



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN
HOSPITAL DE LA MUJER**

TESIS

VALORACIÓN GASOMÉTRICA DE PACIENTES SOMETIDAS A TÉCNICA DE “OXIGENACIÓN APNÉICA” EN LA INDUCCIÓN ANESTÉSICA, INTERVENIDAS QUIRÚRGICAMENTE BAJO ANESTESIA GENERAL BALANCEADA EN EL HOSPITAL DE LA MUJER

**PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA**

PRESENTA

DR. JESSE BARRADAS AMBRIZ

ASESORES DE TESIS

DRA. MARÍA GUADALUPE SANTILLÁN JACINTO

DR. ANTONIO ÁLVAREZ CHÁVEZ

MORELIA, MICHOACÁN A 23 DE JULIO DE 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

SECRETARIA DE SALUD DE MICHOACÁN

**DR. CARLOS ARANZA DONIZ
SECRETARIO DE SALUD**

**DR. RAFAEL VILLA BARAJAS
JEFE DE ENSEÑANZA ESTATAL**

**DRA. LILIANA OLIVERA ROMERO
DIRECTORA DEL HOSPITAL DE LA MUJER**

**DR. BERNARDINO ALCARAZ LÓPEZ
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**

**DR. HÉCTOR AGUILAR AMBRIZ
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA**

**DR. RIGOBERTO DE JESÚS GALINDO AGUILAR
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ANESTESIOLOGÍA**

Este trabajo se realizó en las salas de quirófano del Hospital de la Mujer de la Secretaria de Salud de Michoacán en la ciudad de Morelia, Michoacán México.

**DRA. MARÍA GUADALUPE SANTILLÁN JACINTO
ASESOR DE TESIS**

**DR. ANTONIO ÁLVAREZ CHÁVEZ
ASESOR DE TESIS**

**M. EN C. ALEJANDRO MENDOZA AMARO
ASESOR METODOLÓGICO Y ESTADÍSTICO**

COLABORADORES

Quienes de una u otro manera participaron en la realización de este proyecto.

Dra. Guadalupe Santillán, Anestesióloga adscrito del servicio.

Dra. Gabriela Acosta, Anestesióloga adscrita del servicio.

Dr. Antonio Álvarez, Anestesiólogo adscrito del servicio.

Dr. Benjamín Muñoz, Anestesiólogo adscrito del servicio.

Dr. Pablo Aldana, Anestesiólogo ex médico residente de este hospital.

Dr. Salvador González, médico residente de tercer año de anestesiología.

Dra. Alondra Álvarez, médico residente de segundo año de anestesiología.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar siempre conmigo y llevarme de la mano durante toda mi existencia, cuidar de que todo lo que hago sea de la mejor manera y sin causar daño a mis pacientes.

A Mis Padres por darme la vida y educación para poder llegar hasta donde estamos en estos momentos, ayudarme a abrir la puerta y permitirme entrar a este fabuloso mundo de la medicina. Eternamente agradecido.

A la persona que nunca se vence, que está dispuesta a dar todo a cambio de nada, tolerar mis ausencias, compartir días de felicidad y también de tristeza, ser mi compañera fiel, por demostrarme que se puede lograr todo en esta vida cuando uno se lo propone, por darle sentido a mi vida... mi esposa Gísse.

Este logro está dedicado y con gran inspiración en dos personitas, mis pequeños hijos Naín y Louís, mis dos grandes tesoros, a quienes no tengo forma de agradecer su paciencia por no estar con ellos como se merecen en tantos momentos importantes. Ser la luz de mi camino y siempre darme mi dosis de amor para ser mejor padre día a día.

A mis Hermanos y toda mi familia por su apoyo y buenas vibras siempre, más en esta etapa de mi vida...

Agradezco a mi Hospital de la Mujer, por ser la cuna de mi especialidad.

A mis profesores y asesores de tesis Dra. Santillán y Dr. Álvarez, por su apoyo constante en el desarrollo de este trabajo que también es suyo.

Siempre agradecido con todos los adscritos del grandioso servicio de Anestesiología, grandes maestros y seres humanos, por inculcarme cariño y respeto a esta profesión, por todas sus enseñanzas y retos con la única intención de formar de mí una mejor persona.

A todos mis compañeros de la residencia, en especial a mis Amigos de generación Anita, Ale, Chavita y Beto, por estar unidos durante este tiempo, compartir momentos de alegría y quebranto, y salir adelante en todo momento.

Índice

	Contenido	Página
I	Índice de figuras y cuadros.....	7
II	Resumen.....	8
III	Abstract.....	9
IV	Abreviaturas.....	10
V	Glosario.....	11
VI	Introducción	12
VII	Antecedentes.....	14
VIII	Justificación.....	19
IX	Planteamiento del problema.....	20
X	Pregunta de investigación.....	21
XI	Material y métodos.....	22
XII	Hipótesis.....	23
XIII	Objetivos.....	24
XIV	Criterios de selección.....	25
XV	Descripción de variables.....	26
XVI	Metodología.....	28
XVII	Análisis estadísticos.....	29
XVIII	Consideraciones éticas.....	30
XIX	Resultados	31
XX	Discusión.....	34
XXI	Conclusiones.....	35
XXII	Limitaciones.....	36
XXIII	Referencias bibliográficas.....	37
XXIV	Anexos.....	39

Total de Páginas: 45

I. Índice de figuras y cuadros

	Contenido	Página
Figura 1	Escala de Cormack Lehane.....	41
Figura 2	Escala de Patil Aldreti.....	41
Figura 3	Escala de distancia interincisivos	42
Figura 4	Escala de Mallampati	42
Figura 5	Escala de Bellhouse Dore	43
Cuadro 1	Valores normales de gasometría arterial.....	43
Cuadro 2	Curva de disociación de la hemoglobina.....	44
Cuadro 3	Clasificación de la ASA	44
Cuadro 4	Índice de masa corporal.....	45
Cuadro 5	Volumen y capacidades pulmonares.....	45

II. Resumen

Objetivos: comprobar mediante gasometría arterial (radial) y monitoreo no invasivo, que la técnica de inducción anestésica con oxigenación apnéica es segura y útil, logrando condiciones óptimas de saturación de oxígeno para el momento de la intubación.

Material y métodos: se incluyeron 23 pacientes en grupo único, para cirugía electiva pacientes ASA I-II bajo anestesia general balanceada, aplicando la técnica de oxigenación apnéica para inducción anestésica. Valorando con gasometría arterial (PaO₂, PaCO₂, HCO₃ y pH) en tres muestras, así como saturación de oxígeno mediante pulso oximetría. Partiendo de una gasometría basal previo a cualquier intervención quirúrgica anestésica, posteriormente se realizó preoxigenación con mascarilla facial durante 3 minutos y toma de una segunda gasometría, enseguida se realiza inducción anestésica con midazolam, fentanilo, propofol y rocuronio, manteniendo un sellado adecuado con mascarilla facial en todo momento, una vez que el paciente presentó apnea se tomó tiempo de 90 segundos para tomar la última gasometría al momento de la intubación endotraqueal.

Resultados: ningún paciente presentó alteraciones hemodinámicas detectadas en monitoreo no invasivo, los niveles registrados de SpO₂ por pulso oximetría fueron a la alta y sin descensos con respecto a las basales. Tomando como referencia la media de las gasometrías, al término de la técnica de oxigenación apnéica muestran una franca y amplia elevación de la PaO₂ del 205.76% sobre la basal. En los niveles de PaCO₂ se presentó un incremento del 24.20% con respecto a la basal, estando aun en cifras normales. En cuanto al HCO₃ sus variantes fueron mínimas con respecto a la basal, con tendencia a la alta de un 10.88% pero aun en la normalidad. Los valores del pH presentaron sólo un estrecho descenso del 0.80% con respecto a la basal.

Conclusiones: una adecuada preoxigenación y la técnica de oxigenación apnéica realizando un buen sellado de la mascarilla facial, brinda un estado óptimo y seguro al momento de la intubación endotraqueal. Logrando niveles de oxigenación elevadas y sin presentar variantes deletéreas tanto en el monitoreo como gasométricamente.

Palabras claves: oxigenación apnéica, preoxigenación, monitoreo, desnitrogenización, gasometría arterial.

III. Abstract

Objectives: To prove radial arterial blood gases and noninvasive monitoring technique that inducing anesthesia with apneic oxygenation is safe and useful, achieving optimum oxygen saturation at the moment of intubation.

