



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Nutrición Clínica Integral

Ángulo de fase como predictor de preeclampsia en mujeres embarazadas sanas,
que acuden al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer Dr. Felipe Núñez
Lara.

Tesis

Que como parte para de los requisitos para obtener el Grado de

Maestro en Nutrición Clínica Integral.

Presenta

L.N. María Fernanda Sánchez Lozano

Dirigido por:

MNC. Lucía Vega Puga

MNC. Lucía Vega Puga

Presidente

MNH. Karina García García

Secretario

MNC. Óscar Martínez González

Vocal

MNH. Laura Regina Ojeda Navarro

Sinodal

Dra. Nara Elizabeth Lara Pompa

Sinodal

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario
México

Agradecimientos

Quiero agradecer infinitamente a toda mi familia en especial a mis padres y hermana por su apoyo incondicional durante este trayecto académico.

Agradezco a mi directora de tesis la MNC. Lucía Vega Puga por haberme dado esta gran oportunidad de trabajo, por su constante apoyo y haberme cobijado bajo su ala durante la realización de esta investigación.

A la MNH. Karina García García, quien es la jefa del departamento de nutrición donde se realizó este proyecto y también forma parte de mi sínodo por su gran labor y aportaciones a este trabajo.

Al MNC. Óscar Martínez González, coordinador de la Maestría en Nutrición Clínica Integral de la Universidad Autónoma de Querétaro y maestro durante mi educación universitaria por haber creído en mi durante todo el tiempo que tengo de conocerlo y ayudarme a superarme día con día.

A la MNH. Laura Regida Ojeda Navarro por sus grandes conocimientos y disponibilidad aportados a este trabajo.

A la Dra. Nara Lara Pompa le agradezco infinitamente el haber formado parte de mi sínodo y sus aportaciones a este trabajo.

Mi agradecimiento al CONACYT por la beca otorgada para realizar este grado académico, agradezco al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer Felipe Nuñez Lara y la Universidad Autónoma de Querétaro por permitirme realizar esta investigación que cambió mi vida personal y profesional.

Índice

| | |
|---|----|
| I. Introducción..... | 1 |
| II. Antecedentes..... | 3 |
| Fig. 1 Componentes corporales que se consideran en la aplicación de bioimpedancia eléctrica..... | 9 |
| Fig. 2. Diferentes situaciones que pueden dar cambios en los valores de bioimpedancia eléctrica..... | 12 |
| Fig 3. Recomendaciones de uso de la bioimpedancia eléctrica en diferentes situaciones y circunstancias..... | 13 |
| III. Hipótesis..... | 24 |
| IV. Objetivos..... | 25 |
| 4.1 Objetivo General..... | 25 |
| 4.2 Objetivos Específicos..... | 25 |
| V. Metodología..... | 26 |
| 5.1 Tipo de estudio..... | 26 |
| 5.2 Universo..... | 26 |
| 5.3 Tamaño de muestra..... | 26 |
| 5.4 Criterios de inclusión..... | 27 |
| 5.5 Criterios de exclusión..... | 27 |
| 5.6 Criterios de eliminación..... | 27 |
| 5.7 Procedimiento y mediciones..... | 27 |
| 5.8 Análisis estadístico..... | 29 |
| VI. Resultados..... | 29 |
| Tabla 1. Datos generales de la población..... | 31 |
| Tabla 2. Relación entre rango edad, presencia de preeclampsia e IMC durante embarazo..... | 33 |
| Tabla 3. Valores de resistencia promedio durante las semanas de gestación 20, 24, 28 y 32..... | 35 |
| Tabla 4. Valores de reactancia promedio de la semana de gestación 20, 24, 28 y 32..... | 36 |
| Tabla 5. Ángulo de fase en la semana gestación 20, 24, 28 y 32..... | 37 |
| VII. Discusión..... | 38 |
| VIII. Conclusiones..... | 40 |
| IX. Referencias Bibliográficas..... | 41 |
| X. Anexos..... | 46 |

Resumen

Introducción: La preeclampsia sobresale por su impacto en la salud materna y neonatal. Es una de las causas principales de morbilidad y mortalidad maternas y perinatales en todo el mundo. Por otra parte durante el embarazo la composición corporal se ve alterada gradualmente, pero en patologías como la preeclampsia, el agua total corporal aumentada considerablemente, por lo que la resistencia y reactancia obtenidas por la técnica de bioimpedancia se ven influenciadas, afectando directamente el ángulo de fase, el cual es una herramienta útil para evaluar la composición corporal, o para evaluar la progresión de una enfermedad y que puede ser usado a la par de otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos.

Objetivo: Identificar si existe relación entre el ángulo de fase menor a 6.5 y la aparición de preeclampsia en mujeres embarazadas sanas de 19 a 40 años de edad, sanas que acuden al Hospital de especialidades del Niño y la Mujer.

Metodología: Se reclutaron 30 mujeres embarazadas, de 19 a 40 años de edad de las cuales 10 fueron eliminadas por no haber concluido sus mediciones debido a la pandemia de COVID-19 que actualmente afecta a nuestro país, por no haber concluido sus mediciones.

Se evaluó la resistencia, reactancia y ángulo de fase durante la semana de gestación 20 hasta la 32 mediante el uso del equipo RJL Quantum II.

Resultados: Se encontró que el 25%, de los sujetos padecieron preeclampsia, las pacientes con preeclampsia de 19 a 29 años presentaron valores finales de resistencia, reactancia y ángulo de fase $550 \pm 142.7 \Omega$, $64.00 \pm 16.5 \Omega$ y 4.83 ± 0.32 , pacientes del mismo rango de edad que no presentaron preeclampsia, se encontró una resistencia, reactancia y ángulo de fase de $644.18 \pm 76.2 \Omega$, $67.18 \pm 10.45 \Omega$, 5.46 ± 0.60 . Las mujeres de 30 a 40 años con preeclampsia, obtuvieron valores finales de resistencia, reactancia y ángulo de fase de $446.50 \pm 47.37 \Omega$, 42.00 ± 2.82

Ω , y 6.0 ± 0.28 respectivamente, mujeres del mismo rango de edad sin preeclampsia presentaron resistencia, reactancia y ángulo de fase de $644.18 \pm 76.25 \Omega$, $42.00 \pm 2.82 \Omega$ y 5.97 ± 1.29 como valores finales.

Por otra parte se encontró Odds Ratio (OTR): 1.15 (0.946-1.40) las pacientes que presentan un ángulo de fase por debajo de 6.30, tienen 1.15 veces mayor probabilidad de desarrollar preeclampsia

Conclusiones: Se encontró que aunque las pacientes siempre presentaron un ángulo de fase menor a 6.5, el ángulo de fase de las pacientes del rango de edad 19-29 años que presentaron preeclampsia es más bajo que las pacientes que no presentaron la patología, por otra parte dentro del rango edad 30-40 años las pacientes con preeclampsia presentaron un ángulo de fase ligeramente mayor que las que no fueron diagnosticadas con la patología.

Palabras clave: *preeclampsia, embarazo, ángulo de fase.*

Abstract

Introduction: Preeclampsia stands out for its impact on maternal and neonatal health. It is one of the leading causes of maternal and perinatal morbidity and mortality worldwide. On the other hand, during pregnancy the body composition is gradually altered, but in pathologies such as preeclampsia, the total body water increases considerably, so the resistance and reactance obtained by the bioimpedance technique are influenced, directly affecting the angle of phase, which is a useful tool to assess body composition, or to assess the progression of a disease and that can be used in conjunction with other nutritional, biochemical or anthropometric indicators.

Objective: To identify if there is a relationship between the phase angle less than 6.5 and the appearance of pre-eclampsia in healthy pregnant women between 19 and 40 years of age, who attend the Hospital of specialties for Children and Women. **Methodology:** 30 pregnant women were recruited, 10 were eliminated for not having completed their measurements due to the COVID-19 pandemic that currently affects our country, for not having completed their measurements.

Resistance, reactance, and phase angle were evaluated in 20 pregnant women aged 19 to 40 years, during gestation weeks 20 to 32.

