



**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CENTRO DE POSTGRADOS POSGRADO DE ANESTESIOLOGÍA**

**“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES BASALES DE CO₂
ESPIRADO MEDIANTE CAPNOGRAFÍA, EN PACIENTES
QUIRÚRGICOS. HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO.
CUENCA, 2019-2020”**

**Tesis previa a la obtención del título
Especialista en Anestesiología**

AUTORA: Md. Daniela Soledad Tigre Cuenca

CI:0104019492

dtigrecczs5@gmail.com

DIRECTOR: Dr. Francisco Antonio Cevallos Sacoto

CI:0104216973

ASESOR: Dr. Jaime Morales Sanmartín

Cuenca, Ecuador

9- julio 2021



RESUMEN

Introducción: En Anestesiología y en pacientes críticos es necesario mantener los niveles de dióxido de carbono (CO₂) en parámetros normales, cuya alteración influye en la morbimortalidad. Se ha demostrado que los valores de presión de CO₂ y de CO₂ espirado (ETCO₂) varían en dependencia de la presión atmosférica. En la ciudad de Cuenca a 2560 metros sobre el nivel de mar (ms.n.m), aún no existe un estudio que establezca los valores de normalidad.

Objetivo: Determinar los niveles basales de CO₂ espirado en pacientes quirúrgicos, en el Hospital Vicente Corral Moscoso.

Metodología: Estudio observacional, descriptivo, con 534 pacientes sin comorbilidades, que se sometieron a cirugía en el Hospital Vicente Corral Moscoso de Cuenca Ecuador. Para la recolección de datos se usó termómetro, barómetro, sensor de humedad, monitor de signos vitales y capnógrafo; se registraron en un formulario, se analizaron en el software IBM SPSS versión 22 con estadígrafos descriptivos.

Resultados: El promedio de ETCO₂ espirado fue 28.36 ± 1.81 mmHg, IC 95% (28.277 – 28.434). La presión alveolar fue de 68.116 ± 3.897 IC 95% (28,277 - 28,435). Hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) de las medias de CO₂ según frecuencia respiratoria, tensión arterial media y si era cirugía electiva o de emergencia.

Conclusiones: Existe concordancia con otros estudios que indican que a mayor altura los niveles de ETCO₂ son menores, el rango obtenido podría ser tomado en cuenta como referencia para el adecuado manejo del ETCO₂ en los habitantes de esta ciudad.

Palabras clave: Dióxido de carbono. Capnografía. Gases arteriales.



ABSTRACT

Introduction: In anesthesiology and in critically ill patients, it is necessary to maintain the levels of carbon dioxide (CO₂) in normal parameters, whose alteration influences morbidity and mortality. The pressure values of CO₂ and Exhaled CO₂ (ETCO₂) have been shown to vary depending on atmospheric pressure. In the city of Cuenca at 2560 meters above sea level (masl), there is still no study that establishes normal values.

Objective: To determine the basal levels of expired CO₂ in surgical patients at the Vicente Corral Moscoso Hospital.

Methodology: An observational, descriptive study with 534 patients without comorbidities, who underwent surgery at the Vicente Corral Moscoso Hospital in Cuenca Ecuador. To collect data, a thermometer, barometer, humidity sensor, vital signs monitor and capnograph were used; they were recorded in a form, they were analyzed in the IBM SPSS version 22 software with descriptive statistics.

Results: The mean expired ETCO₂ was 28.36 ± 1.81 mmHg, 95% CI (28.277 - 28.434). Alveolar pressure was $68,116 \pm 3,897$ 95% CI (28,277 - 28,435).

There was a significant difference ($p < 0.05$) in the CO₂ means according to respiratory rate, mean arterial pressure and whether it was elective or emergency surgery.

Conclusions: There is agreement with other studies that indicate that the higher the ETCO₂ levels are lower, the range obtained could be taken into account as a reference for the adequate management of ETCO₂ in the inhabitants of this geographical area.

Keywords: Carbon dioxide. Capnography. Arterial gases.



INDICE

Contenido

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2 JUSTIFICACIÓN	12
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	13
2.8 Composición del aire y variación de la presión de gases.....	14
2.9 Efecto de la altura en la capnografía.....	15
2.10 Homeostasis del CO2	15
2.11 Factores que determinan cambios en la capnografía	16
2.12 Importancia de la capnografía	18
3. OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo General	20
3.2 Objetivos específicos	20
4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	21
4.1 Tipo de estudio.....	21
4.2 Área de estudio	21
4.3 Población de estudio	21
4.4 Muestra, selección y tamaño de muestra, unidad de análisis y observación. ..	21
4.5 Criterios de inclusión y exclusión Criterios de inclusión	22
Criterios de exclusión	22
4.6 Variables del estudio:.....	22
4.7 Operacionalización de Variables (Ver anexo N1).....	22
4.8 Procedimientos, técnicas e instrumentos para la recolección de información	22
4.9 Plan de Tabulación y análisis de los datos	23



4.10 Aspectos éticos	23
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	25
Grupos de edad	25
Índice de masa corporal.....	25
Frecuencia cardiaca	27
Temperatura	27
Frecuencia respiratoria previo toma de capnografía	27
Tensión arterial media	27
Saturación de Oxígeno.....	27
6. DISCUSIÓN.....	32
7. CONCLUSIONES.....	35
8. RECOMENDACIONES.....	36
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	37
10. ANEXOS.....	43
Anexo 1. Operacionalización de variables.....	43
Anexo 2. Formulario de recolección de datos	45
Anexo 3. Consentimiento informado.....	46
Anexo 4. Cronograma.....	48
Anexo 5. Recursos	49
INSTITUCIONES PARTICIPANTES.....	49
RECURSOS HUMANOS:.....	49
RECURSOS MATERIALES:	49



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Daniela Soledad Tigre Cuenca en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales de la Tesis “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES BASALES DE CO₂ ESPIRADO MEDIANTE CAPNOGRAFÍA, EN PACIENTES QUIRÚRGICOS. HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO. CUENCA, 2019-2020**”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de la tesis de investigación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 09 de julio de 2021

Daniela Soledad Tigre Cuenca
C.I: 0104019492



Cláusula de Propiedad Intelectual

Daniela Soledad Tigre Cuenca, Autor/a de la Tesis “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES BASALES DE CO₂ ESPIRADO MEDIANTE CAPNOGRAFÍA, EN PACIENTES QUIRÚRGICOS. HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO. CUENCA, 2019-2020**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 09 julio-2021

Daniela Soledad Tigre Cuenca
C.I: 0104019492



DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, quienes se esforzaron como mucho amor para que su hija alcanzara a cumplir sus sueños, en especial a mi padre, quien fue uno de mis grandes motivadores de la vida, y a sonreír frente a toda adversidad.



AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, a mis maestros, a mis amigos.



1. INTRODUCCIÓN

En todo manejo clínico, es necesario mantener parámetros fisiológicos dentro de la normalidad, destacan la normoxemia y normocapnea su adecuado manejo ayuda a disminuir la morbimortalidad; el dióxido de carbono (CO₂) tiene un papel importante pues valora: el metabolismo, ventilación, perfusión, estado ácido base, regula indirectamente el tono vascular, entre otros. (1)

Los valores de normalidad de este y todos los gases de la atmósfera disminuyen proporcionalmente a la altura sobre el nivel del mar, así, el estudio se realizó en Cuenca, ciudad ubicada en los andes ecuatorianos a 2560 ms.n.m, hasta el momento, no existen investigaciones que determinen los niveles basales de CO₂ espirado en esta población. (2)

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las poblaciones que viven a alturas superiores a los 2400 ms.n.m, experimentan cambios importantes. (2) Paul Bert en 1878 describió con exactitud estos, pues a medida que la altura sobre el nivel del mar aumenta la presión atmosférica disminuye al igual que todos los gases que la componen, (oxígeno, nitrógeno, entre otros) el ejemplo más conocido es el del oxígeno, su valor porcentual se mantiene igual que a nivel del mar 21% pero su presión disminuye, y de la misma forma todos los valores de la cascada de oxígeno; ésta disminución genera cambios fisiológicos adaptativos, uno de ellos es la hipocápnea crónica. (1) Esta puede ser cuantificada, ya sea a nivel arterial mediante gasometría, mediciones tisulares a través de microdiálisis tisular o durante la espiración mediante capnografía (por sus siglas en inglés End Tidal CO₂ ETCO₂).

