

Research Article

Physiological Changes in Pregnant Women and Their Implications in Anesthetic Applications

Cambios Fisiológicos de la Embarazada Aplicados a la Anestesiología

Ashley Carolina Cuzco Macias^{1*} and Leslie Grisel Cuzco Macias²

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador

²Centro de Salud Tipo B Guano, Ministerio de Salud Pública (MSP), Guano, Ecuador

ORCID

Ashley Carolina Cuzco Macias: <https://orcid.org/0000-0002-6875-8219>

VIII INTERNATIONAL
CONGRESS OF SCIENCE
TECHNOLOGY
ENTREPRENEURSHIP AND
INNOVATION (SECTEI 2021)

Corresponding Author:
Ashley Carolina Cuzco
Macias; email:
ashley.cuzco@epoch.edu.ec

Published: 29 June 2022

Production and Hosting by
Knowledge E

© Macias ACC, Macias
LGC. This article is distributed
under the terms of the
Creative Commons
Attribution License, which
permits unrestricted use and
redistribution provided that
the original author and
source are credited.

Abstract

Pregnancy is accompanied by important physiological changes that must be known for proper anesthetic management. This review aims to summarize the main physiological changes that occur during pregnancy and their implications in anesthetic management. Accordingly, a non-systematic bibliographic review was carried out in the following databases: COCHRANE, PUBMED, MEDLINE, LILACS, among others, for reviews and meta-analyses published between 2015 and 2020. In total, 39 bibliographic sources on the subject were found, of which 36 scientific articles that provided relevant information were used. It was found that the knowledge of the various physiological changes that occur during pregnancy is crucial in anesthetic management, considering that adequate preparation of equipment, medications, availability of qualified anesthesiologists, and modification of anesthetic technique to adapt to these are needed for the successful performance of procedures during pregnancy, thus, reducing complications and maternal–fetal morbidity and mortality.

Keywords: *Pregnant, Physiological, Drugs, Uteroplacental.*

Resumen

El embarazo va acompañado de cambios fisiológicos importantes que se debe conocer para el adecuado manejo anestésico, en consecuencia, la presente revisión tiene como objetivo resumir las principales modificaciones fisiológicas durante la gestación y su implicación en las aplicaciones anestésicas. Para lo cual, se realizó una revisión bibliográfica no sistemática en las siguientes bases de datos: COCHRANE, PUBMED, MEDLINE, LILACS, entre otros, con revisiones y meta-análisis desde el año 2015 hasta el 2020. Como resultado de la búsqueda se encontraron 39 fuentes bibliográficas referentes al tema, de los cuales se emplearon 36 artículos científicos que aportaron información relevante. Destacándose que el conocimiento de los diversos cambios fisiológicos que ocurren durante el embarazo es crucial en el manejo anestésico, considerando que la preparación adecuada del equipo, los medicamentos, la disponibilidad de anestesiólogos calificados y la modificación de la técnica anestésica para adaptarse a estos cambios son indispensables para la realización exitosa de procedimientos durante el embarazo, contribuyendo así a la disminución de complicaciones y en la morbilidad y mortalidad materno-fetal.

Palabras Clave: *Embarazada, Fisiológico, Fármacos, Uteroplacentaria.*

 OPEN ACCESS



1. Introducción

El embarazo va acompañado de cambios fisiológicos importantes que se deben conocer para el adecuado manejo anestésico [1]. Las cuales, incluyen modificaciones anatómicas y funcionales de todos los órganos y sistemas [2]. Estos cambios se relacionan tempranamente con las demandas metabólicas del feto, placenta y útero, por un lado, y por otro, con los niveles en aumento de las hormonas del embarazo, especialmente la progesterona y los estrógenos [3]. Y, a partir de la segunda mitad del embarazo, los cambios anatómicos se deben fundamentalmente por la acción mecánica del útero en crecimiento [4]. Por ello, esta revisión tiene como objetivo resumir los principales cambios fisiológicos que se desarrollan en la paciente obstétrica y cómo estos inciden en las aplicaciones anestésicas. Un conocimiento profundo de dichos cambios fisiológicos es la clave para un manejo anestésico exitoso de los procedimientos obstétricos y no obstétricos durante el embarazo, ya que, errores en este ámbito pueden tener resultados funestos materno fetal y/o neonatal. Este conocimiento conceptual también ayudará a los anestesiólogos a adaptar la técnica anestésica en función a enfermedades coexistentes y para tratar a las pacientes embarazadas en estado crítico.