Results: It was found that 25% of the subjects suffered preeclampsia, Patients with preeclampsia from 19 to 29 years old presented final values of resistance, reactance and phase angle $550 \pm 142.7 \Omega$, $64.00 \pm 16.5 \Omega$ and 4.83 ± 0.32 , patients of the same age range who did not present pre-eclampsia, a resistance, reactance and phase angle of $644.18 \pm 76.2 \Omega$, $67.18 \pm 10.45 \Omega$, 5.46 ± 0.60 . Women from 30 to 40 years old with preeclampsia, obtained final values of resistance, reactance and phase angle of $446.50 \pm 47.37 \Omega$, $42.00 \pm 2.82 \Omega$, and 6.0 ± 0.28 respectively, women of the same age range without preeclampsia presented

resistance, reactance and phase angle of $644.18 \pm 76.25 \Omega$, $42.00 \pm 2.82 \Omega$ and 5.97 ± 1.29 as final values.

On the other hand, Odds Ratio (OTR) was found: 1.15 (0.946-1.40), patients who present a phase angle below 6.30 are 1.15 times more likely to develop preeclampsia.

Conclusions: It was found that although the patients always presented a phase angle lower than 6.5, the phase angle of the patients of the age range 19-29 years who presented pre-eclampsia is lower than the patients who did not present the pathology, on the other hand part within the age range 30-40 years, patients with preeclampsia presented a slightly higher phase angle than those who were not diagnosed with the pathology.

Key words: preeclampsia, pregnancy, phase angle.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I. Introducción.

Entre los trastornos hipertensivos la preeclampsia sobresale por su impacto en la salud materna y neonatal. Es una de las causas principales de morbilidad y mortalidad maternas y perinatales en todo el mundo (Steegers et al., 2010), complicando aproximadamente 5 a 10% de los embarazos (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2016).

A pesar de la investigación considerable, la etiología y la fisiopatología de la preeclampsia no han sido descritos en su totalidad. La hipertensión y la proteinuria implican al endotelio como el blanco de la enfermedad. La hipertensión de la preeclampsia se caracteriza por vasoconstricción periférica y disminución de la elasticidad arterial (Powe et al., 2011).

Se han descrito vías y mecanismos tanto como fisiológicos como patológicos complejos los cuales son asociados a factores genéticos e inmunológicos. Estos están enlazados de forma muy estrecha y parecen ser desencadenados por la presencia del tejido placentario. Los estudios de la placenta muestran consistentemente el desarrollo uterovascular aberrante del lecho placentario. Existe una falla de la invasión del trofoblasto al miometrio y las arterias espirales responden a sustancias vasoactivas (Jido et al., 2013).

Uno de los mecanismos principales en la patogenia de esta enfermedad es el de la insuficiencia placentaria debida a una remodelación deficiente de la vasculatura materna de perfusión en espacio intervilloso. Durante un embarazo normal, el citotrofoblasto fetal invade las arterias uterinas espirales maternas reemplazando el endotelio y las células se diferencian en citotrofoblastos endoteloides (Damsky et al, 1998).

Debido a este complicado proceso se debe la transformación de vasos sanguíneos de pequeño diámetro y alta resistencia vascular, en vasos de baja resistencia y alta

capacitancia, asegurando así una distribución adecuada de la sangre materna a la unidad útero- placentaria en desarrollo (Damsky et al., 1998).

La preeclampsia usualmente es más frecuente en primigrávidas. Es probable por medio de un mecanismo inmune, la futura madre desarrolle tolerancia a los antígenos paternos, presentes en el líquido seminal; una exposición limitada al esperma contribuiría como un factor de riesgo para que la paciente desarrollar preeclampsia (Redman et al., 2010). Lo cual explicaría por qué mujeres con exposición limitada al esperma (primer coito y embarazo, embarazo tras inseminación artificial, multíparas que cambian de pareja) presentan mayor riesgo de preeclampsia (Redman et al., 2010). Así mismo, los hombres que han engendrado un embarazo complicado con preeclampsia constituyen un factor de riesgo para que una nueva pareja desarrolle esta enfermedad en una nueva gestación (Dekker et al., 2011).

Como ya es bien sabido, una de las etapas en las que el cuerpo sufre constantes cambios y adaptaciones es durante el embarazo ya que la composición corporal de la mujer se ve alterada a lo largo de la gestación. Estos cambios se verán reflejados en el peso corporal de la gestante y corresponden al aumento de tejido adiposo, agua corporal total y el peso respectivo de la placenta, el feto y el líquido amniótico (Carlin et al., 2008).

A pesar de que durante el embarazo los cambios en la composición corporal ocurren tanto en la masa magra, en la masa grasa y en el contenido acuoso, el aumento más representativo se da en este último componente ya que corresponde a 64% de la ganancia de peso gestacional (Villagómez., 2014).

El análisis mediante impedancia eléctrica o bioimpedancia es uno de los métodos más utilizados hoy en día, por su precisión, facilidad de aplicación y uso en la composición corporal. Brinda una estimación no invasiva de la composición corporal humana, tanto para investigaciones clínicas como para la atención de pacientes (Rodríguez et al., 2016).

Esta técnica se basa en la medición de la impedancia, la cual está conformada por dos elementos: la resistencia y la reactancia. (Rodríguez-Atristain., et al, 2016). Al arco existente entre la resistencia y la reactancia en un circuito en serie o paralelo se llama ángulo de fase (AF). (Espinoza., et al, 2007).

El ángulo de fase es una herramienta útil para evaluar el resultado clínico de la composición corporal, o para evaluar la progresión de una enfermedad y este puede ser usado a la par de otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos (Llames., et al, 2013).

II. Antecedentes.

El Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG) define actualmente la preeclampsia como una enfermedad hipertensiva específica del embarazo con compromiso multisistémico. Se presenta generalmente después de las 20 semanas de gestación más cerca del término, y se puede superponer a otro trastorno hipertensivo (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2016). En los últimos veinte años no ha habido grandes avances en el conocimiento de los orígenes de la preeclampsia (Pacheco-Romero et al., 2017).

En el caso de las pacientes predestinadas a padecer preeclampsia, defectos en este proceso de transformación vascular los cuales no son aún del todo comprendidos, conducen a una entrega inadecuada de sangre a la unidad útero-placentaria en desarrollo e incrementa el grado de hipoxemia y estrés oxidativo en el retículo endoplásmico (Damsky et al., 1998).

Se postula que la preeclampsia, sobre todo la de inicio temprano en el embarazo, se desarrolla en 2 estadios. El primer estadio (antes de las 20 semanas de gestación) involucra una pobre invasión placentaria en el miometrio y la vasculatura uterina; en este estadio no hay manifestaciones clínicas (Fukui et al, 2012). El segundo estadio se manifiesta por las consecuencias de la pobre placentación,

provocado por la hipoxia placentaria y la hipoxia de reperfusión, lo cual daña el sincitiotrofoblasto y restricción del crecimiento fetal. La relación entre la hipoxia placentaria relativa y el síndrome clínico materno incluye una cascada de mecanismos secundarios incluyendo un desbalance entre factores pro-angiogénicos y antiangiogénicos, estrés oxidativo materno y disfunción endotelial e inmunológica (LaMarca et al., 2008).

Los factores de riesgo para desarrollar preeclampsia son múltiples y variados dentro de los cuales se encuentran, nuliparidad, extremos de la edad materna (menores de 20 años o mayores de 35 años), embarazo múltiple, antecedentes heredofamiliares de preeclampsia (madre o hermana), genética paterna, la presencia de enfermedades preexistentes tales como hipertensión, diabetes mellitus, síndrome de anticuerpos antifosfolípidos, enfermedades autoinmunes, insuficiencia renal, obesidad e infecciones urinarias (Dekker et al., 2011)

Por esta razón es de suma importancia evaluar de manera individual el aumento de cada uno de los componentes (masa magra, masa grasa y el total de agua corporal), para tener un mejor control en el incremento de peso corporal y evitar las enfermedades que se relacionan con niveles elevados o disminuidos de agua corporal total como la preeclampsia y eclampsia, y con las alteraciones que se dan por un exceso en el tejido adiposo como la diabetes gestacional, neonatos pretérmino, productos macrosómicos y un aumento en el número de cesáreas (Zonana et al., 2010).