La siguiente investigación se realizó en el año 2013 en el Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina y en el Hospital Privado de Comunidad, ubicado en Mar del Plata, Argentina. El objetivo fue determinar los valores de CO₂ espirado mediante capnografía en 33 voluntarios sanos. El tipo de estudio empleado fue de cohorte, donde se comparó a voluntarios sanos, con pacientes ventilados, la media de edad fue de 32 ± 6 años. En conclusión, los valores de PETCO₂ en individuos sanos, fue de 36 mmHg (DS7), mientras que, en los pacientes ventilados se obtuvo un valor de



32. (7)

Estudios realizados en distintas áreas geográficas, ubicadas a diferentes alturas sobre el nivel del mar, demuestran cómo el valor de la presión de CO₂ cambia con respecto al nivel del mar. (3)

(4) (5) (6) (7) En Cuenca, se desconoce los niveles basales de ETCO₂. No existe estudio similar realizado en ésta área geográfica. En las distintas áreas hospitalarias como anestesiología, cuidados intensivos y emergencia, se ha manejado como valores referenciales de ETCO₂, los obtenidos en estudios que se han realizado en ciudades de similar altitud (8) (9). Esto podría ocasionar dificultades en el manejo clínico especialmente en situaciones críticas como descompensación metabólica, ventilatoria o trastornos de perfusión orgánica. Por lo que, es importante conocer los valores referenciales de la ciudad de Cuenca, que faciliten un diagnóstico adecuado y confiable; por tanto, este proyecto de investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los niveles basales de CO₂ espirado en pacientes quirúrgicos, en el Hospital Vicente Corral Moscoso?



1.2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente, el estándar de oro para determinar los gases sanguíneos es la gasometría arterial, ésta técnica presenta algunos inconvenientes, como ser una prueba invasiva, que necesita de personal capacitado para su extracción y manipulación, además existe un tiempo de espera entre la extracción, transporte y determinación de los resultados. Otra técnica alternativa es la capnografía, la cual es no invasiva, permite obtener valores en tiempo real y expresa resultados confiables con margen de error muy estrecho.(10) (11)

La capnografía, dispone de varias utilidades clínicas, (12) constituye una norma para un correcto manejo perioperatorio, y es parte de los estándares ideales para una anestesia segura. Para la determinación de los niveles basales de ETCO₂, se consideró solo población sin comorbilidades, con el fin de usar los datos obtenidos como valores de normalidad. (13) (14) (15)

Los resultados obtenidos serán difundidos en todas las áreas clínicas y críticas del Hospital Vicente Corral Moscoso, así como a otros hospitales de referencia de la ciudad, y en el repositorio institucional de la Universidad de Cuenca. Esta investigación se encuentra en relación con las líneas de investigación del Ministerio de Salud Pública vigente, abarcando el manejo de áreas de infecciones comunes, cardiovasculares y circulatorias, lesiones de transporte, lesiones autoinflingidas y violencia interpersonal, respiratorias crónicas.



2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Capnografía: Es un método de monitorización no invasiva, ofrece un resultado numérico y gráfico, una curva en tiempo real. El monitor utilizado es el capnógrafo. (16) (17)

2.2 Dióxido de carbono (CO₂): El dióxido de carbono (CO₂) es un producto de eliminación, producido por el organismo y sufre varios procesos fisiológicos.

2.3 ETCO₂: Es el CO₂ al final de la espiración, suele ser de 5 mmHg. inferior a la PaCO₂, en personas sanas. (18) (19) (20) Esta diferencia es debido a la existencia del espacio muerto fisiológico, y al hecho también de que la difusión se produce del sitio de mayor hacia el de menor concentración.(21)

2.4 PaCO₂: Es la presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial (PaCO₂), la misma está determinada por el CO₂ que se encuentra disuelto en el plasma.

2.5 PAO₂: Es la presión de oxígeno que existe en el alvéolo antes de la difusión, la diferencia de la PAO₂ y PaO₂ a la altitud de Bogotá es 3.14mmHg., pero en la práctica clínica se ha visto valores de hasta 10mmHg, esta diferencia es debido a que no hay un equilibrio en el momento de la difusión, así como por un cierto grado de shunt fisiológico. Se puede calcular por la siguiente ecuación: (22) (23)

$$PAO_2 = \{(PB - PH_2O) FiO_2\} - \{PaCO_2 / R\}$$

- PB: presión barométrica o atmosférica (760 mmHg a nivel del mar).
- PvH₂O: presión parcial del vapor de agua en el aire inspirado (47 mmHg)
- FiO₂: concentración fraccionada de O₂ en el aire inspirado (0,21 en aire ambiental)
- R: cociente respiratorio (relación entre producción de CO₂ y consumo de oxígeno, en condiciones normales 0,8)

Existe una prevalencia según diferentes series estudiadas de hasta un 25% de defectos congénitos cardíacos no diagnosticados, el más frecuente es el foramen oval, el mismo puede producir por diferentes mecanismos un shunt de derecha a izquierda haciendo que los valores de presión arterial de oxígeno



(P_{aO_2}) disminuyan por la mezcla de esta sangre venosa no oxigenada hacia la circulación arterial, de la misma forma los valores de P_{aCO_2} . El cálculo de la P_{aO_2} , ayuda a descartar estos defectos congénitos no diagnosticados que podrían alterar los valores de $ETCO_2$. (24)

2.6 Nivel basal: Es la medida de un determinado parámetro durante el reposo.

2.7 Paciente quirúrgico: Es aquel que va a someterse a una intervención quirúrgica, se clasifica según el ASA PS. por sus siglas en inglés (AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGIST PHYSICAL STATUS), esta se basa en observar las características personales de cada paciente para conferirle un estado físico y un riesgo quirúrgico.(25)

2.8 Composición del aire y variación de la presión de gases

El aire tiene una composición de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de varios gases. La presión atmosférica a nivel del mar es de 760mmHg, su concentración es directamente proporcional a su composición. Así el 78% de nitrógeno es 593 mmHg. y 21% de oxígeno es 159,6 mmHg, valores como se ve varían según la presión atmosférica.(26) Los valores referenciales de gases arteriales a nivel del mar, respirando aire ambiente son: P_{aO_2} de 85-100 mmHg y de P_{aCO_2} de 35-45mmHg .(23)

Bogotá con una altitud de 2.640 ms.m.n, tiene una presión atmosférica de 560 mmHg., una presión parcial de oxígeno de 117,2mmHg., la P_{aO_2} es 72 mmHg. y la P_{aO_2} es de 62mmHg. en lugares más altos estas cifras son aún más bajas. (25), Cuenca tiene una altitud de 2560ms.n.m, una presión atmosférica alrededor de 563 mmHg. y una presión parcial de oxígeno de 118,23mmHg. En estudios realizados en Bogotá, Pacheco, Osorio, Restrepo, Acevedo y Solarte (3) exponen valores normales de una gasometría arterial, pero se observa diferencias importantes en sus cuantificaciones, generando una difícil interpretación de los valores referenciales; estas discrepancias se atribuyen a la metodología empleada y a las máquinas usadas para medir los gases arteriales. (3) Estos autores colombianos, concluyen que la P_{aCO_2} tiene un promedio de 32mmHg; y los valores superiores a 35mmHg., indican hipercapnia. En su estudio pionero Restrepo et al. sobre gasometría arterial



en adultos sanos, definieron los valores, promedio y extremos (27), respirando aire ambiente, la PaCO₂ de 31,27 mmHg (26- 36). El estudio realizado por Caro y Pacheco, referidos por Latorre del Hospital San Juan de Dios de Bogotá, informa valores gasométricos similares al estudio realizado por Restrepo: PaCO₂ de 30-45mmHg.(3) Otro estudio realizado también en Bogotá, en el año 2013 por Maldonado y González, incluyó a 374 adultos sanos, entre 18 y 83 años de edad, reportan que la PaCO₂ aumentó en relación a la edad, el valor promedio de PaCO₂ fue de 33,5 +- 2.6 mmHg. (30.9-36.1) Las menores de 40 años obtuvieron una PaCO₂ más baja, así como las mujeres quienes por actividad hormonal poseen una ventilación alveolar más alta. (3)(4)

Distintos estudios realizados en la ciudad de México, en personas que residen a 2,224 ms.n.m, con una presión atmosférica es de 583.4 mmHg reportan que los valores PaCO₂ fueron 32.7 mmHg, estos obtenidos mediante gasometría arterial. (5) Otro estudio en personas sanas entre los 17 y 31 años de edad, encontraron valores de PaCO₂ 35,2±4.79 mmHg (30,41-39,99).(23)

En Cuzco, Perú, una investigación con 118 personas sanas, con una media poblacional de edad de 35,39 años, encontraron una PaCO₂ de 30,62 mmHg.(6)

2.9 Efecto de la altura en la capnografía

A medida que aumenta la altura la presión atmosférica disminuye y a su vez la presión de los gases, entre ellos el oxígeno, lo que genera una hipoxemia crónica: ante ello, la respuesta fisiológica compensadora es el aumento de la ventilación pulmonar por frecuencia respiratoria y/o volumen respiratorio, provocando una alcalosis respiratoria con disminución de la PaCO₂.

