

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA ESTIMAR
EL RIESGO DE COMPLICACIONES OBSTÉTRICAS
HIPERTENSIVAS EN PACIENTES DESDE LA CONSULTA
PRECONCEPCIONAL Y DURANTE LA GESTACIÓN PARA SU
PRONTA DERIVACIÓN Y MANEJO OPORTUNO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA MATERNO FETAL**

AUTORES

GUSTAVO A. BETÍN GUTIÉRREZ

DIRECTORES DE TRABAJO DE GRADO

JOSE A. DE LA HOZ VALLE

ING. LUIS PINILLA

MARÍA M. URIEL CALVO

XIMENA C. ROMERO INFANTE

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE MEDICINA MATERNO FETAL

BOGOTÁ, COLOMBIA AGOSTO DE 2021

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, quiero agradecer a Dios por haberme brindado la oportunidad de hacer lo que me gusta y de cumplir todas las metas que me he propuesto en la vida hasta ahora, segundo a mis padres, porque sé que sin el esfuerzo que ellos han hecho no hubiese sido posible llevar a cabo esta dura travesía a lo largo de estos dos años, esta meta conseguida es de ellos también. A mi familia en general porque sin su apoyo emocional esto no hubiese sido posible, a mi abuelo quien durante estos dos años pasó a estar al lado de Dios y que sé que estará muy orgulloso de mi allá donde este, a mis amigos quienes en momentos difíciles siempre estuvieron a mi lado dando una voz de aliento y de positivismo cuando más lo necesité, a mis profesores por ser ejemplos a seguir y porque de cada uno de ellos me llevo las mejores enseñanzas no solo de temas académicos, sino de la vida misma y a todas aquellas personas que de alguna manera han participado y vivido a mi lado esta dura pero bonita experiencia. A todos ustedes, muchas gracias.

Contenido

Introducción y Planteamiento del problema	7
Justificación.....	10
Pregunta de investigación.....	12
Marco teórico	13
Objetivo principal	19
Objetivos secundarios	19
Metodología	20
<i>Búsqueda de la literatura.....</i>	<i>20</i>
<i>Diseño funcional</i>	<i>20</i>
<i>Modelo</i>	<i>21</i>
<i>Aplicación web app.....</i>	<i>22</i>
<i>Diseño de la aplicación</i>	<i>23</i>
<i>Diseño grafico.....</i>	<i>23</i>
<i>Diseño de navegación</i>	<i>25</i>
<i>Desarrollo</i>	<i>26</i>
<i>Pruebas y ajustes</i>	<i>27</i>
<i>Desarrollo de la aplicación</i>	<i>28</i>
<i>Validación de la aplicación</i>	<i>29</i>
Aspectos éticos.....	29
<i>Organigrama.....</i>	<i>30</i>
Presupuesto.....	30
Resultados.....	31
Discusión	41
Conclusiones	44
Referencias bibliográficas	45

Los trastornos hipertensivos del embarazo constituyen la causa más importante de morbilidad materno-perinatal a nivel mundial y se estima que la preeclampsia es la responsable de 2-8% de las complicaciones en el mundo. Conocer las pacientes que tienen alto riesgo de desarrollar preeclampsia, permitirá mejorar las estrategias de prevención y el uso de terapias profilácticas.

Materiales y métodos

Estudio sin intervención tipo desarrollo de tecnología médica. Se realizó una búsqueda en seis bases de datos (Pubmed, Science direct, Proquest, Clinical Key, Embase y Web of Science) de literatura científica relacionada con trastornos hipertensivos del embarazo y escalas para estimación de riesgo o predicción, realizar una escala de estimación de riesgo propia. Se propone el diseño de una aplicación móvil que permita la estimación de riesgo de desarrollar estados hipertensivos desde la consulta preconcepcional y durante la gestación.

Resultados

Se desarrolló una escala de estimación de riesgo con una sensibilidad del 16.7% y una especificidad del 97.8% para el estado preconcepcional y sensibilidad del 75% con una especificidad del 82.6% para el estado de embarazo. Se obtuvo una aplicación móvil funcional para Android y IOS que realice la estimación del riesgo de desarrollo de preeclampsia en pacientes desde la consulta preconcepcional y durante la gestación, cuyo funcionamiento y facilidad de uso se evaluó mediante una encuesta digital.

Conclusión

Esta App ha demostrado tener una buena tasa de detección para pacientes gestantes que además es de fácil uso para el personal de salud en los diferentes niveles de atención.

Palabras clave

Hipertensión Inducida en el Embarazo, factores de riesgo, morbilidad, atención preconcepcional, web app móvil.

Hypertensive disorders of pregnancy are the most important cause of maternal-perinatal morbidity and mortality worldwide. It is estimated that only pre-eclampsia is responsible for the complications of 2-8% of pregnancies in the world. Know the patients who are at high risk of developing preeclampsia, improve prevention strategies and the use of prophylactic therapies.

Materials and methods

Study without intervention type development of medical technology. A search was carried out in six databases (Pubmed, Science direct, Proquest, Clinical Key, Embase and Web of Science) of scientific literature related to hypertensive disorders of pregnancy and scales to estimate risk or prediction, perform an estimation scale of own risk. The design of a mobile application is proposed that allows the estimation of the risk of developing hypertensive states from the preconception consultation and during pregnancy.

Results

A risk estimation scale was developed with a sensitivity of 16.7% and a specificity of 97.8% for the preconception state and a sensitivity of 75% with a specificity of 82.6% for the state of pregnancy. A functional mobile application for Android and IOS was obtained that performs the estimation of the risk of developing pre-eclampsia in patients from the preconception consultation and during pregnancy, whose operation and ease of use were evaluated by means of a digital survey.

Conclusion

This App has shown a good detection rate for pregnant woman that is also easy to use for healthcare staff at different levels of care.

Key words

Hypertension, Pregnancy-Induced, risk factors, morbidity, preconception care, web app.

Introducción y Planteamiento del problema

Respecto a la morbilidad materna en Colombia, la realidad es que es un problema de salud pública. La salud de la mujer gestante es un pilar en el desarrollo y la calidad de vida de un país, por lo que tiene un impacto fundamental en la sociedad (1,2).

En los últimos 5 años han disminuido las tasas de morbilidad materna en Colombia según los datos publicados por el SIVIGILA, sin embargo, siguen prevaleciendo los estados hipertensivos del embarazo como principal causa de desenlaces adversos tanto maternos como perinatales. Se estima que un 35% de las muertes maternas están asociadas a trastornos hipertensivos del embarazo (3). Es por esta razón que un asesoramiento correcto y una derivación temprana son necesarios. Las pacientes con riesgo elevado a desarrollar esta patología durante su gestación deben ser captadas desde el ámbito preconcepcional, esto es fundamental con el fin de intervenir adecuadamente y de forma precoz (4).

Si se analiza lo publicado en 2016 podemos observar que el 67.5% de los casos reportados como causa agrupada de morbilidad materna extrema correspondieron a trastornos hipertensivos del embarazo, en el 2017 este porcentaje decreció ligeramente en comparación al 2016 con un 66.2% del total de casos reportados, mientras que en 2018 se presentó un aumento significativo de los casos con un 71.1% (4).

Los trastornos hipertensivos del embarazo son un conjunto de enfermedades con características particulares cada una y comportamientos clínicos diferentes. Sin embargo, tienen una fisiopatología en común por lo que el abordaje precoz y el diagnóstico temprano podrían realizarse mediante herramientas clínicas desde el nivel más básico de atención en salud para garantizar un seguimiento y tratamiento con el fin de disminuir el riesgo tanto para la madre como para el feto (3,5,6).

Los trastornos hipertensivos se dividen en cuatro: hipertensión gestacional, hipertensión crónica, preeclampsia e hipertensión crónica con preeclampsia sobre agregada. Dentro de este trabajo se ha hecho énfasis en los factores de riesgo que pueden ayudar a predecir la aparición de cualquiera de estas enfermedades descritas por la literatura (7-13).

Las estrategias que se han implementado para tratar de disminuir las tasas de complicaciones y de mortalidad asociadas a esta condición han tenido ciertos beneficios, pero aún se encuentran lejos de lograr un impacto significativo en la población gestante. De igual manera, para el producto de la gestación es una condición que puede predisponer a múltiples eventos adversos que pueden generar una morbilidad importante en el feto, llevándolo incluso hasta la muerte (3,14).

Muchas de las pacientes que cursan con trastornos hipertensivos del embarazo pueden ser identificadas desde su etapa preconcepcional si cursan con comorbilidades que puedan predisponer al desarrollo de trastornos hipertensivos del embarazo. La captación desde la consulta preconcepcional puede direccionar de manera adecuada y efectiva a estas pacientes para disminuir el riesgo de desencadenar complicaciones durante la gestación (15).

Se considera que los trastornos hipertensivos del embarazo tienen una etiología multifactorial. La detección temprana de estos factores de riesgo permite una mejora en los desenlaces mediante el aumento de los controles y seguimiento de las pacientes y/o utilizando terapias que han demostrado disminuir el riesgo de desarrollar esta enfermedad o de sus complicaciones (16-18).

Dadas las limitaciones y la amplia variabilidad en los criterios actualmente utilizados para identificar mujeres con alto riesgo de desarrollar trastornos hipertensivos del embarazo, las

diferentes sociedades científicas han propuesto diferentes criterios diagnósticos (7,19,20). Estos criterios deben incluir variables demográficas, antecedentes generales de la paciente, antecedentes en embarazos previos y condiciones asociadas al embarazo actual que pueden ser identificados desde la consulta preconcepcional y durante el embarazo (2,7,19,20). Para llevar a cabo este trabajo se han tenido en cuenta ciertas variables que han demostrado comportarse como un factor de riesgo para el desarrollo de trastornos hipertensivos del embarazo. Dentro de este grupo de variables encontramos variables que se pueden dividir en factores de riesgo maternos, tensión arterial media, índice de pulsatilidad de arterias uterinas y factor de crecimiento placentario (PLGF) como método bioquímico (20-24).

