133 ± 35	149 ± 57	0,818
Tiempo 4	137 ± 31	143 ± 60	1,000
Tiempo 5	136 ± 32	155 ± 46	0,699
Tiempo 6	113 ± 28	110 ± 38	0,818

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,075; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,075; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,115.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,172; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,173.

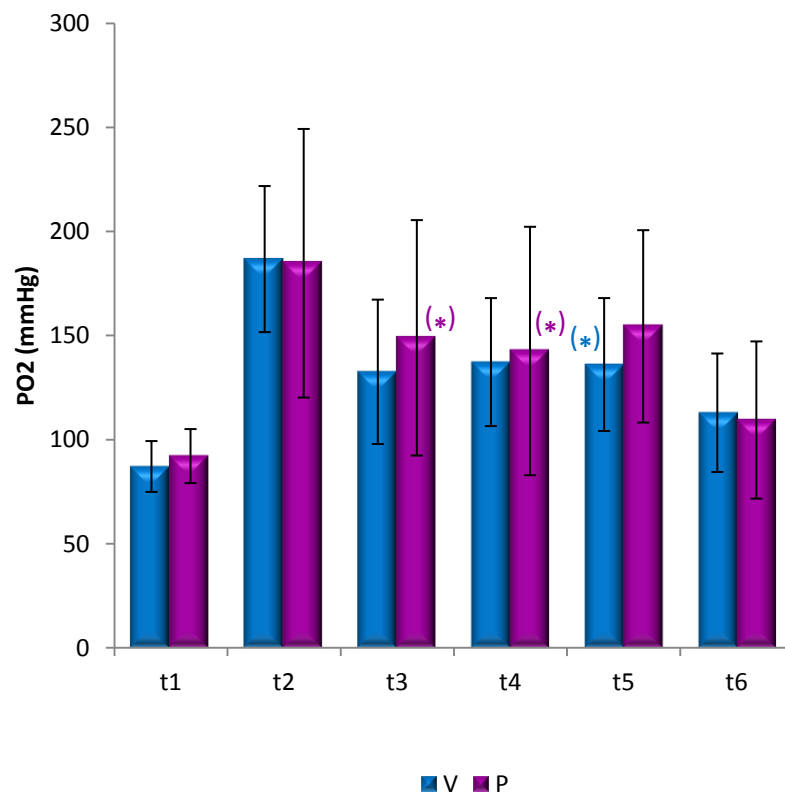
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICO 6

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DE O₂ (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 7.

TABLA 8

VARIACIÓN DE LA PAFI (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
 VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
 HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
 NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	415 ± 59	445 ± 62	0,589
Tiempo 2	430 ± 49	442 ± 140	0,699
Tiempo 3	339 ± 87	372 ± 141	0,937
Tiempo 4	352 ± 81	336 ± 149	0,818
Tiempo 5	340 ± 80	386 ± 116	0,699
Tiempo 6	387 ± 78	405 ± 109	0,818

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,075; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,116; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,917.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,046*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,173; Tiempo 6 vs Tiempo 1: p = 0,115.

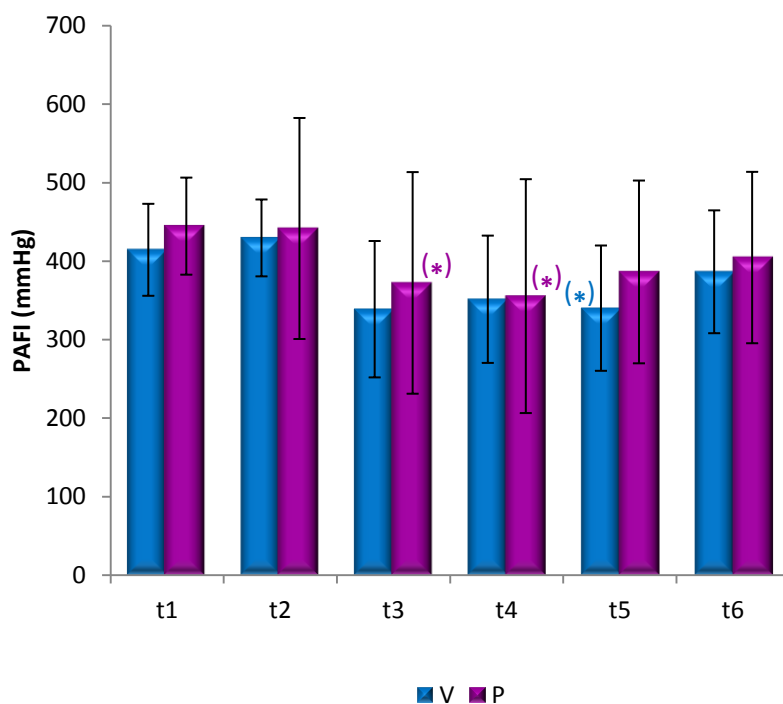
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 7

VARIACIÓN DE LA PAFI (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 8.

TABLA 9

VARIACIÓN DEL CO₂ TELEESPIRADO (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
 VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
 HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
 NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	-	-	-
Tiempo 2	35 ± 1	36 ± 5	0,699
Tiempo 3	38 ± 3	38 ± 2	0,937
Tiempo 4	38 ± 3	39 ± 3	0,818
Tiempo 5	36 ± 3	37 ± 3	0,818
Tiempo 6	-	-	-

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,138; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,074; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,684.

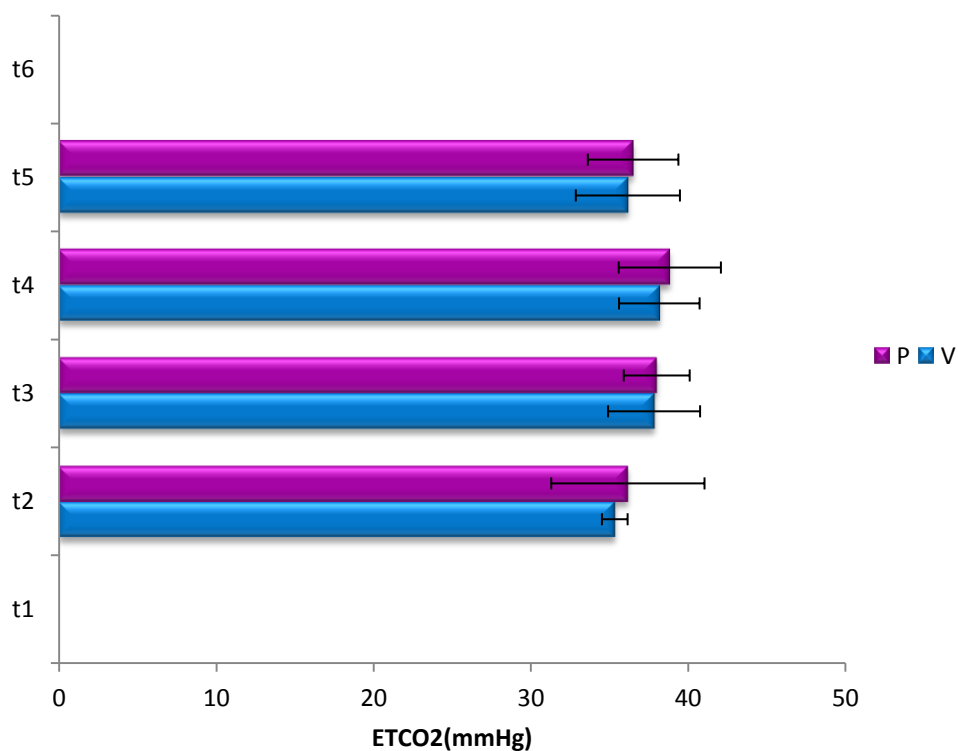
Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,462; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,343; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,752.