(8) (28) a su vez los mecanismos renales disminuyen de forma progresiva la concentración de bicarbonato, para compensar el pH arterial; esto explica la diferencia de valores de PaCO₂ en ciudades de altura con respecto a los valores a nivel del mar. (29) (30) (31) (32)

2.10 Homeostasis del CO₂



A nivel pulmonar se capta oxígeno, este llega hasta los alvéolos, y se produce el intercambio gaseoso; las moléculas de oxígeno en el capilar sanguíneo se unen y transportan a través de la hemoglobina y forma disuelta hasta llegar a los órganos. En las células la glucosa y el oxígeno se convierten en energía (ATP) y desechan CO₂ mediante el ciclo de Krebs. El CO₂ pasa al capilar tisular y por difusión pasiva ingresa a los eritrocitos, donde sufre procesos fisiológicos, para ser transportado en forma de Bicarbonato y de carboxihemoglobina. El 70% del CO₂ es transportado en forma de Bicarbonato, el 30% en forma carboxihemoglobina, en unión a proteínas plasmáticas y otra pequeña parte en forma disuelta; una vez en el pulmón el CO₂ se elimina. El CO₂ desde su producción, transporte por la circulación y eliminación a nivel pulmonar, interviene en varios procesos fisiológicos. (12) (33)

2.11 Factores que determinan cambios en la capnografía

Todo lo que afecte el metabolismo, ventilación, la perfusión, la ventilación, incluso su regulación nerviosa o equipo ventilatorio influye directamente en la medida del EtCO₂. (12)(34)



Tabla N° 1
Cuadros clínicos que provocan aumento del EtCO₂

AUMENTO DEL EtCO ₂			
METABOLICAS	PERFUSION	VENTILACION	FALLO DEL EQUIPO
<ul style="list-style-type: none"> - Cuadros iniciales de shock, en especial el shock séptico. - Administración de HCO₃ intravenoso. - Crisis convulsivas por actividad muscular aumentada. - Hipertermia maligna 	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismos de autorregulación alterados. - Aumento del gasto cardíaco. - Proceso que cursen con hipertensión intracraneal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obstrucción de la vía aérea (EPOC, asma, etc.) - Depresión respiratoria (benzodiazepinas, sedación y/o analgesia) - Insuficiencia respiratoria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Espacio muerto excesivo - Defectos en la válvula de inhalación y/o exhalación. - Colocación de dispositivos intermedios. - Embolia de co₂ - Neumoperitoneo y cualquier cirugía laparoscópica que use CO₂ como gas para distender cavidades.

Fuente: Elaboración propia (Daniela Tigre C)

Tabla N° 2
Cuadros clínicos que provocan disminución del EtCO₂

DISMINUCIÓN DEL EtCO ₂			
METABOLICAS	PERFUSION	VENTILACION	FALLO DEL EQUIPO
<ul style="list-style-type: none"> - Cuadros que provocan disminución del consumo de O₂ y del metabolismo. - Estados de <u>cetoacidosis</u> - <u>Hipertermia multicausal</u>, excepto hipertermia maligna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tromboembolia pulmonar. - Parada cardiorrespiratoria. - Disminución del gasto cardíaco. - Hipotensión arterial. - Hipovolemia. - Embolia aérea 	<ul style="list-style-type: none"> - Obstrucción del flujo aéreo (asma en fase inicial) - Incremento del espacio muerto fisiológico (TEP) - Hiperventilación. - Aumento de mucosidad bronquial - Atelectasias - Obstrucciones bronquiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Falla en el flujo del aire/oxígeno. - Mala colocación de la cánula. - Fugas del sistema o desconexión del respirador. - Posición inadecuada de tubo <u>endotraqueal</u>.

Fuente: Elaboración propia (Daniela Tigre C)



2.12 Importancia de la capnografía

La capnografía permite evaluar, controlar y tratar estados clínicos, de causa ventilatoria, metabólica o perfusional, tanto en pacientes intubados como no. Durante la ventilación mecánica permite valorar la adecuada ventilación, identifica alteraciones en vía respiratoria o equipo, es un estándar para verificar la correcta colocación del tubo endotraqueal, siendo un estándar de atención recomendado por la Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos y otras organizaciones. Un estudio prospectivo y observacional de 153 intubaciones prehospitalarias encontró una tasa del 23% de fallos y alteraciones durante en la intubación en pacientes sin monitorización de capnografía, mientras que los pacientes con capnografía continua mantuvieron una tasa del 0%. La ASA PS, en los años 90, consideró a la capnografía como el estándar de atención en el quirófano para la monitorización de pacientes y la American College of Emergency Physicians (ACEP) aprobó a la capnografía como método rutinario para manejar a los pacientes intubados. (13) (15)

En relación al paro cardiorespiratorio la capnografía nos indica la efectividad de las maniobras de reanimación, la medición de ETCO₂ se relaciona directamente con el gasto cardíaco, valores más altos de EtCO₂ durante la RCP(Reanimación cardiopulmonar), se correlacionan con mejor supervivencia, es un indicador temprano del retorno de la circulación espontánea. En varios estudios se evidenció que el ETCO₂ > 20 mmHg parece ser un indicador de una adecuada compresión torácica. (35) La American Heart Association (AHA) enfatiza la importancia de continuar las compresiones torácicas sin interrupción de tal manera la capnografía puede eliminar la necesidad de detener las compresiones torácicas para comprobar los pulsos, puesto que un aumento de EtCO₂, nos indica el restablecimiento del ritmo y de la perfusión.

En Trauma la capnografía, permite mantener la normocapnea, evita la hiperventilación inadvertida o hipoventilación sostenida en pacientes con lesión cerebral traumática, ambos perjudiciales. La hipoventilación sostenida (PaCO₂ ≥50 mmHg) aumenta el flujo sanguíneo cerebral y un aumento de la PIC. La



hiperventilación sostenida ($\text{PaCO}_2 \leq 30$ mmHg), hipoperfusión, se asocia con un peor resultado neurológico en pacientes con lesión cerebral grave. (36)

En pacientes críticos no intubados, con alteraciones neurológicas como convulsiones, pacientes obnubilados o inconscientes, identifica apnea, ventilación eficaz o ineficaz. En dificultad respiratoria permite valoración rápida de un cuadro agudo o crónico, y también en la respuesta al tratamiento. En procedimientos anestésicos, en sedaciones, detecta eventos adversos comunes de las vías respiratorias como depresión respiratoria. Ensayos aleatorizados, indican que existen 60 segundos entre el aumento de ETCO_2 y la hipoxemia, la capnografía es el primero en detectar apnea. En pacientes con acidosis metabólica en pacientes diabéticos y niños con deshidratación. Existe una correlación lineal entre HCO_3 y CO_2 , en estos casos el CO_2 disminuye y también el bicarbonato. Se usa también como indicador de pronóstico en pacientes con sepsis o shock séptico, pues el ETCO_2 es inversamente proporcional al lactato (36).



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar los niveles basales de CO₂ espirado en pacientes quirúrgicos, en el Hospital Vicente Corral Moscoso.