La utilidad de una prueba predictiva va a depender de la prevalencia general de una enfermedad, dado que la preeclampsia es una enfermedad con alta prevalencia en nuestro país, el contar con herramientas que permitan identificar las pacientes que tienen un alto riesgo de desarrollar la misma va a permitir impactar de forma positiva, cumpliendo las estrategias propuestas en la literatura para disminuir el riesgo (4,8). Se debe tener en cuenta que una prueba predictiva solo tendrá una validez clínica siempre y cuando se implementen estrategias de prevención y terapéuticas o cuando se realice un seguimiento más estricto de aquellas pacientes en riesgo (8).

Justificación

Los datos en la literatura reportan que la morbilidad materna en Colombia es un problema de salud pública.

Esta aplicación permitirá orientar a los profesionales de la salud, y fomentar el conocimiento de la literatura actualizada de abordaje y derivación temprana mediante la exposición de literatura científica referenciada expuesta en cada variable patológica que la paciente presente.

Partiendo de lo descrito anteriormente la propuesta que se trae es el diseño de una aplicación, que permita la estimación de riesgo de desarrollar trastornos hipertensivos del embarazo en pacientes desde la consulta preconcepcional y consulta prenatal temprana. Esta aplicación permitirá estimar el riesgo en bajo y alto de desarrollar trastornos hipertensivos durante la gestación y brindará la oportunidad de definir el seguimiento de las pacientes y derivar de forma temprana aquellas que lo requieran según el riesgo estimado y las variables de alerta que serán tenidas en cuenta.

El beneficio de la realización de este proyecto es que se convierta en una herramienta al alcance de todo el personal de salud en diferentes servicios de unidades hospitalarias o servicios de salud, que permita un fácil acceso a los protocolos ya conocidos y mundialmente socializados, que han demostrado un beneficio para las pacientes si son aplicados correcta y oportunamente.

La creación de esta aplicación está basada en guías y protocolos internacionalmente aceptados y avalados por las sociedades científicas expertas en el tema, realizando una revisión de la literatura científica y diseñando los modelos correspondientes para tamizar

adecuada, temprana y eficazmente a las pacientes que muestren un riesgo elevado de desarrollar trastornos hipertensivos durante la gestación.

En la actualidad se pueden encontrar diferentes aplicativos que ayudan principalmente a calcular riesgos y en toma de conductas a través de diferentes ítems clínicos y analíticos. Existen otras aplicaciones que se asemejan a lo que se busca con esta aplicación respecto a otras patologías ginecoobstétricas, donde se utilizan diferentes variables que permiten calcular el riesgo de la paciente según sus antecedentes, comorbilidades, hallazgos clínicos y paraclínicos los cuales están parametrizados, con el fin de facilitar la toma de decisiones clínicas.

Se realizó una búsqueda en las plataformas de IOS (Apple Store) y Google Play, buscando aplicaciones de teléfonos inteligentes relacionadas con la estadificación de riesgo, derivación temprana y manejo precoz de pacientes con factores de riesgo y/o comorbilidades para desarrollar trastornos hipertensivos durante la gestación.

En la búsqueda realizada, se encontró una aplicación móvil llamada “CONTRACEPTION”, cuyo objetivo es orientar a las pacientes a cuál es el método anticonceptivo más acorde para utilizar dependiendo de varias variables ingresadas a esta aplicación, como edad de la paciente, paridad, deseos de fertilidad, consumo de cigarrillo y comorbilidades que presente. Esta aplicación realiza un análisis de todas estas variables y provee un resultado acorde con las condiciones de la paciente, siempre buscando la mejor opción, minimizando los riesgos y brindando una opción segura a las pacientes. Lo cual es muy importante tener en cuenta ya que la aplicación creada es muy similar, en el sentido que, mediante la combinación y el análisis de factores de riesgo maternos, asociados a factores ya sean clínicos o paraclínicos, arroja un resultado y partiendo del resultado obtenido se darán

unas recomendaciones basadas en la literatura para derivación precoz a servicios especializados e incluso el inicio de terapias profilácticas para disminuir el riesgo de aparición de la enfermedad.

Es por tal motivo la necesidad de implementar nuevos sistemas y estrategias que permitan una detección precoz, que sea de fácil acceso, comprensión y manejo para los profesionales de la salud en general.

Pregunta de investigación

¿Puede una aplicación móvil estimar el riesgo para desarrollar trastornos hipertensivos mediante la identificación de factores de riesgo, comorbilidades y otras variables, desde la consulta preconcepcional y durante la gestación?

Marco teórico

Los trastornos hipertensivos del embarazo constituyen la causa más importante de morbimortalidad materno-perinatal a nivel mundial. Se estima que solo la preeclampsia es la responsable de las complicaciones del 2-8% de los embarazos en el mundo (3).

En Latinoamérica y El Caribe, los trastornos hipertensivos del embarazo son los responsables de aproximadamente un 26% de las muertes maternas (14).

En Colombia se estima que el 35% de las muertes maternas son atribuibles a los trastornos hipertensivos del embarazo, convirtiendo esta patología en un problema de prioridad de salud pública. La alta complejidad en su manejo y las grandes interrogantes que aun rondan su fisiopatología y etiopatogenia han convertido a los trastornos hipertensivos del embarazo en un punto crítico a tratar en el ámbito de salud pública (3). El compromiso materno-fetal secundario puede ser muy variable, en casos complicados llevando a desenlaces adversos y fatales, los cuales, mediante detección e intervención temprana, se pueden predecir e incluso disminuir el riesgo de su aparición (8,25).

Existen factores de riesgo que han demostrado aumentar el riesgo de desarrollar trastornos hipertensivos durante el embarazo (18). Incluso desde la consulta preconcepcional se podría estimar el riesgo de desarrollar esta enfermedad basándose en comorbilidades y antecedentes que confieren un riesgo a la paciente que los presenta. El conocimiento de factores de riesgo de tipo demográfico, antecedentes generales de la paciente, antecedentes en embarazos previos y condiciones asociadas al embarazo permite una detección precoz de aquellas pacientes con riesgo de desarrollar la enfermedad (26).

Trastornos hipertensivos asociados al embarazo

El embarazo normal se caracteriza por una caída en la tensión arterial que es más evidente en el primer y segundo trimestre de gestación, la presión arterial normalmente vuelve a los valores preconcepcionales en el tercer trimestre tardío (27).

Los trastornos hipertensivos del embarazo son un conjunto de enfermedades de origen endotelial que ocurre durante la gestación, cuyas manifestaciones se pueden presentar en cualquier órgano o sistema, principalmente, sistema nervioso, sistema cardiovascular, sistema respiratorio, sistema renal y sistema hematológico (3).

Los trastornos hipertensivos se clasifican en:

Hipertensión crónica

Hipertensión gestacional

Preeclampsia

Hipertensión crónica con preeclampsia sobreagregada

Hipertensión crónica

La hipertensión crónica hace referencia a hipertensión que existe antes del embarazo. Esta categoría incluye la hipertensión esencial y la hipertensión secundaria. La hipertensión esencial se define como cifras tensionales mayores o iguales a 140 mmHg sistólica y/o 90 mmHg diastólica confirmadas antes de las 20 semanas de gestación y sin una causa conocida aparente. Se debe tener en cuenta las causas secundarias de hipertensión arterial como enfermedad renal crónica, glomerulonefritis, estenosis de arterias renales, enfermedad

sistémica con compromiso renal (diabetes, lupus eritematosos sistémico), feocromocitoma, enfermedad de Cushing, hiperaldosteronismo primario y coartación de la aorta (27,28).

Hipertensión gestacional

Hipertensión de novo que aparece después de la semana 20 de gestación sin ninguna de las alteraciones que definen a la preeclampsia, suele ser una condición benigna, sin embargo, puede evolucionar a preeclampsia en un 25% de los casos (28,29). Tiene la característica de que los niveles de tensión arterial van a volver a la normalidad luego de tres meses posparto. La hipertensión gestacional cercana al término se ha asociado con desenlaces adversos materno-fetales (27,30).

Preeclampsia

Se trata de un desorden que se presenta exclusivamente durante el embarazo, que se caracteriza por hipertensión de novo, que ocurre después de las 20 semanas de gestación y que puede comprometer múltiples órganos o sistemas, incluso afectación fetal (27). La elevación de las cifras tensionales es común pero no siempre es la primera manifestación. La proteinuria es uno de los parámetros más comúnmente diagnosticados después de la hipertensión, sin embargo, no se considera mandatorio para hacer un diagnóstico clínico. El diagnóstico de preeclampsia se puede hacer siempre y cuando encontremos cifras tensionales elevadas después de la semana 20 de gestación, asociado a cualquiera de los siguientes signos de compromiso orgánico y que a la vez se estipulan como criterios para clasificar la preeclampsia como severa (27,31-34):

- Proteinuria (aislada en parcial de orina proteína/creatinina >30 mg/mmol o >300 mg/día)

- Insuficiencia renal (creatinina >90 Umol/l o 1.1 mg/dl)
- Compromiso hepático, (transaminasas con el doble de su valor normal o dolor en cuadrante superior derecho asociado a epigastralgia)
- Complicaciones neurológicas (convulsiones, alteración del estado de conciencia, pérdida de la visión, escotomas, hiperreflexia)
- Alteraciones hematológicas (trombocitopenia plaquetas <150.000/dl, coagulación intravascular diseminada, hemolisis)
- Edema pulmonar
- Cefalea holocraneana que no mejora con la ingesta de analgésicos y sin otra causa aparente
- Alteraciones uteroplacentarias (restricción del crecimiento intrauterino)

Esto implica que las mujeres asintomáticas con hipertensión no severa (entre 140 y 159/90-109 mmHg), deben tener sus laboratorios realizados buscando excluir disfunción orgánica (34).

Los síntomas como la cefalea severa se han atribuido a edema cerebral o vasoespasmo de arterias cerebrales (35,36).

Las alteraciones de la visión se han visto asociadas a un flujo sanguíneo interrumpido y lesión isquémica secundaria a vasoespasmo de arterias retíneas (37).

La epigastralgia, náuseas y vómitos son reflejo de compromiso hepático y se han postulado como resultado de un flujo sanguíneo obstruido en los sinusoides hepáticos, principalmente en las áreas periportales secundario a una constricción vascular causada por depósitos de fibrina que resultan en una distensión y hemorragia de la cápsula hepática (35).

Preeclampsia sin criterios de severidad

Elevación de novo de cifras tensionales después de la semana 20 de gestación sin presentar signos o síntomas de severidad anteriormente mencionados (38-40).