El monitoreo y seguimiento de los cambios en la composición corporal durante el embarazo es una tarea importante en los servicios de salud. Una de las etapas en las que el cuerpo sufre constantes cambios y adaptaciones es durante el embarazo ya que la composición corporal de la mujer se ve alterada a lo largo de la gestación, estos cambios se verán reflejados en el peso corporal de la gestante y corresponden al aumento de tejido adiposo, agua corporal total y el peso respectivo de la placenta, el feto y el líquido amniótico (Carlin et al., 2008). El aumento más representativo se

da en en el agua corporal total ya que corresponde a aproximadamente el 64% de la ganancia de peso gestacional (Villagómez., 2014).

El estudio de la composición corporal es de gran importancia para poder entender el efecto que tienen la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad y otros factores del entorno sobre el organismo (Espinoza-Cuevas et al., 2007). El análisis de la composición corporal evalúa los diversos componentes y compartimentos del cuerpo, es por eso que se considera un pilar básico en la evaluación nutricional durante todas las etapas del ciclo de la vida (Aristizábal et al., 2014).

El análisis mediante impedancia eléctrica o bioimpedancia es uno de los métodos más utilizados hoy en día, por su precisión, facilidad de aplicación y uso en la composición corporal. Brinda una evaluación no invasiva de la composición corporal humana, tanto para investigaciones clínicas como para la atención de pacientes (Rodríguez et al., 2016).

La impedancia bioeléctrica, tuvo su inicio en el año de 1786, cuando un físico de nacionalidad italiana, Galvani, observó con experimentos en una rana, como la corriente eléctrica influenciaba en sus tejidos (Rodríguez, 2016). Posteriormente en el año de 1959, Nyober un investigador estadounidense, es el primero en establecer una relación entre la impedancia a través de los tejidos biológicos y la composición de estos. Cuanto más tejido magro haya, mayor será la capacidad de conducción por la presencia de agua y electrolitos, a diferencia de lo que ocurre con los tejidos adiposos y óseos (Rodríguez, 2016). En el año 1962, el fisiólogo francés Thomasset demostró que el agua corporal total se estimaba a partir de la oposición del cuerpo a la corriente eléctrica (Pietrobelli et al., 1998).

El uso específico de la bioimpedancia eléctrica para cuantificar aspectos de la composición corporal data de los años 80, en donde gran variedad de equipos de una sola frecuencia estuvieron comercialmente disponibles para analizar la composición corporal y se usaron para estimar el agua corporal total y el porcentaje

de grasa corporal (Pietrobelli, et al, 1998). Los equipos utilizados, son llamados ohmímetros, los cuales miden la resistencia y la reactancia, parámetros a partir de los que se calcula la impedancia, cuyo valor se introduce en fórmulas matemáticas, teniendo en cuenta la edad, sexo, peso y talla (Serrano et al., 2007).

La técnica de bioimpedancia eléctrica se basa en la medición de la impedancia, la cual está conformada por dos elementos: la resistencia y la reactancia (Rodríguez-Atristain et al., 2016). La resistencia (R) medida en ohmios, del agua que se tiene dentro del cuerpo y el cual presenta electrolitos, es inversamente proporcional al agua total del cuerpo humano. Si se tiene en cuenta que la materia grasa tiene una resistencia alta, se puede decir que la masa magra es buena conductora de la corriente eléctrica, puesto que este tipo de masa contiene una gran cantidad de agua, y por lo tanto de electrolitos (Rodríguez, 2016).

Todos los organismos vivos están compuestos por células, cuyo principal componente su membrana celular, se basa en una bicapa lipídica en la cual se encuentran distribuidas proteínas, las cuales permiten la formación de canales para el intercambio iónico con el exterior. Debido a la membrana celular y su composición esta actúa como una interfase dieléctrica aislante considerada como las dos placas de un condensador biológico (Grimnes et al., 2000).

Por otra parte, los fluidos corporales tanto intracelulares como extracelulares, son buenos conductores eléctricos. Al aplicar una corriente eléctrica alterna, a medida que se aumenta la frecuencia, la pared pierde su efecto de capacitancia, es decir, su resistencia generada por la membrana celular, dejando pasar la corriente. Los portadores de cargas son principalmente los iones y la fuente principal de dipolos son las moléculas polares del agua en los tejidos (Grimnes et al., 2000).

Como se mencionó anteriormente el cuerpo humano está conformado por tejidos y por fluidos extracelulares. Estos componentes tienen una distribución y composición que permite o dificulta el paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo. Si se visualiza al organismo formado solamente dos compartimentos: masa grasa y masa

libre de grasa; donde la masa grasa contiene sólo una pequeña proporción de agua y electrolitos que ofrecen resistencia al paso de la corriente (Macías, 2009). Las soluciones electrolíticas intra y extracelulares de todos los tejidos blandos, en particular los no grasos, son óptimos conductores mientras que tejidos como los huesos, no son atravesados tan fácilmente por la corriente eléctrica y se comportan como un aislante. En el tejido adiposo, la corriente puede atravesar las soluciones electrolíticas del intersticio y los adipositos (excluyendo las gotas lipídicas e hidrofóbicas). Por lo tanto la bioimpedancia sólo puede analizar el compartimento de los tejidos blandos atribuibles a la masa grasa sin hueso y a la masa grasa (Piccoli et al., 2002).

En personas de peso normal (saludables), la resistencia sería un buen parámetro para estimar el agua corporal, la cual se localiza en 95% de las extremidades. En este cálculo hay causas externas e internas al cuerpo humano, que pueden modificar el resultado y dar variaciones sobre proporcionadas. Por ejemplo, enfermedades de la persona, la temperatura ambiental, la presión del aire, haber realizado alguna actividad física o ejercicio previo. Todas estas causas internas o externas afectan en una medida o en otra en el contenido de agua de las extremidades (Rodríguez, 2016).

De igual forma ocurrirá lo mismo ante un bajo contenido de agua en el cuerpo en las extremidades, causada por enfriamiento o presiones altas, donde la medida de la resistencia estará por encima del rango normal, debido en este caso, el agua y por consiguiente la masa magra tendrán valores demasiado bajos y la grasa corporal por lo contrario tendrá valores demasiado altos (Rodríguez, 2016).

También hay que decir que la resistencia resulta inversamente proporcional al área de sección (generalmente las medidas que representan los perímetros de los segmentos del tronco y las extremidades). Por ello un cuerpo con un área de sección pequeña tendrá una resistencia menor (Álvaro et al., 2011).

En cuanto a la Reactancia (X_c) es la fuerza que se opone al paso de una corriente a causa de un conducto, dado también en este caso por la polaridad de las

membranas celulares (Espinoza et al., 2009). Es decir, la reactancia en el cuerpo debido a la capacidad condensadora que poseen las células del cuerpo humano. Todas las membranas celulares poseen capas lípoproteicas, actúan como condensadores pequeños haciendo que la reactancia sea una evaluación de la masa celular corporal (Rodríguez, 2016). La reactancia está causada por la resistencia ofrecida por las membranas celulares, los tejidos de sostén y los tejidos no iónicos que retardan el paso de la corriente.

La resistencia (R) constituye el 95% de la impedancia, mientras que el 5% restante de este valor es la reactancia (X_c) (Macías, 2009).

Hay establecer que la resistencia de un material homogéneo es directamente proporcional a su área e inversamente proporcional a su longitud. Entonces el volumen, está definido por $(V) = \rho L^2 / R$, en donde ρ representa una constante de la capacidad de cualquier componente por ejemplo grasa, para impedir el paso de una corriente eléctrica en condiciones ambientales constantes. La relación entre la resistencia y la longitud se encuentra en la mayoría de las ecuaciones de predicción de la composición corporal con la bioimpedancia eléctrica expresada como estatura² /R (Macías, 2009).