3.2 Objetivos específicos

1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de la población de estudio: edad, sexo, ASA, IMC, tipo de cirugía.
2. Describir los niveles basales de ETCO₂ según signos vitales: temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial media, saturación de oxígeno.
3. Estimar la presión alveolar de oxígeno



4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo para conocer el nivel basal de CO₂ espirado, en pacientes quirúrgicos.

4.2 Área de estudio

El estudio se desarrolló en los quirófanos del Hospital Vicente Corral Moscoso, perteneciente al MSP, ubicado en la Av. Los Arupos y Av. 12 de Abril, el tiempo de estudio fue de 1 año y 3 meses, desde el mes de enero de 2019 a marzo de 2020.

4.3 Población de estudio

- Pacientes quirúrgicos de 20 a 40 años, ASA I y II de enero de 2019 a marzo de 2020.

4.4 Muestra, selección y tamaño de muestra, unidad de análisis y observación.

- Para el cálculo de la muestra se utiliza la siguiente fórmula, con criterios obtenidos en un estudio similar, realizado en Buenos Aires, Argentina en el 2013, con población conocida.(7) (Datos obtenidos de resultados estadísticos del año 2018, en el HVCM).

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

- N= tamaño de la población que es objeto de estudio
- Z= desviación en relación a la curva de distribución normal (1.96 que corresponde a un intervalo de confianza de 95%)
- σ = desviación estándar de la población objeto de estudio
- e= margen de error permitido
- Según ésta fórmula la muestra sería de 486 pacientes
- El número de pacientes se determinó teniendo en cuenta la población total de 6950 pacientes quirúrgicos (datos estadísticos obtenidos del año 2018), y las siguientes premisas una desviación de 7, error muestral 0,6, un intervalo de confianza de 95%, y margen de error (e) de 0.5 y calculando que durante el desarrollo del trabajo se presente pérdidas de los pacientes, se adicionó el 10 % de la muestra, para un total de 534



pacientes, la misma que fue tomada a conveniencia, no probabilístico.

- La población de pacientes fue entre 20 a 40 años atendidos en el hospital "Vicente Corral Moscoso".

4.5 Criterios de inclusión y exclusión

- Pacientes quirúrgicos entre 20-40 años
- Pacientes ASA I Y II (sólo por alcoholismo social)

Criterios de exclusión

- Paciente ASA II, con patología cardiorrespiratoria aguda o crónica, enfermedades metabólicas, anemia, obesidad, enfermedad neurológica.

4.6 Variables del estudio:

Edad, sexo, ASA, IMC, temperatura, frecuencia cardiaca, tensión arterial media, tipo de cirugía, nivel basal de CO₂ espirado, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno.

4.7 Operacionalización de Variables (Ver anexo N1)

4.8 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información

Utilizamos la prueba de diferencia de oximetrías en brazos y piernas, como un cribado extra de todos los pacientes, los que excedían una diferencia del 5% no entraron en el estudio.

El director del proyecto adiestró al personal encargado, sobre el uso de los instrumentos y dispositivos, bajo un mismo protocolo, detallado a continuación: Los datos de ésta investigación fueron obtenidos el día del procedimiento quirúrgico, y fueron ingresados en un formulario previamente realizado (Ver anexo N2).

El paciente ingresó a la sala de quirófano, se confirmó el cumplimiento de los criterios de inclusión, previamente se indicó los objetivos de esta investigación, el procedimiento, los riesgos y beneficios, y se solicitó su autorización firmada de participación. Se midió en el quirófano del HVCM, la presión atmosférica mediante un barómetro marca HTI, y presión de vapor de agua porcentual, en la pieza en "Y" del circuito anestésico, mediante un sensor de humedad marca



Topker HTI HT-350 LCD, con frecuencia de muestreo de 2.5 veces/segundo y precisión de humedad de $\pm 2\%$, datos que nos sirvieron para estimar la presión alveolar.

Se procedió a pesar con balanza en kilogramos, tallar en centímetros con un estallímetro y a monitorización a través del monitor Drager Infinity Vista con pulsioximetría, tensión arterial, electrocardiografía de tres derivaciones, frecuencia cardíaca, y frecuencia respiratoria; conociendo los signos vitales pre operatorios y verificando que sean normales.

Se realizó el cambio de la cal sodada en cada paciente, se procedió a sellar adecuadamente la vía aérea del paciente mediante máscara facial acorde al tamaño de su rostro, y esta se conectó a un circuito circular, se administró FIO₂ de 21% con un flujo total de 4 litros por minuto de aire, conectando en la pieza en "Y" un capnógrafo de flujo lateral marca Vamos Plus, el cual posee una tasa de aspiración en el dispositivo 150ml/min \pm 20ml/min, un grado de precisión conforme con ISO 21647 de ± 3.3 mmHg., tiempo de retardo < 4 s, el mismo fue calibrado y mediante una trampa de agua y línea de muestreo nuevo en todos los casos, se comprobó que el CO₂ inspirado sea de 0, se procedió a tomar 5 muestras en dos minutos, a intervalos de 30 segundos cada uno, las cuales se promediaron para obtener el valor final de cada paciente.

4.9 Plan de Tabulación y análisis de los datos

Una vez completada la recolección de datos según la muestra planteada, se creó una base de datos, los mismos se analizaron, con Microsoft Excel, e IBM SPSS 22 versión libre.

El análisis de los datos fue descriptivo, realizando las siguientes pruebas estadísticas para variables cualitativas: sexo, tipo de cirugía, ASA, se aplicó porcentaje, para variables numéricas: edad, IMC, frecuencia respiratoria, temperatura, frecuencia cardíaca, tensión arterial, saturación de oxígeno, niveles de ETCO₂ se aplicaron medidas de tendencia central.

4.10 Aspectos éticos

En el presente estudio no se puso en riesgo la integridad del paciente, ni su manejo quirúrgico, no tuvo costo económico, se informó previamente todo el



procedimiento, la información fue manejada confidencialmente, se les solicitó su autorización mediante la firma del consentimiento informado.
(Ver anexo 3 Consentimiento informado)



5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Características demográficas y clínicas de la población de estudio

Tabla 1.

Características demográficas y clínicas de la población de estudio.
Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca, 2019-2020.

Variable	n: 534	%	Media ±
Grupos de edad	DS20 -24	141	26,4
	25 – 29	160	30
	30 – 34	131	24,5
	35 – 39	93	17,4
	40	9	1,7
Sexo	Masculino	285	53,4
	Femenino	249	46,6
Clasificación ASA	ASA I	471	88,2
	ASA II	63	11,8
Índice de masa corporal	18.5 – 19	24	4,5
	20 – 21	159	29,8
	22 – 23	287	53,7
	Más de 24	64	12
Tipo de cirugía	Electiva	166	31,1
	Emergencia	368	68,9

Fuente: base de datos

Elaboración: Daniela Tigre

De los 534 pacientes intervenidos quirúrgicamente, el 30% pertenecen al rango de edad entre los 25 a 29 años y el 24.5% están comprendidas entre los 30 a 34 años con una media de 28.81 ± 5.65 años, con un 95% de intervalo de confianza se encuentra entre 28.56 – 29.05. El 53.4% son hombres y el 46.6% mujeres, 88.2% fueron catalogados como ASA I y 11.8% ASA II. Se evidenció que la mayoría de pacientes presentan un IMC de 22 a 23 con una prevalencia de 53.7%; además la mayoría son cirugías de emergencia con una prevalencia de 68.9%.



5.2 Niveles Basales de ETCO₂ en el HVCM.

Tabla 2.

Niveles Basales de Dióxido de carbono de ETCO₂. Hospital Vicente Corral Moscoso. 2019-2020.

ETCO ₂ (mmHg)	n: 534	%	Media ± DS
Menos de 25	25	4.7	
25-27	160	30	28.36 ± 1.81
28-31	321		IC 95% (28,277 - 28,434)
	60.1		
32 o más	28	5.2	

Fuente: base de datos

Elaboración: Daniela Tigre

El CO₂ del final de la espiración (ETCO₂), se procede a realizar prueba de Kolmogorov- Smirnov, donde se obtiene un valor menor a 0,05 (0,000), se considera una variable no normal. Se ha obtenido una media de 28.36±1.81 y una mediana de 28,2, con un error estándar de la media con lo cual la media poblacional con un 95% de intervalo de confianza se encuentra entre 28.277 – 28.434, se ha procedido a calcular la asimetría y curtosis, obteniendo una asimetría de 0,63 (simétrico) y una curtosis de 1.547 (leptocúrtica).