Preeclampsia con criterios de severidad

Elevación de novo de cifras tensionales después de la semana 20 de gestación con presencia de signos o síntomas de severidad anteriormente mencionados, lo que refleja compromiso de órgano blanco en esta entidad (40).

Aplicaciones móviles en medicina

Las tecnologías informáticas actualmente están presentes en todos los aspectos de la cotidianidad, facilitan la búsqueda de información que orienta la toma de decisiones, que, a su vez, conlleva al riesgo de que la información sea poco confiable, acarreando mayor impacto con relación a la información médica, por la oferta de herramientas entre las que se encuentran las aplicaciones para teléfonos inteligentes (41).

Las aplicaciones para telefonía celular son definidas como aplicación que funciona en teléfonos móviles, tabletas o computadoras y que son distribuidos a través de servicios o tiendas como la “Apple store” y “Google Play”, entre otras (42). Tal ha sido el crecimiento en número y complejidad de estas aplicaciones que la FDA de Estados Unidos realizó una guía para la regulación de los dispositivos que utilizan estas tecnologías y se considera importante aclarar las siguientes definiciones:

Aplicación móvil: programa o software que puede ejecutarse en una plataforma móvil o desde Internet que se ejecuta en un servidor (43).

Aplicación móvil médica: aplicación móvil que cumple los criterios de dispositivo, que se utiliza como accesorio de dispositivo médico regulado o para transformar una plataforma móvil en un dispositivo regulado (41).

Dispositivo médico: instrumento, aparato, implemento, máquina, implante u otro similar que se utiliza para el diagnóstico de enfermedad u otras condiciones, en la cura, mitigación, tratamiento, prevención de enfermedad en el hombre, o para afectar la estructura o función del cuerpo del hombre o los animales (44).

Las regulaciones de la FDA están enfocadas en las tecnologías dentro de la definición de dispositivo médico, esto por los riesgos que pueden generar en las personas sobre las cuales van a ser usadas (45).

La aplicación desarrollada en el presente trabajo está dentro de la categoría de aplicaciones móviles de bajo riesgo sobre las cuales la FDA realizara un control discrecional. Esta aplicación entraría en la categoría de “Aplicaciones móviles que faciliten el acceso a información relativa al estado de salud del paciente o a su tratamiento (p. ej., mediante orientaciones prácticas) para facilitar a un usuario la evaluación de un paciente concreto. Por ejemplo, orientaciones a un médico que usa datos para el diagnóstico de un paciente, o que explican la interrelación o incompatibilidades de medicamentos o alergias a determinados medicamentos”.

En Colombia el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y su plan Vive Digital pone especial interés en el desarrollo de aplicaciones móviles, aplicación y contenidos, sin embargo, no hay una regulación normativa al respecto.

Objetivo principal

Diseñar y desarrollar una aplicación móvil para estimar el riesgo de complicaciones obstétricas asociadas a los trastornos hipertensivos en pacientes desde la consulta preconcepcional y durante la gestación, en una escala de bajo y alto riesgo a través de una valoración de variables demográficas, patológicas y analíticas específicas, descritas en la literatura científica.

Objetivos secundarios

Identificar factores de riesgo establecidos en la literatura asociados a estados hipertensivos en el embarazo.

Proponer recomendaciones sugeridas por la literatura según la estimación del riesgo o presencia de alertas.

Proponer un modelo de valoración de las variables analizadas para establecer una escala de riesgo y variables de alerta.

Diseñar y desarrollar una aplicación móvil que contenga el modelo de estimación de riesgo y emita una conducta respecto hacia dónde derivar a las pacientes según su nivel de riesgo para complicaciones obstétricas asociadas a los trastornos hipertensivos.

Metodología

Tipo de estudio

Estudio sin intervención tipo desarrollo de tecnología médica.

Búsqueda de la literatura

Se realizó una búsqueda en seis bases de datos (Pubmed, Science direct, Proquest, Clinical Key, Embase y Web of Science) de literatura científica relacionada con trastornos hipertensivos del embarazo y escalas para estimación de riesgo o predicción, con el fin de analizar y tomar las variables propuestas por las diferentes sociedades científicas, a partir de esto realizar una escala de estimación de riesgo propia y de esta manera poder direccionar a la pacientes según su estadificación de riesgo. Se seleccionaron 12 variables de todas las encontradas y a estas se les asignó un porcentaje de riesgo basado en la revisión de modelos de estimación de riesgo descritos por las diferentes sociedades científicas.

A continuación, se revisó en la literatura la importancia que cada una de estas variables tienen en la predicción de preeclampsia para asignar a cada variable un peso expresado en porcentajes basado en estudios científicos previos.

Diseño funcional

Se realizó un documento en Excel® donde se organizaron las variables y se les asignó un porcentaje de riesgo a cada una basado en lo que esta descrito en la literatura. La definición de la ponderación de las variables fue basada en la literatura y en estudios poblacionales donde ya se han realizado validaciones y expresadas en porcentajes de riesgo, para así poder realizar un cálculo matemático que arroje un resultado, dentro del cual se estimará el riesgo

específico en una escala de bajo y alto riesgo. Posterior a la obtención del riesgo se dan recomendaciones dependiendo del resultado obtenido.

Modelo

Se realizó un prototipo para estimar el riesgo en Excel® basado en variables demográficas, antecedentes generales de la paciente, antecedentes en embarazos previos y condiciones asociadas al embarazo actual que pueden ser identificados desde la consulta preconcepcional o durante el embarazo. Las variables que se tomaron en cuenta para la creación de esta aplicación fueron todas aquellas que han sido descritas por la literatura como que están asociadas al desarrollo de trastornos hipertensivos durante el embarazo o aquellas que puedan llevar a un empeoramiento de un cuadro ya establecido, todo esto con el fin de una captación precoz y un manejo oportuno de las pacientes (7,19,20,24,46,47).

Posteriormente se propusieron tres escenarios con una ponderación diferente para cada una de las variables para el estado preconcepcional y tres escenarios para el estado de embarazo.

Se tomaron datos de un estudio fuente prospectivo realizado por el grupo de investigación de Medicina Materno Fetal y Ginecología El Bosque, donde se habían estudiado gestantes a lo largo de todo el embarazo tomando todas las variables definidas para este trabajo, así como los resultados del desenlace materno-perinatal para determinar cuál de los tres escenarios en cada estado, pregestacional o embarazo, era el que más se acercaba a la realidad mediante un análisis estadístico mediante curvas ROC. De este estudio fuente por que originalmente cuenta con 527 pacientes las cuales fueron analizadas desde el primer trimestre de gestación y se realizó un seguimiento durante todo el embarazo mediante características maternas, valor de tensión arterial media, índice de pulsatilidad de arterias uterinas y un modelo combinado donde adicionalmente se utilizó el factor de crecimiento placentario (PLGF) y la proteína

plasmática A asociada al embarazo (PAPP-A) (49). Se tomó una muestra representativa de 150 pacientes de las cuales 12 presentaron preeclampsia durante su seguimiento, lo que representa un 8%, esto se asocia con lo que reporta la literatura científica donde está descrito que la preeclampsia complica alrededor del 8% de los embarazos a nivel mundial (50).

Se realizó un análisis estadístico mediante curvas ROC con el fin de validar cuál de los escenarios creados era el que más se acercaba a la realidad y con el análisis realizado con el área bajo la curva se valoró cual escenario tenía la mejor capacidad discriminante.

Mediante la identificación de estos factores de riesgo y el riesgo estimado según la ponderación dada a cada uno de estos, el clínico puede tener a la mano una herramienta que le permita una clasificación y a su vez conocer cuáles son las pacientes candidatas a una mayor vigilancia, uso de medidas profilácticas para disminuir el riesgo, derivación a servicio de urgencias y, en el caso de pacientes no embarazadas (preconcepcional), las recomendaciones basadas en la patología de base que presenten con derivación oportuna según lo requerido.

Se define, tanto en etapa preconcepcional como en embarazo, alto riesgo para aquellas pacientes en quien sumando los porcentajes de cada variable tenga un resultado $\geq 11\%$ y bajo riesgo todas aquellas cuya suma sea $\leq 11\%$. Estos porcentajes se han definido basándose en la ponderación de aquellas variables que al estar presentes otorgan un alto riesgo sin requerir que otras estén presentes.

Aplicación web app

Se definió desarrollar una aplicación web app para facilitar el proceso de publicación, reducción de tiempos y costos al no tener que publicarlo en las tiendas de Apple y Google.

Una app web es un programa informático al que se accede desde un navegador web a través de internet o de una intranet. Aunque el término app se suele reservar para una app móvil, también se puede usar para referirse a una aplicación web.

Una app web es un software que se codifica para ser usado con un navegador web, ya sea usando internet o una red local.

Por su propia naturaleza, dichos programas no se instalan en un ordenador. De hecho, es accesible no sólo a través de un ordenador, sino también a través de cualquier dispositivo electrónico (smartphone, tableta) (52).

Diseño de la aplicación

Se diseñó una aplicación móvil que permita la estimación de riesgo de desarrollar estados hipertensivos durante la gestación basado en factores de riesgos y/o comorbilidades de las pacientes, de tal manera que permita un seguimiento adecuado, aplicación de terapias de forma precoz para disminuir el riesgo o derivación a servicio de urgencias en caso tal que se encuentre dentro de las variables de alerta.

Diseño grafico

En este diseño se utilizó la herramienta Power Point® para establecer el diseño de la interfaz gráfica de la aplicación, así como los botones a utilizar, los colores de cada una de las ventanas el tamaño y tipo de fuente. A continuación, se muestran los diseños de las diferentes pantallas encontradas dentro de la aplicación (Figuras 1, 2 y 3).