Material and Methods: Twenty-three patients were included in one group for elective surgery with ASA I-II, patients under balanced general anesthesia, using the technique of apneic oxygenation induction. Measuring arterial blood gases (PaO₂, PaCO₂, HCO₃, and PH) in three samples and oxygen saturation by pulse oximetry. Taking from a gasometry baseline before any anesthetic surgery intervention, subsequently pre-oxygenation was performed with face-mask during a period of three minutes and outlet a second arterial blood gas, immediately anesthetic induction with midazolam, fentanyl, propofol and rocuronium is performed while maintaining a sealed suitable face mask at all the time, once the patient presents apnea, was taking a time of ninety seconds to make the last blood gas measuring at the time of endotracheal intubation.

Results: No patient was detected with hemodynamic alterations in noninvasive monitoring. The levels of pulse oximetry SPO₂ went to high without decreases relative to baseline. Taking as reference the average of the blood gas analysis at the end of apneic oxygenation technique shows a frank and wide PaO₂ elevation of 205.76% over baseline. PaCO₂ levels in an increase of 24.20% compared to baseline were introduced, while still in normal range. As to HCO₃ its variants were minimal compared to baseline, with a tendency to a high 10.88% but still in normal range. PH values showed only a narrow drop 0.80% compared to baseline.

Conclusions: An adequate pre-oxygenation technique and the method of apneic oxygenation making a good seal of the face mask, provides an optimal and safe condition at the time of endotracheal intubation, Achieving high levels of oxygenation without deleterious variants present in both monitoring as gasometrical.

Keywords: apneic oxygenation, pre-oxygenation, monitoring, remove nitrogen, arterial blood gases.

IV. Abreviaturas

ASA: *American Society of Anesthesiologists*, Sociedad Americana de Anestesiólogos

pH: iones libres de hidrogeno.

PaO₂: presión arterial de oxígeno.

PCO₂: presión arterial de bióxido de carbono.

CRF: capacidad residual funcional

CPT: capacidad pulmonar total

FET₀₂: fracción total espirada de oxígeno

Hb: hemoglobina

N₂: nitrógeno

FiO₂: fracción inspirada de oxígeno

FEV₁: volumen espiratorio forzado en 1 segundo

VRE: volumen de reserva espiratorio

VRI: volumen de reserva inspiratorio

VT: volumen tidal

CV: capacidad vital

O₂: oxígeno

VAD: vía aérea difícil

EtO₂: fracción espirada de oxígeno

CPAP: presión positiva continua

VR: volumen residual

AO: oxigenación apenéica

SPO₂: saturación parcial de oxígeno.

IMC: índice de masa corporal.

V. Glosario

Apnea: ausencia o cese de flujo de aire respiratorio naso bucal, medido en los sensores de flujo, de 10 segundos de duración o más.

Desnitrogenización: pre oxigenación con O₂ al 100% a fin de aumentar las reservas de este gas, con esto se desplaza el nitrógeno del depósito pulmonar, proceso que logra la saturación de O₂ en la capacidad residual funcional al 90% en un período de 3 a 5 minutos.

Oxigenación: se refiere a la cantidad de oxígeno en un medio. En sangre se lo usa como sinónimo con saturación, que describe el grado de capacidad de transporte de oxígeno de la hemoglobina, normalmente 98-100%. La oxigenación también se refiere al proceso de añadido de oxígeno a un medio como el agua o tejidos corporales.

Preoxigenación: administración de oxígeno al 100% antes de la inducción anestésica.

Ventilación: es la entrada y salida de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares.

Gasometría: es una medición de la cantidad de oxígeno y de dióxido de carbono presente en la sangre. Este examen también determina la acidez (pH) de la sangre.

VI. Introducción

Ofrecer la mayor garantía posible al paciente cuando se somete a un acto anestésico es una obligación de todo profesional. A finales de siglo pasado se instauró la preoxigenación y desnitrogenación. Desde entonces se han descrito varios métodos de preoxigenación. Entre los más aceptados en la literatura científica están respirar volúmenes corrientes durante 3 minutos, realizar 8 capacidades vitales durante un minuto o realizar 4 capacidades vitales en medio minuto. Con los dos primeros, ampliamente aceptados por la comunidad científica, se consigue alcanzar una preoxigenación máxima (fracción espirada de oxígeno $EtO_2 \geq 90\%$), manteniendo una saturación parcial de oxígeno (SpO_2) $\geq 95\%$ tras un tiempo de apnea de más de 4 minutos, en pacientes coronarios sin patología respiratoria ni sobrepeso mientras que el tercero resulta ser menos efectivo que los dos anteriores, alcanzando un valor máximo de EtO_2 del 82 al 84.7% ya que al administrar menos cantidad de oxígeno se reinará nitrógeno por lo que la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) será siempre menor de 1 y además porque la saturación de los compartimentos tisular y venoso necesitan más de 30 segundos para rellenarse de oxígeno por lo que habrá una velocidad de desaturación más rápida durante la fase de apnea. Para una exitosa Oxigenación apneica se necesita una adecuada preoxigenación.^{1,2}

La preoxigenación aunque se debe realizar de rutina, está particularmente indicada en caso de: vía aérea difícil (VAD) anticipada; predicción o antecedentes de dificultad de ventilación y/o intubación. Situaciones en que la ventilación con presión positiva previa intubación pueda ser peligrosa: *estómago lleno*. Pacientes con disminución de la capacidad residual funcional (CRF). En los que la desaturación es más rápida: niños, ancianos, embarazadas, obesos. Situaciones con consumo de O_2 aumentado: primera infancia, embarazo a término, hipertermia. Situaciones donde el mantenimiento de la saturación de O_2 es vital: sufrimiento fetal, cardiopatía isquémica, hipertensión intracraneal, anemia.²

Con los resultados obtenidos del estudio exhaustivo de la técnica de oxigenación apneica, su uso se ha ampliado, ya no solo es uno de los mayores test diagnóstico de muerte cerebral, también se aplica en la práctica anestésica para pacientes con alta probabilidad de vía aérea difícil y/o posibilidad de regurgitación del contenido gástrico con riesgo de bronco aspiración, útil en pacientes obesos que presentan reducción de su CRF y elevado volumen de cierre, con previa desnitrogenación que debe ser llevada a cabo en estos casos según la Capacidad Vital.

En pacientes de edad avanzada que presentan un aumento del volumen residual (VR), pérdida de la capacidad vital (CV), aumento del trabajo respiratorio y reducción en la eficiencia del intercambio gaseoso la técnica de elección es pre oxigenar con volúmenes corrientes durante 3 minutos, con oxígeno 100%.⁴

La obesidad es otro factor limitante a tener en cuenta. Se recomienda: preoxigenación durante al menos 5 minutos con oxígeno al 100%, también se puede realizar la preoxigenación durante una oxigenación apneica por medio de la insuflación de oxígeno por vía nasal (método que requiere de un sistema especial), mantener la mascarilla facial durante la apnea, se ha descrito

también la aplicación de una presión positiva continua (CPAP) durante la maniobra de preoxigenación, aunque el tiempo de tolerancia a la apnea es similar al conseguido con 3 minutos a volumen total (VT) (90" vs 96" respectivamente, hasta alcanzar SpO2 90%). Con cualquiera de las técnicas descritas, se recomienda mantener al paciente en posición semisentada (anti-Trendelenburg a 30° o 45°). Otra consiste en administrar en la preoxigenación presión positiva no invasiva es una maniobra fácil, segura y eficiente en pacientes obesos que ayuda a aumentar el EtO2 y el periodo de apnea al favorecer una administración más rápida y eficiente de oxígeno.^{4,6}

La paciente gestante cualquiera que sea el método de preoxigenación utilizado, tras 60 segundos ya puede observarse una desaturación del 93%, por lo que es necesaria una oxigenación inmediata tras introducir el tubo endotraqueal. El cambio de posición desde supino a una semi-incorporación de 45°, prolonga el tiempo de tolerancia a la apnea en la paciente no embarazada, pero carece de influencia en la embarazada.⁵

En cuanto al enfermo crítico los beneficios que pueden obtenerse de una buena preoxigenación son escasos. En las personas que presentan insuficiencia respiratoria suele aumentar el tiempo de preoxigenación más despacio, alcanza un umbral menos alto, pero también desciende más despacio, en la medida en que la difusión alvéolo capilar es menos rápida. De hecho, en algunos casos, con la preoxigenación completa los pulmones se saturan un 90 % con O2 después de 1.5 minutos, con una ventaja de tolerancia a la apnea de 4 minutos. En otros casos, en concreto en las personas con enfisemas graves, no se alcanza una saturación pulmonar del 90 % de O2 tras 10 minutos de preoxigenación. La presión arterial de oxígeno (PaO2) aumenta durante la preoxigenación al volumen total (VT) y disminuye durante la preoxigenación a la CV. Esta última provoca frecuentemente tos en caso de que exista broncorrea asociada. En cuanto a la insuficiencia cardíaca cuando no existe lesión pulmonar, la administración de O2 mediante una mascarilla facial durante 15 minutos a enfermos con insuficiencia cardíaca da lugar a una PaO2 media menos alta que en los individuos sanos. Cuando se interrumpe el aporte de O2, la PaO2 vuelve a su valor inicial en 5 minutos.^{6,9}

La preoxigenación consiste en hacer respirar al paciente O2 al 100% a fin de aumentar las reservas de este gas, en particular su capacidad residual funcional (CRF) así como la presión arterial de O2 (PaO2) y la saturación parcial de oxígeno (SpO2) durante la fase de apnea. Con esto se desplaza el nitrógeno del depósito pulmonar (desnitrogenación) proceso que logra la saturación de O2 en la CRF al 90% en un período de 3 a 5 minutos.