5.3 Niveles Basales de ETCO₂ en el HVCM.

Tabla 3.

Distribución de los signos vitales de la población de estudio. Hospital Vicente CorralMoscoso. 2019-2020.

Variable	n: 534	%	Media ± DS
Frecuencia cardiaca	60-69	149	27,9
	70-79	185	34,6
	80-89	114	21,3
	90 o más	86	16,1
Temperatura	36 - 36.5	406	76,03
	36.6 - 37.2	128	23,97
Frecuencia respiratoria previo toma de capnografía	10-11	19	3,6
	12-13	140	36,2
	14-15	114	21,3
	16-17	115	21,5
	18 o más	146	27,3
Frecuencia respiratoria durantetoma de capnografía	10-11	8	1,5
	12-13	87	16,3
	14-15	214	40,1
	16-17	147	27,5
	18 o más	78	14,6
Tensión arterial media	Menos de70	5	0,9
	70-79	76	14,2
	80-89	234	43,8
	90-99	218	40,8
	100 y más	1	0,2
Saturación de Oxígeno	92-93	137	25,7
	94-95	249	46,6
	96 y más	148	27,7

Fuente: base datos

Elaboración: Daniela Tigre



En la presente tabla se puede determinar que, la frecuencia cardiaca generalmente se encuentra entre los rangos de 70-79 lpm (34,6%), la temperatura entre 36-36,5 ° C (76,03%), frecuencia respiratoria previo a capnografía de 12-13 (36,2%) y durante la toma de capnografía de 14-15 (40,1%), tensión arterial media entre 80-89 mmHg (43,8%) y la saturación de oxígeno entre 94-95 % (46,6%).

5.4 Características demográficas, clínicas y Niveles basales de ETCO₂

Tabla N°4

Niveles Basales de ETCO₂, según características demográficas y clínicas.
Hospital Vicente Corral Moscoso. 2019-2020.

VARIABLE	Niveles basales de ETCO ₂ (mmHg)		Valor p	
	Media	DS (IC 95%)		
Grupos de edad	20 -24	28,54	1,56 (28,41-28,67)	0.683
	25 – 29	28,28	1,95 (28,13-28,44)	
	30 – 34	28,16	1,85 (28,00-28,32)	
	35 – 39	28,46	1,89 (28,27-28,66)	
	40	28,26	0,52 (28,09- 8,44)	
	Total	28,35	1,80 (28,27-28,43)	
Sexo	Masculino	28,32	1,82 (28,21-28,43)	0.693
	Femenino	28,39	1,78 (28,27-28,50)	
	Total	28,35	1,80 (28,27-28,43)	
Clasificación ASA	ASA I	28,33	1,77 (28,24-28,41)	0.172
	ASA II	28,54	2,01 (28,28-28,79)	
	Total	28,35	1,80 (28,27-28,43)	
Índice de masa corporal	18.5 – 19	28,51	1,57 (28,19-28,83)	0.597
	20 – 21	28,40	1,63 (28,27-28,53)	
	22 – 23	28,33	1,82 (28,22-28,44)	
	Más de 24	28,28	2,20 (28,00-28,55)	
	Total	28,35	1,80 (28,27-28,43)	
Tipo de cirugía	Electiva	28,64	1,99 (28,48-28,79)	0.005
	Emergencia	28,22	1,70 (28,13-28,31)	
	Total	28,35	1,80 (28,27-28,43)	

Fuente: base de datos

Elaboración: Daniela Tigre

Al tomar en cuenta el ETCO₂ en relación con edad, sexo, ASA, e IMC ($p > 0.05$) se observa que las medias de ETCO₂ de los distintos subgrupos con el test no paramétrico Kruskal Wallis, no hay diferencia estadísticamente significativa, sin embargo con una p de 0.005 las medias de ETCO₂ según el tipo de cirugía si hubo una diferencia significativa.

5.5 Signos vitales y Niveles basales de ETCO₂

Tabla 5.

Signos vitales y niveles basales de ETCO₂. Hospital Vicente Corral
Moscoso. Cuenca, 2019-2020.

VARIABLE	Niveles basales de ETCO ₂ (mmHg)			Valor p
		Media	DS (IC 95%)	
Temperatura	36 - 36.5	28,39	1.98(1.75-1.95)	0,411
	36.6 - 37.2	28,26	1.10(1.59-1.85)	
	Total	28,36	1.81(1.73-1.88)	
Frecuencia cardiaca	60-69	28,40	1,97(28,24- 28,57)	0,531
	70-79	28,45	1,75(28,32- 28,58)	
	80-89	28,17	1,68(28,01- 28,33)	
	90 o más	28,29	1,76(28,10- 28,48)	
	Total	29,35	1,80(28,27- 28,43)	
Tensión arterial media	Menos de 70	26,97	2,25(26,17- 27,77)	0.030
	70-79	28,94	3,25(28,15- 29,73)	
	80-89	28,20	1,86(28,05- 28,34)	
	90-99	28,62	1,80(28,48- 28,76)	
	100 y más	28,35	1,48(28,23- 28,47)	
Frecuencia respiratoria durante toma de capnografía	10-11	29,2	3,42(27,99- 30,40)	0.000
	12-13	27,04	2,01(26,82 - 27,25)	
	14-15	28,95	1,61(28,84- 29,06)	
	16-17	27,95	1,59(27,82- 28,08)	
	18 o más	28,84	1,18(28,71- 28,98)	
	Total	28,35	1,80(28,27- 28,43)	
Saturación de O ₂	92-93	28,31	1,96(28,14- 28,48)	0,825
	94-95	28,34	1,72(28,23- 28,45)	
	96 y más	28,40	1,79(28,26- 28,55)	
	Total	28,35	1,80(28,27- 28,43)	



Al tomar en cuenta el ETCO₂ en relación con temperatura, frecuencia cardiaca y saturación, con pruebas no paramétricas para comparar medias, no hay diferencia significativa entre los subgrupos, sin embargo se observa que los niveles de dióxido de carbono al final de la espiración en relación a frecuencia respiratoria durante capnografía y tensión arterial media, si existe diferencia significativa entre los subgrupos con $p < 0.05$, para lo cual se aplicó el test de Kruskal Wallis.

5.6 Estimación de presión alveolar

Tabla 6.

Estimación de presión alveolar en pacientes intervenidos quirúrgicamente. Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca, 2019-2020.

Variable	n: 534	%	Media ± DS
Presión alveolar de Oxígeno (PAO ₂)(mmHg)	60-64	121	22,7
	65-69	251	47
	70-74	137	
	75	25	4,7
	o Más		

Fuente: base de datos

Elaboración: Daniela Tigre

La presión alveolar tuvo una media de Media 68.1163 ± 3.89795 (28,27723 - 28,43357), con un 47% de los pacientes con una presión entre 65 a 69 mmHg.



6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos coinciden con los previos estudios y lo que indica la literatura con respecto al ETCO₂. La media de ETCO₂ de la población estudiada fue 28.36 ± 1.81 (26,54892 - 30,16188), IC95%(28,277 - 28,434) mmHg con una mediana de 28.2 mmHg. Lo que indica que la altura de la ciudad de Cuenca si influye en los valores de los pacientes quirúrgicos, en concordancia con los estudios Colombianos, Peruanos, Mexicanos (3)(4)(5)(6)(7).