Figura 1. Pantalla de inicio

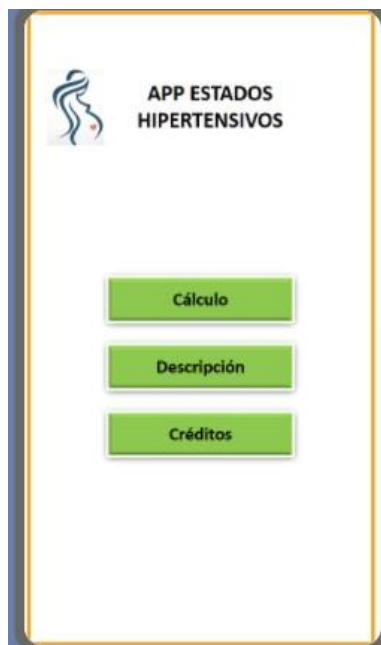


Figura 2. Pantalla preguntas



Figura 3. Pantalla resultados

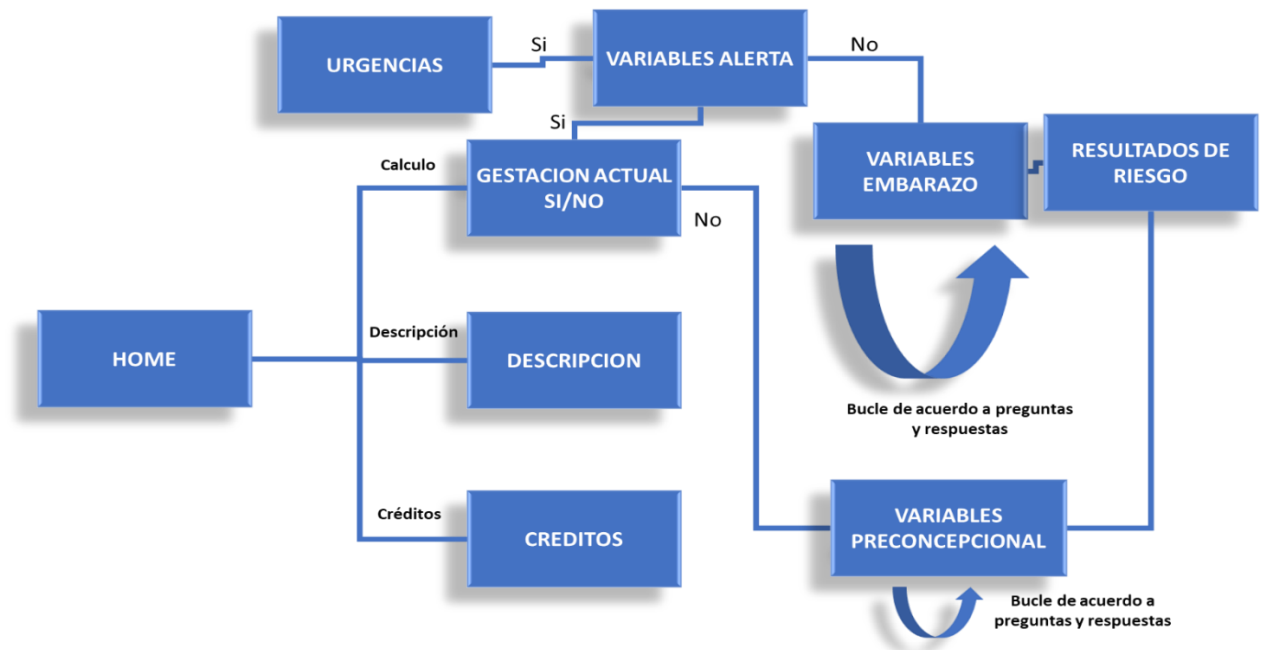


Diseño de navegación

En este diseño se utilizó la herramienta Power Point® para establecer el esquema de navegación a través de la aplicación. A continuación, se muestra el diagrama de navegación

creado donde se inicia con una pantalla de inicio (HOME) de donde se desprenden las diferentes pantallas: calculo, descripción de la App y créditos de la creación de la App como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Diseño de navegación



Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la plataforma Thunkable®, la cual es una plataforma que permite crear aplicaciones para Android e IOS sin codificación, simplemente arrastre y suelte los componentes. Tiene dos componentes principales:

Diseñador: le permite crear una interfaz de la aplicación agregando diferentes componentes a su pantalla, como botones, cuadros de texto, GoogleMaps®, etc. También le permite agregar componentes no visibles a sus aplicaciones, como receptores de servicio de mensajes cortos (SMS por sus siglas en inglés) o sensores de comunicación de campo cercano (NFC por sus siglas en inglés).

Bloques: Thunkable® tiene un lenguaje de programación basado en bloques que facilita el uso para programadores novatos, pero es lo suficientemente sofisticado para que lo usen los desarrolladores experimentados (puede hacer funciones, variables, devoluciones de llamada, etc.), usando el sentido de la lógica, para definir el comportamiento de los eventos realizados dentro de la aplicación programada, ayudando así a personalizar mucho más el resultado obtenido

Se programa con bloques lógicos (no es necesario saber programar) que son visualmente fáciles de entender.

Las apps creadas con esta plataforma pueden subirse a Google Play y al resto de los mercados de aplicaciones para Android, (53). Para más información <https://thunkable.com/#/>.

Pruebas y ajustes

Durante el desarrollo de la aplicación se requirió la realización de múltiples pruebas y ajustes, tanto en la parte de diseño como en la parte lógica. Durante este proceso se buscó que la aplicación en su parte de diseño fuera lo más similar posible al diseño gráfico planteado en un principio, lo cual se logró mediante una detallada y minuciosa revisión de los elementos disponibles para trabajar dentro de la plataforma. Posteriormente se realizaron múltiples pruebas con el fin de validar el modelo funcional creado en Excel® y que los valores utilizados en Excel® coincidieran con los valores ingresados en la aplicación, para que de esta manera las operaciones necesarias para realizar un cálculo adecuado fueran iguales en ambos modelos y así obtener el resultado propuesto.

Desarrollo de la aplicación

Se desarrolló una aplicación de tipo web app, la cual puede tenerse a la mano de forma fácil y práctica. Esta aplicación trabaja con porcentajes dados a cada una de las variables de riesgo las cuales se describen en la literatura y realiza un cálculo matemático, de tal manera que al final este cálculo arroje un resultado de bajo o alto riesgo. Esto se realizó mediante la creación de modelos de estimación de riesgo en Excel® (figura 5), donde se asignaron a cada una de las variables un peso en porcentaje que posteriormente fueron validados mediante pruebas bioestadísticas y de esta manera poder tener un modelo que se ajuste a la realidad.

Esta aplicación va dirigida principalmente a aquellos clínicos que se enfrenten en su día a día a pacientes gestantes o aquellas que tengan la oportunidad de valorar pacientes con deseos de embarazo, para esto se requiere de una investigación profunda en la literatura científica con el fin de definir cuáles son aquellos factores de riesgo que se podrían orientar hacia cuál podría ser el riesgo de una paciente a futuro, además de una validación mediante pruebas estadísticas que definan si mediante el análisis de estos factores de riesgo es posible acercarse a la realidad de desarrollar preeclampsia durante la gestación.

Figura 5. Documento de Excel® para cálculo de riesgo

EMBARAZO									
VARIABLE	PONDERACION MODELO GENERAL	SIMULACION	RESULTADO	PONDERACION MODELO CLINICO	SIMULACION	RESULTADO	PONDERACION MODELO ANALITICO	SIMULACION	RESULTADO
Factor de crecimiento placentario (PIGF)	5%		0,0%	1%		0,0%	10%		0,0%
Doppler de Arterias uterinas	5%		0,0%	3%		0,0%	12%		0,0%
Edad materna	9%		0,0%	5%		0,0%	6%		0,0%
Tension arterial	7%		0,0%	9%		0,0%	8%		0,0%
Antecedente de preeclampsia	14%		0,0%	11%		0,0%	10%		0,0%
Hipertension cronica	8%		0,0%	12%		0,0%	10%		0,0%
Diabetes pregestacional	2%		0,0%	12%		0,0%	10%		0,0%
LES	13%		0,0%	12%		0,0%	10%		0,0%
SAAP	13%		0,0%	12%		0,0%	10%		0,0%
IMC pre embarazo > 35	7%		0,0%	9%		0,0%	1%		0,0%
Enfermedad renal	13%		0,0%	12%		0,0%	10%		0,0%
Periodo intergenesico > 10 años	4%		0,0%	2%		0,0%	3%		0,0%
	100%			100%			100%		
			Riesgo bajo			Riesgo bajo			Riesgo bajo

VALORACION		
INTERPRETACION	MINIMO	MAXIMO
Riesgo alto	11%	100%
Riesgo bajo	0%	10%

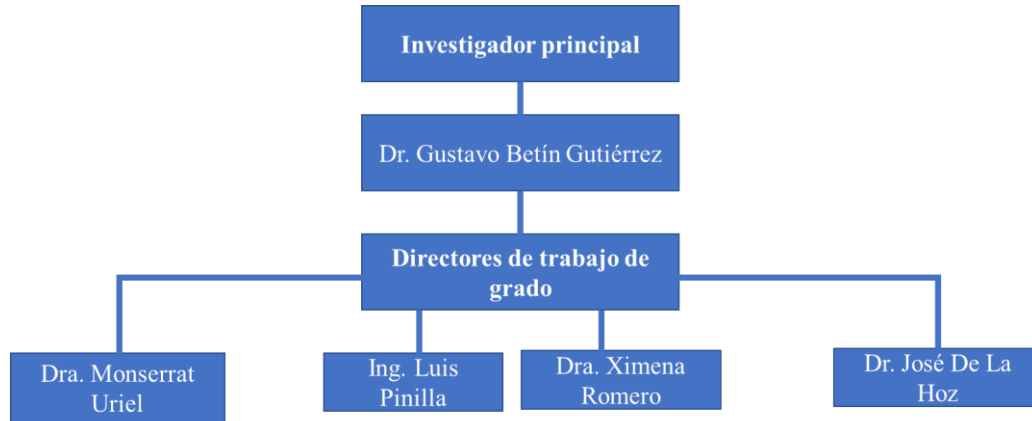
Validación de la aplicación

Se realizó una encuesta digital con el fin de valorar el funcionamiento y la facilidad de uso de la aplicación. Dentro de esta encuesta se formularon cinco preguntas a diferentes personas que hacen parte del sistema de salud.

Aspectos éticos

Se trata de un proyecto sin intervención sobre pacientes y no se utilizará información personal del paciente, por lo que no requiere valoración por el comité de ética. Cabe aclarar que el proyecto fuente con el cual se realizó la validación de la ponderación de las variables fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad El Bosque, Acta No. 026-2017.