A continuación, se detallan los principales cambios fisiológicos por aparatos y sistemas en la paciente obstétrica:

1.1. Aparato respiratorio

Los cambios respiratorios se pueden iniciar a partir de la cuarta semana de gestación y son de especial preocupación para el anestesiólogo, considerando los cambios en los volúmenes y capacidades pulmonares que se modifican durante estas etapas [1]. Es así que, por efecto del aumento de los niveles de estrógenos, hay congestión capilar de la mucosa nasal, orofaríngea y laríngea, además existe un incremento en los diámetros anteroposterior y transversal de la pared torácica en 2 cm cada uno y un aumento resultante en la circunferencia en 5-7 cm [5].

Además, hay un aumento significativo en la demanda de oxígeno durante el embarazo normal, esto se debe a un aumento del 15% en la tasa metabólica y un aumento del 20% en el consumo de oxígeno, hay un aumento de 40 a 50% en la ventilación por minuto, principalmente debido a un aumento en el volumen corriente, más que en la frecuencia respiratoria [6]. Esta hiperventilación materna provoca pO_2 arterial a aumentar y pCO_2 a disminuir, con una caída compensatoria en bicarbonato de



suero a 18-22 mmol / l. Por tanto, una alcalosis respiratoria leve totalmente compensada es normal en el embarazo [7].

1.1.1. Cambios en los volúmenes pulmonares y capacidades durante el embarazo

La elevación diafragmática al final del embarazo da como resultado una disminución de la capacidad residual funcional (CRF), pero la excursión diafragmática y, por lo tanto, la capacidad vital (CV) permanecen inalteradas [8]. El volumen de reserva inspiratoria se reduce al principio del embarazo, como resultado del aumento del volumen tidal, pero aumenta en el tercer trimestre, como resultado de una CRF reducida. La tasa de flujo espiratorio máximo y el volumen espiratorio forzado en un segundo no se ven afectados por el embarazo [9].

Todos los factores mencionados, contribuyen a incrementar la transferencia gaseosa entre el aire alveolar y la sangre materna, además, la ventilación pulmonar incrementada, en conjunto con la disminución concomitante de la CRF, permite cambios rápidos en la concentración de gases en los pulmones, por lo que la parturienta, es más probable que incurra en cambios rápidos en la concentración de gases respiratorios, durante las complicaciones respiratorias, que las pacientes no obstétricas [10].

1.2. Sistema cardiovascular

Los principales cambios hemodinámicos relacionados con el embarazo incluyen aumento del gasto cardíaco (GC), aumento del volumen sanguíneo y reducción de la resistencia vascular sistémica (RVS) y la presión arterial. Estos cambios contribuyen al crecimiento y desarrollo óptimo del feto y ayudan a proteger a la madre de los riesgos del parto, como la hemorragia [9,10].

1.2.1. Volumen de sangre

El evento principal probablemente sea la vasodilatación periférica, mediado por factores dependientes del endotelio, incluida la síntesis de óxido nítrico, regulada positivamente por el estradiol y posiblemente prostaglandinas vasodilatadoras. La vasodilatación periférica conduce a una caída del 25-30% en la RVS y, para compensarla, el GC aumenta alrededor del 40% durante el embarazo. Esto se consigue principalmente mediante un aumento del volumen sistólico, pero también, en menor medida, un



aumento de la frecuencia cardíaca. El GC máximo se encuentra alrededor de las 20 a 28 semanas de gestación [2].

La disminución relativa de la presión de perfusión renal estimula la producción de renina, que forma angiotensinógeno y angiotensina I (Ag). La Ag I luego se convierte en Ag II por la enzima convertidora de angiotensina. Si bien el efecto de la Ag II como potente vasoconstrictor en el embarazo se reduce, su efecto sobre la corteza suprarrenal y el riñón no, y los niveles de aldosterona aumentan de tres a cuatro veces desde una etapa temprana del embarazo. El resultado de estos cambios hormonales es la retención acumulativa neta de sodio, agua y una restauración de la precarga [2].

1.2.2. Anemia fisiológica

El aumento significativo en el volumen sanguíneo comienza aproximadamente a las 6 semanas de gestación, aumenta durante el segundo trimestre y es máximo aproximadamente a las 32 semanas. Típicamente se observa un aumento de volumen sanguíneo de aproximadamente un 45% por encima de los valores en no embarazadas.

El volumen de sangre materna a término se estima en 100 ml / kg. La expansión del volumen plasmático se acompaña de un aumento menor del volumen de los glóbulos rojos, lo que da lugar a la “anemia” relativa o fisiológica del embarazo [11,12].

1.2.3. Cambio anatómico cardíaco

Con el crecimiento del útero y la elevación del diafragma, el corazón gira sobre su eje longitudinal con un desplazamiento hacia arriba y a la izquierda. Como resultado de estos cambios, el latido apical se modifica en sentido lateral. Los indicadores de precarga, como los volúmenes ventriculares y el tamaño de la aurícula izquierda, aumentan progresivamente [11]. Se ha observado agrandamiento de la aurícula izquierda a las 5 semanas y agrandamiento del diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo a las 12 semanas. También hay un aumento progresivo en el grosor de la pared consistente con el desarrollo de hipertrofia excéntrica; la hipertrofia ventricular es una adaptación para permitir un mayor trabajo ventricular mientras se minimiza el consumo de oxígeno [13].