Tomando en cuenta lo anterior, si consideráramos al cuerpo humano formado por cilindros (Figura 1); las piernas contribuirían con la mayor resistencia, seguidas por los brazos y finalmente por el tronco. Las extremidades (brazos y piernas) son las partes de un cuerpo que tienen mayor resistencia, se recomienda usar equipos de bioimpedancia eléctrica en los que los electrodos sólo se coloquen simultáneamente en brazos y piernas (Macías, 2009).

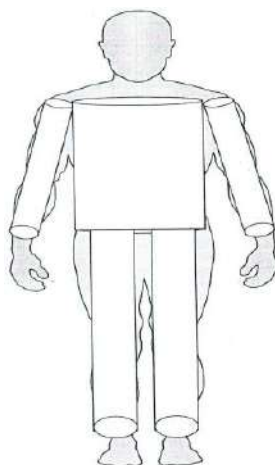


Fig. 1 Componentes corporales que se consideran en la aplicación de bioimpedancia eléctrica (Macías, 2009).

Al arco existente entre la resistencia y la reactancia en un circuito en serie o paralelo se llama ángulo de fase (AF). (Espinoza-Cuevas, 2007). Es una medida obtenida de la relación entre las medidas directas de resistencia y reactancia. $AF = \arctan(\text{reactancia/resistencia}) \times 180^\circ / \pi$ (Lima et al., 2015).

El AF por una parte es dependiente de la reactancia de los tejidos asociado con la celularidad, tamaño de la célula, e integridad de la membrana celular, y por otro lado del comportamiento de la resistencia, que depende principalmente de los tejidos. (Bosy-Westphal et al., 2006).

Por consiguiente el ángulo de fase, por definición, se asocia positivamente con la reactancia (masa celular, integridad, función y composición de las membranas celulares) y negativamente con la resistencia el grado de hidratación de los tejidos (Molina M et al., 2017)

Es debido a esto que el ángulo de fase es uno de los mejores indicadores de la función de la membrana celular ya que relaciona la razón entre el agua intracelular y el agua extracelular (Scwenk A, 2000).

Aunque el significado biológico del ángulo de fase no sea completamente aún comprendido del todo, se ha sugerido que este parámetro puede ser una herramienta sensible para evaluar el estado nutricional y la efectividad de las

intervenciones dietoterapéuticas por el hecho de poder prever la masa celular corporal. (Barbosa S, et al., 2005)

Es decir, cuando las células se encuentren bien nutridas, se observará un gran ángulo de fase, lo contrario pasará con células mal nutridas, con bajos potenciales de membrana (Rodríguez, 2016).

Por otro lado bajos valores del ángulo de fase pueden ser significativamente asociados a riesgo nutricional, pudiendo indicar peor pronóstico en diversas situaciones clínicas, en que la integridad de la membrana celular se vea comprometida así como también la alteración en el equilibrio de fluidos (Kyle UG et al., 2012).

En 1994 el National Institute of Health Technology de Estados Unidos realizó una reunión clave para valorar la realidad de la bioimpedancia eléctrica en torno a aspectos importantes, como la seguridad, la estandarización, la medida de parámetros bioeléctricos, la validez, su uso clínico y sus limitaciones (Álvaro-Cruz. et al., 2011). Estos hacen referencia a aspectos como:

- Seguridad: No se conocen actualmente efectos adversos, aunque se debe tener en cuenta que podrían afectar a la actividad eléctrica de marcapasos y desfibriladores.

- Estandarización: Si la realización de una bioimpedancia eléctrica se realiza fuera de las normas de estandarización aceptadas, puede haber estimaciones erróneas. (Figura 2).

- Propiedades bioeléctricas: No se conoce de forma exacta por dónde discurre la corriente eléctrica, si es a través del agua extracelular o intracelular. Ésta varía según la composición de cada individuo, su tamaño, la composición de sus electrolitos y estas circunstancias conforman, en realidad, la esencia bioimpedancia eléctrica.

- Validez: La capacidad para predecir la masa grasa en grandes obesos es importante debido a la gran proporción de masa corporal y de agua corporal que residen en el tronco, además de que la hidratación de la masa libre de grasa es mayor en el sujeto obeso y la relación agua extracelular/agua intracelular está aumentada.

- Uso clínico: Se relaciona a alteraciones de la distribución acuosa, como ocurre en las enfermedades graves; en este caso las asunciones de la bioimpedancia eléctrica son inválidas, así como en otras situaciones, como hemodiálisis, la prescripción y el seguimiento de la diálisis basado en el modelo cinético de la urea.

Dirección General de Bibliotecas UJAQ

| Circunstancia | Variaciones de la resistencia | Efectos | Referencia |
|--|--|---|--|
| Cambio de bioimpedanciómetro | 21 Ω Variaciones en la MLG y la MG No siempre es conocida la ecuación de estimación de la MG Calibrar antes de cada medición | Variaciones en R y XC Lukaski et al ⁵⁸ Deurenberg et al ⁵⁹ | Kushner et al ⁵³ Kyle et al ²⁰ Gudivaka et al ⁵⁷ |
| Abducción de las extremidades de 30-90° | \downarrow 12 Ω | Reducción de la grasa en torno al 1,5% | Kushner et al ⁵³ |
| Cambio de electrodos de lado derecho a izquierdo | 7-18 Ω | Variaciones en R y XC Variaciones en la MLG y la MG | |
| Ingesta de fluidos (≈ 700 ml) | 8 ± 9 Ω | Errores de hasta el 3% | Kushner et al ⁵³ Heitmann ⁶⁰ |
| Ingesta de sólidos (desayuno, comida) | -4 ± 14 Ω | Errores de hasta el 3% | Kushner et al ⁵³ Heitmann ⁶⁰ |
| Ingesta de fluidos durante la primera hora | No Δ | Parece que hay un efecto "silente". No hay efectos al parecer por la gran área de sección del tronco | Jebb et al ⁶¹ Evans et al ⁶² |
| Ingesta alimentaria después de 2-4 h | \uparrow Z \downarrow 13-17 Ω \downarrow Z total | Reducción de la grasa en torno a valores del 2% Cambios de 8-10% de la grasa corporal Efectos acumulativos a lo largo del día | Kushner et al ⁵³ Heitmann ⁶⁰ Gudivaka et al ⁵⁷ Fogelholm et al ⁶³ |
| Ejercicio moderado | \downarrow Z total \downarrow R 3% \downarrow Xc 8% | No se normaliza hasta en una hora | Deurenberg et al ⁶⁴ Gudivaka et al ⁵⁷ Jebb et al ⁶¹ Roos et al ⁶⁵ |
| Inmediatamente postejercicio | No Δ \downarrow R y Z \downarrow 17 Ω | Reducción de la grasa en torno al 2% No se normaliza hasta 60 min | Kushner et al ⁵³ Heitmann ⁶⁰ Garby et al ⁶⁶ |
| Tras 60 min en decúbito supino | \uparrow 17 Ω | \uparrow R Aumento de la grasa en torno a 2% | Roos et al ⁶⁵ |
| Incorrecta utilización de ecuaciones | | Errores en predicción de componentes como el ACT, AEC, AIC, MG y MLG | Kyle et al ²⁰ |
| Flujo sanguíneo y temperatura de la piel | Sin alteraciones | No afecta a la medición | Liang y Norris ⁶⁷ |
| Hidratación | \uparrow R | Disminución de la estimación de MLG y aumento de la MG | |
| Deshidratación | \downarrow R | Aumento de la estimación de MLG y disminución de la MG | Roos et al ⁶⁵ |
| Disminución de la temperatura ambiente de 35 a 14 °C | \downarrow Xc \uparrow R | Disminución de la estimación de MLG y aumento de la MG | Liang y Norris ⁶⁷ Garby et al ⁶⁶ |
| Aumento de la temperatura de 15 a 35 °C | \downarrow R | Aumento de la estimación de la MLG y disminución de la MG | Buono et al ⁶⁸ |
| Cambios de 5 °C de temperatura ambiental | No Δ | | Buono et al ⁶⁸ |
| Utilización de ACO | | No hay diferencias entre diferentes composiciones de ACO | Machado et al ⁶⁹ |

Ω : ohmios; ACO: anticonceptivos orales; ACT: agua corporal total; AEC: agua extracelular; BIA: bioimpedancia eléctrica; MG: masa grasa; MLG: masa libre de grasa.

