

Hemodynamic effects of mechanical ventilation (VCV) vs. spontaneous in female dogs undergoing OVH

Efectos hemodinámicos de la ventilación mecánica (VCV) vs. espontánea en perras sometidas a ovh

Autores:

Sanango-Castillo, José Klinton
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Médico Veterinario Zootecnista
Maestría en Medicina Veterinaria
Mención Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies
Cuenca-Ecuador



jose.sanango.41@est.ucacue.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-5063-6977>

Castillo-Hidalgo, Edy Paúl, PhD
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Doctor en Ciencias Veterinaria
Magister en Clínica y Cirugía Canina
Docente Tutor de la Maestría en Medicina Veterinaria
Mención Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies
Cuenca-Ecuador



ecastilloh@ucacue.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-5311-5002>

Fechas de recepción: 06-DIC-2024 aceptación: 06-ENE-2025 publicación: 15-MAR-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La estabilidad hemodinámica resulta en un pilar fundamental para el cumplimiento de un correcto procedimiento anestésico. El objetivo de este estudio fue evaluar la ventilación controlada por volumen (VCV), así como los cambios hemodinámicos y ventilatorios, comparándola con la ventilación mecánica o espontánea utilizada convencionalmente. Para el estudio se trabajó con 30 perras ASA 1 con peso superior a 10 kg sometidas de ovariectomía (OVH), las cuales fueron premedicadas con dexmedetomina y ketamina, inducidas con midazolam y propofol, con un mantenimiento basado en sevoflurano, e infusiones analgesias de remifentanilo y ketamina. Se dividieron dos grupos: Ventilación Mecánica (VM) y Ventilación Espontánea (VE). Al grupo de VM se le añadió rocuronio y posteriormente fueron antagonizados con sugammadex. Los parámetros hemodinámicos fueron registrados desde la inducción, cada 10 minutos durante la cirugía hasta la extubación. Se concluye que no existen diferencias significativas entre las técnicas ventilatorias empleadas, exceptuando la frecuencia respiratoria, el valor tidal de CO₂ espirado y la saturación de oxígeno, los mismos que pueden estar regulados por la elección del anestesiólogo en el ventilador mecánico.

Palabras clave: Ventilación artificial; ventilación mecánica; veterinaria; perras

Abstract

Hemodynamic stability is a key factor in ensuring a proper anesthetic procedure. This study aimed to evaluate volume-controlled ventilation (VCV) along with hemodynamic and ventilatory changes, comparing it to commonly used mechanical or spontaneous ventilation. The study involved thirty ASA 1 female dogs weighing over 10 kg, all undergoing ovariohysterectomy. They were premedicated with dexmedetomidine and ketamine, induced with midazolam and propofol, and maintained on sevoflurane, with analgesic infusions of remifentanyl and ketamine. The animals were divided into two groups: VM (mechanical ventilation) and VE (spontaneous ventilation). Rocuronium was administered to the VM group and later reversed with sugammadex. Hemodynamic parameters were monitored from induction, at 10-minute intervals throughout surgery, until extubation. It concluded that there are no significant differences between the ventilatory techniques, except for respiratory rate, expired CO₂ tidal volume, and oxygen saturation, which can be adjusted based on the anesthesiologist's selection of the mechanical ventilator.

Key words: artificial ventilation; mechanical ventilation; vet; female dogs

Introducción

La ventilación mecánica (VM), aunque crucial para el soporte respiratorio en pacientes críticos, puede generar efectos hemodinámicos adversos debido a la presión positiva intratorácica que dificulta el retorno venoso y reduce el gasto cardíaco de acuerdo con Hopper & Powell (2013). Estos efectos se intensifican en pacientes con hipovolemia o disfunción miocárdica, y se ven agravados por tiempos inspiratorios prolongados y altos niveles de presión positiva al final de la espiración (PEEP), especialmente en ventilación con volumen controlado (VCV). Para minimizar estos efectos, es fundamental optimizar la volemia, seleccionar la modalidad ventilatoria adecuada, monitorizar la hemodinámica y ajustar individualmente los parámetros. La comprensión profunda de la fisiología y un enfoque individualizado son claves para garantizar la seguridad del paciente durante la ventilación mecánica.

En un estudio realizado por Donaldson y Barfield (2020) sobre la calidad de vida de los pacientes que reciben ventilación mecánica, se encontró que generalmente estos pacientes se recuperan sin un impacto negativo significativo en su calidad de vida. No obstante, se destacó que aquellos pacientes ventilados por problemas neurológicos pueden experimentar más dificultades en este aspecto. La ventilación controlada por volumen (VCV) está disponible en aparatos de anestesia, pero no existen muchos estudios sobre su uso y relación con la estabilidad hemodinámica en pacientes sometidos a ovariectomía.