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 8

VARIACIÓN DEL CO₂ TELEESPIRADO (mmHg) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



Fuente: Tabla 9.

TABLA 10

VARIACIÓN DE LA RELACIÓN VD/VT (%) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	p
Tiempo 1	-	-	-
Tiempo 2	3,6 ± 1,3	6,5 ± 1,4	0,180
Tiempo 3	8,7 ± 2,9	8,7 ± 4,1	0,699
Tiempo 4	13,7 ± 2,3	12,5 ± 2,7	1,000
Tiempo 5	13,7 ± 3,6	13,0 ± 1,4	0,699
Tiempo 6	-	-	-

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,173; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,028*.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,600; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,173; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,028*.

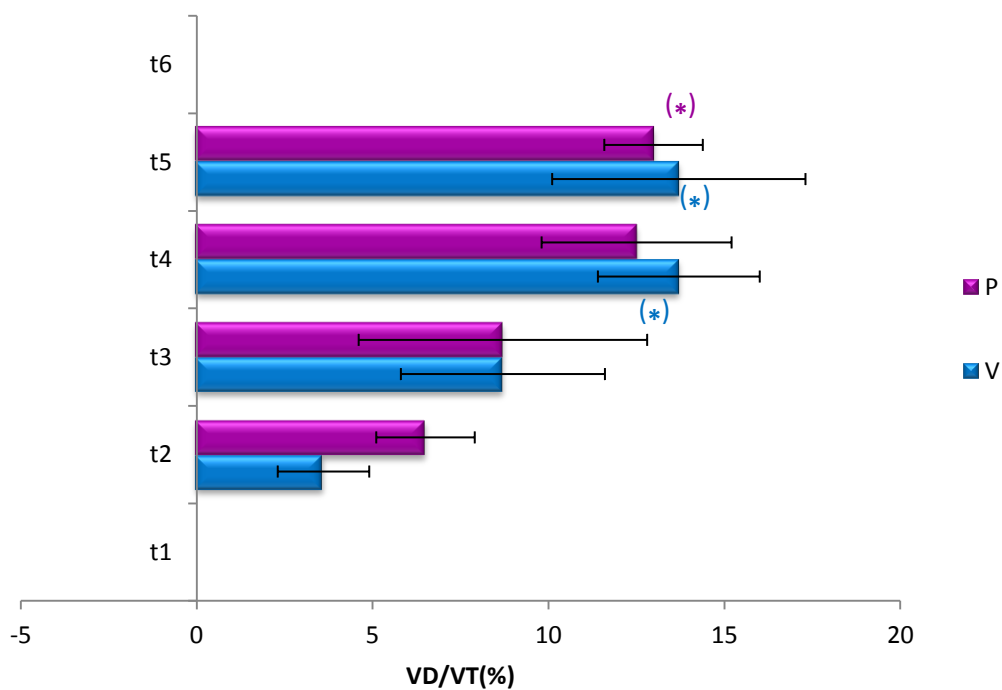
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 9

VARIACIÓN DE LA RELACIÓN VD/VT (%) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 10.

TABLA 11

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN PICO (cmH₂O) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
 VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
 HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
 NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	-	-	-
Tiempo 2	14 ± 3	13 ± 3	0,394
Tiempo 3	24 ± 6	17 ± 3	0,037**
Tiempo 4	25 ± 5	19 ± 3	0,015**
Tiempo 5	25 ± 4	18 ± 4	0,015**
Tiempo 6	-	-	-

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,026*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,027*.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,027*.

Valores expresados como media ± desviación estándar.

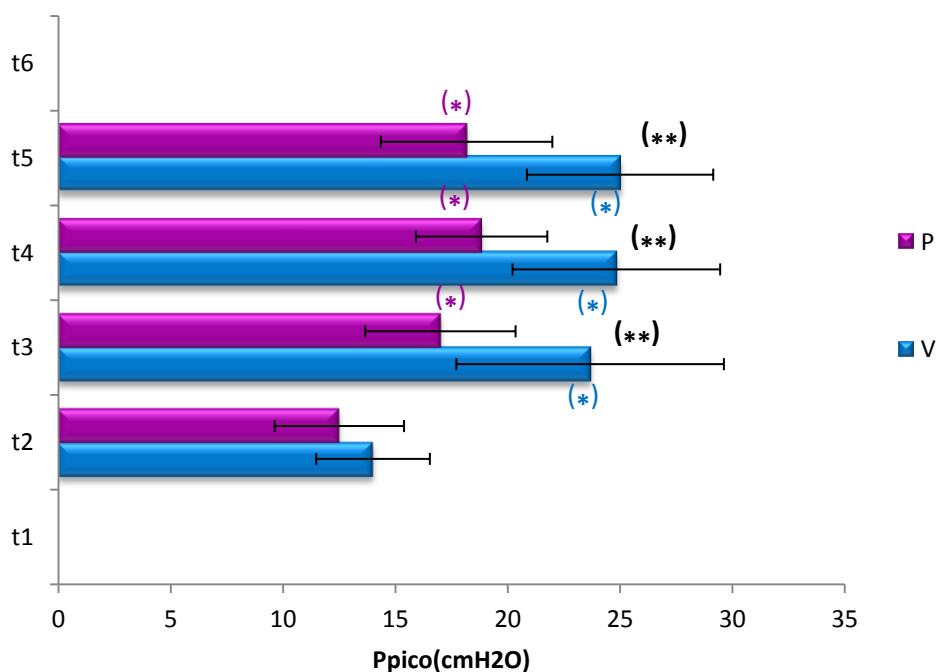
***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

****Diferencia estadísticamente significativa intergrupala (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos

GRAFICA 10

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN PICO (cmH₂O) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

(**) Diferencia estadísticamente significativa intergrupala ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 11.

TABLA 12

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN MESETA (cmH₂O) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.
VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES.
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.
NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Modos			
Seguimiento	Volumen	Presión	P
Tiempo 1	-	-	-
Tiempo 2	13 ± 2	13 ± 3	0,699
Tiempo 3	22 ± 5	17 ± 4	0,180
Tiempo 4	23 ± 5	19 ± 3	0,093
Tiempo 5	23 ± 4	18 ± 4	0,132
Tiempo 6	-	-	-

Comparaciones intragrupos:

Modo volumen: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,028*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,027*.

Modo presión: Tiempo 3 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 4 vs Tiempo 2: p = 0,027*; Tiempo 5 vs Tiempo 2: p = 0,026*.