Así se obtiene una PaO2 por encima de 660 mmHg y un contenido pulmonar de O2 de 3000 ml con ello se mantiene la PaO2 por encima de 100 mmHg.⁷

VII. Antecedentes

La técnica de oxigenación apneica fue iniciada por Hirsch y Volhard en 1905. La oxigenación apneica sería como la oxigenación secundaria a un flujo de O₂ a presión cero con el paciente en apnea. Con los serios experimentos realizados en animales se ha desarrollado la aplicación de esta técnica en la práctica anestésica, fundamentalmente para broncoscopias, pacientes con vía aérea difícil y más recientemente en ciertas cirugías de tórax y abdomen.⁸

En 1968 Kristoffersen estudió 7 perros expuestos a oxigenación apnéica (OA) después de desnitrógenación, la muerte fue causada por acidosis e hipercapnia pero no por hipoxia. La PaO₂ al inicio de la apnea se encontró en 400 a 500 mmHg, la depresión circulatoria comenzó cuando la PaO₂ fue de 200 mmHg y el pH de 6.7 unidades. El paro circulatorio se presentó cuando la presión arterial de CO₂ (PaCO₂) aumentó a 400 mmHg y el pH (iones libres de hidrogeno) oscilaba entre 6.4 y 6.5. Se alcanza una preoxigenación máxima, cuando los compartimentos alveolar, arterial, tisular y venoso están completamente saturados de oxígeno.^{1,3}

La preoxigenación consiste en la administración de oxígeno al 100% antes de la inducción anestésica. Esta maniobra pretende aumentar la reserva intrapulmonar de oxígeno sustituyendo el nitrógeno (desnitrógenación) de la capacidad residual funcional (CRF) por oxígeno, lo cual permitirá el máximo tiempo de apnea con la menor desaturación. En el adulto sano, garantiza una oxigenación suficiente durante los primeros 6-10 minutos de apnea post inducción.^{9,11}

La reserva de O₂ de un adulto sano es alrededor de 1500 a 2000 ml, de los cuales 400-500 ml se distribuyen en el pulmón (CRF), 800-1200 en la sangre y 300 ml más en los tejidos. El consumo de oxígeno durante la apnea se mantiene alrededor de 200-250 ml. minuto.²

El uso de oxígeno al 100% durante la inducción anestésica, se ha demostrado que causa un mayor número de atelectasias y de shunt intrapulmonar, comparado con la administración de oxígeno al 60 o al 80%. Pero al mismo tiempo, una FiO₂ del 60 al 80% reduce el tiempo de tolerancia a la apnea. Por lo tanto, en pacientes con factores de riesgo para una desaturación rápida, probablemente esté justificado el mantener un flujo de oxígeno al 100% para asegurar una máxima reserva de oxígeno, aunque la posibilidad de aparición de atelectasias sea mayor. La administración de O₂ al 60% no estaría justificada en ningún caso, ya que comparado con el uso de O₂ al 80%, presenta una incidencia de atelectasias similar pero con un tiempo de tolerancia a la apnea sensiblemente más corto.^{2,8}

La preoxigenación permite saturar la CRF hasta cerca del 90% de O₂ por sustitución del nitrógeno (N₂) que contiene y requiere de 2 a 7 minutos dependiendo del método empleado, la de la sangre de 20 a 30 min y la de los tejidos de 5 horas. Cuando administramos O₂ al 100% a un paciente con una capacidad residual funcional (CRF) de 3000 ml, la cantidad de O₂ almacenada en el pulmón pasa de 500 a 2500 ml. La hemoglobina (Hb) se satura completamente y se disuelve en plasma una fracción adicional de O₂, lo que permite un tiempo teórico de apnea sin hipoxia de 6 a 10 min. La eficacia de la preoxigenación se valora según la cantidad de O₂ que se almacena en los pulmones, por

la calidad de la oxigenación de la sangre arterial y sobre todo por la duración de la oxigenación durante la apnea.^{9,11}

La oxigenación pulmonar se aprecia por la concentración de O₂ en los pulmones fracción espirada de oxígeno (FETO₂), que se determina con analizadores de respuesta rápida. La oxigenación pulmonar óptima se admite con una FETO₂ mayor o igual a 0,9. La calidad de la oxigenación sanguínea se valora según la PaO₂, la SaO₂ y la SpO₂.

Si antes de la apnea se ventila con O₂ al 100% el tiempo suficiente para la denitrogenación, la PaO₂ puede ser del orden de 660 mmHg [$PAO_2 = (F_i O_2 \times P_B) - (PCO_2 / CR) = 713 - 40/0,8$], y el contenido pulmonar (volumen alveolar -VA) de O₂ de 2500 ml (CRF) lo que permitiría un tiempo de apnea de casi 10 minutos si consideramos solo el consumo de O₂ antes del descenso de la SaO₂ a niveles críticos.^{2,4}

Volúmenes torácicos:

La capacidad ventilatoria se cuantifica por la medición de los volúmenes pulmonares y la espirometría.

Capacidad pulmonar total (CPT), Es el volumen de gas en el pulmón al final de una inspiración máxima. Es la suma de la capacidad vital y del VR. Es una medida del tamaño pulmonar.

La capacidad vital espiratoria es el volumen de gas exhalado después de una inspiración máxima y la inspiratoria es el volumen que puede ser inspirado después de una espiración máxima.

La capacidad vital es la suma de la capacidad inspiratoria y del volumen de reserva espiratoria.

El volumen circulante o volumen tidal (VT) es el volumen de gas que se moviliza durante un ciclo respiratorio normal.

El volumen de reserva inspiratoria (VRI) es el volumen de gas que puede ser inspirado después de una inspiración normal.

El volumen de reserva espiratoria (VRE) es el volumen de gas que puede ser espirado después de una espiración normal.

La capacidad inspiratoria es el volumen que puede ser inspirado después de una espiración normal, es decir desde capacidad residual funcional (CRF).

La capacidad residual funcional (CRF) es el volumen de gas que queda en el pulmón después de una espiración normal.

El volumen residual es el volumen de gas que queda después de una espiración máxima.

Capacidad de cierre (CC) es el volumen pulmonar por debajo del cual aparece el fenómeno de cierre de la vía aérea durante la maniobra de una espiración máxima lenta.

Volumen de cierre (CV) es la capacidad de cierre menos la capacidad residual funcional.

La maniobra de espiración forzada cuantifica los volúmenes pulmonares por encima de la capacidad residual funcional. Además permite cuantificar algunos índices dinámicos. El más empleado en clínica es el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV₁). Es el volumen de gas espirado durante el primer segundo de una maniobra forzada desde una inspiración máxima.

Durante el inicio de la espiración forzada las vías aéreas empiezan a ser comprimidas y el flujo alcanza su máximo (flujo espiratorio máximo PEF). Es una fase dependiente de la fuerza espiratoria. Cuando se ha expirado entre un 20 a 30% de la capacidad vital, las vías aéreas mayores están comprimidas y por tanto hay una limitación al flujo. Esta fase es sólo ligeramente dependiente de la fuerza y refleja la resistencia intratorácica al flujo especialmente de las vías aéreas pequeñas no comprimidas, y es dependiente de las características elásticas del pulmón y de la magnitud de la capacidad vital.