De acuerdo con Carraretto et al., (2005) en su estudio comparativo que tenía como objetivo el evaluar la ventilación controlada a presión, así como las alteraciones hemodinámicas y ventilatorias durante el neumoperitoneo (PPC), comparándola con la ventilación controlada a volumen (VCV) convencionalmente utilizada, se utilizó una muestra de 16 perros divididos en dos grupos, los resultados arrojaron un aumento de la frecuencia cardíaca y mantenimiento de la presión arterial media con valores mayores en el grupo VC en todos los momentos, en lo que a cambios hemodinámicos se refiere.

Yang et al., (2023) presentaron un estudio donde comparo dos modelos ventilatorios de ventilación mecánica y espontánea aplicados en 16 beagles con síndrome de distrés respiratorio moderado-agudo, pero su enfoque estuvo más relacionado a las causas inflamatorias de los mismos mediante la medición de los niveles de ARNm de IL-6 e IL-8 en los tejidos pulmonares y la puntuación de lesión pulmonar como parámetros de medición de la inflamación dejando de lado la monitorización de los valores hemodinámicos de los pacientes sometidos a este

estudio, los resultados sugirieron una mayor tasa de inflamación en el grupo que fue sometido a ventilación espontánea.

La anestesia general puede definirse como un estado inconsciente, con efectos de analgesia, relajación muscular y depresión de los reflejos. Se trata de una situación de coma farmacológico, durante cual el paciente es incapaz de despertar al provocar un estímulo sobre él (simplemente sonoro o doloroso), en cuyo caso será preciso complementar ese proceso de hipnosis profunda con opiáceos mayores o relajantes musculares, según corresponda, capaces de provocar reacciones adversas y ser motivo de contraindicaciones por interacciones medicamentosas vitales (Maldonado-Bautista y Mollericono-Alfaro, 2022).

La ventilación mecánica en los perros es una intervención fundamental para controlar la insuficiencia respiratoria y garantizar un intercambio de gases adecuado. Se han explorado varias técnicas, como la ventilación controlada por presión (PCV) y la ventilación de flujo constante (CFV), para optimizar los resultados en los pacientes caninos.

Durante la ventilación mecánica, en la fase inspiratoria se fuerza la entrada del flujo de gas en el tubo endotraqueal hacia el pulmón haciendo que la presión sea mayor a nivel de la entrada de la vía aérea: por ello se habla de ventilación por presión positiva intermitente.

La monitorización de la ventilación mecánica debería incluir, al menos, medición del dióxido de carbono de final de espiración (EtCO₂), o capnografía y medición de la pulsioximetría. Además, la función cardiovascular debe monitorizarse mediante electrocardiograma continuo y medición de la presión arterial. En casos concretos podría ser recomendable también realizar gasometría arterial. Asimismo, la mayoría de los ventiladores ofrecen una representación gráfica de los cambios de presión y flujo (los más modernos también de volumen) a lo largo de cada ciclo respiratorio, que permiten detectar problemas en el ventilador o en el paciente. Para monitorizar estos cambios a través del análisis e interpretación de las curvas que ofrece el ventilador es necesario hacer una revisión básica de estas. (García Sanz et al., 2017)

Se ha demostrado que la ventilación de flujo constante (CFV) mantiene las tensiones normales de los gases arteriales en perros apnéicos durante períodos prolongados. Este método utiliza un sistema de canulación para suministrar aire humidificado y lograr niveles estables de presión parcial de oxígeno (PaO₂) y presión parcial de dióxido de carbono (PaCO₂)- (Lehnert et al., 1982)

La ventilación con presión positiva se ve favorecida por su capacidad para controlar el aumento de la resistencia de las vías respiratorias y la disminución de la capacidad pulmonar, aunque presenta riesgos relacionados con la fisiología pulmonar. (Cane, 1985)

Se han desarrollado sistemas avanzados, como el servocontrol del pH, para mejorar la precisión de la ventilación, responder eficazmente a los cambios en el pH sanguíneo y mantener la viabilidad de la ventilación a largo. (Coon et al., 1978)

Si bien la ventilación mecánica es esencial para controlar la dificultad respiratoria en los perros, es necesario considerar cuidadosamente la técnica elegida y sus implicaciones fisiológicas para optimizar los resultados de los pacientes.