1.2.4. Síndrome de hipotensión postural

El agrandamiento uterino aproximadamente a las 20 semanas puede comprimir la vena cava inferior, lo que reduce notablemente la precarga cardíaca. Esto ocurre en pacientes embarazadas sanas y normales, principalmente en posición supina o en bipedestación prolongada. Generalmente se alivia desplazando el útero hacia la izquierda y fuera de la vena cava inferior colocando a la paciente en la posición de decúbito lateral izquierdo o desplazando manualmente el útero hacia el lado izquierdo [9,14].

1.2.5. Cambios en el electrocardiograma

Los hallazgos normales en el electrocardiograma durante el embarazo que pueden relacionarse en parte con cambios en la posición del corazón son:

1. Ectópicos auriculares y ventriculares.
2. Onda Q (pequeña) y onda T invertida en la derivación III.
3. Depresión del segmento ST e inversión de la onda T en las derivaciones inferior y lateral.
4. Desplazamiento del QRS en el eje izquierdo [4].

1.3. Sistema hematológico

El sistema hematológico se encarga del suministro de vitaminas y minerales para el feto (hierro, vitamina B12, ácido fólico) los cambios más significativos son la anemia fisiológica, neutrofilia, trombocitopenia leve, aumento de los factores, y la disminución de la fibrinólisis [4].

Glóbulos rojos comienzan a aumentar a las 8-10 semanas de gestación y aumenta constantemente entre un 20% y un 30% (250-450 ml) por encima de los niveles normales en mujeres embarazadas que toman hierro suplementario, mientras que las mujeres que no ingieren suplementos de hierro, solo pueden aumentar entre un 15% y un 20% [15].

El recuento de glóbulos blancos también aumenta durante el embarazo, en particular durante el trabajo de parto y en el período posparto temprano [16]. Es importante diferenciar esta leucocitosis fisiológica leve de la presencia de infección, que también es prevalente en el mismo período [13].



El embarazo es un estado de hipercoagulabilidad, diseñado para limitar la pérdida de sangre durante el trabajo de parto. La concentración de todos los factores de coagulación, excluidos el factor XI y el factor XIII, aumenta hasta en un 50% durante el embarazo. Se inhibe la fibrinólisis y disminuyen las concentraciones de agentes anticoagulantes. Este estado de hipercoagulabilidad predispone a complicaciones tromboembólicas [13]. Los factores de coagulación permanecen elevados hasta 8-12 semanas [4,17].

1.4. Hígado

El tiempo de protrombina se reduce en un 10%-15% en el tercer trimestre en intervalos de referencia de 8.5–11.05 segundos. El embarazo se asocia con una leve caída de albumina (menor a 3,4 g/dl) debido a que las proteínas plasmáticas se encuentran disminuidas por dilución [18].

El nivel de glucosa en ayunas aumenta en 0,2 mmol/L al valor total agregado en el primer trimestre del embarazo comparado con valores preconcebidas, con una ligera caída leve en el tercer trimestre [19].

El colesterol sérico sube desde el segundo trimestre debido al aumento de la producción hepática del mismo. El vaciamiento biliar disminuye y la bilis tiende a ser concentrada. Estos cambios, predisponen a la gestante a la formación de cálculos biliares. La paciente embarazada, puede exhibir normalmente signos clínicos de enfermedad hepática, como angiomas y eritema palmar [20,21].

La deshidrogenasa láctica, bilirrubina sérica, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa y la fosfatasa alcalina, aumentan durante la gestación (200-400%) debido a su producción placentaria [4,22].

1.5. Piel y membranas mucosas

Las “marcas de estiramiento” son estrías decoloradas de la piel afectan hasta el 90% de las mujeres por el tercer trimestre. Afectan a abdomen, glúteos, pechos, y muslos. La causa de estas estrías es multifactorial, pero tanto el estiramiento físico como los cambios hormonales juegan un papel importante [23]. Hormonas como relaxina, esteroides adrenocorticales, y estrógeno se incrementan durante el embarazo y pueden contribuir a la formación de estrías al afectar el colágeno.

La hiperpigmentación de las areolas, las axilas y genitales externos son más comúnmente afectados, la línea nigra y melasma son variaciones conocidas en el embarazo



[24]. La fase del crecimiento del cabello se conserva durante el embarazo, pero después del parto hay una pérdida impresionante de cabello (4 a 20 semana) [25].