La relación entre el volumen espiratorio en el primer segundo y la capacidad vital (FEV1/VC o índice de Tyffennau) refleja el grado de obstrucción, pero si la capacidad vital está reducida este índice puede subestimar la limitación al flujo.^{3,6}

El volumen inspiratorio forzado en un segundo (FIV1) es el volumen de gas inspirado en el primer segundo de una inspiración forzada después de una espiración máxima. Durante esta maniobra la presión intratorácica es subatmosférica y por tanto las vías aéreas se distienden. El FIV1 es dependiente de la fuerza. En el estrechamiento de las vías aéreas extratorácicas el flujo inspiratorio está limitado ya que debido a la presión subatmosférica por detrás de la obstrucción las vías aéreas se colapsan. La relación FIV1/VC es un índice de obstrucción inspiratoria. La ventilación voluntaria máxima (MVC) es el volumen de gas máximo que puede ser espirado durante un minuto a una frecuencia de 30 x' durante 20 s.^{5,13}

Transporte de oxígeno combinado con la hemoglobina

La hemoglobina actúa como un vehículo que se carga de oxígeno en los capilares pulmonares y lo transporta a los tejidos. La Hb es una proteína del glóbulo rojo, compuesta por la globina y cuatro grupos Heme. El grupo Heme está constituido por 4 núcleos pirrólicos que tienen en un núcleo central el Fe⁺⁺. En vista de que el O₂ se transporta unido al Fe⁺⁺ y cada molécula de Hb tiene 4 iones Fe⁺⁺, cada molécula de Hb transporta 4 moléculas de O₂, en forma de un compuesto lábil de oxihemoglobina.

Como ya se ha señalado, el grado de saturación de la Hb con oxígeno varía con la PaO₂ en el plasma. La curva que expresa esta relación (curva de disociación de la Hb) se construye sometiendo muestras de sangre a presiones de oxígeno crecientes manteniendo constantes la temperatura (37°C) y la PaCO₂ (40 mmHg). Luego se mide la cantidad de O₂ unida a la Hb a las distintas presiones y se dibuja en un gráfico con la saturación en la ordenada y la presión parcial en la abscisa.¹⁵

Curva de disociación de la hemoglobina.

La curva de disociación de la Hb tiene aproximadamente la forma de S itálica, en la cual se distingue una porción de pendiente pronunciada, que corresponde a las presiones de O₂ más bajas (<60mmHg) y una zona aplanada en relación con las presiones de O₂ más altas (>70 mmHg). Entre estas dos porciones existe una zona de transición ubicada alrededor entre 60 y 70 mmHg de PO₂.

Esta forma de la curva es de gran importancia fisiológica: en la porción casi vertical, pequeños cambios de la PaO₂ causan cambios importantes en la saturación y, por lo tanto, en el contenido de oxígeno. El intercambio de oxígeno tisular se realiza en esta porción y la Hb, al encontrar bajas presiones tisulares de O₂, entrega grandes cantidades de oxígeno.

Por el contrario, en la porción casi horizontal, grandes cambios de PO₂ apenas modifican el contenido de oxígeno de la sangre, lo que explica que aun cuando la PaO₂ normal varía entre 90 y 65 mmHg según la edad, el contenido normal de oxígeno cambia muy poco. Por la misma razón puede existir una alteración de la función pulmonar con caída importante de la PaO₂, sin que se produzca desaturación arterial, pero si la PaO₂ baja más allá de la zona de transición (<60 mmHg) el contenido de O₂ puede descender rápidamente. Inversamente pequeños cambios de contenido causados por admisión venosa o por cortocircuitos pueden producir marcados cambios de presión.¹⁶

Pulso oximetría:

Es un procedimiento para la medición no invasiva continua de la saturación de oxigenación de la sangre arterial. El principio de la medición se basa en la absorción de la luz de determinada longitud de onda por la hemoglobina de los eritrocitos circulantes. Debido a que la hemoglobina oxigenada (HbO₂) y la Hb desoxigenada tienen diferentes máximos de absorbancia (el de la Hb O₂ es de 940nm infrarrojo y el de la Hb 660nm rojo), su concentración en sangre puede determinarse con ayuda de la fotometría (ley de Lambert Beer). La luz es producida por dos diodos emisores de luz y la fracción que ha atravesado la muestra es recibida por un fotodiodo. La diferencia que corresponde a la cantidad absorbida, es proporcional a la concentración de hemoglobina. Para determinar la saturación arterial de O₂ debe existir un flujo sanguíneo pulsátil. Para obtener los mejores resultados, el sensor debería colocarse en el lóbulo de la oreja, seguido por el pulpejo de los dedos de la mano o pie.¹⁸

Prueba de Allen:

Consiste en la compresión simultánea de las arterias radial y cubital y se solicita al paciente que realice sucesivos movimientos rápidos de cierre y apertura de la mano y al abrir la mano los dedos y la palma aparecerán pálidos, se descomprime la arteria cubital y en menos de 15 segundos debe restablecerse la circulación y el color de la mano, de no ocurrir esto no debemos puncionar la arteria radial y elegiremos otra arteria.¹⁹

Gasometría arterial:

El término se refiere a la medición de gases en un fluido cualquiera. En medicina, se puede realizar una gasometría en cualquier líquido biológico, pero donde mayor rentabilidad diagnóstica tiene es en la sangre, pudiéndose realizar en sangre venosa periférica o central y en sangre arterial. Este estudio nos sirve para evaluar el estado del equilibrio ácido base y para conocer la situación de la función respiratoria. Se realiza mediante un analizador de gases, que mide directamente las siguientes parámetros pH, presión parcial de CO₂, presión parcial de O₂, bicarbonato sódico, exceso

de bases, saturación de oxígeno, entre otros estos son los más relevantes. La obtención de una muestra de sangre para una gasometría se ha de realizar en condiciones de máxima asepsia. La sangre venosa periférica se puede obtener de cualquier vena de las extremidades, la sangre arterial se puede obtener de cualquier arteria, siendo las más comúnmente utilizadas la radial, femoral y humeral. La más fácil, menos dolorosa y agresiva y menos peligrosa es de la región radial. Una vez obtenida la muestra, debe mantenerse en condiciones de estricta anaerobiosis hasta que se lleve a cabo el análisis, eliminando burbujas de aire, la presencia de las mismas aumenta los valores de PaO₂ y disminuyen los de PaCO₂. La demora de en el procesamiento de la muestra da lugar a errores, no deben transcurrir más de 10-15 minutos. A temperatura ambiente se produce consumo de O₂ por los leucocitos descendiendo PaO₂ y aumentando PaCO₂. Para evitarlo, si no se va procesar la muestra de inmediato, hay que mantenerla en frío a 4º C, como máximo 60 minutos.^{16, 19}

Estómago lleno:

No existe definición en la literatura del paciente con estómago lleno, pero en 1974, en un artículo no publicado, Roberts y Shirley consideraron un volumen de 0.4 mL/kg y un pH de 2.5 para producir lesión pulmonar en un solo animal.

James, et al. Realizaron una investigación en ratas sobre el impacto del volumen y el pH. Su conclusión fue que se requieren altos volúmenes o escasos volúmenes a un pH bajo. El contenido gástrico (pH, volumen y partículas) es el resultado del balance entre ingresos de comida, saliva y secreción gástrica (0.6-1 mL/kg/h) y los egresos (hacia el duodeno); el esfínter esofágico inferior es el encargado de prevenir que el contenido gástrico sea regurgitado a la faringe, pero esto puede ocurrir cuando se incrementa la presión intragástrica (normalmente de 5 a 10 mmHg) y se rebasa la presión del esfínter esofágico la cual es 25 mmHg. Cuando se presenta el vómito, el esfínter esofágico inferior se abre activamente y la presión intragástrica puede elevarse a > 100 mmHg. Es importante, por tal motivo, considerar aquel paciente en el cual se sospecha o se tiene la confirmación de haber ingerido alimento (líquido o sólido) u otra sustancia (por ejemplo: medio de contraste, preparación colónica) y aquel paciente que tiene alteraciones fisiológicas (embarazo) o patológicas (diabetes mellitus, enfermedades gastrointestinales, alteraciones neurológicas, enfermos en estado crítico y trauma) tienen un riesgo incrementado de paso de este contenido al tracto respiratorio durante el período perioperatorio, a esto se le conoce como aspiración. La aspiración se define como la inhalación/paso de material externo a la vía aérea más allá de las cuerdas vocales.^{17, 4}

VIII. Justificación

El manejo anestésico del paciente para cirugía de urgencia o electiva, en el cual se desconoce su tiempo de ayuno o que tenga factores que sean determinantes para emplear preoxigenación, es siempre un reto para el anestesiólogo, lo cual hace la necesidad de conocer y utilizar múltiples técnicas y dispositivos adecuados para el manejo de la vía aérea, siempre para evitar efectos deletéreos relacionados con una mala oxigenación, teniendo en mente que se ven involucrados diferentes aparatos y sistemas y la repercusión en los mismos, principalmente en los aparatos cardiovascular, pulmonar y gastrointestinal, lo cual motiva a aplicar técnicas que garanticen seguridad para nuestros pacientes.