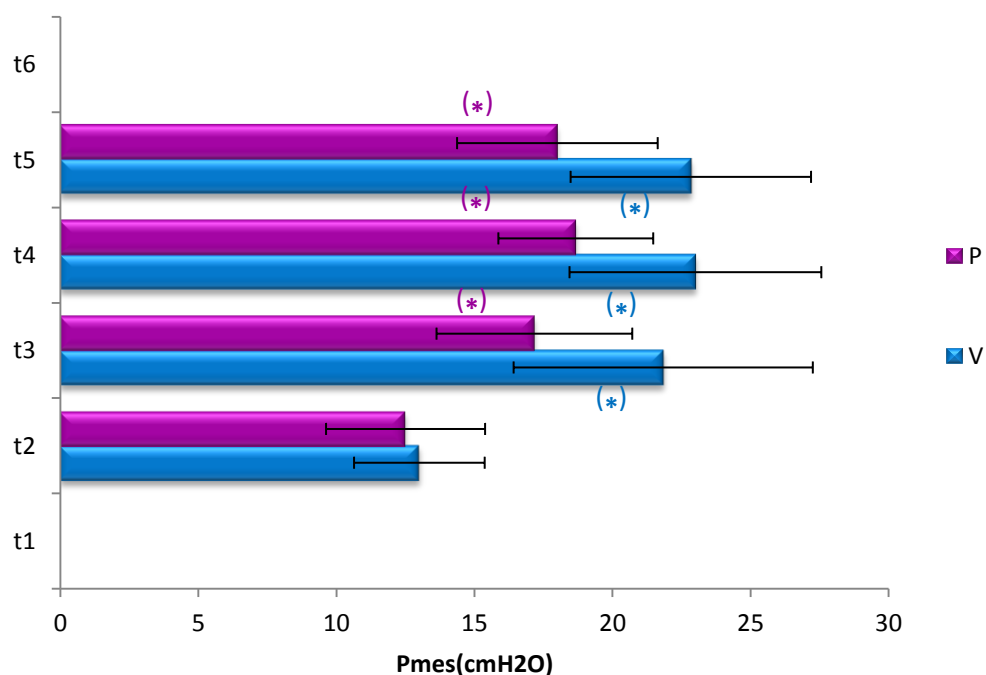
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 11

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN MESETA (cmH₂O) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 12.

TABLA 13

VARIACIÓN DE LA CVF, VEF-1 Y RELACIÓN VEF-1/CVF (%) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.

Variables	Modos		P	
	Preoperatorio	Postoperatorio		
CVF	Volumen	106 ± 19	91 ± 26	0,042*
	Presión	94 ± 13	73 ± 16	0,046*
VEF-1	Volumen	105 ± 21	93 ± 23	0,075
	Presión	92 ± 9	77 ± 16	0,027*
VEF-1 / CVF	Volumen	125 ± 36	104 ± 3	0,463
	Presión	102 ± 9	106 ± 10	0,463

Diferencias intergrupales en el postoperatorio:

CVF: p = 0,180

VEF-1: p = 0,310

CVF / VEF-1: p = 0,818

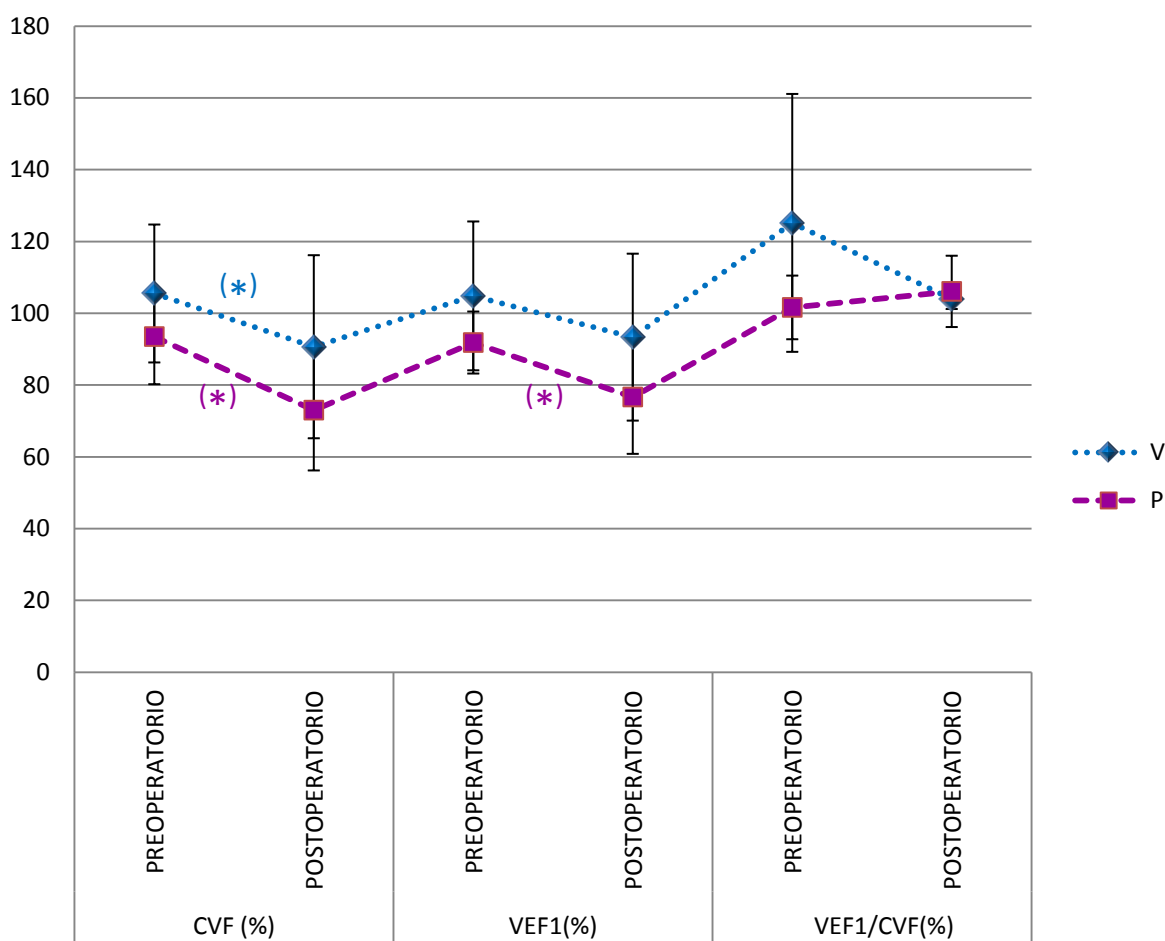
Valores expresados como media ± desviación estándar.

***Diferencia estadísticamente significativa intragrupal (p<0,05).**

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

GRAFICA 12

VARIACIÓN DE LA CVF, VEF-1 Y RELACIÓN VEF-1/CVF (%) SEGÚN MODO VENTILATORIO Y SEGUIMIENTO PERIOPERATORIO. VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A PROSTATECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG. VALORES EN MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS - SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. NOVIEMBRE 2011 – ABRIL 2012.



(*) Diferencia estadísticamente significativa intragrupal ($p < 0,05$).

Fuente: Tabla 13.

DISCUSIÓN

La cirugía laparoscópica asistida por robot ha llegado a ser popular en muchos procedimientos quirúrgicos a pesar de los cambios trascendentes hemodinámicos y respiratorios que puede causar.

En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre la población de estudio en cuanto a variables antropométricas y quirúrgicas, lo cual permitió la adecuada comparación entre grupos por tratarse de una muestra homogénea desde el punto de vista estadístico.

La tecnología empleada en ésta investigación está basada en la integración de un sistema de computación enlazado con telemanipuladores, el sistema Da Vinci, el cual ofrece una mejor visualización y manipulación de las estructuras anatómicas, sin embargo representa tiempos quirúrgicos prolongados, según Meininger *et al.* la duración promedio de una prostatectomía radical se estima entre 3 a 7,5 horas empleando este sistema, no obstante cuando se acompaña de linfadenectomía el tiempo quirúrgico se incrementa de 3,5 a 9,5 horas. Según los resultados obtenidos el tiempo quirúrgico oscilo entre 291 ± 44 para el grupo P y 336 ± 104 para el grupo V, lo cual se correlaciona con lo descrito por Meininger, estos tiempos quirúrgicos pueden acortarse según la curva de aprendizaje de cada institución, como se observa en el estudio de Danic *et al.* en el cual se reportan tiempos quirúrgicos más cortos para esta misma cirugía, con una media de 177,5 minutos y el estudio de Choi *et al.* que reporta una media similar de 164 minutos ^(18,26,38).