Fig. 2. Diferentes situaciones que pueden dar cambios en los valores de bioimpedancia eléctrica. (Alvero-Cruz, Gómez et al, 2011).

Otras recomendaciones tienen relación con los cuidados respecto a la ingesta de alimentos, la posición del cuerpo o el ejercicio físico (Figura 3). (Alvero-Cruz, et al., 2011).

| Individuos | Comentarios | Recomendaciones |
|---|---|---|
| Comida, bebidas, alcohol | En ayunas o tras 4 h de ayuno Interferencias | No tomar alcohol en las 8 h anteriores a la BIA |
| Ejercicio físico | No en 8 h anteriores | Para seguimiento durante periodos de entrenamiento, realizar siempre a la misma hora |
| Momento del día | Anotar hora de la BIA | Por la mañana en ayunas. Tras 4 h de ayuno |
| Temperatura ambiente | | Anotar temperatura ambiente |
| Piel | Sin lesiones | Pegar bien los electrodos en toda su superficie. No pegar en zonas lesionadas. Limpieza previa con alcohol de 70° |
| Posición de las extremidades | En abducción | Brazos a 30°; Piernas a 45° |
| Posición | Supino. Excepción para las BIA pie-pie, mano-mano | Entre 8 y 10 min de posición en decúbito supino. Protocolizar siempre el mismo tiempo para estudios de investigación. Seguir instrucciones del fabricante. En pacientes encamados (decúbito supino) anotar esta circunstancia |
| Alteraciones de la forma corporal | Anotar anomalías corporales | Amputaciones, atrofas, escoliosis, distrofias, obesidad |
| Grupo étnico | Anotar | Grandes diferencias según la raza y la ecuación utilizada debe ajustarse a esa circunstancia |
| Control de ejercicio físico/entrenamiento | Anotar hora del día. Tener en cuenta circunstancias de control de entrenamiento en deportistas | Respetar en lo posible normas de ayuno y ejercicio. Realizar BIA tras días de compensación de sesiones de entrenamiento |

BIA: bioimpedancia eléctrica.

Fig 3. Recomendaciones de uso de la bioimpedancia eléctrica en diferentes situaciones y circunstancias.

De acuerdo con Macías (2009), la técnica para realizar y medir la bioimpedancia eléctrica validada con Deuterio y conteo de Potasio 40, establece que los electrodos deben colocarse en el dorso de mano y pie derecho en la base de los metatarsos y metacarpos, respectivamente; en las prominencias del radio y el cubito (muñeca) y en la línea media de los maléolos del tobillo, las piernas deben de estar separadas por al menos 20 cm y los brazos no deben tocar el cuerpo.

La evaluación debe hacerse en ayuno de 12 horas, sin haber realizado ejercicio extenuante el día anterior, ni haber consumido bebidas alcohólicas para asegurar que haya un grado normal de hidratación y electrolitos. Tampoco debe haber metal en el cuerpo del sujeto o en el lugar donde se recueste.

La superficie de la piel debe limpiarse para garantizar que los electrodos tengan contacto adecuado con ella. No se deben colocar electrodos en pieles heridas o extremadamente secas. Finalmente, el sujeto no debe permanecer acostado un tiempo mayor a 10 minutos durante la medición debido a que existe un reacomodo de los tejidos por gravitación que puede influenciar la exactitud de la medición

Las recomendaciones generales para el uso correcto de los análisis de la bioimpedancia eléctrica son las siguientes (Alvero-Cruz, et al., 2011).

Una metodología estricta y estandarizada mejora, las medidas obtenidas y la estimación de la composición corporal, respetando las siguientes situaciones:

- No haber realizado ejercicio físico intenso 24 horas antes
- Orinar antes de las mediciones
- Medir el peso y la talla en cada evaluación
- Instauración previa de un tiempo de 8–10 minutos en posición de decúbito supino
- Correcta posición de los electrodos
- Los brazos y las piernas deben estar separados del tronco
- Retirar elementos metálicos
- Consignar situaciones como obesidad abdominal marcada, masa muscular, pérdidas de peso, ciclo menstrual y menopausia.

Dentro del ámbito hospitalario la bioimpedancia eléctrica se utiliza para estimar la composición corporal en dos o tres compartimentos, monitorear el desgaste o deterioro celular, evaluar el nivel y la distribución del agua corporal y observar las fluctuaciones de los fluidos corporales (Berral F, et al., 2007)

Las alteraciones del estado nutricional o cierto tipo de enfermedades, provocan cambios en la estructura del organismo, dentro de los cuales podemos encontrar la disminución de la masa celular, pérdida de proteínas o alteraciones en la relación de los líquidos del espacio intracelular y extracelular. En los últimos años, varios autores han publicado valores de referencia del ángulo de fase en función de edad, sexo en distintas poblaciones e incluso para ciertas patologías, se ha establecido de manera general como promedio un ángulo de fase de 6.56 como normal para la población femenina. Sin embargo no se cuenta con una media para la población femenina que cursa con un embarazo y menos aún para una patología como la preeclampsia (Jacobs, 1997).

El ángulo de fase tiene unos valores habitualmente más bajos en sujetos con enfermedad, debido a la influencia de factores como infección, inflamación o

parámetros específicos de cada enfermedad, que pueden empeorar el ángulo de fase (Stobäus N, et al., 2012).

Múltiples estudios han corroborado la asociación entre el estado nutricional y el ángulo de fase. Un estudio en pacientes con enfermedad gastrointestinal benigna mostró una caída gradual del ángulo de fase paralela al empeoramiento del estado nutricional determinado por VGS (Norman K, et al., 2008).

En pacientes ancianos, el riesgo de desnutrición valorado por el Mini Nutritional Assesment (MNA) se reflejó en valores más bajos de ángulo de fase (Buffa R, et al., 2009).

En pacientes quirúrgicos, en el preoperatorio el ángulo de fase se correlacionó también con el estado nutricional medido por VGS (Barbosa-Silva, et al., 2005) y en pacientes en hemodiálisis, el ángulo de fase mostró una correlación negativa con la VGS modificada para enfermedad renal (Oliveira CM, et al., 2010)

Un estudio reciente demostró una asociación significativa entre valores bajos de ángulo de fase, y el riesgo nutricional, estancia hospitalaria y no supervivencia, al ingreso en el hospital (Kyle UG et al., 2013). Los mismos autores demostraron una correlación en pacientes hospitalizados entre valores bajos de ángulo de fase, y riesgo nutricional moderado o severo determinado por el Nutritional Risk Screening (NRS-2002) y la VGS, así como con valores bajos de albúmina (Kyle UG, et al., 2012).

La mejoría del estado nutricional se acompaña también de un aumento del ángulo de fase. Estudios en pacientes con Anorexia Nerviosa mostraron un aumento de 0,6 después de 15 semanas de tratamiento nutricional (Mika C, et al., 2004).

En pacientes malnutridos con enfermedad gastrointestinal, el ángulo de fase mejoró $0,34 \pm 0,91$ después de tres meses de intervención con suplementos nutricionales orales (Norman K, et al., 2008). También se ha demostrado un aumento del ángulo

de fase con la mejoría del estado nutricional en niños malnutridos (Nagano M, et al., 2000).

Durante el embarazo la composición corporal sufre cambios de adaptación y el aumento del peso es el más evidente, esta composición corporal resultante del aumento de peso no ha sido del todo aclarada. El embarazo produce un incremento del AT a expensas del AE, especialmente en los dos últimos trimestres. El AI aumenta alcanzando el máximo porcentaje al final del tercer trimestre. Tales alteraciones pueden ser explicadas por la retención de agua en algunos tejidos como mama y pelvis, con el objetivo de facilitar el trabajo del parto y el puerperio (Cigarrán S, 2011).

En lo que respecta al IMC, el ángulo de fase aumenta a medida que aumenta el IMC, debido a un aumento de la masa celular y muscular, pero esta asociación solo se observa con valores del IMC <34 kg/m². En obesidades severas con IMC > 40 kg/m² se observa una relación inversa. Se ha atribuido a una mayor hidratación tisular debido al exceso de líquidos, o al aumento de la proporción agua extracelular/agua intracelular en el tejido adiposo (Waki M, et al., 1991).