Organigrama



Presupuesto

El tiempo dedicado a este proyecto fue de aproximadamente unas 1.200 horas de trabajo entre la creación de los modelos de estimación de riesgo, el diseño y desarrollo de la aplicación, la validación de la misma y la elaboración del documento escrito. Además, se realizó una inversión de 25 U\$D (\$ 92.873 pesos colombianos) para poder realizar la publicación de la aplicación como una web app.

Resultados

Se identificaron y seleccionaron las variables de riesgo asociadas a trastornos hipertensivos del embarazo que han sido reportadas según las guías internacionales y nacionales (ACOG, NICE, Rutas de atención integral materno perinatal en Colombia) al igual que para el uso de terapias profilácticas y derivación oportuna de las pacientes basado en la estimación de riesgo obtenida (7,13,19,48) (Tabla1).

Tabla 1. Definición de variables y literatura asociada

VARIABLES	BIBLIOGRAFÍA
Placental growth factor (PIGF) en I trimestre	Tsiakkas A, Duvdevani N, Wright A, Wright D, Nicolaides KH. Serum placental growth factor in the three trimesters of pregnancy: Effects of maternal characteristics and medical history. <i>Ultrasound in obstetrics & gynecology</i> . 2015;45(5):591-598
Índice de pulsatilidad de arterias uterinas en I trimestre	Plasencia W, Maiz N, Bonino S, Kaihura C, Nicolaides KH. Uterine artery doppler at 11 + 0 to 13 + 6 weeks in the prediction of pre-eclampsia. <i>Ultrasound in obstetrics & gynecology</i> . 2007;30(5):742-749.
Edad materna	Competing risks model in screening for preeclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks gestation - Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies <i>BMJ</i> - Ahmet Tayyar a Santiago Garcia-Tizon Larroca a Leona C. Poon a David Wright b, Kypros H. Nicolaides a - https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29896812
Tensión arterial	Wright A, Wright D, Ispas CA, Poon LC, Nicolaides KH. Mean arterial pressure in the three trimesters of pregnancy: Effects of maternal characteristics and medical history. <i>Ultrasound in obstetrics & gynecology</i> . 2015;45(6):698-706.
Antecedente de preeclampsia	Carr DB, Epplein M, Johnson CO, Easterling TR, Critchlow CW. A sister's risk: Family history as a predictor of preeclampsia. <i>American Journal of Obstetrics and Gynecology</i> 2005;193(3):965-972. - https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16157095
Hipertensión crónica	O gorman N, Wright D, Poon LC, et al. Accuracy of competing-risks model in screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks' gestation. <i>Ultrasound Obstet Gynecol</i> . 2017;49(6).
Diabetes pregestacional	O gorman N, Wright D, Poon LC, et al. Accuracy of competing-risks model in screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks' gestation. <i>Ultrasound Obstet Gynecol</i> . 2017;49(6).
Lupus Eritematoso Sistémico (LES)	Duckitt K, Harrington D. Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: Systematic review of controlled studies. <i>BMJ</i> . 2005;330(7491):565-567.
Síndrome de Anticuerpos Antifosfolípidos (SAAF)	Gouloupoulou S, Davidge ST. Molecular mechanisms of maternal vascular dysfunction in preeclampsia. <i>Trends in Molecular Medicine</i> . 2014;21(2):88-97.
Índice de masa corporal (IMC) pre embarazo > 35 m ² SC	Bartsch E, Medcalf K, Park A, Ray J. Clinical risk factors for preeclampsia determined in early pregnancy: Systematic review and meta-analysis of large cohort studies. <i>Obstetric Anesthesia Digest</i> . 2017;37(1):7-8
Enfermedad renal	O gorman N, Wright D, Poon LC, et al. Accuracy of competing-risks model in screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks' gestation. <i>Ultrasound Obstet Gynecol</i> . 2017;49(6).
Periodo intergenesico > 10 años	Poon LCY, Kametas NA, Chelemen T, Leal A, Nicolaides KH. Maternal risk factors for hypertensive disorders in pregnancy: a multivariate approach. <i>Journal of Human Hypertension</i> 2010 Feb;24(2):104-110. - https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19516271

Para el momento preconcepcional los tres escenarios creados fueron escenario combinado, escenario basado en antecedentes médicos y escenario basado en historia clínica. En cada uno de estos escenarios se dieron diferentes valores a cada una de las variables. En el escenario combinado se asignaron a las variables valores según lo que está descrito en la literatura (7,13,19,46,51). En el escenario de antecedentes médicos se dieron valores más altos a aquellas variables que corresponden a antecedentes médicos y/o comorbilidades

asociadas como el antecedente de diabetes, Síndrome de Anticuerpos Antifosfolípidos (SAAF), antecedente de hipertensión arterial crónica, antecedente de Lupus Eritematoso Sistémico (LES) o antecedente de enfermedad renal crónica. En el escenario de historia clínica se dio mayor valor a aquellas variables que puedan ser evaluadas durante la consulta como lo son la edad de la paciente, la medición de la tensión arterial y el índice de masa corporal (IMC) previo al embarazo (7,19,20) (Tabla 2).

Tabla 2. Ponderación de variables del estado preconcepcional en los tres escenarios

PRECONCEPCIONAL			
VARIABLE	PONDERACIÓN MODELO COMBINADO	PONDERACIÓN MODELO ANTECEDENTES MÉDICOS	PONDERACIÓN MODELO HISTORIA CLÍNICA
Edad materna	9%	6%	7%
Tensión arterial	9%	10%	16%
Antecedente de preeclampsia	10%	11%	10%
Hipertensión crónica	12%	13%	12%
Diabetes pregestacional	7%	8%	7%
LES	15%	16%	14%
SAAF	15%	16%	14%
IMC > 35	8%	4%	7%
Enfermedad renal crónica	15%	16%	13%

En la etapa preconcepcional para el escenario combinado el área bajo la curva fue de 57.2%, para el escenario de antecedentes médicos fue de 56.9% y para el escenario de historia clínica fue de 53.1%. La representación gráfica se observa en la figura 6 y tabla 3. Al evaluar la sensibilidad y especificidad de los modelos, encontramos que el escenario combinado presentó una sensibilidad de 16,7% y una especificidad del 97,8%, lo que demuestra el mejor escenario (Tabla 4).

Figura 6. Curva ROC de los tres escenarios del estado preconcepcional

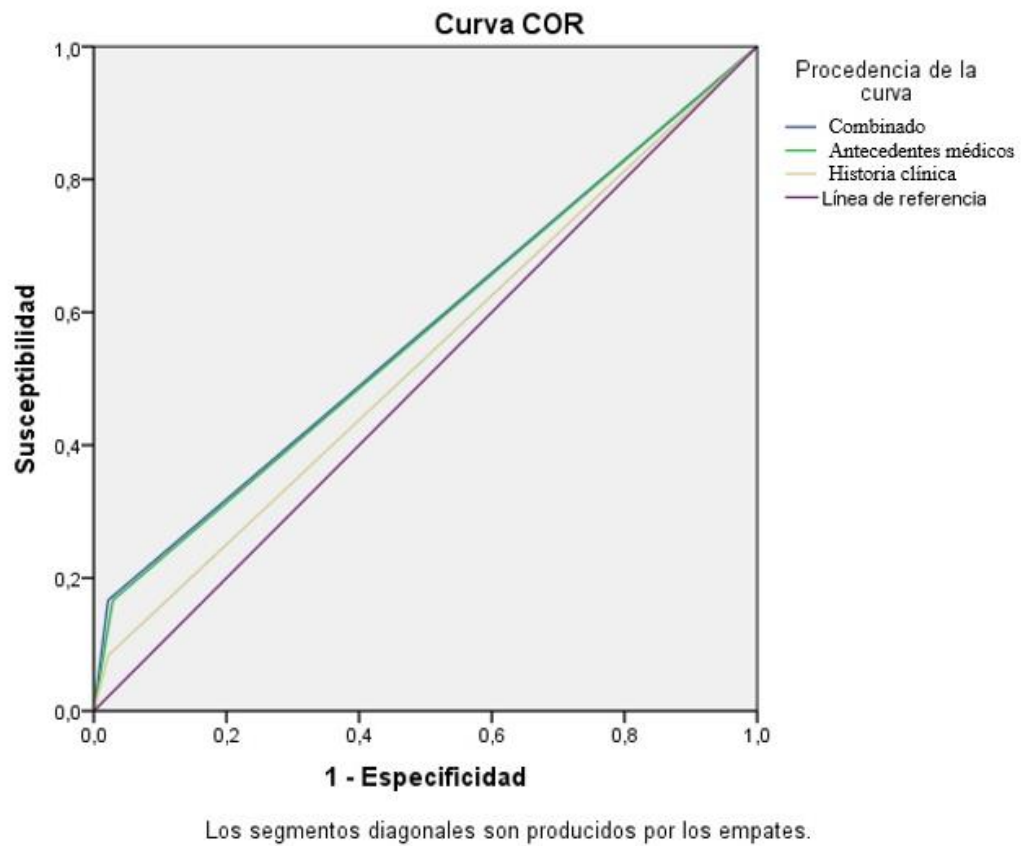


Tabla 3. Área bajo la curva de los tres escenarios del estado preconcepcional

Área bajo la curva	
Variables resultado de contraste	Área
Combinado preconcepcional	,572
Antecedentes médicos preconcepcional	,569
Historia clínica preconcepcional	,531

Tabla 4. Sensibilidad y especificidad de los tres escenarios en el estado preconcepcional

Coordenadas de la curva			
Variables resultado de contraste	Positivo si es mayor o igual que ^a	Sensibilidad	1 - Especificidad
Combinado preconcepcional	-1,00	1,000	1,000
	,50	,167	,022
	2,00	0,000	0,000
Antecedentes médicos preconcepcional	-1,00	1,000	1,000
	,50	,167	,029
	2,00	0,000	0,000
Historia clínica preconcepcional	-1,00	1,000	1,000
	,50	,083	,022
	2,00	0,000	0,000

Para el momento de embarazo los tres escenarios creados fueron escenario combinado, escenario basado en signos clínicos y escenario basado en signos analíticos (Tabla 5). En cada uno de estos escenarios se dieron diferentes valores a cada una de las variables. En el escenario combinado las variables tienen valores asignados según lo que esta descrito en la literatura (7,19,20,23,24,46,47,51). En el escenario clínico se han dado valores más altos a aquellas variables que corresponden a antecedentes médicos y/o comorbilidades asociadas que la paciente presente como el antecedente de cursar con diabetes, Síndrome de Anticuerpos Antifosfolípidos, antecedente de hipertensión arterial crónica, antecedente de Lupus Eritematoso Sistémico o antecedente de enfermedad renal crónica. El escenario analítico se ha dado mayor valor a aquellas variables que corresponda a ayudas bioquímicas (PLGF) o ayudas imagenológicas (índice de pulsatilidad de arterias uterinas en I trimestre) (7,19,20,23,24).