Se ha descrito un incremento de la frecuencia cardíaca durante la insuflación del neumoperitoneo, no así lo describen Giegler *et al.* y Lestar *et al.* quienes reportan en sus investigaciones que la frecuencia cardíaca se mantiene constante durante la insuflación del neumoperitoneo y el posicionamiento en Trendelenburg. Kalmar *et al.* en su estudio observó que después del posicionamiento en Trendelenburg, ocurre una disminución de la frecuencia cardíaca, lo cual atribuye a un aumento en el retorno venoso, situación similar se aprecia en los resultados del presente estudio en donde la frecuencia cardíaca no varía durante la insuflación del neumoperitoneo y empieza a descender luego del posicionamiento en Trendelenburg, para retornar a los valores iniciales una vez restaurada la posición supina y

eliminado el neumoperitoneo, este comportamiento fue similar en ambos grupos de estudio y por tanto no se evidenciaron diferencias clínicas ni estadísticamente significativas al compararlos. La disminución de la frecuencia cardíaca reportada pueden atribuirse no solo al efecto de la posición descrito por Kalmar, sino además a la simpaticolisis producto de la anestesia peridural ^(22,24,26,39).

Durante la monitorización perioperatoria de la presión arterial media no se encontraron diferencias significativas entre el grupo modo volumen y el grupo modo presión, lo cual se asemeja a lo reportado por Choi *et al.* quienes compararon dos grupos de 17 pacientes cada uno, uno ventilado a modo volumen y otro a modo presión, sin observar diferencias intergrupales en ninguno de los tiempos de estudio. Intragrupalmente se observa en el grupo modo volumen una diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,042$) al comparar el tiempo 6 (1 hora en SCPA) con el tiempo 1 (aire ambiente) con un descenso de 8mmHg, lo cual no es clínicamente significativo y puede ser secundario al efecto analgésico epidural ^(38, 39).

Al momento de evaluar el comportamiento de la presión venosa central, el instrumento recolector de datos reflejó un comportamiento similar en ambos grupos de estudio, sin diferencias estadísticas intergrupales, al revisar la tendencia intragrupal, se puede ver un ascenso que se torna estadísticamente significativo al comparar los tiempos 3,4 y 5 con el tiempo 2 para el modo presión y los tiempos 4 y 5 con el tiempo 2 en el modo volumen, y que retorna a los valores basales en el tiempo 6, este patrón se repite con alta frecuencia en diferentes estudios publicados, y se explica por el aumento del retorno venoso que ocurre durante el Trendelenburg forzado y que mejora una vez se restituye la posición supina ^(22,24, 38,40).

Schrijvers *et al.* estudiaron los efectos sobre el intercambio gaseoso durante la cirugía laparoscópica asistida por robot en Trendelenburg, observando descensos en el pH de manera significativa, el cual se acentuó luego de los 120 minutos de instaurado el posicionamiento, de igual manera Meininger *et al.* realizaron un análisis sobre los efectos hemodinámicos y sobre el balance ácido base del neumoperitoneo, observando también un importante descenso del pH luego de 30 minutos en Trendelenburg el cual se mantuvo durante 7 horas, en ambos estudios no se precisa el modo ventilatorio al cual fueron sometidos los pacientes, sin embargo los autores mantuvieron volúmenes corrientes entre 8 y 10cc/kg y modificaron la frecuencia

respiratoria con la finalidad de mantener PaCO₂ dentro de valores normales. En la presente investigación en cuanto al pH no se observaron diferencias estadísticamente significativas de manera intergrupar, más al evaluar cada grupo por separado se observa una disminución del pH significativa al comparar los tiempo 3, 4 y 5 con el tiempo 2 y el tiempo 6 con el tiempo 1 tanto en el grupo V como en el grupo P, estos resultados pueden deberse al aumento de la PaCO₂ por absorción de este gas desde el campo quirúrgico, al manejo restrictivo de líquidos intraoperatorio y al efecto de isquemia-reperfusión generado por la insuflación y desuflación constante del neumoperitoneo, en consonancia con los estudios anteriormente descritos (21,26,27).

Analizando los valores obtenidos tras la monitorización de la PaCO₂ se obtuvo que no existieron diferencias estadísticamente significativas intergrupales, más aun si se presentaron diferencias significativas intragrupal de manera similar tanto para el modo volumen como para el modo presión, presentándose un incremento del mismo en los tiempos 3, 4 y 5 con respecto al tiempo 2 y que en el grupo modo volumen se restablecen los valores basales en el tiempo 6, no así en el grupo modo presión en donde la presión arterial de CO₂ se mantiene en el límite superior, cabe resaltar que estas diferencias no fueron clínicamente significativas, este aumento en los valores de PaCO₂ en el intraoperatorio puede ser producto de la absorción de CO₂ proveniente del neumoperitoneo y en el postoperatorio la persistencia de valores elevados pudieran ser consecuencia de complicaciones tales como el enfisema subcutáneo o alteraciones de la mecánica ventilatoria (21,23, 41,42). Comportamiento similar en la PaCO₂ mostraron Schrijvers *et al.* y Meininger *et al.* en sus estudios (26,27).

La oxigenación de los pacientes participantes en este estudio se mantuvo en todo momento dentro de límites normales y sin diferencias significativas entre ambos grupos, en contraste con una investigación realizada por Cadi *et al.* donde compararon ventilación modo volumen con modo presión en pacientes obesos durante cirugía laparoscópica bariátrica, encontrando valores más altos de PaO₂ asociados al grupo modo presión, atribuyendo este hecho a que durante la fase inspiratoria de este modo ocurre una desaceleración del flujo inspiratorio con mejor distribución del gas y reclutamiento alveolar, de igual manera Gupta *et al.* compararon modo volumen vs modo presión en pacientes obesos en colecistectomía laparoscópica encontrando que 35 minutos después de la insuflación del neumoperitoneo los

pacientes ventilados con modo presión presentaban valores más altos de PaO₂ comparado con el grupo ventilado en modo volumen, esto representó una diferencia estadísticamente significativa con $p < 0,05$. Al comparar de forma intragrupal, se observó una disminución en los valores de PaO₂ en el tiempo 5 en el grupo V y en los tiempos 3 y 4 en el grupo P, para luego retornar a los valores basales en el área de cuidados postanestésicos, estos resultados se compaginan con los obtenidos por Choi *et al.* en cuya investigación se encontró una disminución significativa de la PaO₂ en los tiempos 2 y 3 (60 y 120 min de Trendelenburg respectivamente) que de igual manera retornó en el tiempo 4 (restablecimiento de posición supina) a los valores basales, la diferencia está en que en este protocolo Choi *et al.* se hace uso de 0 cmH₂O de PEEP, volumen corriente de 8cc/Kg y FIO₂ de 0,5 mientras que en el presente estudio se utilizó 5 cmH₂O de PEEP, volumen corriente de 6cc/Kg y FIO₂ de 0,4. Al revisar la investigación realizada por Kim *et al.* que comparó los parámetros de oxigenación en dos grupos, uno que recibió 5 cmH₂O de PEEP con otro que recibió 0 cmH₂O de PEEP durante colecistectomía laparoscópica, se observa dentro de sus conclusiones que la aplicación de PEEP debe considerarse durante la ventilación a modo presión durante cirugías laparoscópicas, puesto que esto disminuye las atelectasias intraoperatorias causadas por el neumoperitoneo, mejorando así el intercambio gaseoso y la oxigenación ^(38,43,44,45).