Lo anterior se puede explicar de la siguiente manera teniendo en cuenta que el IMC de las mujeres aumentará al avanzar el embarazo, y si este no se ha iniciado con un diagnóstico nutricional de normpeso, sino de sobrepeso y obesidad, lo que derivará en el aumento del agua extracelular podría aumentar los cambios en el desplazamiento de la corriente eléctrica, lo que supondría una disminución de la resistencia y la reactancia para una frecuencia dada (Miguelsanz MJ, et al., 2010)

El aumento de la grasa subcutánea y abdominal, así como de la grasa intersticial en el músculo, podrían reducir la pared celular y la permeabilidad tisular, produciendo un aumento de la resistencia y la reactancia. Los cambios en la resistencia y la reactancia, y el consecuente ángulo de fase, son el resultado de la combinación de estos factores. La asociación inversa que encontramos entre el ángulo de fase y la masa grasa reflejaría por tanto los cambios en la distribución del agua corporal asociados con el aumento de adiposidad (Miguelsanz MJ, et al., 2010)

En 2007 Espinoza y colaboradores realizaron los elipses de bioimpedancia para población mexicana, para las cuales hicieron mediciones transversales en una población de sujetos sanos, entre las edades de 18 a 82 años con un IMC de 18 a 31 kg/m². Todos los sujetos fueron sometidos a mediciones de peso, estatura y bioimpedancia eléctrica. La estatura se midió con un estadímetro marca Holtain, el peso con una báscula marca Tanita modelo BWB-800 y la IBE con un impedanciómetro multifrecuencia (5-200 KHz) Bodystat Quadscan 4000 [BODYSTAT (USA) INC.].

Para esta investigación se usaron las variables de R, Xc y estatura de cada uno de los individuos medidos para graficarlas sobre las elipses de referencia de la población italiana diferenciados por sexo. Debido a que las poblaciones eran diferentes, como se mostrará adelante, se hizo necesaria la creación de elipses de tolerancia específicas para población mexicana (Espinoza et al, 2007).

Se utilizó la resistencia y reactancia estandarizadas por la estatura (R/E, Xc/E) (media, desviación estándar y coeficiente de correlación r entre R/E y Xc/E) para calcular las elipses de confianza al 95% y de tolerancia de los percentiles al 50, 75 y 95% diferenciadas por sexo, utilizando el programa BIVA Software 2002. Los grados de inclinación y la longitud tanto de los ejes mayores y menores de las elipses fueron calculados con el programa BIVA-PLOT 1998.

Encontrando para las mujeres de entre 19 y 29 años una media en la resistencia de $662.1 \pm 65.6 \Omega$, una reactancia de $78.8 \pm 12.4 \Omega$ y un ángulo de fase de 6.8 ± 1.0 en cuanto al rango de edad de 30 a 39 años se encontró un promedio de $639. \pm 56.9 \Omega$ una reactancia de $72.8 \pm 7.7 \Omega$ y un ángulo de fase de 6.5 ± 0.8 .

Este último valor de 6.5 se toma como referencia para el desarrollo de esta investigación debido a que es el que presenta como promedio la población mexicana femenina sana.

Por otra parte la investigación realizada por Rodríguez-Atristain y colaboradores en 2016, tuvo como objetivo el describir y comparar los cambios en la composición corporal, mediante el uso de vectores de impedancia, en las mujeres embarazadas durante los diferentes trimestres de la gestación.

La muestra se tomó de las participantes del proyecto: Cohorte de Obesidad Infantil Proyecto de Infancia Saludable (COIPIS), se evaluó la composición corporal de 65 mujeres, 6.15% (4) se encontraban durante el primer trimestre de gestación, 32.31% (21) en el segundo y 61.54% (40) del tercer trimestre (Rodríguez-Atristain et al., 2016).

Para realizar el análisis se obtuvieron coeficientes de correlación de las variables de impedancia, se estandarizaron los valores de resistencia y de reactancia por la altura y para obtener el ángulo de fase; se graficó a las embarazadas en las elipses de referencia elaboradas por Espinoza Cuevas, Rivas, González, Atilano, Miranda, Correa en 2007 (Rodríguez-Atristain et al., 2016).

En el primer trimestre se pudo observar una elipse de gran tamaño, por lo que no se logran ver de manera precisa los cambios en la composición corporal; debido a que el tamaño de muestra para este grupo fue reducido, durante este trimestre se obtuvieron valores promedio de resistencia estandarizada por altura de $385.0 \pm 62 \Omega$ y una reactancia estandarizada por la altura de $39.3 \pm 3.7 \Omega$. En las elipses de segundo trimestre los valores promedio de resistencia y reactancia estandarizados por la altura de $373.6 \pm 59.3 \Omega$ y $39.2 \pm 6.7 \Omega$ respectivamente. Por último durante el tercer trimestre se logró ver los cambios al compararlas con las elipses de referencia con valores promedio de $341.9 \pm 49.6 \Omega$ para la resistencia estandarizada por la altura y $34.4 \pm 6.6 \Omega$ para la reactancia estandarizada por la altura. Finalmente se pudo observar como el vector de impedancia a lo largo del eje mayor presentó un acortamiento a medida que aumentaba el trimestre de gestación, de igual modo se observó un desplazamiento del vector del eje menor hacia la izquierda. Se

encontraron diferencias significativas entre los valores de R/H y Xc/H de los grupos de 2° y 3° trimestres de gestación (Rodríguez-Atristain et al., 2016).

En la elipse para segundo trimestre se muestra una disminución en el vector de impedancia del eje mayor, lo que habla de un incremento en el agua corporal total; así mismo se observa un desplazamiento sobre el eje menor, lo que refiere un aumento en el tejido adiposo de las participantes.

Al tercer trimestre se muestra un acortamiento en el vector de impedancia a lo largo del eje mayor, y un desplazamiento de la elipse al lado izquierdo, con lo que se infieren variaciones en el estado de hidratación y en la cantidad de los tejidos del sujeto en estudio; por lo que se comprobó que en este grupo hay un mayor aumento del agua corporal total y en el porcentaje de grasa corporal (Rodríguez-Atristain et al, 2016).

Los resultados concluyeron que la resistencia y la reactancia, valores absolutos y estandarizados para la altura, disminuyeron significativamente en el tercer trimestre en comparación con otros tiempos, siendo estos valores obtenidos para resistencia de $577 \pm 17 \Omega$, reactancia de $66 \pm 2 \Omega$ y un ángulo de fase de $6.6 \pm 0.2 \Omega$ durante el segundo trimestre, para el tercer trimestre se obtuvieron valores promedio de resistencia de $530 \pm 17 \Omega$ y reactancia $60 \pm 2 \Omega$ con un ángulo de fase de $6.5 \pm 0.2 \Omega$ estos valores volvieron a los valores previos al embarazo después del parto. El ángulo de fase no cambió significativamente durante el embarazo y el posparto y se mantuvo en valores de $6.6 \pm 0.2 \Omega$

En 2003 Larciprete y colaboradores realizaron un estudio en Roma, Italia, donde reunieron a un total de 170 mujeres embarazadas sanas de 22 a 44 años con el objetivo de evaluar los cambios en la composición corporal materna (peso materno, agua corporal total, agua intracelular y agua extracelular) durante un embarazo saludable mediante un análisis de bioimpedancia. Las medidas de bioimpedancia se realizaron con una báscula Tefal Rowenta, la cual determinó los valores de

resistencia y reactancia, para la estimación del agua corporal total, el agua intracelular y extracelular se usó la fórmula de predicción de Segal.