En los cuales el promedio de PaCO₂ fue menor que el obtenido a nivel del mar. Se considera como normal en Bogotá con una altura parecida a Cuenca valores de PaCO₂ entre 32 a 35 mmHg, si restamos los 5 mmHg de la diferencia entre la PaCO₂ y ETCO₂, teóricamente en el paciente sano en dicho estudio se obtenía 27 a 30 mmHg de ETCO₂. (27) A pesar de que Cuenca tiene una altitud más baja que Bogotá, los resultados obtenidos son similares, factores que pudieron haber influido en este resultado pues en teoría se hubiera esperado que sean ligeramente más altos, pueden ser el hecho de que los pacientes tengan la característica de ser quirúrgicos, y en quienes por lo general se indica un ayuno prolongado innecesario, estudios actuales demuestran que el ayuno prolongado no significa un estómago vacío, sino que éste se encuentra ocupado de alto contenido ácido y un ayuno aplicado de manera incorrecta provoca alteraciones metabólicas, e hidroelectrolíticas, la privación de líquidos previo a una cirugía facilita la presencia de deshidratación, e hipoglucemia, factores que modifican directamente los valores de PaCO₂ y por lo tanto de ETCO₂ por lo que los resultados obtenidos deben ser interpretados bajo este precepto.(37) (38)

En un estudio de personas sanas se determinó que el ETCO₂ también varía con la posición corporal, el ETCO₂ aumentó de sentado a supino ($22,8 \pm 3,1$ a $23,5 \pm 3,3$ mm Hg, $p < 0,005$), mientras que el ETCO₂ no tuvo diferencia entre las posiciones supina y prona. (29) En este estudio todos los pacientes se colocaron en posición decúbito supino. Los resultados fueron consistentes entre los distintos subgrupos según edad, sexo, IMC, ASA, en los cuales no hubo una diferencia estadística significativa. En un estudio realizado en la capital colombiana, en el año 2013 por Maldonado y González, (3) se observó



que PaCO₂, aumentaba con la edad, a diferencia del presente estudio donde no se observa esta diferencia ni posee significado estadístico, esto es debido a que la muestra de dicho estudio comprendió un rango amplio de edades desde los 18 hasta los 83 años, a diferencia del actual estudio que se enfocó en población sin comorbilidades con un rango de edad entre 20 a 40 años, los cuales poseen aún una buena función orgánica tanto hombres como mujeres, además está el hecho de que las mujeres menores de 40 años obtuvieron una PaCO₂ más baja, debido a la actividad hormonal que influye directamente en una ventilación alveolar más alta, la cual disminuye con la edad en las mujeres por su estado hormonal; en ésta investigación no se observó diferencia entre las edades en los valores de ETCO₂ con respecto a este parámetro, debido a que la muestra fue entre 20 y 40 años (3).

Por el tipo de cirugía si hubo diferencia, menor ETCO₂ en pacientes en cirugías de emergencia, lo cual podría ser explicado por la ansiedad y el dolor que podría presentar el paciente ante una cirugía de emergencia lo cual aumenta la frecuencia respiratoria en forma cuantitativa y por consiguiente se modifica los valores de ETCO₂.(39)

Entre los diferentes grupos según la frecuencia respiratoria y la tensión arterial media hubo diferencia significativa, lo cual coincide con la teoría, durante la toma, adoptan una actitud más ansiosa por lo que aumentan la frecuencia respiratoria, además podemos acotar que en este estudio como control de calidad se confirmó que no hubo diferencia significativa entre la frecuencia respiratoria de antes y durante la toma de capnografía, lo que indica que no influyó la corteza cerebral en los valores de ETCO₂. Pacientes con TAM menor a 70mmHg, se correlaciona con un menor gasto cardíaco, dando en ambos el mismo resultado de obtener menor ETCO₂. Debido a la homogeneidad entre los grupos de temperatura, frecuencia cardíaca y saturación, estuvieron en rangos considerados normales, no hubo diferencia estadística significativa. (12) (34)

En lo que respecta a la presión alveolar, se obtuvo una media de Media 68.1163 ± 3.89795 (64.21835 - 72,01425) mmHg, IC95%(28,277 - 28,435) , para tener un dato preciso de la presión de vapor de agua del árbol traqueo



bronquial, se debería censar la directamente en los bronquios, lo cual es imposible en el medio y conlleva otro tipo de riesgo para el paciente, así el presente estudio censó la presión de vapor de agua (PVH₂O) en la pieza en Y del circuito, que es la medición más cercana a lo real que se puede obtener con la tecnología disponible, por lo que los resultados expresados también se someten a este margen de error, desconocido hasta el momento.

La intención de calcular la presión alveolar de oxígeno, fue para estimar algún posible porcentaje de espacio muerto patológico, causado por alguna alteración respiratoria como atelectasias, aumento de shunts etc, no diagnosticados, que afecte a los valores de ETCO₂, los cuales en un paciente sano son casi nulos. La PAO₂ a nivel del mar con PaCO₂ de 40mmHg es de 110mmHg, un estudio realizado en Caracas a una altitud de 1000 metros, con una presión atmosférica de 674mmHg, con PaCO₂, encontró una PAO₂ de 93.2 mmHg, en México D.F, a una altura de 2224metros, con PaCO₂ de 37, obtuvieron una PAO₂ de 75.6mmHg; en Bogotá con presión atmosférica de 560mmHg, con PaCO₂ de 35mmHg, calcularon una PAO₂ de 72mmHg, son valores que también varían en dependencia de la altura, la PAO₂ que se obtuvo en este estudio se asemeja al estudio realizado en Bogotá, lo que indica que efectivamente se trataba de pacientes sin ningún tipo de alteración en la ventilación/ perfusión que pudiera haber producido un error en las mediciones del ETCO₂.(23)

Se debe reconocer que una limitación del presente estudio fue en que la muestra no pudo ser aleatorizada, debido a que los investigadores tomaron la muestra conforme la programación de cirugías y cirugías de emergencia en el área de quirófano.



7. CONCLUSIONES

- La media de los niveles basales de CO₂ espirado en pacientes quirúrgicos, en el Hospital Vicente Corral Moscoso fue de 28.36 ± 1.81 (28,277 - 28,434) mmHg. con una mediana de 28.2 mmHg, lo cual tiene concordancia con otros estudios que indican que a mayor altura los niveles de CO₂ son menores y los rangos referenciales deberían ser tomados en cuenta para la correcta interpretación de los pacientes que habitan en la ciudad de Cuenca.
- Entre los distintos grupos según las características sociodemográficas se conformaron grupos homogéneos, no hubo diferencia significativa excepto tipo de cirugía, si hubo diferencia significativa.
- La frecuencia respiratoria y tensión arterial media fueron variables en las cuales hubo diferencia significativa entre los niveles de ETCO₂.
- La media de la presión alveolar fue de 68.1163 ± 3.89795 (28,27723 - 28,43357) mmHg. en pacientes quirúrgicos, en el Hospital Vicente Corral Moscoso.



8. RECOMENDACIONES

- Socializar los datos obtenidos para que la interpretación de los valores de pacientes críticos y su manejo sea adecuado y oportuno tomando estos como parámetros basales.
- Tomar estos datos como base para iniciar nuevos estudios en los cuales se puedan determinar valores referenciales para distintas escalas usadas en la práctica diaria, así como en diversas edades tanto pacientes pediátricos como ancianos y estandarizar los valores en estas poblaciones.
- Realizar un estudio en la población sana de la ciudad de Cuenca para comparar con los resultados de este estudio.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ruiz G. GASES ARTERIALES EN LAS ALTURAS, REVISTA DE MEDICINA [Internet]. encolombia.com. 2017 [citado 27 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/academedicina/vam-123/gases-arteriales-alturas/>
2. Gerstein WC, Martínez OL. Valores gasométricos en población adulta y adulta mayor residente de gran altitud. An Fac Med [Internet]. 17 de agosto de 2020 [citado 27 de marzo de 2021];81(2). Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/18032>
3. Javier Iván Lasso Apráez MD. Interpretación de los gases arteriales en Bogotá (2.640 msnm) basada en el nomograma de Siggaard-Andersen. Una propuesta para facilitar y unificar la lectura. Rev Colomb Neumol [Internet]. 30 de marzo de 2014 [citado 27 de marzo de 2021];26(1). Disponible en: <https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/view/56>
4. Monitorización no invasiva de la PaCO₂ en pacientes críticos con ventilación mecánica [Internet]. [citado 27 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.medintensiva.org/es-pdf-S0210569100796082>
5. García JCV, Padilla RP. Valores gasométricos estimados para las principales poblaciones y sitios a mayor altitud en México. 2000;13(1):8. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=5957>
6. Pereira-Victorio CJ, Huamanquispe-Quintana J, Castelo-Tamayo LE. Gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud. Rev Peru Med Exp Salud Pública [Internet]. 25 de septiembre de 2014 [citado 27 de marzo de 2021];31(3). Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/83>