En cuanto la PAFI se obtuvo una media mayor de 300 mmHg en todos los tiempos, sin diferencias significativas intergrupales, y se evidencia el mismo comportamiento que describe la PaO₂ según los tiempos de medición a nivel intragrupal. En contraposición se encuentra el estudio de Cadi *et al.* en el cual se observó que la PAFI fue mayor en el grupo ventilado en el modo presión en comparación con el modo volumen, utilizando FIO₂ de 0,6 y PEEP de 5 cmH₂O, explicando esto de igual manera a la mejor distribución del flujo de gas y reclutamiento alveolar característico de este modo ventilatorio. Por otra parte Balik-Weber *et al.* al comparar ventilación modo volumen con ventilación a modo presión durante prostatectomía laparoscópica no encontraron diferencias significativas en la PAFI entre ambos modos, cabe destacar que este protocolo no empleó el uso de PEEP y no realizó la medición de la variable en todos los tiempos de estudio, lo que no permite analizar el comportamiento intragrupal de la misma. Al comparar modos ventilatorios presión y volumen en pacientes con síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA) Esteban *et al.* no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, sin embargo se debe acotar que esta

investigación fue llevada a cabo en una unidad de terapia intensiva y la monitorización de los pacientes fue realizada hasta por 21 días ^(33,34,43).

Con el CO₂ producido por el neumoperitoneo y la asociación de la posición de Trendelenburg se puede esperar que empeoren las atelectacias y se disminuya la capacidad residual funcional pulmonar, no obstante, en el estudio de Schrijvers *et al.* sólo se produjo un discreto incremento del ETCO₂ y del espacio muerto fisiológico que no fue estadística ni clínicamente significativo. Kalmar *et al.* por su parte manifiestan un aumento del ETCO₂ posterior al posicionamiento en Trendelenburg, en contraparte a lo encontrado por Cadi *et al.* quienes no reportan este incremento en ninguno de sus dos grupos de estudio ni al comparar modo volumen con modo presión. Balick-Weber *et al.* en concordancia con Schrijvers también encontraron un aumento significativo del ETCO₂ durante el neumoperitoneo. Los investigadores de éste estudio al analizar el instrumento recolector de datos encuentran poca variabilidad en el ETCO₂ tanto a nivel intergrupar como intragrupal con valores que se mantuvieron dentro del rango fisiológico (35-45 mmHg) para ambos grupos, estos resultados se lograron sin necesidad de modificaciones en la Fr o Vc en el modo volumen y con ajustes continuos de la presión inspiratoria con la finalidad de mantener un Vc de 6cc/Kg y sin ajustes de la Fr en el modo presión, a diferencia de Choi *et al.* quienes para mantener estos rangos ameritaron ajustes en la Fr. A pesar de no ser éste el comportamiento habitual de esta variable, debido a que se estima un incremento del ETCO₂ resultado de la absorción exógena de CO₂, y la formación de atelectacias producto de la disminución de la CRF y el compliance pulmonar consecuencia del posicionamiento, son satisfactorios ya que son reflejo de un adecuado manejo ventilatorio según expresa la literatura ^(24,26,27,33,38,43,44).

Choi *et al.* no encontraron diferencias al comparar el grupo modo volumen con el modo presión en cuanto al Vd/Vt, aunque sí encontraron un incremento de este parámetro luego del posicionamiento en Trendelenburg a los 60 y a los 120 minutos en ambos grupos. Resultados compatibles se desprenden de este estudio al no producirse diferencias estadísticamente significativas intergrupales, observándose un ascenso del espacio muerto fisiológico a los 30 y a los 120 minutos de Trendelenburg en ambos grupos, siendo sólo significativa para el modo presión en el tiempo 5, resultados similares mostraron Balick-Weber *et al.*, Gupta *et al.* y Cadi *et al.* en sus respectivas investigaciones. Estos resultados

pueden atribuirse al incremento de la presión intratorácica secundario a las altas presiones intraabdominales inducidas por el neumoperitoneo que en este estudio no sobrepasaron los 15 mmHg, sin embargo la literatura reporta que con 14 mmHg de neumoperitoneo se generan incrementos en las presiones intratorácicas hasta de 9 mmHg medidas a través de catéter de arteria pulmonar, lo que conlleva a un aumento en el espacio muerto fisiológico debido probablemente a la compresión de los vasos capilares pulmonares. (33,38,43,44).

Diferentes estudios han comparado los modos ventilatorios presión y volumen encontrando como principal diferencia menores presiones pico de la vía aérea generadas en el modo presión cuando se compara con el modo volumen, esto fue concluido por Aguilar *et al.* tras una revisión pertinente de la literatura y es consonante con los resultados expresados por Choi *et al.* en cuyo trabajo se reportan diferencias estadísticamente significativas al comparar la presiones pico entre ambos modos, siendo éstas menores en el grupo modo presión. Gupta *et al.* también concuerdan con estos resultados presentando en su estudio presiones pico menores para el grupo modo presión al compararlas con el grupo modo volumen luego de 25 y 45 minutos de neumoperitoneo, asimismo Balick-Weber *et al.* muestran resultados semejantes con presiones pico menores en el grupo modo presión, diferencia estadísticamente significativa con $p < 0,001$. Los resultados obtenidos de la monitorización de la presión pico por lo autores son acordes a los citados anteriormente, observándose diferencias estadísticamente significativas entre el grupo V y el grupo P, siendo en este último en el que se generaron las menores presiones pico, aun así, en ninguno de los grupos se superó la presión máxima estipulada de 30 cmH₂O. Se observa además al realizar comparaciones intragrupalas la tendencia de estas presiones al aumento, tras la insuflación del neumoperitoneo y la colocación de la posición de Trendelenburg, arrojando resultados significativos en ambos grupos al comparar con los valores basales. Existe una ventaja hipotética de las bajas presiones pico de la vía aérea durante la ventilación con modo presión la cual podría disminuir el riesgo de barotrauma durante la ventilación mecánica, sin embargo, Esteban *et al.* en un estudio prospectivo aleatorizado compararon los modos ventilatorios presión y volumen en 79 pacientes con SDRA y no encontraron evidencias estadísticamente significativas en la incidencia de barotrauma entre los dos grupos de estudio a pesar de presentarse mayores presiones pico en el modo volumen, esto puede deberse a que la presión pico no refleja la presión pico alveolar, se debe entender que la presión pico es mucho mayor y depende de las

resistencias que ofrece el tubo orotraqueal, el flujo inspiratorio y la mecánica ventilatoria del pulmón. En contraste existe una fuerte relación entre la presión meseta de la vía aérea y el barotrauma asociado a ventilación mecánica cuando esta presión supera los 35 cmH₂O. Por otro lado, durante la ventilación con modo presión se ha descrito la presencia de atelectrauma, debido al volumen corriente inconstante entregado en un pulmón con compliance disminuida secundario al neumoperitoneo y al Trendelenburg, ameritando el incremento de la presión inspiratoria para conseguir un volumen corriente adecuado y consigo las presiones pico y meseta ^(32,33,38,43,44).