El incremento del líquido extracelular, es característico del embarazo y lleva a desarrollar un edema de pendiente. El edema de piernas y brazos, puede aparecer al mismo tiempo, pero el edema de las extremidades superiores puede ser amenaza para la vida. Esto es particularmente probable en pacientes preeclámpticas [4].

1.6. Sistema musculoesquelético

La placenta produce relaxina, una hormona que causa una relajación generalizada de los ligamentos. Esto se traduce en una ampliación y una mayor movilidad de las articulaciones de pubis y sacroilíacos para permitir el paso del feto a través del canal del parto [26].

Durante el embarazo, las mujeres aumentan un promedio de 10 a 12 kg, experimentando un aumento del 20% en la masa corporal, principalmente debido al crecimiento uterino, fetal y mamario. El aumento de masa más pronunciado se produce en el plano sagital de la región abdominal. Además, el aflojamiento de los ligamentos sacroilíacos permite una lordosis lumbar aumentada y un aumento promedio de 48 en la inclinación pélvica anterior. Estos cambios producen un desplazamiento anterior del centro de masa, que continúa aumentando durante el embarazo. Las compensaciones del sistema musculoesquelético minimizan las alteraciones de la marcha secundarias al embarazo. A lo largo del embarazo, el momento de inercia del segmento toracolumbar aumenta y el centro de masa se desplaza anteriormente en el plano sagital. Esto provoca un desplazamiento ventral en el centro de masa, lo que dificulta el control del momento angular en los planos sagital, transversal y coronal. Los mecanismos compensatorios biomecánicos más comúnmente observados son un aumento en el ancho de la postura de hasta un 30%, un aumento en el tiempo de paso, una disminución en la longitud de la zancada y una fase de postura más larga. Las mujeres embarazadas también adaptan su marcha para maximizar la estabilidad en la fase de apoyo para controlar el movimiento mediolateral del pie. Se experimenta una cantidad considerable de dolor en la extremidad inferior durante el embarazo, y esto se atribuye a una postura defectuosa del pie debido a variaciones en el equilibrio muscular [27].



1.7. Aparato urinario

Aumenta la secreción de renina, el flujo plasmático renal, aumenta la tasa de filtración glomerular en 50% durante el segundo trimestre y hasta 3 meses después del parto, causando disminución de las concentraciones plasmáticas de urea, creatinina y nitrógeno [28].

Por otra parte, hay absorción reducida de glucosa y aminoácidos, potencialmente causando glucosuria y aminoaciduria en embarazos normales [29].

Después de la 12ª semana de gestación, el útero agrandado puede comprimir los uréteres cuando cruzan el borde pélvico y causar dilatación ureteral obstruyendo el flujo. Estos cambios vuelven a la normalidad en la sexta semana posparto [28].

En el aparato renal se destaca también el aumento de la filtración glomerular, que es influido por la vasodilatación renal, además de la posición de la paciente. La filtración glomerular puede aumentar en un 30-50% principalmente en la semana 16-24 y se reporta que puede ir disminuyendo una vez concluido este periodo, por consiguiente, va a encontrarse disminuido el BUN y creatinina. Se menciona también que la función renal puede tardar hasta 12 semanas posparto para regresar a su estado normal [5].

En la semana seis de gestación ocurre una caída en la RVS, que también afecta la vasculatura renal a pesar de un aumento importante del volumen plasmático durante el embarazo, la disminución masiva de la RVS crea un estado de llenado insuficiente porque el 85% del volumen reside en la circulación venosa [2].

La hormona relaxina peptídica producida por el cuerpo lúteo, la decidua y la placenta, juega un papel importante en la regulación del metabolismo hemodinámico y del agua durante el embarazo ya que las concentraciones séricas de relaxina, ya elevadas en la fase lútea del ciclo menstrual, aumentan después de la concepción hasta un pico al final del primer trimestre y descienden a un valor intermedio durante el segundo y tercer trimestre [2].

1.8. Sistema de endocrinología

En el tercer trimestre, la tasa metabólica basal aumenta en un 20%. Existe un estado de hiperinsulinismo por hiperplasia de las células de los islotes en el páncreas junto con un estado de resistencia periférica a la insulina. Esto asegura la disponibilidad de glucosa para el feto al mantener elevados los niveles de glucosa posprandial. Además, el aumento de la gluconeogénesis hepática en el tercer trimestre también contribuye. Durante la primera parte del embarazo, se favorece la síntesis de lípidos