El movimiento de gases entre la atmósfera y los pulmones depende del gradiente de presión entre la atmósfera y el alvéolo, así como de la resistencia al flujo y de la elasticidad del pulmón y la caja torácica. Durante la ventilación espontánea, en la inspiración la expansión de la caja torácica realizada por los músculos respiratorios y la contracción del diafragma aumentan el tamaño de la cavidad pleural, haciendo que disminuya la presión intrapleural a valores subatmosféricos (negativos); esto genera un gradiente de presión desde la entrada de la vía aérea hacia el alvéolo. La espiración depende del retorno de la caja torácica y los pulmones a su posición de reposo, lo que reduce el tamaño de la cavidad pleural y aumenta la presión intrapleural y, con ella, la presión alveolar; así se invierte el gradiente de presión y se favorece el movimiento del flujo de gas desde el alvéolo hacia el exterior. (Wrigge et al., 2005)

La ventilación espontánea en los perros desempeña un papel crucial en la mecánica respiratoria y la hemodinámica, particularmente en el contexto de la lesión pulmonar y la anestesia. Las investigaciones indican que la respiración espontánea puede mejorar la ventilación en las regiones pulmonares dependientes, reducir la atelectasia y mejorar la oxigenación arterial durante la ventilación por liberación de presión en las vías respiratorias (APRV). La respiración espontánea durante la ventilación con liberación de presión en la vía aérea (APRV) mejora de forma significativa la ventilación mareomotriz en las zonas pulmonares dependientes, lo que mejora la aireación y reduce el colapso cíclico. (Jones et al., 1982)

Schrijen et al. (1975) afirmaron que, en los perros anestesiados, la ventilación espontánea está relacionada con cambios en la carga del ventrículo derecho, lo que influye en la respuesta ventilatoria general.

Lehnert et al. (1982) también sostienen que los estudios cardiovasculares muestran que las respiraciones profundas y espontáneas pueden alterar la hemodinámica y afectar el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca debido a los cambios en la presión pleural.

La ventilación de flujo constante en perros apnéicos demuestra que se pueden mantener niveles normales de gasometría arterial, lo que pone de manifiesto la importancia de la ventilación espontánea en el tratamiento respiratorio.

Si bien la ventilación espontánea ofrece numerosos beneficios, también puede introducir variabilidad en las respuestas hemodinámicas, lo que requiere una monitorización cuidadosa en los entornos clínicos.

Sugammadex, una gamma-ciclodextrina, es un antagonista selectivo del bloqueo neuromuscular inducido por rocuronio mediante encapsulación química. La estructura de sugammadex comprende una cavidad interna lipofílica que encapsula las moléculas de bloqueo neuromuscular aminosteroides para formar un complejo inactivo, que luego se excreta sin cambios a través de los riñones, revirtiendo así el bloqueo neuromuscular. El efecto de reversión de sugammadex sobre el bloqueo neuromuscular inducido por rocuronio ha sido evaluado en perros bajo anestesia con isoflurano. En comparación con los inhibidores de la acetilcolinesterasa, sugammadex no tiene efectos secundarios cardiovasculares y puede revertir un bloqueo neuromuscular profundo. Sin embargo, la encapsulación de otros medicamentos esteroides o esteroides endógenos puede ocurrir con la administración de sugammadex. . (Chen et al., 2023)

El bromuro de rocuronio, un aminosteroide, es un agente bloqueador neuromuscular no despolarizante (NMBA). Tiene un inicio más rápido en comparación con el vecuronio, pero la duración de la acción es similar entre los dos. Actualmente, el rocuronio tiene una amplia aplicación clínica en la práctica veterinaria y se ha administrado a perros mediante bolos intravenosos (IV), dosis IV incrementales o infusión a velocidad constante (IVC) para mejorar la relajación del músculo esquelético durante procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general. Sin embargo, la administración de NMBAs puede llevar a un bloqueo residual, que es la presencia de un bloqueo neuromuscular durante el período postoperatorio. . (Chen et al., 2022)

Consecuentemente tanto la ventilación mecánica, tanto controlada por volumen como espontánea, es fundamental en la anestesia veterinaria. Si bien numerosos estudios han explorado sus efectos en diferentes escenarios clínicos, su impacto en la estabilidad hemodinámica durante procedimientos como la ovariectomía aún no está completamente dilucidado. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo comparar los efectos hemodinámicos y ventilatorios de la ventilación mecánica controlada por volumen (VCV) comparándolos con la ventilación espontánea en perras sometidas a ovariectomía (OVH).

Material y métodos

La elección de la técnica de ventilación en perras sometidas a ovariectomía (OVH) puede influir en la estabilidad hemodinámica. Este estudio comparativo busca determinar si la ventilación mecánica controlada por volumen (VCV) o la ventilación espontánea produce mejores resultados en términos de variables hemodinámicas. Para este efecto se seleccionaron 30 pacientes hembras caninas (*Canis lupus familiaris*) clasificadas como ASA 1, con edades entre 1 y 3 años y un peso corporal de 10 a 20 kg, los cuales fueron operados por el mismo cirujano incluyendo dentro del estudio los procedimientos que tomaron 70 minutos a partir de la inducción hasta la extubación. El quirófano se limpió y desinfectó con una solución de amonio cuaternario al 20%. Cada paciente fue pesada y se evaluaron los siguientes parámetros basales: temperatura, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, presión arterial periférica, se midieron mediante un monitor de cama modelo SVM-7603 NIHON KODHEN, MALAYSIA SDN. BHD.