7. Tusman G, Gogniat E, Bohm SH, Scandurra A, Suarez-Sipmann F, Torroba A, et al. Reference values for volumetric capnography-derived non-invasive parameters in healthy individuals. *J Clin Monit Comput.* junio de 2013;27(3):281–8.
8. Taylor A. High-altitude illnesses: Physiology, risk factors, prevention, and treatment. *Rambam Maimonides Med J* [Internet]. 21 de enero de 2011 [citado 27 de marzo de 2021];2(1). Disponible en: <https://www.rmmj.org.il/issues/3/Articles/44>
9. Solis R, Anselmi C, Lavietes M, Khan MA. Rate of Decay or Increment of PaO₂ Following a Change in Supplemental Oxygen in Mechanically Ventilated Patients With Diffuse Pneumonia. *Chest.* febrero de 1993;103(2):554–6.
10. Lin H-J, Huang C-T, Hsiao H-F, Chiang M-C, Jeng M-J. End-tidal carbon dioxide measurement in preterm infants with low birth weight. *PLOS ONE.* 17 de octubre de 2017;12 (10):e0186408.
11. Cortés-Telles A, Gochicoa-Rangel LG, Pérez-Padilla R, Torre-Bouscoulet L, Cortés-Telles A, Gochicoa-Rangel LG, et al. Gasometría arterial ambulatoria. Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Tórax.* marzo de 2017;76(1):44–50.
12. Carbonell M. “Uso de la capnografía en Urgencias”. [Internet]. Universidad Internacional de Andalucía. 2015.
Disponible en:
<https://dspace.unia.es/handle/10334/3425#:~:text=La%20capnograf%C3%A9a%20es%20una%20monitorizaci%C3%B3n,el%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20exhalado.>
13. Hernández L. Papel de la Capnografía en la parada cardiorrespiratoria



extrahospitalaria[Internet]. [Oviedo España]: Universidad de Oviedo; 2015. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/31475/Merino%20Hernandez.pdf;jsessionid=830F8E9C7AFC98F3B7B8A6B4ACDDD26E?sequence=6>

14. Cereceda-Sánchez FJ, Molina-Mula J. Capnography as a tool to detect metabolic changes in patients cared for in the emergency setting. *Rev Lat Am Enfermagem* [Internet]. 2017 [citado 27 de marzo de 2021];25(0). Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100600&lng=en&tIng=en

15. Díez-Picazo LD, Barrado-Muñoz L, Blanco-Hermo P, Barroso-Matilla S, EspinosaRamírez S. La capnografía en los servicios de emergencia médica. *SEMERGEN - Med Fam.* marzo de 2009;35(3):138–43.

16. Romero Pérez MA, Bruno Guerrero C, Arteaga Vélez NP. La capnografía: estudio fundamental en el monitoreo del paciente anestesiado. *RECIMUNDO.* 30 de septiembre de 2019;3(3):82–95)

17. Vallejo AS. Monitorización de la asistencia ventilatoria. *Tiempos Enferm Salud Nurs Health Times.* 2018;(5):54–61.

18. Guillén-Dolores Y, Molina-Méndez FJ. Estado actual del monitoreo respiratorio durante anestesia y cirugía. *Rev Mex Anest.* 2018;41(1):16-17. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=80173>

19. Heini Harve-Rytsälä. Diferencia de presión parcial de dióxido de carbono arterial y al final de la espiración durante la anestesia prehospitalaria en pacientes críticamente enfermos
- Harve - Rytsälä - 2021 - *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* - Wiley Online Library [Internet]. [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en:



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/aas.13751>

20. Champion EM, Robinson CK, Brant N, Ferrigno L, McIntyre R, Biesterveld B, et al. End-tidal carbon dioxide underestimates plasma carbon dioxide during emergent trauma laparotomy leading to hypoventilation and misguided resuscitation: A Western Trauma Association Multicenter Study. *J Trauma Acute Care Surg.* noviembre de 2019;87(5):1119–24.

21. Barrado L. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico - Revista de formación para Técnicos en Emergencias Sanitarias - ZONA TES [Internet]. [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.zonates.com/es/revista-zona-tes/menu-evolucion-en-la-monitorizacion-del-paciente-critico.aspx>

22. Román-Vistraín et al. - Valoración respiratoria durante la guardia.pdf [Internet]. [citado 27 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2015/rr152d.pdf>

23. Jose Félix Patiño Restrepo, Edgar Celis Rodríguez, Juan Carlos Díaz. Gases sanguíneos, Fisiología de la respiración e Insuficiencia respiratoria aguda. 8va ed. Bogotá: Editorial Médica Internacional; 2015. 22–25 p.

24. Cruz I, Solis J, Inglessis I, Palacios I. Foramen oval permeable: situación actual Patent Foramen Ovale: Current State of the Art. *Revista Española de Cardiología.* enero de 2009;61(7):738–51.

25. Rincón-Valenzuela DA, Escobar B. Manual de práctica clínica basado en la evidencia: preparación del paciente para el acto quirúrgico y traslado al quirófano. *Rev Colomb Anestesiol.* enero de 2015;43(1):32–50.

26. Paredes G, Cueva J, Pinto K. Quito, ciudad de altura.pdf [Internet]. [Citado 4 de abril de 2021]. *Rev. Inv Acad. Educación* 2018; 2(1):6-14 Disponible en: <https://revistaacademica-istcre.edu.ec/admin/postPDF/Quito,ciudaddealtura.pdf>

27. Restrepo J, Reyes P, Vasquez P, Ardila M, Diaz-Granados B.



Gasimetría arterial y alveolar en adultos sanos a nivel de Bogotá. : Acta Médica Colombiana. 7 (6). Noviembre- Diciembre 1982.

28. Zouboules SM, Lafave HC, O'Halloran KD, Brutsaert TD, Nysten HE, Nysten CE, et al. Renal reactivity: acid-base compensation during incremental ascent to high altitude. *J Physiol*. diciembre de 2018;596(24):6191–203.

29. Kuenzel A, Marshall B, Verges S, Anholm JD. Positional Changes in Arterial Oxygen Saturation and End-Tidal Carbon Dioxide at High Altitude: Medex 2015. *High Alt Med Biol*. 27 de enero de 2020;21(2):144–51.

30. Leacy JK, Linares AM, Zouboules SM, Rampuri ZH, Bird JD, Herrington BA, et al. Cardiorespiratory hysteresis during incremental high-altitude ascent–descent quantifies the magnitude of ventilatory acclimatization. *Exp Physiol*. Enero de 2021;106(1):139–50.

31. Venkat D, Dhillon K, Rowley JA. Effects of High Altitude on Sleep and Respiratory System. *Curr Pulmonol Rep* [Internet]. 7 de abril de 2021 [citado 22 de abril de 2021]; Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13665-021-00276-0>

32. Brown C, McQueen K, Kucik C. High-Altitude Physiology and Anesthesia. In: Mclsaac J, editor. *Essentials of Disaster Anesthesia*. Cambridge: Cambridge University Press; 2020. Pág: 106–115.