y aumenta la grasa almacenada. Sin embargo, durante el tercer trimestre, la madre utilizará la grasa almacenada para producir energía. El estrógeno induce hiperplasia e hipertrofia de los lactótrofos, lo que da como resultado una glándula pituitaria agrandada con niveles de prolactina que aumentan posteriormente también. Además, hay una disminución de gonadótropos debido al aumento de progesterona y estrógeno, sin embargo, los corticotropos y tirotrófos siguen siendo los mismos. La hormona del crecimiento placentario aumenta a mitad del embarazo, estimulando la liberación de factores de crecimiento similares a la insulina que contribuyen a las características acromegálicas de algunas mujeres durante el embarazo. El embarazo es un estado de hipercortisolismo. La placenta sintetiza la hormona liberadora de corticotropina y aumenta hasta el término. Esta hormona estimula la liberación tanto de la hormona adrenocorticotrópica de la placenta como de la hipófisis y, de manera característica, la primera no se puede suprimir con la prueba de dexametasona en dosis bajas. Además, la producción hepática de globulinas transportadoras de cortisol se regula al alza bajo el efecto de los estrógenos, lo que garantiza una mayor vida media y una disminución del aclaramiento hepático. En consecuencia, los niveles de cortisol aumentan y, principalmente, se produce un pico de cortisol durante el trabajo de parto [1].

1.9. Aparato digestivo

Los cambios en los niveles de estrógeno y progesterona influyen en las alteraciones estructurales en el tracto gastrointestinal que incluyen anomalías en la actividad neural gástrica y la función del músculo liso estos conducen a una disritmia gástrica o también conocida como gastroparesia [30]. Estos problemas son pronunciados en mujeres con enfermedades gastrointestinales preexistentes, como un reflujo gastroesofágico, gastroparesia diabética, cirugía de bypass gástrico o enfermedad inflamatoria intestinal [31].

Disminuye la motilidad gastrointestinal, esofágica y absorción de alimentos por cambios impulsados por la progesterona. Por el contrario, la presión intragástrica aumenta a medida que el estómago es desplazado por el útero grávido que conduce a síntomas reflujo gastroesofágico en el 80% de los pacientes. El vaciamiento gástrico se ralentiza durante el trabajo de parto y, por tanto, existe el riesgo de neumonitis por aspiración de contenido gástrico, particularmente si se requiere anestesia general [32].

Además, la progesterona provoca la relajación del esfínter esofágico inferior, estos efectos anatómicos y hormonales provocan una disminución en el tono de esfínter que



se manifiesta como enfermedad por reflujo gastroesofágico del embarazo. Aunque no se han observado cambios en el tiempo de vaciamiento gástrico, se ralentiza durante el trabajo de parto y en el período posparto inmediato [33]. Debido a la inhibición de la actividad contráctil gastrointestinal por la progesterona, el peristaltismo esofágico y el tránsito intestinal se ralentizan resultando en estreñimiento. La mayoría (80%) de las mujeres embarazadas experimentan náuseas y vómitos [34].

2. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica no sistemática acerca de los principales cambios fisiológicos de la embarazada aplicados a la anestesiología, en las siguientes bases de datos: COCHRANE, PUBMED, MEDLINE, LILACS, SCIELO, CINAHL, EBSCO, SCIENCE DIRECT, SCOPUS; y recursos médicos como UpToDate. Las palabras claves empleadas fueron: embarazada, fisiológico, anestesiología, fármacos, uteroplacentaria; los MeSh utilizados fueron: cambios fisiológicos, gravidez, anestesiología (Ver Tabla 1); y los operadores booleanos utilizados entre los términos MeSh fueron “AND” y “OR”.

Table 1

Descripción de los MeSH utilizados.

Cambios fisiológicos	Gravidez	Anestesiología
Los cambios biológicos no genéticos de un organismo en respuesta a desafíos en su medio ambiente.	Estado durante el cual las hembras de mamíferos llevan a sus crías en desarrollo (embriones o fetos) en el útero antes del nacimiento, desde la fertilización hasta el nacimiento.	Especialidad que se ocupa del estudio de la anestesia y la anestesia.

Se empleó el método analítico sintético.

Dentro de los criterios de inclusión se encuentran revisiones sistemáticas y meta-análisis con información referente a las principales modificaciones fisiológicas que se desarrollan durante el periodo de gestación y cómo inciden en la anestesiología. Se incluyeron artículos científicos en los idiomas de español, inglés y portugués, desde el año 2015 hasta el 2020. Se excluyeron estudios en animales y con mayor antigüedad a lo planteado.

Como resultado de la búsqueda, se encontraron 39 fuentes bibliográficas referentes a los principales cambios fisiológicos en la embarazada aplicados a la anestesiología, de los cuales se utilizaron 35 artículos científicos que aportaron información relevante del tema y se excluyeron 8 artículos debido a que no cumplieron con los criterios de inclusión definidos.



Las fuentes bibliográficas fueron gestionadas en Mendeley.