Para la premedicación, se administró Dexmedetomidina (1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) por vía intravenosa, seguida de Ketamina (0,5 mg/kg) después de 5 minutos (min), al final se procedió a realizar la tricatomía de la zona quirúrgica. La inducción anestésica se realizó con Midazolam (0,2 mg/kg) por vía intravenosa, seguido de Propofol (2 mg/kg), una vez inducido el paciente se procedió a la intubación. En este punto se registraron las constantes fisiológicas mediante el uso de un monitor SDN.BHD., CONTEC veterinary, modelo CMS8000VET PEOPLE'S, REPUBLIC OF CHINA. La antisepsia en la zona depilada se realizó con solución jabonosa de gluconato de clorhexidina al 2%. En el grupo de VM-VCV se administró Rocuronio (0,6 mg/kg). Se registraron valores de VM VCV VT 12 ml/kg , presión pico 15 $\text{cm H}_2\text{O}$, la frecuencia respiratoria se ajustó de acuerdo con los tiempos quirúrgicos, utilizando para ello un ventilador mecánico marca RWD, modelo R419 intelligent animal ventilator. PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Durante el mantenimiento de la anestesia, se cubrió al paciente con campos estériles en posición decúbito dorsal. La hipnosis se mantuvo mediante el uso de sevoflurano durante toda la cirugía utilizando para este fin una máquina de anestesia marca RWD Modelo R620-S1-SPC. PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, acompañado de dos infusiones analgésicas continuas: remifentanilo (10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{H}$) y ketamina (0,5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{H}$). Los momentos en que se midieron las variables fueron post inducción y cada 10 min hasta la extubación. Al finalizar la



cirugía de los pacientes del grupo de ventilación mecánica fueron antagonizados con sugammadex intravenosa a dosis de 2 mg/kg

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el ANOVA, buscando establecer diferencias significativas entre los grupos bajo estudios, para cada uno de los parámetros estudiados.

Resultados

En términos generales, la mayoría de los parámetros evaluados no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, lo cual sugiere que ambos tipos de ventilación ofrecen perfiles hemodinámicos similares en este contexto quirúrgico. Sin embargo, es importante señalar que la frecuencia respiratoria resultó consistentemente mayor en el grupo de ventilación espontánea, lo que podría interpretarse como una respuesta adaptativa o de comodidad en estos pacientes.

Además, en momentos específicos del procedimiento, como se observa la saturación parcial de oxígeno fue significativamente superior en el grupo sometido a ventilación mecánica. Este hallazgo coincide con la evidencia previamente reportada por Parra (2017), quien describió una mejora en la oxigenación en un paciente con edema pulmonar bajo ventilación mecánica. Estos resultados sugieren que la ventilación mecánica puede aportar beneficios adicionales en términos de oxigenación, incluso en pacientes sin patologías pulmonares previas (TABLA 1).

TABLA 1.

Promedios variables a la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontanea
Frecuencia Cardíaca	90,33*	92,73*
Frecuencia Respiratoria	10, 53 ^a	14, 80 ^a
Saturación Parcial O ₂	99,29*	99,21*
Presión Arterial Sistólica	126,2*	128*
Presión Arterial Media	97,6*	97,6*
Presión Arterial Diastólica	82,93*	84,8*

ETCO ₂	40,07*	40,4*
Temperatura	38, 65 ^a	38, 84 ^a

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Los promedios de las variables fisiológicas, evaluados a los 10 minutos después de la inducción, muestran que no hubo diferencias significativas entre la ventilación mecánica y la espontánea en la mayoría de los parámetros medidos. Sin embargo, se observó una frecuencia respiratoria menor en el grupo de ventilación mecánica (10.27 frente a 13.60), junto con una saturación parcial de oxígeno ligeramente superior (99.47 frente a 98.67), lo cual podría indicar una oxigenación más eficiente en este grupo. Los valores de presión arterial, tanto sistólica como media y diastólica, se mantuvieron estables y similares entre ambos grupos, sugiriendo que las dos modalidades de ventilación contribuyen a una adecuada homeostasis cardiovascular. La temperatura corporal presentó una pequeña variación sin importancia clínica, siendo ligeramente mayor en el grupo de ventilación espontánea (38.68 frente a 38.52), (TABLA 2).