El comportamiento de la presión meseta en este estudio no reflejó diferencias estadísticamente significativas al comparar los modos ventilatorios, pero las comparaciones intragrupalmente presentan diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos durante los tiempos 3,4 y 5 al compararlos con el basal, es importante destacar que la media máxima de estas presiones fue de 23 ± 5 . Estos resultados se compaginan con los obtenidos por Cadi *et al.* en los cuales no observaron diferencias significativas entre los dos grupos, pero sí encontraron presiones mesetas más bajas en el grupo modo presión, de igual manera Balick-Weber *et al.* quienes reportan en su estudio la presencia de presiones meseta más elevadas para el modo volumen y en contraste con Esteban *et al.* en donde no se encontraron diferencias significativas entre los modos ventilatorios en pacientes con SDRA, pero las presiones mesetas en algunas fases del estudio fueron más altas en el grupo modo presión. El incremento de las presiones meseta que se refleja en los diversos estudios puede sentar su base en el hecho de que tras la insuflación con CO₂ de la cavidad abdominal y la colocación del Trendelenburg se produce una reducción estadísticamente significativa del compliance, tanto dinámico como estático, tal y como reportan Balick-Weber *et al.* y Kuroda *et al.* al comparar estos modos ventilatorios en pacientes sometidos a Trendelenburg forzado ^(33,34,43,46).

El síndrome restrictivo pulmonar postoperatorio ha sido definido en la literatura como la disminución de la CVF en cualquier momento del postoperatorio, y ha mostrado una mayor incidencia en cirugías abiertas y en pacientes obesos, el tiempo operatorio prolongado se considera también un factor muy importante de asociación de morbilidades respiratorias postquirúrgicas. El basamento fisiopatológico de éste síndrome está en la presencia postoperatoria de dolor, que limite la expansión pulmonar por inhibición del reflejo de los

músculos respiratorios, la presencia de atelectasias y la disfunción diafragmática derivada de la ventilación mecánica prolongada, el uso de relajantes musculares y complicaciones descritas derivadas del uso de técnicas regionales. En el presente protocolo el dolor postoperatorio fue controlado administrando opioides por vía peridural por lo que las diferencias estadísticamente significativas encontradas al realizar comparaciones intragrupal en la CVF para ambos grupos y en el VEF-1 en el grupo P no obedecen a esta causa. Es importante resaltar que este comportamiento fue similar en ambos grupos y no se encontraron diferencias significativas al compararlos. En un estudio realizado por Treschan *et al.* donde se evaluó la función pulmonar postoperatoria luego de someter a los pacientes a cirugía abdominal con volúmenes corrientes altos (12cc/Kg) y bajos (6cc/Kg), se encontró un comportamiento espirométrico postoperatorio similar para ambos grupos, con disminución de la CVF y VEF-1. En otro estudio realizado por Zoremba *et al.* examinaron los modos presión controlado vs asistido por presión y hallaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las variables espirométricas (CVF, VEF-1 y MEF₂₅) postoperatorias con mejores resultados en el grupo asistido por presión, los autores atribuyen este hallazgo al mantenimiento de la ventilación espontánea sin uso de relajación muscular. Tiefenthaler *et al.* tras comparar las variables espirométricas pre y postoperatorias en dos grupos de pacientes sometidos a anestesia general con TIVA vs balanceada, encontraron una disminución de la CVF significativamente menor en el grupo de anestesia general balanceada con respecto al grupo TIVA. Warner en su revisión plantea el beneficio del control del dolor en el postoperatorio para prevenir la aparición de complicaciones tales como las atelectasias y las neumonías, manifestando que el uso de la anestesia regional, como la peridural con anestésicos locales y opioides puede mejorar la función de los músculos respiratorios al incrementar la expansibilidad torácica, el volumen tidal y la capacidad vital ⁽⁴⁷⁻⁵¹⁾.

Conclusiones y recomendaciones

Los hallazgos obtenidos en el presente estudio permiten concluir que el uso de ambos modos ventilatorios resulta razonable en pacientes sometidos a prostatectomía laparoscópica asistida por robot en posición de Trendelenburg, puesto que al evaluar la mecánica ventilatoria, el intercambio gaseoso y las variables hemodinámicas no existen ventajas de un

modo ventilatorio sobre el otro, a excepción de la presencia de menores presiones pico en el modo presión.

Para investigaciones futuras se recomienda:

1. Prolongar el tiempo de estudio a fin de aumentar el tamaño de la muestra.
2. Añadir a los tiempos de medición uno al momento de ser restituida la posición supina y retirado el neumoperitoneo.
3. Determinar los compliance dinámicos y estáticos y la fracción shunt.
4. Monitorización de temperatura y lactato.
5. Monitorización de la relajación muscular.
6. Medición del dolor con la escala visual análoga en el postoperatorio.
7. Complementar los estudios de la función pulmonar postoperatoria con TAC de tórax.

AGRADECIMIENTOS

De manera especial a la Cátedra de Anestesiología del Hospital Universitario de Caracas por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al Servicio de Urología del Hospital Universitario de Caracas por su colaboración para la realización de esta investigación.

A la Unidad de Espirometría del Servicio de Neumonología del Hospital Universitario de Caracas por brindarnos su cooperación a la hora de la realización de este estudio.

A la Unidad de Gasometría Arterial del Hospital Universitario de Caracas por su importante aporte a esta investigación.

Y por último a la Coordinación del Área quirúrgica y Servicio de Unidosis por su contribución valiosa en el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. González G, Garza A. Anestesia para cirugía laparoscópica en el paciente pediátrico. *Anest Mex* 2006;18(1):69-74.
2. Irvine M, Patil V. Anaesthesia for robot-assisted laparoscopic surgery. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 2009;9:125-129.
3. Baltayan S. A brief review: anesthesia for robotic prostatectomy. *J Robotic Surg* 2008;2:59-66.
4. Mozer P, Troccaz J, Stoianovici D. Urologic robots and future directions. *Curr Opin Urol* 2009;19:114-119.
5. Rigdon J. Robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *AORN Journal* 2006; 84:759-770.
6. Fischer B, Engel N, Jean-Luc F, Hubert J. Complications of robotic assisted radical prostatectomy. *World J Urol* 2008;26:595-602.
7. Kelley WE Jr. The evolution of laparoscopy and the revolution in surgery in the decade of 1990s. *JLS* 2008;12:351-357.
8. Milsom JW, Böhm B, Nakajima K. *Laparoscopic colorectal surgery*. 2 ed. USA: Springer Science 2006.p.436.1-6
9. Sharma NL, Shah NC, Neal DE. Robotic-assisted laparoscopic prostatectomy. *Br J Cancer* 2009;101(9):1491-1491.
10. Faust RA. *Robotic in Surgery: history, current and future applications*. New York: Nova Science publishers, Inc; 2007. p.3-12. Se consigue en: URL:<http://www.books.google.com.ve>
11. Sullivan M, Frost E, Lew M. Anesthetic care of de the patient for robotic surgery. *MEJ Anesth* 2008;19(5):967-981.
12. Sanchez I, Dávila H. Cirugía robótica en el tratamiento quirúrgico de la acalasia. Experiencia quirúrgica en el Hospital Universitario de Caracas. *Rev Venez Cir* 2009;62(3):226-230.
13. Ramírez R. Cirugía mínimamente invasiva. Cirugía robótica: Reporte de 57 casos, primera experiencia Caracas, Venezuela. *Rev Venez Cir* 2007;60(1):16-20.
14. Kaufman A. Las manos que mueven el robot: Entrevista. + *Salud* 2010;37:38-42.