Por tal motivo, y conociendo la importancia que esto tiene, hemos querido tomar el reto de analizar los cambios que pudieran presentarse previo y durante la oxigenación apnéica y corroborarlos mediante el registro de oximetría de pulso y de gasometrías arteriales comparativas, que nos permitan determinar estas variaciones.

IX. Planteamiento del problema

En las salas quirúrgicas de éste Hospital de la Mujer, se ingresa día a día múltiples pacientes para la realización de procedimientos quirúrgicos de forma urgente o electiva, pacientes con antecedente de estómago lleno o que presentan factores que ameriten el empleo de preoxigenación como los mencionados previamente, en las cuales es primordial el manejo adecuado y óptimo de la vía aérea, manteniendo una adecuada protección de la misma y garantizar una adecuada oxigenación, de igual manera es importante evitar en lo posible la distensión gástrica y su regurgitación, para esto se planea valorar la utilidad de la técnica de oxigenación apneica en cirugía electiva con el fin de estudiar los cambios y repercusiones a nivel gasométrico que se presentan, esto teniendo en consideración la altitud de la ciudad de Morelia a una altura de 1921 metros sobre nivel del mar; buscando con esto la forma más óptima para el manejo anestésico para estos pacientes.

X. Pregunta de investigación

¿Cuáles modificaciones se presentan en la gasometría arterial empleando la técnica de oxigenación apneica en la inducción anestésica, midiendo la PaO₂, PaCO₂, pH y SPO₂ en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general?

XI. Material y métodos

Tipo de estudio:

Estudio prospectivo, cuasi experimental, descriptivo.

Población de estudio:

Pacientes del Hospital de la Mujer que fueron intervenidos quirúrgicamente de forma electiva, a las cuales se les manejo con anestesia general balanceada, que cumplieron con los criterios de inclusión y firmaron de autorización un consentimiento informado.

Tamaño de la muestra:

Se realizó la aplicación de la técnica a una población de 23 pacientes sometidos a anestesia general balanceada durante el periodo de febrero a junio del 2014.

Área de estudio: Salas de quirófano del Hospital de la Mujer de Morelia, Michoacán.

Unidad de análisis:

Pacientes programados para cirugía electiva que reunieron los criterios de inclusión y ameritaron anestesia general.

XII. Hipótesis

La oxigenación apnéica es una técnica eficaz para mantener la PaO₂, PaCO₂, HCO₃, pH y SpO₂ en rangos aceptables, no críticos, en pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas bajo anestesia general balanceada.

XIII. Objetivos

Objetivo general:

Conocer la respuesta a nivel de gases arteriales, al utilizar la técnica de oxigenación apneica durante un tiempo de 1.5 minutos, en pacientes bajo anestesia general balanceada.

Objetivos específicos:

- Valorar los cambios de la PaO₂ previo, durante y al final de la oxigenación apnéica de 1.5 minutos, mediante gasometría arterial.
- Conocer las modificaciones en el valor de la PaCO₂, HCO₃ y pH previos, durante y al final de la oxigenación apnéica de 1.5 minutos, mediante gasometría arterial.
- Medir la SpO₂ mediante oximetría de pulso, constantemente previo, durante y posterior a la oxigenación apneica.
- Los datos de medición (SpO₂, PaCO₂, PaO₂, HCO₃ y pH) serán registrados previo al inicio inmediato, a los 3 minutos de oxigenación y al término de 1.5 minutos de oxigenación apneica.
- Comparar las mediciones de SpO₂, PaO₂ Y PaCO₂, determinando la diferencia que pudiera existir con la oximetría de pulso.

XIV. Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Pacientes de sexo femenino
- Edad de 19 a 59 años
- Pacientes con estado físico ASA I y II
- Pacientes sin predictores de dificultad para ventilación o intubación, según las escalas de Mallampati I-II, Bell House Dore I-II, Patil Aldreti I-II, distancia interincisivos I-II.
- Pacientes con índice de masa corporal menor a 35.
- Cirugía electiva programada y candidata a anestesia general.

Criterios de exclusión:

- Edad menor a 18 años y superior a 60 años.
- Estado físico ASA III o más.
- Cirugía de urgencia o considerada con estómago lleno.
- Paciente que presente predictores de ventilación o intubación difícil, según las escalas de Mallampati III-IV, Bell House Dore III, Patil Aldreti III, distancia interincisivos III.
- Paciente con patología renal, hepática, cardíaca o pulmonar, sin control y/o manejo médico.
- Paciente embarazada.
- Paciente que no desee participar en el protocolo.

Criterios de eliminación: no se detectaron posibles criterios de eliminación en el presente diseño de estudio.

XV. Descripción de variables

Variables independientes

Ventilación	
Definición conceptual	Entrada y salida de aire, con cada ciclo respiratorio.
Definición operacional	Es determinante mediante la percepción clínica y monitoreo continuo, de la frecuencia respiratoria.
Indicador	Mediante la clínica y monitoreo de la frecuencia respiratoria, respiraciones por minuto.
Escala de medición	Cuantitativo
Fuente	Monitoreo continuo no invasivo.
Tipo	Independiente.

Variables dependientes.

PaCO₂	
Definición conceptual	Es la presión arterial de oxígeno
Definición operacional	Se realiza mediante la medición de gases en una muestra de sangre arterial y/o venosa
Indicador	mmHg (milímetros de mercurio)
Escala de medición	Cuantitativa
Fuente	Monitoreo invasivo con toma de sangre arterial y/o venosa
Tipo	Dependiente

SpO₂	
Definición conceptual	Es la saturación parcial de oxígeno

Definición operacional	Se realiza mediante la medición de gases de una muestra de sangre arterial y/o venosa, así como mediante la medición mediante un oxímetro de pulso.
Indicador	Porcentaje (%)
Escala de medición	Cuantitativa
Fuente	Oximetría de pulso y mediante muestra de sangre arterial y/o venosa
Tipo	Dependiente

PaCO2	
Definición conceptual	Es la presión de bióxido de carbono
Definición operacional	mediante la medición de gases en una muestra de sangre arterial y/o venosa
Indicador	mmHg (milímetros de mercurio)
Escala de medición	Cuantitativa
Fuente	Mediante la toma de una muestra de sangre venosa y/o arterial
Tipo	Dependiente

PH	
Definición conceptual	Es el algoritmo negativo de la concentración de hidrogeniones
Definición operacional	Se realiza mediante el análisis de una muestra sanguínea venosa y/o arterial
Indicador	
Escala de medición	Numérica
Fuente	Mediante una muestra de sangre arterial y/o venosa
Tipo	Dependiente

XVI. Metodología

Se llevó a cabo un estudio prospectivo, observacional y descriptivo en el Hospital de la Mujer de Morelia; los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y firmaron el consentimiento para participar en el protocolo, se les realizó una valoración pre anestésica completa.

Se hizo un muestreo de 25 pacientes que reunieron los criterios de inclusión. A su ingreso a sala de quirófano se realizó monitoreo no invasivo continuo con medición de tensión arterial, frecuencia cardiaca, electrocardiografía en DII, pulso oximetría. Posterior a monitoreo se realizó la toma de las muestras de gasometría arterial de la región radial, con técnica estéril y con jeringa de 1 ml para insulina con baño interno con heparina 1000 UI/ml, previa utilización de test de Allen. **Primera** gasometría: habiendo iniciado el monitoreo y con FiO₂ al 21% y ventilación espontánea del paciente, sin algún tipo de medicación. Posteriormente se inició la preoxigenación y desnitrogenización con mascarilla facial manteniéndose un sellado adecuado en región nasal y oral, con flujo de O₂ de 10lt minuto al 100%, con la válvula APL (adjustable pressure limiting) en 1 o 2 cmH₂O, el paciente realizó respiraciones en forma normal durante 3 minutos; al término de estos tres minutos se tomó la **Segunda** gasometría. Inmediatamente después se inició la administración de medicamentos intravenosos mediante benzodiazepina (midazolam 50 microgramos/kg), opioide (fentanilo 3 microgramos/kg), inductor (propofol 2 miligramos/kg) y bloqueo neuromuscular (rocuronio 800 microgramos/kg). Se tomó un tiempo de 1.5 minutos desde el inicio de la apnea inducida por fármacos. Durante este tiempo de 1.5 minutos se mantuvo al paciente con flujo de O₂ a 10lt minuto al 100% , con mascarilla facial adecuadamente sellada a región nasal y oral, y la válvula APL entre 5 a 8 cmH₂O, sin dar en ningún momento presión positiva, al término de estos 1.5 minutos y en el momento previo inmediato a la intubación endotraqueal, se tomó la **Tercera** muestra de gasometría arterial de la región radial, se colocó el tubo endotraqueal y se continuó con el manejo anestésico en forma cotidiana según procedimiento quirúrgico.