TABLA 2

Promedios variables fisiológicas de la muestra a los 10 min luego de la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontanea
Frecuencia Cardíaca	72,80*	79,27*
Frecuencia Respiratoria	10, 27 ^a	13, 60 ^a
Saturación Parcial O ₂	99, 47 ^a	98, 67 ^a
Presión Arterial Sistólica	123,6*	120,2*
Presión Arterial Media	93,13*	92,2*

Presión Arterial Diastólica	77,27*	73*
ETCO2	41,07*	40,87*
Temperatura	38,52*	38,68*

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

A los 20 minutos luego de la inducción, los valores promedio de las variables fisiológicas muestran una estabilidad en la mayoría de los parámetros entre ambos grupos de ventilación, sin diferencias significativas en casi todos ellos. No obstante, se observan algunas variaciones específicas: la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica son ligeramente más altas en el grupo de ventilación espontánea (76.53 y 113.67, respectivamente), aunque no de forma significativa. En cuanto a la frecuencia respiratoria, el grupo de ventilación espontánea mostró valores más elevados (11.07 frente a 10.13), mientras que la saturación parcial de oxígeno fue superior en el grupo con ventilación mecánica (99.53 frente a 98.47), lo que podría sugerir una oxigenación más eficiente con esta modalidad. Además, la presión arterial media y diastólica fueron ligeramente superiores en el grupo con ventilación mecánica, lo que podría indicar una estabilidad hemodinámica algo más pronunciada en este grupo. La temperatura corporal también presentó diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor en el grupo de ventilación espontánea (38.61 frente a 38.33), lo cual podría estar asociado a la modalidad de ventilación utilizada (TABLA 3).

TABLA 3

Promedios variables fisiológicas 20 min luego de la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontanea
Frecuencia Cardíaca	68,20*	76,53*
Frecuencia Respiratoria	10,13*	11,07*
Saturación Parcial O ₂	99, 53 ^a	98, 47 ^a



Presión Arterial Sistólica	115,53*	113,67*
Presión Arterial Media	91,93*	86,53*
Presión Arterial Diastólica	80,33*	71,53*
ETCO ₂	41,93*	43,53*
Temperatura	38,33 ^a	38,61 ^a

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Treinta minutos después de la inducción, los promedios de las variables fisiológicas reflejan en su mayoría una estabilidad en ambos grupos de ventilación, sin diferencias significativas en la mayoría de los parámetros medidos. Sin embargo, se observan algunas variaciones: la frecuencia cardíaca sigue siendo más alta en el grupo de ventilación espontánea (76.00 frente a 66.93), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa. De manera similar, la presión arterial sistólica es algo mayor en el grupo de ventilación espontánea (115.33 frente a 109.93). La frecuencia respiratoria y la saturación parcial de oxígeno presentan valores similares entre los grupos, lo que sugiere que ambos métodos de ventilación permiten mantener una oxigenación y ventilación adecuada. Una diferencia estadísticamente significativa se observa en los niveles de ETCO₂, siendo más altos en el grupo de ventilación espontánea (48.2 frente a 41.80), lo cual podría indicar una retención de CO₂ ligeramente superior en este grupo. La temperatura corporal permanece estable en ambos grupos, sin diferencias significativas (TABLA 4).

TABLA 4

Promedios variables 30 min luego de la inducción.

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontánea
Frecuencia Cardíaca	66,93*	76,00*
Frecuencia Respiratoria	9,87*	10,47*
Saturación Parcial O ₂	99*	98,87*



Presión Arterial Sistólica	109,93*	115,33*
Presión Arterial Media	85,2*	87,07*
Presión Arterial Diastólica	71,53*	73*
ETCO ₂	41, 80 ^a	48, 2 ^a
Temperatura	37,87*	38,09*

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

A los 40 minutos de la inducción, los parámetros fisiológicos muestran estabilidad en ambas modalidades de ventilación, con valores cercanos y sin diferencias significativas en la mayoría de las variables, lo que indica una adaptación similar en ambos grupos al tiempo transcurrido desde la inducción. La frecuencia cardíaca y respiratoria, así como la saturación de oxígeno, permanecen comparables en ambos grupos, manteniendo niveles dentro del rango esperado para condiciones estables. En términos de presión arterial, los valores sistólicos y diastólicos son similares entre los grupos, con una leve variación en la presión arterial media, la cual no es significativa. Destaca una diferencia en el ETCO₂, con un valor más alto en el grupo de ventilación espontánea, lo cual sugiere una ligera variación en la eliminación de CO₂ en este grupo en comparación con la ventilación mecánica. La temperatura corporal se mantiene homogénea y sin variaciones significativas (TABLA 5).