Tabla 5. Ponderación de variables del estado de embarazo en los tres escenarios

EMBARAZO			
VARIABLE	PONDERACIÓN MODELO COMBINADO	PONDERACIÓN MODELO CLÍNICO	PONDERACIÓN MODELO ANALÍTICO
Factor de crecimiento placentario (PIGf)	5%	1%	10%
Indice de pulsatilidad de Arterias uterinas	5%	3%	12%
Edad materna	9%	5%	6%
Tensión arterial	7%	9%	8%
Antecedente de preeclampsia	14%	11%	10%
Hipertensión crónica	8%	12%	10%
Diabetes pregestacional	2%	12%	10%
LES	13%	12%	10%
SAAF	13%	12%	10%
IMC pre embarazo > 35	7%	9%	1%
Enfermedad renal	13%	12%	10%
Periodo intergenesico > 10 años	4%	2%	3%

Se realizó un análisis mediante curvas ROC, los resultados del área bajo la curva evidencian que el escenario combinado es el que más se acerca a la realidad (estudio fuente). En la etapa de embarazo para el escenario combinado el área bajo la curva fue de 78.8%, para el escenario analítico fue de 58.2% y para el escenario clínico fue de 67%. La representación gráfica se muestra en la figura 7 y la tabla 6. Los resultados del análisis de sensibilidad y especificidad para el modelo combinado fueron de 75% y 82,6% respectivamente, evidenciando una superioridad sobre los otros modelos (Tabla 7)

Figura 7. Curva ROC de los tres escenarios del estado de embarazo

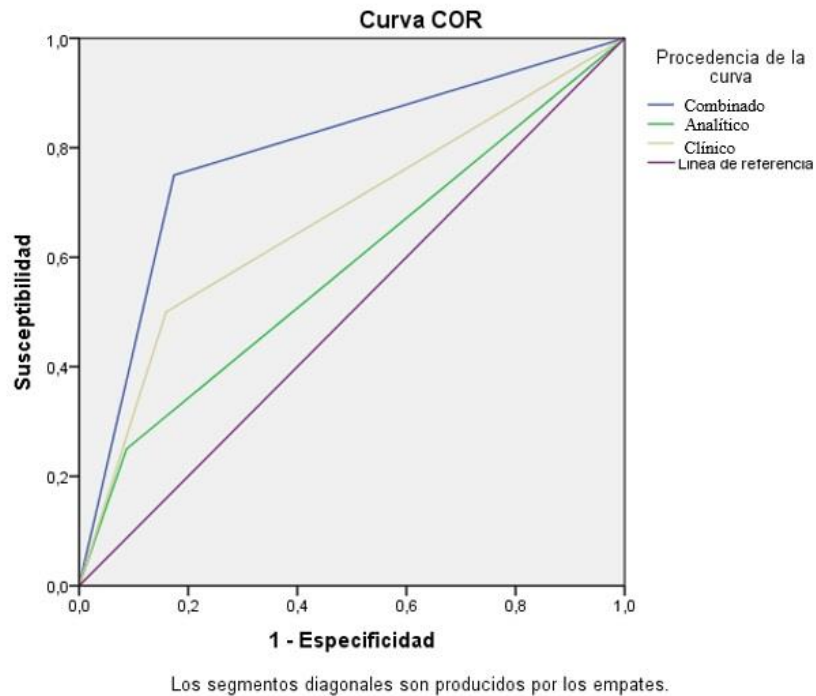


Tabla 6. Área bajo la curva de los tres escenarios del estado de embarazo

Variables resultado de contraste	Área
Combinado embarazo	,788
Analítico embarazo	,582
Clínico embarazo	,670

Tabla 7. Sensibilidad y especificidad de los tres escenarios en el estado de embarazo

Coordenadas de la curva			
Variables resultado de contraste	Positivo si es mayor o igual que ^a	Sensibilidad	1 - Especificidad
Combinado embarazo	-1,00	1,000	1,000
	,50	,750	,174
	2,00	0,000	0,000
Analítico embarazo	-1,00	1,000	1,000
	,50	,250	,087
	2,00	0,000	0,000
Clínico embarazo	-1,00	1,000	1,000
	,50	,500	,159
	2,00	0,000	0,000

Luego de haber realizado los ajustes necesarios y ser validada, se procedió a publicar la aplicación como una web app, para lo cual se realizó un pago con el fin de tener la aplicación de forma temporal en la web, dado que es un piloto y se necesitaban realizar las pruebas y validaciones correspondientes, mediante su uso en la web. Mediante este enlace se pudo acceder a la aplicación y todas sus funciones cuando fue requerido para realizar las diferentes pruebas descritas, en este momento el link se encuentra desactivado ya que la aplicación se encuentra en un proceso de desarrollo y funciona actualmente como un piloto para en un futuro convertirse en una herramienta completamente funcional: <https://thunkable.site/w/dh1tYfcyq>

Se llevó a cabo una encuesta en línea donde se realizaron seis preguntas de las cuales cinco se debían calificar de 1 a 5, siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje, a continuación, se muestran las preguntas realizadas en la encuesta: ¿Identifique su rol en el sistema de salud?, ¿Qué tan fácil le parece el uso de la aplicación?, ¿Cree que este tipo de herramientas son útiles para el desarrollo de nuestras actividades como personal de salud?, ¿Cree que los factores de riesgo utilizados para el cálculo de riesgo son los adecuados para establecer un riesgo tanto en etapa preconcepcional como durante el embarazo?, ¿Cree que las recomendaciones dadas son útiles para el abordaje de la paciente de bajo y alto riesgo, tanto en su etapa preconcepcional como durante el embarazo?, Evalúe si la aplicación le ayuda a definir el riesgo de una paciente de desarrollar trastornos hipertensivos desde la visita preconcepcional y durante el embarazo.

Se obtuvieron 20 resultados de la encuesta realizada donde el 35% de los encuestados corresponde a médicos generales, seguido un 25% de médicos especialistas y luego, en igual proporción, con un 10% para estudiantes de medicina de pregrado, internos, fellows y

especialistas en Medicina Materno Fetal, las respuestas en su mayoría fueron positivas al momento de valorar la aplicación. Esto demuestra que es una herramienta útil, práctica y fácil de utilizar sobre todo para aquellos profesionales que en su día a día tengan la oportunidad de valorar pacientes gestantes (figuras 8 y 9).

Figura 8. Profesionales de la salud encuestados

Identifique su rol en el sistema de salud:
20 respuestas

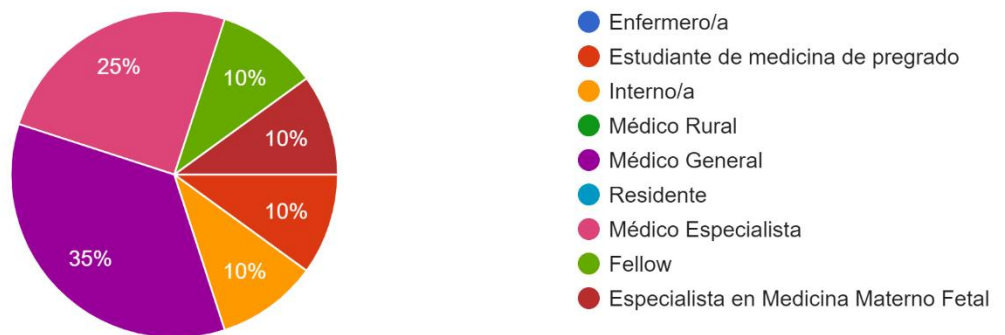
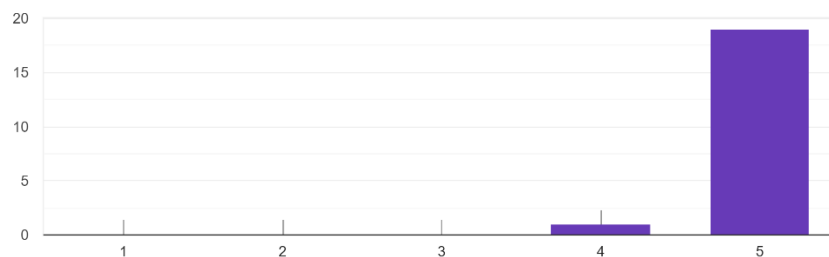
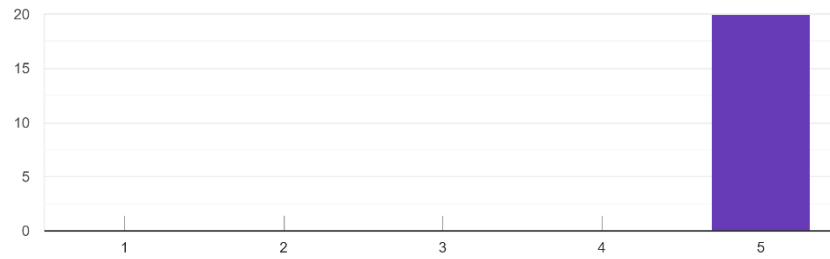


Figura 9. Preguntas y respuestas de la encuesta

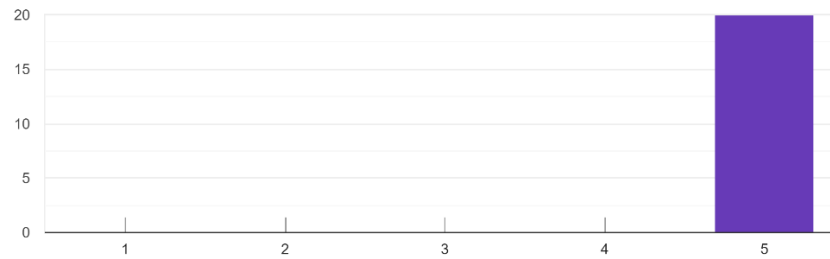
¿Qué tan fácil le parece el uso de la aplicación? En una escala de 1 a 5 determine donde 1 es menor puntaje y 5 mayor puntaje.
20 respuestas