33. Hall J, Guyton A. *Tratado de fisiología médica*. 13a ed. España: Elsevier; 2016. Pág:534–536.



34. Muñoz L, Matilla S, Morales G. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. Zona TES. 1. 2013. Disponible en: <http://media.zonates.com/02-01/PDF/7- Capnografia.pdf>
35. Aminiahidashti H, Shafiee S, Zamani Kiasari A, Sazgar M. Applications of End-Tidal Carbon Dioxide (ETCO₂) Monitoring in Emergency Department; a Narrative Review. Emergency [Internet]. 2018 [citado 22 de abril de 2021];6(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5827051/>
36. Puntero J. Carbon dioxide monitoring (capnography) - UpToDate [Internet]. [citado 27 de abril de 2021]. Disponible en: <https://uptodate.publicaciones.saludcastillayleon.es/contents/carbon-dioxide-monitoring- capnography/abstract/6-18>
37. Sánchez T, Concha I. ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA RESPIRATORIO. Neumol Pediátrica. 2018;13(3):101–6.
38. Carrillo R, Espinoza I, Soto U. Ayuno perioperatorio. 38 (1). 2015. pág 27-34
39. Yang HW, Jeon W, Min YG, Lee JS. Usefulness of end-tidal carbon dioxide as an indicator of dehydration in pediatric emergency departments. Medicine (Baltimore) [Internet]. 1 de septiembre de 2017 [citado 22 de abril de 2021];96(35). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5585495/>
40. Balam C, Robles A, Pineda S, Escudero C, Rodríguez Z, Martínez J, Flores G. Sensibilidad y especificidad de las mediciones de CO₂ por capnografía vs gasometría en niños con lesión neurológica en estado crítico. Rev Mex Pediatr. 1998; 65 (6):245-250. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=16139>



10. ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala
Nivel Espirado de CO ₂	Dióxido de carbono al final de la espiración, medido en mmHg	Clínica	Capnografía	Numérica
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de recolección de la información	Temporal	Años cumplidos	20 -24 25 - 29 30 - 34 35 - 39 40
Sexo	Es la condición biológica que diferencia a los animales en dos grupos	Física	Fenotipo	Masculino Femenino
Estado Físico de la Sociedad Americana de Anestesiología	Clasificación de riesgo anestésico de acuerdo al estado físico del paciente	Estado Físico	ASA	ASA I ASA II
Estado nutricional (IMC)	Índice de masa corporal, que se determina dividiendo peso en kg para talla al cuadrado	Talla Peso	IMC: peso en kg/ (talla en m) ²	18.5 - 19 20 - 21 22 - 23 Más de 24
Temperatura	Calor medible mediante un termómetro		Termómetro	36 - 36.5 36.6 - 37.2
Frecuencia cardíaca	Número de latidos en un minuto		Monitor de signos vitales	60-69 70-79 80-89 90 o más
Tipo de cirugía	Característica de la cirugía según la gravedad.		Parte operatorio	Electiva Emergencia
Frecuencia respiratoria	Número de respiraciones en un minuto		Monitor de signos vitales	10-11 12-13 14-15



				16-17
				18 o más
Tensión arterial media	Es el valor medio de la presión arterial durante el ciclo cardíaco		Monitor de signos vitales	Menos de 70 70-79 80-89 90-99 100 y más
Saturación de oxígeno	Es el porcentaje de oxihemoglobina en la sangre		Monitor de signos vitales	92-93 94-95 96 y más



Anexo 2. Formulario de recolección de datos



“DETERMINACION DE LOS NIVELES BASALES DE CO₂ ESPIRADO MEDIANTE CAPNOGRAFIA, EN PACIENTES QUIRURGICOS, EN EL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO, CUENCA 2019- MARZO 2020”

NUMERO DE FOR FORMULARIO:

1. HISTORIA CLINICA: 2. EDAD:

3. SEXO: F M 4. ASA:

5. PESO: KG 6. TALLA: CM 7. IMC:

7. SATURACION DE OXIGENO CON FIO21%: %

8. TENSION ARTERIAL: / PAM MMHG

9. FRECUENCIA CARDIACA: LPM

10. TEMPERATURA: GRADOS

11. TIPO DE CIRUGIA

ELECTIVA	<input type="text"/>
EMERGENCIA	<input type="text"/>

12. ETCO₂: mmHg

1°: AL INICO <input type="text"/> mmHg	2°:30SEG <input type="text"/> mmHg	3°:60SEG <input type="text"/> mmHg	4°:90SEG <input type="text"/> mmHg	5:120 SEG <input type="text"/> mmHg
---	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--

13. FRECUENCIA RESPIRATORIA:

ANTES DE LA INVESTIGACION: RPM DURANTE LA INVESTIGACION: RPM

14. PRESION ALVEOLAR:

CIRCUITO	HUMEDAD:
AMBIENTE	PRESION ATMOSFERICA:

**Anexo 3. Consentimiento informado.****UNIVERSIDAD DE CUENCA****FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Título de la investigación: **“DETERMINACION DE LOS NIVELES BASALES DE CO2 ESPIRADO MEDIANTE CAPNOGRAFIA, EN PACIENTES QUIRURGICOS. HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO, CUENCA 2019-2020”**

	Nombres completos	# de cédula	Institución a la que pertenece
Autor de tesis	Daniela Soledad Tigre Cuenca	0104019492	Universidad de Cuenca

Usted está invitado(a) a participar en este estudio que se realizará en el Hospital Vicente Corral Moscoso. En este documento llamado "consentimiento informado" se explica las razones por las que se realiza el estudio, cuál será su participación y si acepta la invitación. También se explica los posibles riesgos, beneficios y sus derechos en caso de que usted decida participar. Después de revisar la información en este Consentimiento y aclarar todas sus dudas, tendrá el conocimiento para tomar una decisión sobre su participación o no en este estudio. No tenga prisa para decidir. Si es necesario, lleve a la casa y lea este documento con sus familiares u otras personas que son de su confianza.

Introducción

La presente investigación busca determinar los niveles basales de CO₂, en pacientes quirúrgicos, por lo que, si usted accede participar en el presente estudio, su participación consiste en respirar a través de unamascarilla facial previo a su procedimiento quirúrgico, este proceder no causará dolor, ni ningún tipo de riesgo.

Objetivo del estudio

Determinar los niveles basales de CO₂ espirado en pacientes quirúrgicos, en el Hospital Vicente Corral Moscoso.

Descripción de los procedimientos

Este estudio se llevará a cabo con los pacientes de 20 a 40 años, ASA I y II, sin repercusión cardiopulmonar, además datos que serán llenados en un formulario en dos momentos: visita pre anestésica y sala de operaciones.

VISITA PRE ANESTÉSICA: durante la visita pre anestésica será pesado y tallado por su médico quien calculará el IMC, y se evaluará cualquier alteración cardiopulmonar. Estos datos serán tomados por los residentes de anestesiología responsables de la visita. (tiempo aproximado 15 minutos)

TRANS OPERATORIO después de monitorizar a los pacientes quirúrgicos, previo a su procedimiento, se procederá a pedir al paciente que respire a través de la mascarilla facial por dos minutos, se llenará el formulario en el que constará los datos y tipo de cirugía (tiempo aproximado 10 minutos)

Riesgos y beneficios

Debe especificarse que, la participación del informante, no presenta ningún tipo de riesgo. Los beneficios de la investigación es que a futuro se determinará los niveles basales de CO₂, con los cuales se podrá comparar los resultados de capnografía de pacientes en áreas críticas, llevando un mejor manejo clínico de los pacientes.



Anexo 4. Cronograma

AÑO	2018				2019				2020				2021	
	MESES													
ACTIVIDADES	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-4	5
- Presentación y aprobación del protocolo				X										
- Elaboración del marco teórico			X											
- Revisión de los instrumentos de recolección de datos			X											
- Plan piloto					X									
- Recolección de los datos						X	X	X	X					
- Análisis e interpretación de los datos										X				
- Elaboración y presentación de la información											X			
- Elaboración de las Conclusiones y recomendaciones												X		
- Elaboración del informe final													X	
- Entrega de informe final														X



Anexo 5. Recursos

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Hospital Vicente Corral Moscoso

RECURSOS HUMANOS:

Investigador: Daniela Soledad Tigre Cuenca

1. Director: Dr. Francisco Cevallos, Médico especialista en Anestesiología encargado de la tutoría del presente trabajo.
2. Personal médico colaborador, encargada del proceso de recolección de información.

RECURSOS MATERIALES:

El dinero que solventará el costo de este trabajo será financiado por medios propios.

1. Materiales de Oficina
2. Materiales de audiovisuales
3. Movilización



Concepto	Unidades	Costo unitario \$	Costo total \$
• Papel bond	1000	0,05	50
• Internet	100	1.00	100
• Impresiones b/n	1500	0,10	150
• Impresiones color	60	0,25	15
• Copias	30	0,03	9
• Empastados	4	10	40
• CD	6	1,5	9
• Esferos	10	0,75	7,50
• Folders	6	0.50	3
• Anillados	3	5	15
• Gasolina	20	5	100
• Barómetro	1	100	100
• Sensor de	1	400	400
humedad(marca	1	400	400
Topker HTI HT-			
350 LCD)			
• Total final			1398,5