TABLA 5

Promedio Variables fisiológicas 40 min luego de la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontanea
Frecuencia Cardíaca	68,80*	68,87*
	9,60*	9,47*



Frecuencia Respiratoria		
Saturación Parcial O ₂	98,93*	98,47*
Presión Arterial Sistólica	112,80*	115,53*
Presión Arterial Media	87,4*	83,8*
Presión Arterial Diastólica	75,40*	69,53*
ETCO ₂	43,40 ^a	51,87 ^a
Temperatura	37,47*	37,57*

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

A los 50 minutos después de la inducción, los valores fisiológicos observados en los dos grupos no mostraron diferencias significativas en varios parámetros, como la frecuencia cardiaca, la saturación parcial de oxígeno, la presión arterial sistólica, la presión arterial media, la presión arterial diastólica, el ETCO₂ y la temperatura. La frecuencia respiratoria fue significativamente menor en el grupo con ventilación mecánica (8,27 respiraciones por minuto) en comparación con el grupo de ventilación espontánea (10,60 respiraciones por minuto), lo que indica una mayor estabilidad respiratoria en el primer grupo. El ETCO₂ también mostró una ligera diferencia entre los grupos, siendo ligeramente más alto en el grupo con ventilación espontánea (49,27 mmHg frente a 47,40 mmHg en ventilación mecánica). A pesar de las pequeñas variaciones, la mayoría de los parámetros no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) (TABLA 6).



TABLA 6

Promedios variables 50 min luego de la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontánea
Frecuencia Cardíaca	66,80*	69,93*
Frecuencia Respiratoria	8, 27 ^a	10, 60 ^a
Saturación Parcial O ₂	99,33*	98,47*
Presión Arterial Sistólica	116*	117,2*
Presión Arterial Media	90,67*	90,27*
Presión Arterial Diastólica	77,13*	73,6*
ETCO ₂	47,40*	49,27*
Temperatura	37,23*	37,57*

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

A los 60 minutos después de la inducción, se observaron algunas diferencias en los parámetros fisiológicos entre los dos grupos. La frecuencia respiratoria fue significativamente menor en el grupo con ventilación mecánica (6,80 respiraciones por minuto) en comparación con el grupo de ventilación espontánea (11,40 respiraciones por minuto), mostrando una mayor estabilidad respiratoria en el primer grupo. En cuanto al ETCO₂, se observó una diferencia significativa entre los grupos, siendo más alto en el grupo con ventilación mecánica (53,00 mmHg frente a 46,60 mmHg en ventilación espontánea). No obstante, otros parámetros como la frecuencia cardíaca, la saturación parcial de oxígeno, la presión arterial sistólica, la presión arterial media, la presión arterial diastólica y la temperatura no mostraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$). Estos resultados indican que, en general, ambos métodos de ventilación mantienen los parámetros fisiológicos dentro de rangos normales, aunque con algunas diferencias notables en la respiración y el ETCO₂ (TABLA 7).



TABLA 7

Promedios variables Fisiológicas 60 min luego de la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontanea
Frecuencia Cardíaca	69,27*	70,47*
Frecuencia Respiratoria	6, 80 ^a	11, 40 ^a
Saturación Parcial O ₂	99,6*	99,13*
Presión Arterial Sistólica	125,53*	118,80*
Presión Arterial Media	91,33*	85,93*
Presión Arterial Diastólica	72,80*	74,2*
ETCO ₂	53,00 ^a	46, 6 ^a
Temperatura	36,93 *	37,11*

Medidas con * no son significativamente diferentes (p<0,05)

Medidas con a son significativamente diferentes (p<0,05)

A los 70 minutos después de la inducción, se observaron diferencias significativas en la frecuencia respiratoria y el ETCO₂ entre los dos grupos. La frecuencia respiratoria fue significativamente menor en el grupo con ventilación mecánica (6,27 respiraciones por minuto)



en comparación con el grupo de ventilación espontánea (11,93 respiraciones por minuto). Además, el ETCO₂ fue más alto en el grupo con ventilación mecánica (56,67 mmHg frente a 46 mmHg en ventilación espontánea). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en parámetros como la frecuencia cardiaca, la saturación parcial de oxígeno, la presión arterial sistólica, la presión arterial media, la presión arterial diastólica ni la temperatura ($p > 0,05$) (TABLA 8).