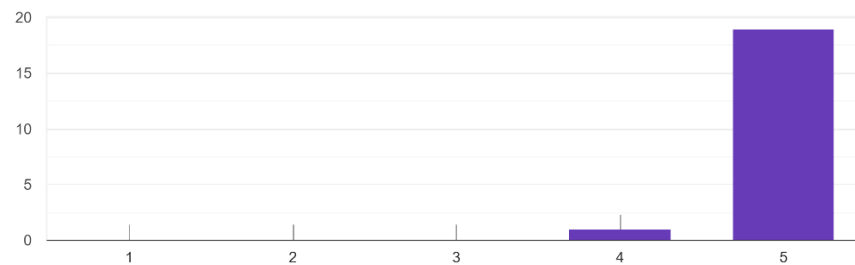
¿Cree que este tipo de herramientas son útiles para el desarrollo de nuestras actividades como personal de salud? En una escala de 1 a 5 determine donde 1 es menor puntaje y 5 mayor puntaje.
20 respuestas



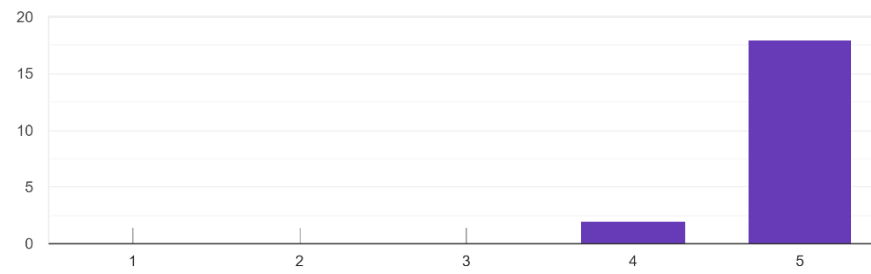
¿Cree que los factores de riesgo utilizados para el calculo de riesgo son los adecuados para establecer un riesgo tanto en etapa preconcepco...mine donde 1 es menor puntaje y 5 mayor puntaje.
20 respuestas



¿Cree que las recomendaciones dadas son útiles para el abordaje de la paciente de bajo y alto riesgo, tanto en su etapa preconcepcional como d...mine donde 1 es menor puntaje y 5 mayor puntaje.
20 respuestas



Evalúe si la aplicación le ayuda a definir el riesgo de una paciente de desarrollar trastornos hipertensivos desde la visita preconcepcional y determine donde 1 es menor puntaje y 5 mayor puntaje.
20 respuestas



Discusión

En este trabajo se ha creado una aplicación móvil donde es posible reconocer el riesgo de complicaciones obstétricas asociadas a los trastornos hipertensivos haciendo énfasis principalmente en el desarrollo de preeclampsia y además definir cuál de estas pacientes de las que se encuentran en embarazo presentan criterios de severidad, teniendo en cuenta que la sensibilidad y especificidad de este modelo de predicción sobre todo durante el embarazo se acercan mucho a lo descrito en la literatura (20,51).

Ya que en la literatura existen diferentes modelos de predicción de preeclampsia, esta aplicación se ha basado principalmente en el reconocimiento y aplicación de los factores de riesgo descritos por las diferentes sociedad científicas, en busca de homogeneizar conceptos para de esta manera poder realizar una estimación de riesgo que permita agilizar la derivación de las pacientes de alto riesgo principalmente a la consulta con medicina especializada, más puntualmente, con especialistas en Medicina Materno Fetal (7,19,20,24,47).

Los modelos de predicción utilizados actualmente se basan principalmente en el reconocimiento de aquellos factores de riesgo maternos, estudios bioquímicos y ayudas imagenológicas, que mediante la combinación de los mismos arrojan un resultado y dependiendo del mismo permite la toma de conductas. La ventaja que tiene la aplicación creada frente a los modelos ya existentes (7,13,19,20,46) es que además de arrojar un resultado en la paciente ya embarazada, nos permite hacer una estimación de riesgo en las pacientes que no se encuentran en embarazo.

Para la validación del modelo, se tomó la sensibilidad y la especificidad para cada momento (preconcepcional y embarazo) mediante el análisis estadístico realizado, evidenciando que para la etapa preconcepcional se observa una sensibilidad del 16.7% y una

especificidad del 97.8%. Esto va de la mano con el hecho de que no existen modelos de predicción descritos en la literatura para pacientes no embarazadas, sin embargo, si nos basamos en lo descrito en poblaciones donde se utilizan modelos que solo tienen en cuenta factores de riesgo sociodemográficos, antecedentes y factores propios de la paciente estos valores de sensibilidad y especificidad sobre todo se acercan a lo que se ha evidenciado en el modelo propuesto (20). En la etapa de embarazo, luego del análisis estadístico, se evidenció una sensibilidad del 75% con una especificidad del 82.6%, para la predicción de desarrollar trastornos hipertensivos durante el embarazo mediante el modelo combinado, esto es bastante similar a lo descrito en la literatura, donde se reporta una sensibilidad que varía entre el 64.2% y el 100% (2,7,13,19,25,39,46,54).

Con la creación de este modelo de estimación de riesgo y de esta aplicación se pretende que en un futuro pueda ser validada en una población, dado que la validación realizada se hizo con una muestra de pacientes de un estudio base. Se requiere una validación en una población, donde se haga un seguimiento a la muestra estudiada y posteriormente evaluar los desenlaces y correlacionar con lo que se había obtenido con la aplicación.

La aplicación busca ser una herramienta útil, de fácil acceso y práctica para el uso dentro de la práctica clínica diaria, sobre todo para aquellos profesionales de salud que en el día a día tengan contacto con población gestante. Este prototipo fue diseñado con el fin de facilitar y aclarar la toma de conductas, lo que se busca es que el clínico, teniendo a la mano esta herramienta, pueda tomar o orientar de manera oportuna en cuanto a la derivación de pacientes de alto riesgo.

Mediante la realización de una encuesta a diferente personal del sector salud, muestra que este tipo de herramientas es de fácil manejo y es útil para la práctica clínica diaria, dado que

facilita el acceso a información relevante que permite el abordaje correcto de la paciente de alto riesgo y de esta misma manera orienta al personal de salud hacia donde se debe dirigir esta paciente.

Esta aplicación, además, brinda la oportunidad al clínico de tener a la mano bibliografía actualizada con lo que se pretende fomentar el conocimiento y el aprendizaje y a la vez tener un acceso de manera rápida a la literatura científica utilizada para el desarrollo de la misma.

Conclusiones

Se obtuvo una aplicación de tipo web app para realizar una estimación de riesgo de desarrollo de preeclampsia mediante factores de riesgo descritos en la literatura, donde se obtiene resultado de bajo y alto riesgo, dependiendo de esto se plantean unas recomendaciones para derivación temprana descritas por las diferentes sociedades científicas.

Con el advenimiento de la tecnología y la disponibilidad de dispositivos electrónicos, el tener herramientas que faciliten el ejercicio medico siempre será un valor agregado al día a día de los clínicos, sobre todo si estas tecnologías permiten impactar de manera positiva sobre la población. En aquellas personas que se encuentran en formación puede ser una ventaja tener este tipo de herramientas tecnológicas, dado que, además de facilitar la toma de conductas y de derivación temprana de las pacientes, estimula a la búsqueda de estos protocolos o guías de donde se ha sacado la información para poder crear estas herramientas.

Mediante esta aplicación se pretende fomentar el conocimiento, a través del uso de literatura actualizada, con el fin de brindar un acceso rápido a los protocolos y guías utilizadas.

Se busca promover en un futuro la creación de una aplicación completamente funcional, que pueda ser utilizada y aplicada en la práctica clínica diaria, realizando la validación en la población y así, disminuir las barreras de acceso a los servicios de especialistas en Medicina Materno Fetal.

Referencias bibliográficas

- (1) Poon LCY, Kametas NA, Chelemen T, Leal A, Nicolaides KH. Maternal risk factors for hypertensive disorders in pregnancy: a multivariate approach. *Journal of Human Hypertension* 2010 Feb;24(2):104-110.
- (2) Bartsch E, Medcalf K, Park A, Ray J. Clinical Risk Factors for Preeclampsia Determined in Early Pregnancy: Systematic Review and Meta-Analysis of Large Cohort Studies. *Obstetric Anesthesia Digest* 2017 Mar;37(1):7-8.
- (3) Buitrago-Gutiérrez G, Castro-Sanguino A, Cifuentes-Borrero R, Ospino-Guzman MP, Arevalo-Rodriguez I, Gomez-Sánchez PI. Guía de Práctica Clínica para el abordaje de las complicaciones hipertensivas asociadas al embarazo. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* 2013 Sep 1;64(3):289-326.
- (4) Equipo Maternidad Segura Subdirección de Prevención, Vigilancia y Control en Salud Pública Instituto Nacional de Salud INS. Protocolo de vigilancia en salud pública - Morbilidad materna extrema. 2017.
- (5) ACOG practice bulletin. Clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists. Number 50, January 2003. *Obstetrics and gynecology* 2004 Jan;103(1):203.
- (6) Braunthal S, Brateanu A. Hypertension in pregnancy: Pathophysiology and treatment. *SAGE Open Medicine* 2019 Apr; 7:2050312119843700.
- (7) National Institute for Health and Care Excellence. Hypertension in pregnancy: diagnosis and management NICE guideline. 2019 -06-25.
- (8) Tayyar A, Garcia-Tizon Larroca S, Poon LC, Wright D, Nicolaides KH. Competing Risk Model in Screening for Preeclampsia by Mean Arterial Pressure and Uterine Artery Pulsatility Index at 30-33 Weeks' Gestation. *Fetal Diagnosis and Therapy* 2014 Jul;36(1):18-27.
- (9) Ogorman N, Wright D, Poon LC, Rolnik DL, Syngelaki A, De Alvarado M, et al. Multicenter screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks' gestation: comparison with NICE guidelines and ACOG recommendations. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017;49(6).
- (10) Tuuli, Methodius G., MD, MPH, Rampersad R, MD, Stamilio, David, MD, MSCE, Macones, George, MD, MSCE, Odibo, Anthony O., MD, MSCE. Perinatal outcomes in women with preeclampsia and superimposed preeclampsia: ¿do they differ? *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2011;204(6): 508.e1-508.e7.
- (11) Braunthal S, Brateanu A. Hypertension in pregnancy: Pathophysiology and treatment. *SAGE Open Medicine* 2019 Apr; 7:2050312119843700.