15. Kotur P. Mechanical Ventilation Past, Present and Future. *Indian J. Anaesth.* 2004;48(6):430-432.
16. Abdala A. Historia y evolución de la ventilación mecánica. *Revista del CONAREC.* 2005;21(82):188-198.
17. Palencia E. Libro electrónico de medicina intensiva (sitio en internet). *Intensivos 2008 - 2011.* Disponible en: URL <http://intensivos/uninet.edu/11/1101.html>.
18. Danic M, Chow M, Alexander G, Bhandari A, Menon M, Brown M. Anesthesia considerations for robotic- assisted laparoscopic prostatectomy: a review of 1500 cases. *J Robotic Surg* 2007;1:119-123.
19. Koon Ho Rha. Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy. *Korean J Urol* 2009;50:97-104.
20. Lebowitz P, Richards M, Bryan-Brown C. Anesthesia and Management of Anesthetic Complications of Laparoscopic Urological Surgery. *Complications of Laparoscopic and Robotic Urologic Surgery.* Springer Science, 2010: 7-17.
21. Gutt C, Oniu T, Mehrabi A, Schemmer P, Kashfi A, Kraus T, et al. Circulatory and Respiratory Complications of Carbon Dioxide Insufflation. *Dig Surg* 2004;21:95-105.
22. Lestar M, Gunnarsson L, Lagerstrand L, Wiklund P, Odeberg-Werner S. Hemodynamic perturbations During Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy in 45° Trendelenburg position. *Anesth Analg* 2011;113:1069-75.
23. López-Herranz P. Complicaciones transoperatorias asociadas al capnoperitoneo en cirugía laparoscópica. *Rev Med Hosp Gen Mex* 2002;65:149-158.
24. Kalmar A, Foubert L, Hendrickx J, Mottrie A, Absalom A, Mortier P, et al. Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth* 2010;104(4):433-9.
25. Awad H., Santilli S., Ohr M., Roth A., Yan W., Fernandez S., Roth S., Patel V. The Effects of Steep Trendelenburg Positioning on Intraocular Pressure During Robotic Radical Prostatectomy. *Anesth Analg* 2009;109:473-8
26. Meninger D., Byhahn C, Mierdl S, Westphal K, Zwissler B. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49:778-783.
27. Schrijvers D, Mottrie A, Traen K, De Wolf A, Vandermeersch E, Kalmar A, et al. Pulmonary gas exchange is well preserved during robot assisted surgery in steep Trendelenburg position. *Acta Anaesth Belg* 2009;60:229-233.

28. Sprung J, Whalley D, Falcone T, Warner D, Hubmayr R, Hammel J. The Impact of Morbid Obesity, Pneumoperitoneum, and Posture on Respiratory System Mechanics and Oxygenation During Laparoscopy. *Anesth Analg* 2002;94:1345-50.
29. Li JR, Cheng ChL, Weng WCh, Hung SW, Yang ChR. Acute renal failure after prolonged pneumoperitoneum in robot-assisted prostatectomy: a rare complication report. *J Robotic Surg* 2008;1:313-314.
30. Phong S, Koh L. Anaesthesia for robotic-assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopic in the Trendelenburg position. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:281-285.
31. Hong JY, Lee S, Rha K, Roh G, Kil H. Effects of thoracic epidural analgesia combined with general anaesthesia on intraoperative ventilation/oxygenation and postoperative pulmonary complications in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Endourol* 2009;23(11):1843-1849.
32. Aguilar G, Belda J, Badenes R, Jover J, Soro M. Ventilatory pressure modes in anesthesia. *Curr Anaesth and Critical Care* 2010;21:255-261.
33. Balick-Weber C, Nicolas P, Hedreville-Montout M, Blanchet P, Stephan F. Respiratory and hemodynamic effects of volumen-controlled vs pressure-controlled ventilation during laparoscopy: a cross-over study with ecocardiographic assessment. *Br J Anaesth* 2007;99(3):429-35.
34. Esteban A, Alía I, Gordo F, Pablo R de, Suárez J, González G, et al. Prospective randomized trial comparing pressure-controlled ventilation and volume-controlled ventilation in ARDS. *Chest* 2000;117:1690-1696.
35. Pérez M, Mancebo J. Monitorización de la mecánica ventilatoria. *Med Intensiva* 2006;(9):440-48.
36. Silva S. Daño pulmonar agudo asociado a ventilación mecánica. *Rev Invest Clin* 2005;57(3):473-480.
37. Tang Y. Effects of alveolar dead space, shunt and V/Q distribution on respiratory dead space measurements. *Br J Anaesth* 2005;95(4):538-48.
38. Choi E, Na S, Choi S, An j, Rha K, Oh Y. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth* 2011;23:183-188.
39. Kozian A, Eschilling T, Hachenberg T. Non-analgetic effects of thoracic epidural anaesthesia. *Curr opin anesthesiol* 2005;18:29-34.
40. Darlong V, Poolayullathil N, Pandey R, Punj J, Garg R, Kumar R. Hemodynamic changes during robotic radical prostatectomy. *Saudi J Anaesth* 2012;6(3):213-18.

41. Lee J, Lee J, Hong S, Lee B, Kwon O, Kim Y. The risk factors of postoperative respiratory insufficiency after prolonged robotic radical prostatectomy. *Korean J Critical Care* 2010;25(3):130-5.
42. Andersson L, Baath M, Thorne A, Aspelin P, Odeberg-Werner S. Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography. *Anesthesiology* 2005;102:293-9.
43. Cadi P, Guenoun T, Journois D, Chevallier J, Diehl J, Safran D. Pressure-controlled ventilation improves oxygenation during laparoscopic obesity surgery compared with volume-controlled ventilation. *Br J Anesth* 2008;100(5):709-16.
44. Gupta S, Kundu S, Ghose T, Maji S, Mitra K, Mukherjee M, et al. A comparison between volume-controlled ventilation and pressure-controlled ventilation in providing better oxygenation in obese patient undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Indian J Anaesth* 2012;56:276-82.
45. Kim j, Shin C, Kim H, Jung W, Kwak H. Positive end-expiratory pressure in pressure-controlled ventilation improves ventilatory and oxygenation parameters during laparoscopic cholecystectomy. *Surg endosc* 2010;24:1099-1103.
46. Kuroda K, Morimatsu M, Mitsui S, Shibata M, Morita K. Changes of respiratory parameter during robotic prostatectomy: Effect of pneumoperitoneum head-down position. *American Society of Anesthesiologists (publicación periódica en línea)* 2012 Oct. Se consigue en: URL: <http://www.asaabstracts.com>.
47. Burgos A, Csendes A, Burdiles P, Altuve J, López Y. Función pulmonar pre y postoperatoria en bypass gástrico laparotómico y laparoscópico por obesidad mórbida. *Rev Chilena Cirg* 2008;60(6):516-523.
48. Treschan T, Kaisers W, Schaefer M, Bastin B, Schmalz U, Wania V, et al. Ventilation with low tidal volumes during upper abdominal surgery does not improve postoperative lung function. *Br J Anesth* 2012;109(2):263-271.
49. Zoremba M, Kalmus G, Dette F, Kuhn C, Wulf H. Effect of intra-operative pressure support versus pressure controlled ventilation on oxygenation and lung function in moderately obese adults. *Anaesthesia* 2010;65:124-129.
50. Tiefenthaler W, Pehboeck D, Hammerle E, Kavakebi P, Benzer A. Lung function after total intravenous anaesthesia or balanced anaesthesia with sevoflurane. *Br J Anesth* 2011;106(2):272-6.
51. Warner D. Preventing postoperative pulmonary complications: The role of the anesthesiologist. *Anesthesiology* 2000;92:1467-72.