Las evaluaciones se realizaron en ocho fases, aproximadamente cada 4 semanas, comenzando en la semana de gestación 10 (rango 8-12 semanas), 14 semanas (12-16 semanas), 18 semanas (rango 16-20 semanas), 22 semanas (20-24 semanas), 26 semanas (24-28 semanas), 30 semanas (28-32 semanas), 34 semanas (32-36 semanas) y 37 semanas (36-38 semanas). Cada medición incluyó la toma de medidas antropométricas, hematocrito y bioimpedancia (Larciprete et al., 2003)

Los resultados de esta investigación en cuanto a resistencia y reactancia arrojaron que a las 10 semanas de gestación (8-12) la reactancia tiene un promedio de $48.95 \Omega \pm 1.87$ y una resistencia de $560.63 \Omega \pm 13.43$, para la semana de gestación 14 (12-16) se determinó un promedio para la reactancia $48.09 \Omega \pm 1.33$ y para la resistencia $584.05 \Omega \pm 11.20$, en la semana gestación 18 (16-20) se obtuvo un promedio de $47.76 \Omega \pm 1.15$, para la reactancia y $566.23 \Omega \pm 11.02$ para la resistencia, durante la semana 22 (20-24) el promedio fue de $51.22 \Omega \pm 1.11$ para la reactancia y $542.79 \Omega \pm 9.81$ para la resistencia, en la semana de gestación 26 (24-28) la reactancia tuvo un valor de $52.62 \Omega \pm 1.29$ y una resistencia de $531.64 \Omega \pm 12.01$, a las 30 semanas de gestación (28-32) la reactancia tuvo un valor de $52.06 \Omega \pm 1.33$ y la resistencia $531.52 \Omega \pm 12.43$, en la semana 34 de gestación (32-36) el promedio de reactancia fue $56.00 \Omega \pm 2.64$ y para la resistencia $505.39 \Omega \pm 18.88$, finalmente la semana 37 de gestación (36-38) la reactancia obtuvo un valor promedio de $55.71 \Omega \pm 2.83$ y para la resistencia de $490.00 \Omega \pm 25.78$ (Larciprete et al., 2003).

Dado los resultados mostrados anteriormente se observa que la reactancia mejora levemente durante el curso de la gestación, por otra parte la deposición de masa grasa y no sólo la retención de líquidos parece ser la responsable del aumento del peso gestacional de la madre, ya que la reactancia es un parámetro indirecto en la estimación de la cantidad de masa grasa (Larciprete et al., 2013).

En 2007, Lukaski y colaboradores realizaron un estudio el cual examinó la validez de los vectores de impedancia bioeléctrica para evaluar el agua corporal total en mujeres longitudinalmente antes, durante y después del embarazo y para discriminar el exceso acumulación de líquido con el gráfico R-Xc. Probó las hipótesis de que los cambios en la longitud del vector de impedancia están significativamente relacionados con los cambios medidos en agua corporal total y que los vectores individuales caracterizados como fuera del estado de hidratación normal están asociados con una mayor acumulación de agua corporal total.

En este estudio participaron 15 mujeres, 11 primigrávidas y 4 multigrávidas, de 21 a 37 años de edad con un IMC previo al embarazo de 18 a 30 kg / m² y una talla de 159.1 a 181.0 cm. Las mujeres fueron reclutadas con anuncios impresos mientras planeaban quedar embarazadas. Todas las mujeres tuvieron embarazos normales a término y dieron a luz a bebés sanos, de peso normal para la edad gestacional.

Para realizar el estudio del agua corporal total, las mujeres llegaron al laboratorio en la mañana después de un ayuno nocturno de 8 horas. La talla y el peso corporal se midieron con ropa mínima y sin zapatos con un estadiómetro montado en la pared (Harpenden, Pembrokeshire, Reino Unido) y una báscula calibrada (modelo 2831; Toledo Scale, Worthington, OH, EE. UU.), respectivamente.

Se obtuvieron muestras de sangre venosa antes y 4 h después de la ingestión de la mezcla de deuterio. Toda la orina excretada durante el período de equilibrio de 4 h se recogió y analizó para determinar la concentración de deuterio. Después de la sublimación al vacío, las muestras de agua de plasma y orina se analizaron por triplicado para detectar concentraciones de deuterio mediante espectroscopía infrarroja de filtro fijo.

La precisión analítica y la exactitud fueron del 2,5%. El hematocrito se determinó usando una alícuota de la sangre venosa en ayunas obtenida antes de la ingestión

de deuterio. El hematocrito se midió utilizando un método e instrumentación estándar (modelo Coulter S-Plus; Coulter Electronics, Hialeah, FL, EE. UU.).

Para las medidas de bioimpedancia se utilizó el RJL 101, las mujeres usaron ropa común, sin zapatos ni calcetines, y tampoco accesorios de metal, se les pidió ponerse en decúbito supino sobre una mesa hecha de materiales no conductores 20 minutos antes de tomar la medición.

Los resultados concluyeron que la resistencia y la reactancia, valores absolutos y estandarizados para la altura, disminuyeron significativamente en el tercer trimestre en comparación con otros tiempos siendo estos valores obtenidos para resistencia de $577 \pm 17 \Omega$, reactancia de $66 \pm 2 \Omega$ y un ángulo de fase de $6.6 \pm 0.2 \Omega$ durante el segundo trimestre, para el tercer trimestre se obtuvieron valores promedio de resistencia de $530 \pm 17 \Omega$ y reactancia $60 \pm 2 \Omega$ con un ángulo de fase de $6.5 \pm 0.2 \Omega$ estos valores volvieron a los valores previos al embarazo después del parto. El ángulo de fase no cambió significativamente durante el embarazo y el posparto y se mantuvo en valores de $6.6 \pm 0.2 \Omega$

Del mismo modo, el agua corporal total aumentó en un 22% siendo significativo el incremento ($p < 0.05$) después del primer trimestre y disminuyó significativamente después del parto en comparación con el tercer trimestre; el agua corporal total posparto no fue diferente de los valores del primer y segundo trimestre o antes del embarazo.

Por otra lado en 2010 Gomes Da Silva y colaboradores realizaron un estudio observacional en el Servicio de Obstetricia de la Escuela de Medicina Botucatu de la Universidad de Sao Paulo, cuyo objetivo fue la aplicación de bioimpedancia a gestantes con preeclampsia donde midieron los parámetros de resistencia y reactancia directa, con el fin de medir la estimación del agua corporal total y posteriormente fueron comparados con los valores de mujeres embarazadas sanas.

Se reunió una muestra de 116 mujeres embarazadas, de las cuales 51 se encontraban sanas y 65 con preeclampsia, las cuales fueron evaluadas mediante bioimpedancia en el tercer trimestre de gestación.

Los criterios de inclusión considerados fueron, ser primípara o primípara con preeclampsia detectada después de las 28 semanas de gestación, así también fueron excluidas aquellas mujeres que presentara un embarazo múltiple, patología previa al embarazo y/o durante el embarazo (hipertensión arterial crónica, diabetes, cardiopatías e insuficiencia renal), uso de drogas y/o alcohol, mujeres embarazadas en tratamiento diurético.

Las medidas antropométricas evaluadas fueron: peso pregestacional (kg), peso actual (kg), altura (m), índice de masa corporal pregestacional (kg/m^2) y actual, ganancia total de peso (kg), ganancia de peso semanal (kg/semana) y circunferencia abdominal (cm).

Para la evaluación con bioimpedancia, se recomendó a las gestantes consumir su dieta habitual, ingerir al menos 4 vasos de agua y no realizar actividad física extenuante el día anterior a la exploración. En cuanto al día del examen, se les indicó que llevaran ropa ligera, que ayunaran al menos dos horas y que vacían la vejiga inmediatamente antes del examen.

Las determinaciones de la resistencia y la reactancia se realizaron con un pletismógrafo de impedancia tetrapolar (modelo 101; RJL Systems, Clinton Township, MI, EUA). Cada mujer, se encontraba vestida pero sin zapatos ni calcetines, en posición decúbito supino sobre una mesa hecha de materiales no conductores.

En cuanto a los resultados de resistencia y reactancia para las mujeres embarazadas sanas (grupo control) se encontraron valores promedio de $542.85 \pm 75.63 \Omega$ y $53.24 \pm 10.49 \Omega$ respectivamente y un porcentaje de agua corporal

total 46.28 ± 6.26 . Por otro lado en el grupo de mujeres embarazadas con preeclampsia se obtuvo un valor promedio de $448.37 \pm 87.41 \Omega$ para la resistencia y de 40.90 ± 12.51 para la reactancia, con un porcentaje de agua corporal total de 55.40 ± 9.93 .