- (12) Valent AM, DO, DeFranco, Emily A., DO, MS, Allison A, MD, Salem A, MD, Klarquist L, DO, Gonzales K, DO, et al. Expectant management of mild preeclampsia versus superimposed preeclampsia up to 37 weeks. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2015;212(4):515.e1-515.e8.
- (13) Tranquilli AL, Dekker G, Magee L, Roberts J, Sibai BM, Steyn W, et al. The classification, diagnosis and management of the hypertensive disorders of pregnancy: A revised statement from the ISSHP. *Pregnancy hypertension* 2014;4(2):97-104.
- (14) Dirección de Epidemiología y Demografía. Análisis de Situación de Salud (ASIS) Colombia, 2018.
- (15) Committee Opinion No. Obstetrics & Gynecology 2015 Jun;125(6):1544-1547.
- (16) Alcalá Lorente M, Navarro Rubio G. Prevención de la preeclampsia con aspirina. *Progresos de obstetricia y ginecología* 2015.
- (17) Duckitt K, Harrington D. Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies. *BMJ* 2005 Mar;330(7491):565-567.
- (18) North RA, McCowan LME, Dekker GA, Poston L, Chan EHY, Stewart AW, et al. Clinical risk prediction for pre-eclampsia in nulliparous women: development of model in international prospective cohort. *BMJ* 2011;342(7803):909.
- (19) The American College of Obstetricians and Gynecologists. Gestational Hypertension and Preeclampsia. *Obstetrics and gynecology* 2004 Jan;103(1):203.
- (20) O gorman N, Wright D, Poon LC, Rolnik DL, Syngelaki A, Wright A, et al. Accuracy of competing-risks model in screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017 -05-14;49(6).
- (21) Lam C, Lim K, Karumanchi SA. Circulating Angiogenic Factors in the Pathogenesis and Prediction of Preeclampsia. *Hypertension* 2005 Nov 1;46(5):1077-1085.
- (22) Powe CE, Levine RJ, Karumanchi SA. Preeclampsia, a disease of the maternal endothelium: the role of antiangiogenic factors and implications for later cardiovascular disease. *Circulation* 2011 Jun 21;123(24):2856-2869.
- (23) Plasencia W, Maiz N, Bonino S, Kaihura C, Nicolaides KH. Uterine artery Doppler at 11 + 0 to 13 + 6 weeks in the prediction of pre-eclampsia. *Ultrasound in obstetrics & gynecology* 2007 Oct;30(5):742-749.
- (24) Tsiakkas A, Duvdevani N, Wright A, Wright D, Nicolaides KH. Serum placental growth factor in the three trimesters of pregnancy: effects of maternal characteristics and medical history. *Ultrasound in obstetrics & gynecology* 2015 May;45(5):591-598.

- (25) Ohkuchi A, Hirashima C, Takahashi K, Suzuki H, Matsubara S. Prediction and prevention of hypertensive disorders of pregnancy. *Hypertension research : official journal of the Japanese Society of Hypertension* 2017 Jan;40(1):5-14.
- (26) Visintin C, Muggleston MA, Almerie MQ, Nherera LM, James D, Walkinshaw S. Management of hypertensive disorders during pregnancy: summary of NICE guidance. *BMJ* 2010;341(aug25 3):c2207.
- (27) Lowe SA, Bowyer L, Lust K, McMahon LP, Morton MR, North RA, et al. The SOMANZ Guidelines for the Management of Hypertensive Disorders of Pregnancy 2014. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology* 2015 Feb;55(1):11-16.
- (28) Tranquilli AL, Dekker G, Magee L, Roberts J, Sibai BM, Steyn W, et al. The classification, diagnosis and management of the hypertensive disorders of pregnancy: A revised statement from the ISSHP. *Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health* 2014;4(2):97-104.
- (29) Mol, Ben W J, Prof, Roberts CT, Prof, Thangaratnam S, Prof, Magee LA, Prof, de Groot, Christianne J M, Prof, Hofmeyr GJ, Prof. Pre-eclampsia. *Lancet*, The 2016 Mar 5;;387(10022):999-1011.
- (30) Gofton EN, Capewell V, Natale R, Gratton RJ. Obstetrical intervention rates and maternal and neonatal outcomes of women with gestational hypertension. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2001 Oct;185(4):798-803.
- (31) Magee LA, Pels A, Helewa M, Rey E, von Dadelszen P. Diagnosis, evaluation, and management of the hypertensive disorders of pregnancy. *Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health* 2014;4(2):105-145.
- (32) Robson S, Walker J, Murphy D, Nelson-Piercy C, Shennan A, Osgood V, et al. The pre-eclampsia community guideline (PRECOG): How to screen for and detect onset of pre-eclampsia in the community. *British Medical Journal* 2005 Mar 12;;330(7491):576.
- (33) von Dadelszen, Peter, MBChB, DPhil, FRANZCOG, FRCSC, FRCOG, Menzies JM, MSc, Payne B, BSc, Magee, Laura A., MD, MSc. Predicting Adverse Outcomes in Women with Severe Pre-eclampsia. *Seminars in Perinatology* 2009;33(3):152-157.
- (34) Williams PJ, PhD, Broughton Pipkin F, DPhil. The genetics of pre-eclampsia and other hypertensive disorders of pregnancy. *Best Practice & Research: Clinical Obstetrics & Gynaecology* 2011;25(4):405-417.
- (35) Thangaratnam S, Gallos ID, Meah N, Usman S, Ismail KMK, Khan KS. How accurate are maternal symptoms in predicting impending complications in women with preeclampsia? A systematic review and meta-analysis. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 2011 Jun;90(6):564-573.

- (36) Matsuda H, Sakaguchi K, Shibasaki T, Takahashi H, Kawakami Y, Furuya K, et al. Cerebral edema on MRI in severe preeclamptic women developing eclampsia. *Journal of perinatal medicine* 2005;33(3):199.
- (37) Do DV, Rismondo V, Nguyen QD. Reversible cortical blindness in preeclampsia. *American Journal of Ophthalmology* 2002;134(6):916-918.
- (38) Cruz, Meredith O., MD, MPH/MBA, Gao W, MS, Hibbard JU, MD. Obstetrical and perinatal outcomes among women with gestational hypertension, mild preeclampsia, and mild chronic hypertension. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2011;205(3):260.e1-260.e9.
- (39) ElFarra J, MD, Bean C, MD, Martin, James N., MD, FRCOG. Management of Hypertensive Crisis for the Obstetrician/Gynecologist. *Obstetrics and Gynecology Clinics* 2016;43(4):623-637.
- (40) Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones de la OMS para la prevención y el tratamiento de la preeclampsia y la eclampsia. 2014.
- (41) vega RF. mHealth: el uso de aplicaciones móviles en medicina. 2018; Available at: <https://anestesiario.org/2018/mhealth-el-uso-de-aplicaciones-moviles-en-medicina/>. Accessed Feb 21, 2020.
- (42) mHealth Economics 2017 Report: Status and trends in digital health | R2G. Available at: <https://research2guidance.com/product/mhealth-economics-2017-current-status-and-future-trends-in-mobile-health/>. Accessed Feb 21, 2020.
- (43) Definición y cómo funcionan las aplicaciones móviles. 2019; Available at: <https://servisofcorp.com/definicion-y-como-funcionan-las-aplicaciones-moviles/>. Accessed Feb 21, 2020.
- (44) Diccionario de cáncer. 2011; Available at: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario>. Accessed Mar 2, 2020.
- (45) Cumplimiento con el FDA en dispositivos médicos. Available at: <https://fdalaw.net/espanol/cumplimiento-con-el-fda-en-dispositivos-medicos/>. Accessed Mar 2, 2020.
- (46) Tsiakkas A, MD, Saiid Y, MD, Wright A, PhD, Wright D, PhD, Nicolaides KH, MD. Competing risks model in screening for preeclampsia by maternal factors and biomarkers at 30–34 weeks' gestation. *American journal of obstetrics and gynecology* 2016;215(1):87.e1-87.e17.
- (47) Wright A, Wright D, Ispas CA, Poon LC, Nicolaides KH. Mean arterial pressure in the three trimesters of pregnancy: effects of maternal characteristics and medical history. *Ultrasound in obstetrics & gynecology* 2015 Jun;45(6):698-706.

- (48) Rolnik DL, Wright D, Poon LCY, Syngelaki A, O'gorman N, De Paco Matallana C, et al. ASPRE trial: performance of screening for preterm pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017 -08-24;50(4):492.
- (49) Romero Infante XC, Uriel M, Porras Ramírez A, Rincón Franco S. Comparison of preeclampsia and fetal growth restriction screenings at first trimester in a high-risk population. *The journal of obstetrics and gynaecology research* 2021 Feb;47(2):765-773.
- (50) Buitrago-Gutiérrez G, Castro-Sanguino A, Cifuentes-Borrero R, Ospino-Guzman MP, Arevalo-Rodriguez I, Gomez-Sánchez PI. Guía de Práctica Clínica para el abordaje de las complicaciones hipertensivas asociadas al embarazo. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* 2013 Sep 1;64(3):289-326.
- (51) O'gorman N, Wright D, Poon LC, Rolnik DL, Syngelaki A, De Alvarado M, et al. Multicenter screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11-13 weeks' gestation: comparison with NICE guidelines and ACOG recommendations. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017;49(6).
- (52) App web - ¿Qué es una app web? 2012; Available at: <https://debitoor.es/glosario/app-web>. Accessed May 12, 2021.
- (53) Thunkable: herramienta de programación. 2016 -03-06T18:00:51Z.
- (54) Carr DB, Epplein M, Johnson CO, Easterling TR, Critchlow CW. A sister's risk: Family history as a predictor of preeclampsia. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2005;193(3):965-972.