3. Desarrollo y Discusión

Los cambios en el aparato respiratorio dificultan el maniobrar del profesional de la salud; la clasificación de Mallampati empeora durante el embarazo y más durante el trabajo de parto, debido a que los cambios en las vías respiratorias superiores, el agrandamiento de las mamas y la obesidad pueden dificultar la intubación durante el embarazo. El edema de la faringe y laringe puede disminuir el área glótica, el uso de un tubo endotraqueal pequeño es prudente, un mango corto de laringoscopio es útil cuando los senos crecidos de la paciente impiden la laringoscopia con un mango común [4]. Se debe evitar la intubación nasotraqueal ya que existe un mayor riesgo de hemorragia nasal en este periodo [4]. A más de ello, una CRF disminuida y un mayor consumo de oxígeno pueden conducir a una desaturación rápida durante la apnea a pesar de una preoxigenación adecuada. Una ventilación minuto aumentado y una CRF baja dan como resultado una des-nitrogenación (preoxigenación) más rápida y una rápida absorción de los agentes inhalados. Debe evitarse la hiperventilación, ya que puede causar alcalosis respiratoria, desplazamiento hacia la izquierda en la curva de disociación del oxígeno y disminución del suministro de oxígeno al feto [35].

Mientras que, las adaptaciones de sistema cardiovascular a la gestación implican la congestión del plexo venoso epidural, lo que a su vez puede aumentar el riesgo de punción con sangre y la colocación de un catéter intravascular durante la anestesia y analgesia epidural. La regulación a la baja de los receptores adrenérgicos, implican uso de dosis más altas de vasopresores como la fenilefrina en caso de hipotensión. La reducción de volumen sanguíneo y gasto cardíaco durante la anestesia general y el bloqueo simpático durante la anestesia neuroaxial pueden agravar el síndrome hipotensivo supino, por lo que, debe evitarse la posición supina o el útero debe desplazarse lateralmente con una cuña debajo de la cadera. Los efectos adversos de la compresión aortocava se reducen una vez que se acopla la cabeza fetal. Para la anestesia neuroaxial, se ha encontrado que la posición de Oxford (posición lateral modificada con una pendiente ascendente en la región torácica evitando la posición supina hasta que comience la cirugía) tiene una mejor estabilidad hemodinámica, una altura de bloqueo más reproducible y previene los efectos adversos de la compresión aortocava [4].

También es importante mencionar que, en una mujer embarazada aparentemente sana, no es obligatorio investigar el recuento de plaquetas antes de la anestesia o



analgesia neuroaxial. Sin embargo, existe un mayor riesgo de hematoma epidural en pacientes con preeclampsia con signos de gravedad debido a la caída exponencial de las plaquetas y el recuento de plaquetas debe obtenerse dentro de las 6 horas antes de colocar una epidural o la extracción del catéter [4].

Dado que las mujeres embarazadas tienen un rango normal más bajo de creatinina sérica, un pequeño aumento en los valores refleja una mayor reducción de la función renal. Los niveles bajos de albúmina conducen a un aumento de los niveles libres de fármacos altamente unidos a proteínas como digoxina, midazolam, tiopentona sódica y fenitoína [4].

Referente al efecto de los anestésicos, se ha evidenciado una disminución de hasta un 30% en la concentración alveolar mínima de agentes anestésicos volátiles, siendo las mujeres embarazadas fisiológicamente más sensibles a la inducción intravenosa y a los agentes sedantes. También, hay una disminución del 25% al 40% en la dosis espinal de anestésicos locales desde el final del primer trimestre, lo que implica que los cambios en la anatomía del espacio epidural no son la única razón. Se ha encontrado que la progesterona aumenta la sensibilidad de las membranas neuronales a los anestésicos locales, y que además, las gestantes son más propensas a la hipotensión y la inestabilidad hemodinámica después del bloqueo simpático causado por la anestesia neuroaxial [4].

Sumándose el hecho de que, el vaciamiento gástrico se retrasa en las mujeres embarazadas y en el parto que reciben opioides sistémicos o neuroaxiales, existiendo un mayor riesgo de bronco-aspiración debido al aumento de la presión intraabdominal y un tono del esfínter esofágico inferior bajo. El riesgo aumenta durante la anestesia general y la intubación. Los pasos importantes en la prevención incluyen la preferencia por las técnicas neuroaxiales y el uso de profilaxis por aspiración. Si se indica anestesia general, se recomienda la inducción de secuencia rápida [4].

Por otro lado, la lordosis puede disminuir la distancia entre las apófisis espinosas y puede dificultar la flexión lumbar y las técnicas neuroaxiales. El ensanchamiento de la pelvis causa una posición con la cabeza hacia abajo en decúbito lateral y puede conducir a la diseminación cefálica durante la anestesia espinal en posición lateral y una almohada colocada debajo del hombro dependiente puede anular este efecto [36].

Finalmente, es necesario recalcar que el conocimiento de los diversos cambios fisiológicos que ocurren durante el embarazo es crucial, considerando que la preparación adecuada del equipo, los medicamentos, la disponibilidad de anestesiólogos calificados y la técnica anestésica para adaptarse a estos cambios son indispensables para la realización exitosa de procedimientos durante el embarazo.