ANEXOS

Anexo 1

Caracas, ____ de _____ de 20__

Consentimiento informado

Yo, _____, mayor de edad y titular de la cédula de indentidad N° _____, por medio de la presente hago constar que he sido invitado por Sandra Gutiérrez Chacón e Isabel Uparela Ramírez residentes del postgrado de Anestesiología del Hospital Universitario de Caracas a participar en el estudio clínico correspondiente a su trabajo especial de grado titulado: **VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN POSICIÓN DE TRENDELENBURG.**

Me han sido explicados y entiendo los riesgos y beneficios que conlleva la participación en dicho estudio. Entiendo igualmente que mi autorización para participar en la presente investigación es voluntaria y que puedo manifestar en cualquier momento mi decisión de retirarme de la misma sin que esto afecte de ninguna manera la calidad del tratamiento médico-quirúrgico al cual voy 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 2

Universidad Central de Venezuela

Hospital Universitario de Caracas

Servicio de Anestesiología

INFORMACIÓN PARA PACIENTES

Sobre riesgos y beneficios del estudio

Ud, en caso de permitirlo, será incluido en éste estudio de investigación en el cual posterior a recibir la anestesia combinada: en la espalda y por la vena, será conectado a una máquina de anestesia que respirará por usted mientras se encuentra dormido, esta posee dos modos de ventilar: uno por presión y otro por volumen, ambos utilizados cotidianamente por los anestesiólogos y a ud se le colocará uno de esos dos modos según lo determine el azar y se le tomarán muestras de sangre durante la cirugía, todo esto con la finalidad de estudiar si existen ventajas de la utilización de un modo ventilatorio con respecto al otro en cirugía robótica para próstata. En el caso de presentarse alguna complicación: por ejemplo alteraciones en su tensión arterial o frecuencia cardiaca, sangrado, bajo oxígeno en sangre o elevaciones del dióxido de carbono en la sangre, las mismas serán tratadas por el equipo médico el cual se encuentra entrenado para tal fin. Posteriormente ud pasará a la sala de cuidados postanestésicos en donde se le brindará analgesia postoperatoria y después de su completa recuperación será llevado a su piso de hospitalización y a las 24 horas le será realizado un control espirométrico.

Anexo 3

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES
SOMETIDOS A CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN
POSICIÓN DE TRENDELENBURG.**

HISTORIA _____

EDAD:	IMC:	ASA:
--------------	-------------	-------------

TIEMPOS	INICIO	FINAL
QUIRÚRGICO		
NEUMOPERITONEO		
TRENDELENBURG		
VENTILACIÓN MECÁNICA		

GRUPO DE ESTUDIO	V (Modo volumen)
	P (Modo presión)

TIEMPO VARIABLE	1 Aire Ambiente	2 10 min MV	3 10 min Neumop	4 30 min Trendelenb	5 120 min Trendelenb	6 1 hora SCPA
FC						
PAM						
PVC						
P. PICO						
P. MESETA						
ETCO ₂						
FIO ₂						
pH.						
PCO ₂						
PO ₂						
SAT O ₂						
HCO ₃						
BE						
VD/VT						
PaO ₂ /FIO ₂						
CAMBIOS FR						
CAMBIOS VC						

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**VENTILACIÓN MODO PRESIÓN VERSUS MODO VOLUMEN EN PACIENTES
SOMETIDOS A CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOT EN
POSICIÓN DE TRENDELENBURG.**

HISTORIA _____

BALANCE HÍDRICO			
INGRESOS		EGRESOS	
TOTAL:			

ESPIROMETRÍA	PREQUIRÚRGICA	POSTQUIRÚRGICA
CVF		
VEF 1		
VEF1/CVF		

OBSERVACIONES.

Anexo 4

VARIABLES

VARIABLE	CATEGORÍA	INDICADOR
Edad Tiempo transcurrido desde el momento del nacimiento hasta el momento que se aplica el instrumento de investigación	Cuantitativa continua (años)	Dependiente de la muestra
IMC Medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo.	Cuantitativa continua (Kg/mt ²)	Dependiente de la muestra <30
(ASA) American Society of Anesthesiology: Indica el estado físico con el cual el paciente ingresa al área quirúrgica.	Cualitativa ordinal	Dependiente de la muestra ASA I: paciente sano ASA II: Paciente con enfermedad sistémica leve compensada
Presión arterial media Es la presión promedio en un ciclo cardíaco completo. PAM= 1/3 PAS + 2/3 PAD	Cuantitativa discreta (mmHg)	Dependiente de la muestra VN: 60 – 100
Frecuencia cardíaca Número de latidos cardíacos producidos en un lapso de un minuto	Cuantitativa discreta Latidos por minuto (lpm)	Dependiente de la muestra VN: 60 – 100
Presión venosa central Se corresponde con la presión sanguínea de la aurícula derecha	Cuantitativa discreta (cmH ₂ O)	Dependiente de la muestra VN: 8 – 12
pH	Cuantitativa continua	Dependiente de la muestra

Concentración de cationes hidrógenos presentes en determinada sustancia.	$(-\log[H^+])$	VN: 7,35 - 7,45
PO₂ Presión de oxígeno en sangre arterial	Cuantitativa continua (mmHg)	Dependiente de la muestra VN: >60
PCO₂ Presión de dióxido de carbono en sangre arterial.	Cuantitativa continua (mmHg)	Dependiente de la muestra VN: 35 – 45
PAFI Es la relación entre la PaO ₂ y la FiO ₂ .	Cuantitativa continua (mmHg)	Dependiente de la muestra VN: >300
VD/VT Se corresponde con el espacio muerto fisiológico que se define como el volumen total de aire inspirado que no se aprovecha para la hematosis.	Cuantitativa continúa (%)	Dependiente de la muestra <40%
ETCO₂ Es la cantidad de CO ₂ que abandona el alveolo al finalizar la espiración.	Cuantitativa discreta (mmHg)	Dependiente de la muestra 35 – 45
Presión pico Es el valor obtenido al final de la inspiración en relación con la resistencia del flujo aéreo en las vías anatómicas y artificiales y con la elasticidad del pulmón y la caja torácica.	Cuantitativa discreta (cmH ₂ O)	Dependiente de la muestra <30
Presión meseta Es el valor obtenido al final de	Cuantitativa discreta (cmH ₂ O)	Dependiente de la muestra <30

la inspiración haciendo una pausa inspiratoria y sin flujo aéreo, se relaciona con la compliance toraco-abdominal.		
<p>CVF</p> <p>Es la cantidad de aire movilizada durante una espiración forzada después de una inspiración máxima.</p>	<p>Cuantitativa continua</p> <p>(%)</p>	<p>Dependiente de la muestra</p> <p>VN: >80</p>
<p>VEF1</p> <p>Es la cantidad de aire expulsada durante el primer segundo de una espiración máxima realizada tras una inspiración máxima.</p>	<p>Cuantitativa continua</p> <p>(%)</p>	<p>Dependiente de la muestra</p> <p>VN: >80</p>
<p>Relación VEF1/CVF</p> <p>Es la proporción de la CVF que se espira en el primer segundo tras una espiración forzada.</p>	<p>Cuantitativa continua</p> <p>(%)</p>	<p>Dependiente de la muestra</p> <p>VN: >80</p>