TABLA 8

Promedios variables fisiológicas 70 min luego de la inducción

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontanea
Frecuencia Cardiaca	70,80*	77,47*
Frecuencia Respiratoria	6, 27 ^a	11, 93 ^a
Saturación Parcial O ₂	100 ^a	99, 2 ^a
Presión Arterial Sistólica	120,8*	123,27*
Presión Arterial Media	90,87*	94,27*
Presión Arterial Diastólica	75,00*	79,47*
ETCO ₂	56, 67 ^a	46 ^a
Temperatura	36,73 *	36,9*

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

A la extubación, se observaron diferencias significativas en la frecuencia respiratoria y la presión arterial sistólica entre los dos grupos. La frecuencia respiratoria fue significativamente mayor en el grupo con ventilación mecánica (28,73 respiraciones por minuto) en comparación con el grupo de ventilación espontánea (23,27 respiraciones por minuto). En cuanto a la presión

arterial sistólica, el grupo con ventilación mecánica mostró valores más altos (140,67 mmHg frente a 133 mmHg en ventilación espontánea). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la frecuencia cardiaca, la saturación parcial de oxígeno, la presión arterial media, la presión arterial diastólica, el ETCO₂ ni la temperatura ($p > 0,05$) (TABLA 9).

TABLA 9*Promedios variables fisiológicas a la extubación*

Parámetro	Ventilación Mecánica	Ventilación Espontánea
Frecuencia Cardíaca	108,33*	106,47*
Frecuencia Respiratoria	28, 73 ^a	23, 27 ^a
Saturación Parcial O ₂	99,67 *	99,87*
Presión Arterial Sistólica	140, 67 ^a	133 ^a
Presión Arterial Media	106,87*	101,53*
Presión Arterial Diastólica	90,33*	83,2*
ETCO ₂	33,47*	31,8*
Temperatura	36,47*	36,52*

Medidas con * no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Medidas con a son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la ventilación mecánica y espontánea pueden ofrecer perfiles hemodinámicos similares en perras sometidas a OVH. Sin embargo, se observó una frecuencia respiratoria significativamente mayor en el grupo de ventilación espontánea, lo que podría indicar una mayor comodidad o una necesidad de compensar otros factores. Aunque la saturación de oxígeno se mantuvo alta en ambos grupos, se detectaron algunas variaciones que podrían estar relacionadas con factores individuales o con la técnica quirúrgica. Estos hallazgos sugieren que la elección de la técnica de ventilación puede influir

en ciertos parámetros fisiológicos, pero se requieren estudios adicionales con mayor tamaño de muestra para confirmar estos resultados y evaluar el impacto a largo plazo.

En las tablas 2, 3 y 8 se observan diferencias significativas en la saturación parcial de oxígeno, donde el grupo sometido a ventilación mecánica mostró valores más elevados, lo cual junto con la ligera diferencia en la eliminación de CO₂ observada en los valores de ETCO₂, sugiere que la ventilación mecánica puede ser más eficiente en el mantenimiento de la oxigenación y en la regulación de los gases sanguíneos durante los procedimientos quirúrgicos.

Discusión

Este comportamiento también es consistente con la observación de Yang (2023) quienes en su estudio encontraron que los modelos ventilatorios mecánicos pueden tener un impacto favorable en la reducción de la inflamación y la mejora de la oxigenación. Es importante destacar que los pacientes de este grupo no presentaban patologías pulmonares, lo que resalta que, a pesar de ello, se beneficiaron de la ventilación mecánica. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Parra en 2017, quien describió un caso de un paciente con edema pulmonar que también respondió favorablemente a la terapia de ventilación mecánica, evidenciado por la mejora en los niveles de saturación de oxígeno. Sin embargo, cabe destacar que la ventilación espontánea mostró algunos beneficios en términos de la frecuencia respiratoria y la menor tendencia a la retención de CO₂, lo que podría ser indicativo de una respuesta fisiológica adaptativa del animal. La tendencia observada en este estudio sugiere que, en escenarios quirúrgicos como la OVH, la ventilación espontánea puede ser una opción viable en pacientes con una reserva respiratoria adecuada, ya que puede mejorar la ventilación alveolar y reducir la atelectasia, como se ha indicado en estudios previos de Jones en 1982 sobre ventilación espontánea en animales anestesiados

En cuanto a la estabilidad hemodinámica, los resultados obtenidos con respecto a la presión arterial y la frecuencia cardíaca muestran una ligera tendencia a una mayor estabilidad en los parámetros hemodinámicos en el grupo de ventilación mecánica en comparación con el grupo de ventilación espontánea. Esto se alinea con las conclusiones de Hopper y Powell (2013), quienes destacaron que la presión positiva intratorácica generada por la ventilación mecánica puede reducir el retorno venoso y, por ende, el gasto cardíaco, lo que requiere un manejo cuidadoso para evitar descompensaciones en pacientes críticos. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio indican que, en un contexto quirúrgico controlado como la

ovariohisterectomía, ambos métodos de ventilación pueden mantener la homeostasis cardiovascular de manera efectiva.