Entre las fortalezas para la realización de la presente revisión bibliográfica se encuentran la facilidad y libre acceso a la información de artículos científicos actualizados referentes al tema; entre las debilidades, no se encontraron estudios descriptivos acerca de la experiencia de las diferentes técnicas anestésicas en pacientes obstétricas en Ecuador ni Latinoamérica.

4. Conclusiones

Un conocimiento profundo de los cambios fisiológicos es la clave para un manejo anestésico exitoso de los procedimientos obstétricos y no obstétricos durante el embarazo, contribuyendo así a la reducción de la morbilidad y mortalidad materno-fetal.

5. Agradecimiento

Un especial reconocimiento de gratitud a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitir la divulgación del presente trabajo y por permitirnos contribuir al desarrollo del conocimiento, además a todo aquel que de forma directa o indirecta ayudó al desarrollo de la presente revisión.

6. Conflictos de Interés

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés.

7. Limitaciones de Responsabilidad

Los autores declaramos que todos los puntos de vista expresados en el presente documento son de nuestra entera responsabilidad y no de la institución en la que laboramos.

8. Fuentes de Apoyo

La financiación del presente documento proviene de los mismos autores.



References

- [1] Akinlaja O. Hematological changes in pregnancy-the preparation for intrapartum blood loss. *Obstetrics & Gynecology International Journal*. 2016;4(3):95-98. <https://doi.org/10.15406/ogij.2016.04.00109>
- [2] Al-Sulttan S, Achary C, Odor PM, Bampoe S. Obstetric anaesthesia 1: Physiological changes in pregnancy. *British Journal of Hospital Medicine*. 2019;80(7):107-111. <https://doi.org/10.12968/hmed.2019.80.7.C107>
- [3] Anselmo DS, Love E, Tango DN, Robinson L. Musculoskeletal effects of pregnancy on the lower extremity. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2017;107(1):60-64. <https://doi.org/10.7547/15-061>
- [4] Bartling BSJ, Zito PM. Dermatologic changes in pregnancy. *International journal of childbirth education*. 2016;31(2):38-41.
- [5] Bhatia P, Chhabra S. Physiological and anatomical changes of pregnancy: Implications for anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2018;62(9):651-657. https://doi.org/10.4103/IJA.IJA_458_18
- [6] Body C, Christie JA. Gastrointestinal diseases in pregnancy. Nausea, vomiting, hyperemesis gravidarum, gastroesophageal reflux disease, constipation, and diarrhea. *Gastroenterol Clin North Am*. 2016;45(2):267-283. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2016.02.005>
- [7] Calzolari A, Dalgleish D. Anatomical and physiological changes in pregnancy relevant to anaesthesia. Royal Bournemouth Hospital Dorset. UK. 2017.
- [8] Campagnoli TR, Smiddy WE. Vision changes in a pregnant woman. *Manual of Retinal Diseases: A Guide to Diagnosis and Management*. Springer International Publishing Switzerland. Switzerland .2016;601-606. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20460-4_116
- [9] Feig DS, Donovan LE, Corcoy R et al. Continuous glucose monitoring in pregnant women with type 1 diabetes (CONCEPTT): A multicentre international randomised controlled trial. *Lancet*. 2017;390(10110):2347-2359. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32400-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32400-5)
- [10] Fernandes LB, do Amaral WN. Clinical study of skin changes in low and high risk pregnant women. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2015;90(6):822-826. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20153570>
- [11] Fernández-Buhigas I, Brik M, Martín-Arias A et al. Maternal physiological changes at rest induced by exercise during pregnancy: A randomized controlled trial. *Physiology & Behavior*. 2020;220:1-26. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112863>