Las muestras de sangre arterial fueron procesadas en el laboratorio del hospital de la ciudad de Morelia Michoacán, con un equipo Nova Biomedical Stat Profile Critical Care Xpress, proveedor Dicipa No. de serie yo4c10050; manteniendo en refrigeración y analizadas en un tiempo promedio de 8 minutos después de su extracción.

XVII. Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos incluyendo las variables anteriormente citadas utilizando una hoja de cálculo de Excel Microsoft 2013, utilizando la estadística descriptiva (media, moda, mediana, máximo, mínimo y desviación estándar).

Se analizó como medida de dispersión la desviación estándar para evaluar las variables dependientes en los diversos momentos del estudio, así como se compararon los valores mínimos posterior al procedimiento contra los máximos de cada serie de variables estudiadas. Todos los resultados se compararon con los parámetros fisiológicos, para determinar la seguridad y/o riesgo del procedimiento.

XVIII. Consideraciones éticas

La presente investigación se regió por las declaraciones de la Asociación Médica Mundial de Helsinki de 1964, con las modificaciones de Tokio de 1975, Venecia de 1983, Hong Kong de 1989, Somerset West 1996 y de acuerdo a las Normas Internacionales para la Investigación Biomédica en Sujetos Humanos en Ginebra 2002 del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas perteneciente a la Organización Mundial de la Salud. Por lo que apegado a los documentos previos se mantendrá total discreción con respecto a los datos generales y los resultados obtenidos en este trabajo así como durante todo el tiempo de la investigación, se contemplaron las normas del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Por lo que ningún participante hasta el término del estudio sufrió daño físico ni moral durante el desarrollo de la investigación. Y en caso de ser publicados los resultados se mantendrá el anonimato.

XIX. Resultados

Se estudió una muestra de 23 pacientes, una media de edad de 36 años, talla de 160 cm en promedio, las cuales tuvieron un índice de masa corporal de 25.51 kg/m² como media, con una valoración de 11 pacientes con ASA I y 12 pacientes con ASA II. El procedimiento quirúrgico que más se les realizó fue colecistectomía laparoscópica en un 73.9% de la población estudiada seguido de histeroscopia quirúrgica con un 2%. Todas ellas fueron sometidas a una técnica de oxigenación apnéica, de las que obtuvimos los siguientes resultados.

Apreciamos en el Cuadro 1 que la media estadística de la presión arterial de O₂ previo a la oxigenación con mascarilla facial fue de 92.96 mmHg, posterior al procedimiento de oxigenación durante 3 minutos (gasometría 2) se logró obtener un incremento del 196.71% con respecto a la basal (gasometría 1) y se observa que el nivel de oxigenación sigue en aumento posterior a la técnica de oxigenación apnéica de 1.5 minutos (gasometría 3) llegando a un incremento del 205.76% con respecto a la basal (gasometría 1). Aunado a ello podemos observar que los valores de la desviación estandar son elevados en la gasometría 2 y 3, lo que nos indica una dispersión de los valores, sin embargo la PaO₂ mínima de la gasometría 2 y 3 son valores superiores al máximo encontrado en la gasometría 1 que es el estado basal.

Valores de la presión arterial de oxígeno (PaO₂)				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Gasometría 1	78.60	114.00	92.9609	10.01480
Gasometría 2	166.30	368.10	275.8348	55.23872
Gasometría 3	194.10	360.20	284.2478	43.13226

Cuadro 1. Valores estadísticos descriptivos de la PaO₂ (mmHg)

En el Cuadro 2, podemos apreciar que la media estadística de la presión arterial de CO₂ previo a la oxigenación con mascarilla facial fue de 24.54, después del procedimiento de oxigenación durante 3 minutos (gasometría 2) se presenta un incremento del 9.49% con respecto a la basal (gasometría 1) y con un aumento posterior a la técnica de oxigenación apnéica de 1.5 minutos (gasometría 3) del 24.20% con respecto a la basal (gasometría 1), sin observar ningún resultado que sobrepase los límites máximos normales de CO₂.

Estadísticos descriptivos de la PaCO₂				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Gasometría 1	19.20	27.90	24.5478	2.16540
Gasometría 2	20.10	37.10	26.8783	4.29693
Gasometría 3	24.40	37.00	30.4870	3.47305

Cuadro 2. Valores estadísticos descriptivos de la PaCO₂ (mmHg)

Se aprecia en el Cuadro 3 que la media estadística del pH previo a la oxigenación fue de 7.43, posterior al procedimiento de oxigenación con mascarilla facial durante 3 minutos (gasometría 2) se presenta un descenso del 0.26% con respecto a la basal (gasometría 1) y que el valor de pH de la media estadística posterior a la técnica de oxigenación apnéica de 1.5 minutos (gasometría 3) tuvo una disminución del 0.80% con respecto a la basal (gasometría 1). Únicamente en dos pacientes la cifra mínima de pH en la gasometría 3 fue de 7.34, sin otra alteración gasométrica ni hemodinámica, siendo estas cifras mínimas no deletéreas. También se observa una desviación estandar extremadamente baja que indica una mínima dispersión de los valores, que indica la acción de mecanismos fisiológicos compensatorios.

Estadísticos descriptivos del pH				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Gasometría 1	7.40	7.48	7.4309	.02295
Gasometría 2	7.35	7.46	7.4122	.03741
Gasometría 3	7.34	7.43	7.3717	.02367

Cuadro 3. Valores estadísticos descriptivos del pH.

En el Cuadro 4 encontramos que la media estadística de la SpO2 mediante monitorización con pulso oximetría previo a la oxigenación con mascarilla facial fue de 95.95%, posterior al procedimiento de oxigenación durante 3 minutos (monitoreo 2) se presentó un incremento del 3.76% con respecto a la basal (monitoreo 1) y se observa que el nivel de saturación de oxígeno posterior a la técnica de oxigenación apnéica de 1.5 minutos (monitoreo 3) permanece en cifras superiores a la basal en un 3.44% con respecto a la basal (monitoreo 1). Sin presentarse en ningún caso cifras inferiores a las obtenidas en el monitoreo basal. Aunado a ello podemos observar que los valores de la desviación estandar son mínimos en la monitoreo 2 y 3, lo que nos indica una disminución en la dispersión de los valores, también es de considerar que los valores mínimos del monitoreo 2 y 3 son valores iguales al máximo encontrado en monitoreo 1 que es el estado basal.

Estadísticos descriptivos del monitoreo de la SpO2				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Monitoreo 1	91.00	99.00	95.9565	1.84584
Monitoreo 2	99.00	100.00	99.5652	.50687
Monitoreo 3	99.00	100.00	99.2609	.44898

Cuadro 4. Valores estadísticos descriptivos de la SpO2 %.

En el Cuadro 5 observamos que la media estadística del HCO₃ previo a la oxigenación con mascarilla facial fue de 16.91 mEq, posterior al procedimiento de oxigenación durante 3 minutos (gasometría 2) se presentó un incremento del 7.03 % con respecto a la basal (gasometría 1) y que el nivel de bicarbonato sigue en aumento posterior a la técnica de oxigenación apnéica de 1.5 minutos (gasometría 3) llegando a un incremento del 10.88 % con respecto a la basal (gasometría 1).

Estadísticos descriptivos del HCO₃				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Gasometría 1	12.5	19.8	16.91	1.59
Gasometría 2	13.9	20.8	18.1	1.90
Gasometría 3	15.2	21.2	18.75	1.68

Cuadro 5. Valores estadísticos descriptivos de la HCO₃ (mEq)

XX. Discusión.

Se analizó la media, mediana, desviación estándar, máxima y mínima de los valores gasométricos obtenidos en el análisis de SpO₂ , PaO₂ , PaCO₂ , HCO₃ y pH. Los datos más relevantes fueron los siguientes:

La presión arterial de oxígeno mínima de las gasometrías 2 y 3 son valores superiores al máximo encontrado para las gasometrías números 1 o basales, teniendo que, se obtuvo una media para la gasometría 1 de 92.96, con 275.83 para la segunda y de 284.24 para la tercera.