Conclusiones

No se observan diferencias significativas notables en relación a la estabilidad hemodinámica de acuerdo con la técnica de ventilación utilizada, ya sea mecánica (VCV) o espontánea, en perras sometidas a ovariohisterectomía (OVH); sin embargo, en cuanto a los parámetros que están estrechamente relacionados a la mecánica ventilatoria si se presentaron diferencias significativas ya que algunos de estos como la frecuencia respiratoria la cual presento 6 periodos de diferencias significativas seguidos por el EtCO₂ y la Spo₂ que presentaron 4 y 3 cambios respectivamente, estos mismos son los que pueden estar regulados por la elección del anestesiólogo en el ventilador mecánico

Referencias bibliográficas

- Cane, R. D. (1985). Mechanical Ventilatory Support. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 254(1), 87. doi:10.1001/jama.1985.03360010093034
- Carraretto, A. R., Vianna, P. T. G., De Almeida, A. V., & Ganem, E. M. (2005). Hemodynamic and ventilatory effects of volume or pressure-controlled ventilation in dogs submitted to pneumoperitoneum. Comparative study. *Brazilian Journal Of Anesthesiology*, 55(6), 639-654. <https://doi.org/10.1590/s0034-70942005000600007>
- Chen, I-Ying., Haruka Tamogi, Wei, Y., Kato, K., Itami, T., Sano, T., & Yamashita, K. (2022). Effects of sevoflurane, propofol or alfaxalone on neuromuscular blockade produced by a single intravenous bolus of rocuronium in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 49(1), 36-44. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.10.002>
- Chen, I-Ying., Sugita, C., Wei, Y., Nozomi Daimaruya, Itami, T., Sano, T., & Yamashita, K. (2023). Sugammadex for reversal of rocuronium-induced neuromuscular blockade during alfaxalone anesthesia in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 50(6), 485-491. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2023.08.002>
- Coon, R. L., Zuperku, E. J., & Kampine, J. P. (1978). Systemic Arterial Blood pH Servocontrol of Mechanical Ventilation. *Anesthesiology*, 49(3), 201-204. doi:10.1097/00000542-197809000-00010

- Donaldson, R. E., & Barfield, D. (2020). Quality of life following mechanical ventilation in dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 30(6), 718–721. <https://doi.org/10.1111/vec.13002>
- García Sanz, V., Canfrán, S., & Aguado Domínguez, D. (2017). Ventilación mecánica en pequeños animales. *Argos: Informativo Veterinario*, 188, 68–72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7152830>
- Hopper, K., & Powell, L. L. (2013). Basics of Mechanical Ventilation for Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43(4), 955–969. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.03.009>
- Jones, P. W., Huszczuk, A., & Wasserman, K. (1982). Cardiac output as a controller of ventilation through changes in right ventricular load. *Journal Of Applied Physiology*, 53(1), 218-224. <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.53.1.218>
- Lehnert, B. E., Oberdorster, G., & Slutsky, A. S. (1982). Constant-flow ventilation of apneic dogs. *Journal of Applied Physiology*, 53(2), 483–489. doi:10.1152/jappl.1982.53.2.483
- Maldonado Bautista, L., & Mollericona Alfaro, M. (2022). Estudio Comparativo de dos protocolos anestésicos con diazepam y midazolam aplicadas en hembras caninas sometidas a cirugía de Ovariohisterectomía. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 6(1), 48-55. Obtenido de <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/131/122>
- Parra Gallo, M. (2017). Uso de ventilación mecánica en perro de 5 meses con edema pulmonar no cardiogénico agudo causado por asfixia [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11745/1/201195.pdf>
- Schrijen, F., Ehrlich, W., & Permutt, S. (1975). Cardiovascular changes in conscious dogs during spontaneous deep breaths. *Pflügers Archiv - European Journal Of Physiology*, 355(3), 205-215. <https://doi.org/10.1007/bf00583684>
- Wrigge, H., Zinserling, J., Neumann, P., Muders, T., Magnusson, A., Putensen, C., & Hedenstierna, G. (2005). Spontaneous breathing with airway pressure release ventilation favors ventilation in dependent lung regions and counters cyclic alveolar collapse in oleic-acid-induced lung injury: a randomized controlled computed tomography trial. *Critical Care*, 9(6). <https://doi.org/10.1186/cc3908>
- Yang, R., Zhou, L., Chen, Z., He, S., Lian, S., Shen, Y., & Zhang, X. (2023). Effect and mechanical mechanism of spontaneous breathing on oxygenation and lung injury in mild or moderate animal ARDS. *BMC Pulmonary Medicine*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12890-023-02730-y>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

Los autores agradecen al Hospital Veterinario Animalopolis por su invaluable apoyo en la realización de este estudio.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.