- [12] Gersh B. Maternal adaptations to pregnancy: Cardiovascular and hemodynamic changes [Internet]. UpToDate. 2022 [citado 8 agosto 2020].
- [13] Ravindra G, Abhinava M, Shwetha S. Anaesthesia for non-obstetric surgery in obstetric patients. *Archive of "Indian Journal of Anaesthesia*. 2018;62(9):324-241. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.179445>
- [14] Gomes CF, Sousa M, Lourenço I, Martins D, Torres J. Gastrointestinal diseases during pregnancy: What does the gastroenterologist need to know? *Annals of Gastroenterology*. 2019;31(4):385-394. <https://doi.org/10.20524/aog.2018.0264>
- [15] Gonzales G, Olavegoya P. Fisiopatología de la anemia durante el embarazo: ¿Anemia o hemodilución? *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*. 2019;65(4):489-502. <https://doi.org/10.31403/rpgo.v65i2210>
- [16] Guimarães T, Magalhães A, Veiga A, Fiuza M, Ávila W, Pinto FJ. Heart disease and pregnancy: State of the art. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2019;38(5):373-383. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2018.05.013>
- [17] Harsoda JM, Purohit G, Shah T, Harsoda JM, Purohit MG. Hematological profile of normal pregnant women in Western India. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*. 2015;3(6A):2195-2199.
- [18] Hassan I, Bashir S, Taing S. A clinical study of the skin changes in pregnancy in Kashmir valley of north India: A hospital based study. *Indian Journal of Dermatology*. 2015;60(1):28-32. <https://doi.org/10.4103/0019-5154.147782>
- [19] Hurjui L, Hurjui I, Moscu M, Popovici D, Gradinaru I. Updates in relation between oral health and physiological changes in pregnancy. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2017;9(4):18-24.
- [20] Johnson M, von Klemperer K. Heart disease and pregnancy. Steer P, Gatzoulis M, editors. Cambridge University Press. London 2016. <https://doi.org/10.1017/cbo9781316156063.005>
- [21] Kazma JM, van den Anker J, Allegaert K, Dallmann A, Ahmadzia HK. Anatomical and physiological alterations of pregnancy. *Journal of Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*. 2020;47(4):271-285. <https://doi.org/10.1007/s10928-020-09677-1>
- [22] Lee MA, McMahon G, Karhunen V et al. Common variation at 16p11.2 is associated with glycosuria in pregnancy: Findings from a genome-wide association study in European women. *Human Molecular Genetics*. 2020;29(12):2098-2106. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddaa054>
- [23] LoMauro A, Aliverti A. Respiratory physiology of pregnancy. *Breathe (Sheff)*. 2015;11(4):297-301. <https://doi.org/10.1183/20734735.008615>



- [24] Lowe WL, Lowe LP, Kuang A et al. Maternal glucose levels during pregnancy and childhood adiposity in the Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome Follow-up Study. *Diabetologia*. 2019;62(4):598-610. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4809-6>
- [25] Lutfi MF. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. 2017;12(1):1-12 **<https://doi.org/10.1186/s40248-017-0084-5>**
- [26] Mehmood A, Noor N, Irfan M. Physiological changes in 50 women during pregnancy. *Khyber Journal Of Medical Sciences*. 2018;11(1):47-51.
- [27] Morton A, Laurie J. Physiological changes of pregnancy and the Swansea criteria in diagnosing acute fatty liver of pregnancy. *Obstetric Medicine: The Medicine of Pregnancy*. 2018;11(3):126-131. <https://doi.org/10.1177/1753495X18759353>
- [28] Motosko CC, Bieber AK, Pomeranz MK, Stein JA, Martires KJ. Physiologic changes of pregnancy: A review of the literature. *International Journal of Women's Dermatology*. 2017;3:219-224. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2017.09.003>
- [29] Naderan M. Ocular changes during pregnancy. *Journal of Current Ophthalmology*. 2018;30(3):202-210. **<https://doi.org/10.1016/j.joco.2017.11.012>**
- [30] Ramlakhan KP, Johnson MR, Roos-Hesselink JW. Pregnancy and cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*. 2020;17(11):718-737. **<https://doi.org/10.1038/s41569-020-0390-z>**
- [31] Ryckman KK, Spracklen CN, Smith CJ, Robinson JG, Saftlas AF. Maternal lipid levels during pregnancy and gestational diabetes: A systematic review and meta-analysis. *An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. 2015;122:643-651. **<https://doi.org/10.1111/1471-0528.13261>**
- [32] Soma-Pillay P, Nelson-Piercy C, Tolppanen H, Mebazaa A. Physiological changes in pregnancy. *Cardiovascular Journal of Africa*. 2016;27(2):89-94. **<https://doi.org/10.5830/CVJA-2016-021>**
- [33] Talbot L, Maclennan K. Physiology of pregnancy. *Anaesthesia Intensive Care*. 2016;17:341-345. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2016.04.010>
- [34] Taranikanti M. Physiological changes in cardiovascular system during normal pregnancy: A review. *Indian Journal of Cardiovascular Disease in Women*. 2018;3(2/3):62-67. **<https://doi.org/10.1055/s-0038-1676666>**
- [35] Zachariah SK, Fenn M, Jacob K, Arthungal SA, Zachariah SA. Management of acute abdomen in pregnancy: Current perspectives *International Journal of Women's Health*. 2019;11:119-134. **<https://doi.org/10.2147/IJWH.S151501>**



- [36] Zielinski R, Searing K, Deibel M. Gastrointestinal distress in pregnancy: Prevalence, assessment, and treatment of 5 common minor discomforts. *The Journal of Perinatal & Neonatal Nursing*. 2015;29(1):23-31. <https://doi.org/10.1097/JPN.0000000000000078>