En relación a la presión arterial de bióxido de carbono no se observó ningún resultado relevante que sobrepase los resultados máximos normales, a saber de 37.10, se obtuvo una media de 24.54 para la gasometría número 1 , con 26,87 para la segunda gasometría y de 30.48 para la tercera gasometría.

Con respecto a los valores del pH los cambios presentados en la gasometrías fueron dentro de valores considerados fisiológicos sin descender por debajo de lo permisible, con media mínima de 7.43 en gasometría 1 con desviación estándar de .02, de 7.41 en gasometría 2 y desviación estándar .03 y de 7.37 gasometría 3 con desviación estándar de .02.

Para la saturación de oxígeno por pulso oximetría son mayores en el monitoreo número 2 y 3 en comparativa a el monitoreo 1, obteniendo una media de 95.95 para el monitoreo 1 con desviación estándar de 1.84, en contraste con 99.56 para el 2 con desviación estándar de 0.50 y de 99.26 para el monitoreo 3 con desviación estándar de 0.44.

En relación al bicarbonato se obtuvo un ligero incremento en relación a los valores basales, obteniendo una media de 16.91 para la gasometría número 1 con desviación estándar de 1.59, de 18.1 con desviación estándar de 1.90 para la gasometría número 2 y una media de 18.75 con desviación estándar de 1.68 para la gasometría 3.

XXI. Conclusiones.

En los pacientes estudiados con un promedio de edad de 36 años, índice de masa corporal medio de 25 kg/mt² y con valoración de ASA I-II, se concluye que al brindar una adecuada preoxigenación con adecuado sellado de la mascarilla facial, durante 3 minutos a 10 litros por minuto, realizando una inducción anestésica estándar, y aplicando una técnica de oxigenación apnéica, el paciente se puede mantenerse por un tiempo de 90 segundos, que él fue estudiado, en apnea sin brindarle ventilaciones a presión positiva y con esto evitar la entrada de aire excesiva al aparato digestivo que pudiera resultar en regurgitación. Los valores presentados en las tomas gasométricas de sangre arterial fueron adecuadas al momento de la intubación endotraqueal, tomando como referencia las medias de los resultados, encontramos que la presión arterial de oxígeno tuvo un incremento de 284.24 mmHg, la presión arterial de bióxido de carbono su valor máximo de la media fue de 30.48 mmHg, el valor de pH presento un discreto descenso pero la media mínima presentada fue de 7.37 que son cifras normales, los resultados de bicarbonato sus variantes fueron a la alta en forma estrecha y no significativa teniendo una media máxima de 18.75 mEq., por último y muy importante se observa en el monitoreo de pulso oximetría un incremento en la saturación de oxígeno presentando una media máxima y mantenida de 99.26%.

Siendo estos datos útiles para decidir aplicar esta técnica de inducción anestésica, teniendo en cuenta que es necesario la realización de más estudios comparativos, entre esta estrategia de inducción anestésica en paciente en los cuales está contraindicada la aplicación de ventilación a presión positiva en la secuencia de intubación endotraqueal.

XXII. Limitaciones

Las limitaciones en el estudio fueron mínimas, ya que no se presentaron insuficiencia en los insumos requeridos.

XXIII. Referencias bibliográficas:

1. Roecover .Thiel. Anestesia texto y atlas , 4 ed. Panamericana 2010,9: 158-164
2. Ganong W. Fisiología médica , 20 ed. Manual moderno , 2006 , 34: 605-620
3. Paul M. el libro de la UCI , 3 ed. , Wolters Kluwer,2008, 20 : 365-368
4. David e. Longnecker, anestesiología , 1 ed. , Mac Graw hill, 8: 122-130
5. Orquídea Sánchez , paciente adulto con vía aérea difícil y estómago lleno, Revista Mexicana de Anestesiología, 2012, 35:219-225
6. Murphy M, Hung OR, Law JA. Tracheal intubation: tricks of the trade. Emerg Med Clin N Am 2008; 26: 1001-1014.
7. ASA Task Force on the Management of Difficult Airway. Practice guidelines for the management of the difficult airway. Anesthesiology 2003; 98:1269-77.
8. Natalia Sologuren, Anatomía de la vía aérea , revista Chilena Anestesia, 2009, 38:78-83
9. Jonathan Wils. R Sirian. Physiology of apnoea and the benefits of preoxygenation, Anaesthesia, Critical Care and Pain,2013, 9:105-109
10. Loretto Carvajal. Manejo de la vía aérea en trauma. Revista Médica de Costa Rica. 2010, 192:123-126.
11. J. Rubio. La Oxigenación Apneica , una nueva herramienta en la Intubaciones difíciles?. Revista Española de Anestesia y Reanimación 2001, 48: 51-52
12. Universidad Católica de Chile. Manejo de la vía aérea. Programa de Medicina de Urgencia, 2003, p 1-10
13. V. Martínez. Estudio multicéntrico sobre la utilidad del sistema Nasoral para la desnitrogenación y oxigenación apneica en anestesia. Revista Española Anestesia y Reanimación 2001, 48:53-58.
14. Martínez. Pons V, Madrid V y cols Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency. Anesthesiology 1999; 91: 603 – 605.
15. Palencia H. Debate secuencia rápida de intubación, Revista electrónica de medicina Intensiva. 2003, 3:1-9
16. Mohammad El. Rapid Sequence Induction and intubación, current controversy. Anestesia y Analgesia 2010, 10:1-8
17. Gasometría arterial, Osakidetza, Hospital Universitario Donostia. 2012; IT 139: 2-6
18. Nucho E. síndrome de Mendelson, Anestesia en Ginecología y Obstetricia Medigraphic. 2006, 29: 241-245.

19. Fernando B. alternativas en el manejo de paciente con vía aérea difícil, Revista Hospital Clínico de Chile. 2000. Vol. 11.
20. Alvaro C. Desequilibrios ácido básicos en terapia intensiva. Revista Cubana de medicina familiar. 2001. Vol. 30 S.5.

XXIV. Anexos

ANEXO 1

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO. DECLARO EN FORMA LIBRE Y VOLUNTARIA LO SIGUIENTE:

Siendo (fecha): _____ en el Hospital de la Mujer de Morelia, Mich.

En ejercicio a mi derecho autorizo a mi médico y acepto participar en el proyecto doble ciego de investigación titulado: VALORACIÓN GASOMÉTRICA DE PACIENTE SOMETIDAS A TÉCNICA DE "OXIGENACIÓN APNEICA" EN LA INDUCCIÓN ANESTÉSICA, INTERVENIDAS QUIRÚRGICAMENTE BAJO ANESTESIA GENERAL BALANCEADA EN EL HOSPITAL DE LA MUJER.

Se me ha explicado que mi participación será confidencial y no se me identificará en las presentaciones ni publicaciones que deriven de éste estudio. Mi participación consistirá en la cooperación para todas las instrucciones en el procedimiento anestésico y en contestar en forma veraz en el perioperatorio. Consistiendo en registro de tensión arterial, frecuencia cardiaca, oximetría de pulso, trazo electrocardiográfico, oxigenación con mascarilla facial. Así como la toma de tres muestras de sangre arterial para gasometría, extraída de la arteria radial o cubital.

Declaro que me ha sido informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios, derivados de mi participación en el estudio, y son los correspondientes a la anestesia y toma de muestra de sangre arterial; dolor leve en el sitio de la punción para toma de muestra, hematoma, parestesias, sangrado, infección, entre otros.

El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevaron a cabo, los riesgos, los beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o mi tratamiento.

Entendiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo del Hospital de la Mujer de Morelia, Michoacán.

Nombre y firma de la paciente.

Nombre y firma del investigador y/o aplicador

Nombre y firma del testigo

Nombre y firma del testigo

ANEXO 2**HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Nombre: _____

Edad: _____ fecha: _____

Diagnóstico: _____

Cirugía: _____

Talla: _____ Peso: _____ IMC: _____ ASA: _____

Valoración de vía aérea: Mallampati __ , Patil Aldreti __ , BellHouse D. __ , DEM __ .

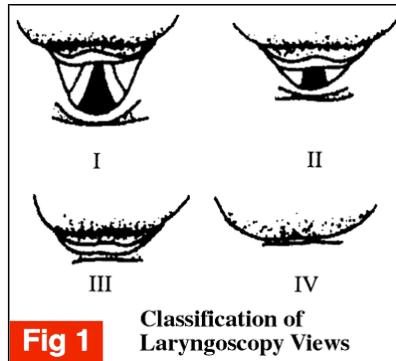
Antecedentes personales patológicos: _____

	GASOMETRIA I	GASOMETRIA II	GASOMETRÍA III
PaO2			
PaCO2			
pH			
SpO2			
HCO3			

Comentarios:

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Escala Cormack-Lehane



Valora el grado de dificultad para la intubación endotraqueal al realizar la laringoscopia directa, según las estructuras anatómicas que se visualicen.

- Grado I. Se observa el anillo glótico en su totalidad (intubación muy fácil).
- Grado II. Sólo se observa la comisura o mitad posterior del anillo glótico (cierto grado de dificultad)
- Grado III. Sólo se observa la epiglotis sin visualizar orificio glótico (intubación muy difícil pero posible)
- Grado IV. Imposibilidad para visualizar incluso la epiglotis (intubación sólo posible con técnicas especiales).

Figura 2. Escala Patil-Aldrete



Valora la distancia que existe entre el cartílago tiroideo (escotadura superior) y el borde inferior del mentón, en posición sentada, cabeza extendida y boca cerrada. Sensibilidad de 60%, especificidad de 65%, predicción de un 15%.

- Clase I. Más de 6.5 cm (laringoscopia e intubación endotraqueal muy probablemente sin dificultad)
- Clase II. De 6 a 6.5 cm (laringoscopia e intubación endotraqueal con cierto grado de dificultad)
- Clase III. Menos de 6 cm (intubación endotraqueal muy difícil o imposible).

Figura 3. Distancia Interincisivos.

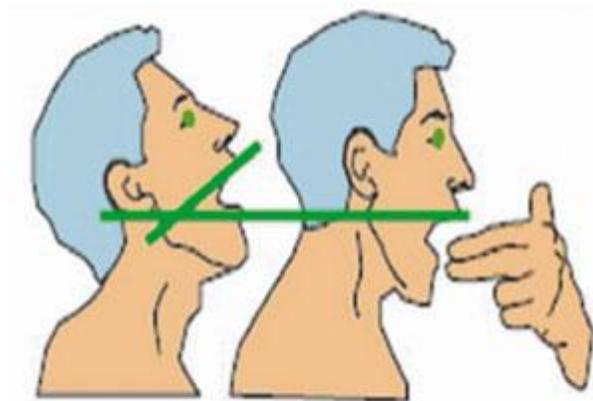
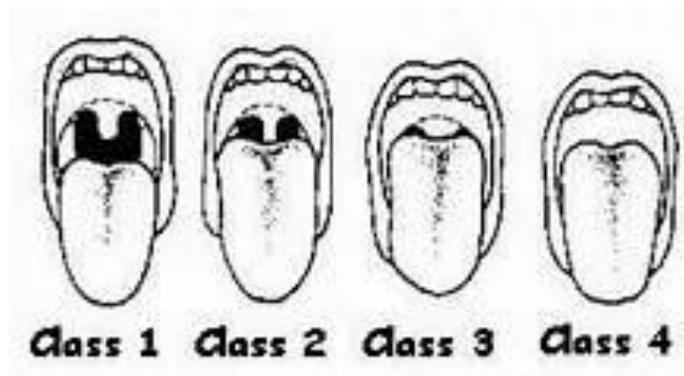


Figura.3. Distancia interincisivos

Distancia existente entre los incisivos superiores y los inferiores, con la boca completamente abierta. Si el paciente presenta adoncia se medirá la distancia entre la encía superior e inferior a nivel de la línea media.

- Clase I. Más de 3 cm
- Clase II. 2.6 a 3 cm
- Clase IV. De 2 a 2.5 cm
- Clase IV. Menos de 2 cm

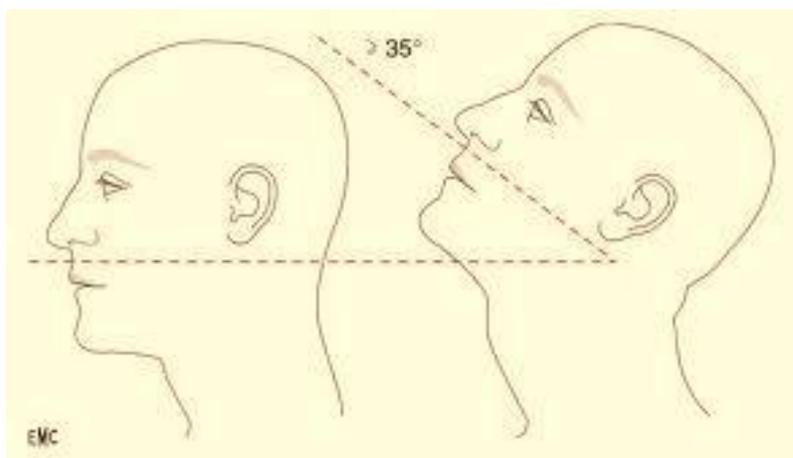
Figura 4. Escala Mallampati



Valora visualización de estructuras anatómicas faríngeas con el paciente en posición sentada y la boca completamente abierta. Sensibilidad de 60%, especificidad de 70% y valor predictivo de acierto de 13%.

- Clase I. Visibilidad del paladar blando, úvula y pilares amigdalinos.
- Clase II. Visibilidad de paladar blando y úvula
- Clase III. Visibilidad del paladar blando y base de la úvula.
- Clase IV. Imposibilidad para ver el paladar blando.

Figura 5. Valoración Bellhouse Dore



Grados de reducción de la extensión de la articulación atlanto-occipital en relación a los 35° de normalidad.

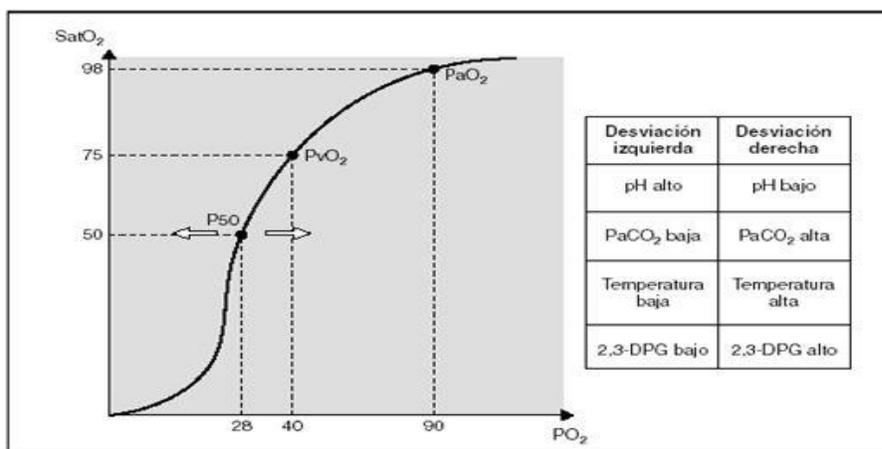
- Grado I. Ninguna
- Grado II. 1/3
- Grado III. 2/3
- Grado IV. Completo

Cuadro 1. Gasometría arterial.

VALORES NORMALES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL

PARAMETRO	VALOR DE REFERENCIA
pH	7.35-7.45
PaO ₂	80-100 mmHg
PaCO ₂	35-45 mmHg
SatO ₂	95-100 %
HCO ₃	22-26 mEq/litro

Cuadro 2 . Curva de disociación de la hemoglobina



Cuadro 3. ASA

CLASIFICACIÓN DE AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS.

CLASE	DEFINICIÓN
I	Paciente normal sano.
II	Paciente con enfermedad sistémica leve y sin limitaciones funcionales.
III	Individuo con enfermedad sistémica de grado moderado o grave, que origina cierta limitación funcional.
IV	Un paciente con enfermedad sistémica grave que es amenaza constante para la vida e incapacitante a nivel funcional.
V	Enfermo moribundo que no se espera que sobreviva 24 hrs con o sin cirugía.
VI	Paciente con muerte cerebral, cuyos órganos se toman para trasplante.
U	Si el caso es una urgencia, el estado físico se sigue por la letra "U".

Cuadro 4. Índice de masa corporal.

Clasificación	IMC (kg/m ²)
Desnutrido	< 17
Bajo peso	17 - 18,49
Normal	18,5 - 24,9
Sobrepeso	25 - 29,9
Obeso	≥ 30
Obeso tipo 1	30 - 34,9
Obeso tipo 2	35 - 39,9
Obeso tipo 3	≥ 40

Cuadro 5. Volúmenes y capacidades pulmonares