Los autores concluyeron que tanto la resistencia como la reactancia fueron menores en el grupo de las mujeres con preeclampsia que en las mujeres del grupo control, lo que indica que existe un volumen de agua corporal total en el grupo de preeclampsia. En cuanto a los valores de resistencia fueron mayores los del grupo de preeclampsia que los del grupo control.

Por lo tanto los valores de bioimpedancia se consideran buenos predictores del agua corporal total, Yasuda y colaboradores (2003) creen que la evaluación seriada de bioimpedancia sería de utilidad para controlar las alteraciones del agua corporal total durante el embarazo y que puede predecir la aparición de una mala adaptación hemodinámica, la cual se presenta durante el embarazo de la mujer con preeclampsia.

Durante la revisión de la bibliografía correspondiente, es de gran relevancia el denotar la falta de investigación sobre la utilización de la bioimpedancia en mujeres embarazadas y preeclampsia, debido a esto la importancia de este proyecto adquiere mayor interés ya que es uno de los primeros en realizarse en nuestro estado con el cual se buscó brindar una atención más completas a las pacientes durante su embarazo y evitar complicaciones durante el desarrollo del mismo.

III. Hipótesis.

Alterna: Un ángulo de fase por debajo de 6.3 , está relacionado con la aparición de preeclampsia durante el embarazo.

Nula: No existe asociación

IV. Objetivos.

4.1 Objetivo General

Determinar si existe relación entre un ángulo de fase menor a 6.3 y la aparición de preeclampsia en mujeres embarazadas sanas de 19 a 40 años de edad, que acuden al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer, de la semana de gestación 20 las cuales se evaluarán cada 4 semanas hasta llegar a la semana 40 de gestación.

4.2 Objetivos Específicos

Describir los valores promedio de índice de masa corporal, resistencia, reactancia y ángulo de fase a las 20 semanas de gestación y de forma mensual hasta las 40 semanas de gestación.

Comparar los valores para índice de masa corporal, resistencia, reactancia y ángulo de fase entre la semana 20 y la semana 40 de gestación

Describir los cambios de valores de ángulo de fase durante la semana 20 hasta la semana 40 de gestación.

Comparar los cambios de los valores de ángulo de fase de la semana 20 hasta la semana 40 de gestación.

Describir las reservas corporales de masa grasa, masa libre de grasa, masa muscular, agua corporal total, agua intracelular y agua extracelular al final de la semana 40 y su relación con el ángulo de fase

V. Metodología.

La presente investigación se realizó dentro de las instalaciones del Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer, Dr. Felipe Núñez Lara, Santiago de Querétaro, Qro (HENM), el cual es un hospital de segundo nivel de atención en la entidad.

5.1 Tipo de estudio.

El enfoque de la investigación es de tipo descriptivo, longitudinal, observacional

5.2 Universo.

Mujeres embarazadas sanas de 19 a 40 años de edad, con 20 semanas de gestación, sanas que acuden al hospital de especialidades del niño y la mujer a recibir su seguimiento dentro de este nosocomio hasta la semana 40 de gestación.

Las cuales fueron divididas en dos grupos de diferentes rangos de edad; 19 a 29 años y 30 a 40 años, debido a que se toma de referencia el artículo de Espinoza-Cuevas y colaboradores (2007) el cual, clasifica a la población femenina de esta manera.

5.3 Tamaño de muestra

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula de comparación entre dos medias, con un resultado de 30 sujetos, usando como referencia el los datos del artículo publicado por Rodríguez-Atristain y colaboradores (2016).

Como universo de estudio, se consideró a todas las pacientes que se encuentran en el área de Ginecología del Hospital de Especialidades del Niño y la mujer, Dr. Felipe Núñez Lara, que cumplieran con los criterios de inclusión de este proyecto.

5.4 Criterios de inclusión.

- Mujeres embarazadas de 19 a 40 años, con 20 semanas de gestación sanas, sin importar índice de masa corporal
- Acudieron a realizarse ultrasonido en estado de ayuno de por lo menos 4 horas para poder realizarse la prueba de bioimpedancia
- Realizaron su seguimiento prenatal en el HENM
- No presenten alguna amputación, prótesis ortopédica, marcapasos
- Acepten y firmen el consentimiento informado.

5.5 Criterios de exclusión.

- Mujeres con embarazo múltiple.
- Mujeres con alguna patología de base, o que se desarrolle a causa del embarazo (diabetes mellitus, diabetes gestacional, preeclampsia y eclampsia)
- Mujeres que presenten un producto con malformaciones.
- Mujeres que presenten edema
- Pacientes que presenten enanismo
- Que hayan presentado preeclampsia en un embarazo anterior

5.6 Criterios de eliminación.

Así mismo los criterios de eliminación son los siguientes:

- Mujeres que no hayan concluido las pruebas o falten a una medición
- Mujeres que después del procedimiento decidan no participar.

5.7 Procedimiento y mediciones

A las pacientes que acudieron al servicio de materno fetal, para realizarse el ultrasonido de rutina se les invitó a participar en este proyecto, a las pacientes de piso 2 de ginecología que en ese momento no tenían ninguna patología o está ya se encontraba remitida, así como a las pacientes que acudieron a consulta externa

de nutrición, se les brindó una breve explicación del procedimiento y del objetivo de esta investigación. Se les entregó y leyó el consentimiento informado y se les dio a conocer las próximas fechas de sus mediciones las cuales estaban previstas para ser 6 mediciones en total, separadas por un intervalo de 4 semanas entre cada una, quedando así la primera toma de medición a las 20 semanas de gestación, la segunda a las 24 semanas de gestación, la tercera medición a las 28 semanas de gestación, la cuarta medición a las 32 semanas, la quinta a las 36 semanas de gestación y la última será a las 40 semanas de gestación o en su defecto a las 38 semanas de gestación, pero debido a la pandemia de COVID 19 que actualmente seguimos viviendo en nuestro país se completaron solo 4 mediciones es decir hasta la semana 32 de gestación, motivo por el cual se tuvieron que eliminar 10 sujetos de la muestra de 30 pacientes reclutadas inicialmente.

Se les explicó a las participantes las condiciones en las cuales debían acudir a la toma de las mediciones, siendo las siguientes; deberán acudir en condiciones de ayuno (mínimo de 4 horas), haber ido al baño previamente, no haber consumido café y té (mínimo 4 horas) y no haber realizado una actividad física moderada a intensa antes de realizar de 12 horas.

La evaluación de la impedancia que duró aproximadamente de 5 a 10 minutos, se realizó con el equipo RJL Quantum II (fabricado en Estados Unidos por RJL Systems), en posición supina, con los brazos separados del tórax y las piernas a 45°. Los electrodos se colocaron en manos (dedo pulgar y dedo medio) y a la altura del tobillo.

Posteriormente el equipo RJL Quantum II, nos brindó los datos de resistencia y reactancia a una frecuencia de 50 Kilowatts. El ángulo de fase se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula: $(Resistencia / Reactancia) (1.80 * 3.1416)$.

A lo largo de la investigación se revisó mes a mes los diagnósticos médicos de las pacientes para confirmar o no la si alguna de ellas había desarrollado preeclampsia,

los médicos eran los encargados de realizar el diagnóstico de preeclampsia, los cuales basan su diagnóstico de acuerdo a los lineamientos del American College of Obstetricians and Gynecologists, los cuales son; hipertensión arterial de TA >160/110, trombocitopenia (<150,000/mm³), elevación de deshidrogenasa láctica, enzimas hepáticas elevadas, proteinuria > 5g, edema pulmonar, insuficiencia renal progresiva, alteraciones visuales o cerebrales.

5.8 Análisis estadístico

Se utilizaron la media y la desviación estándar para resumir y describir las variables del estudio.

Se utilizó la prueba de razón de momios para la comparación entre las pacientes que presentaron la enfermedad (se analizó por grupos separados de acuerdo con el rango de edad) y sus valores para resistencia, reactancia y ángulo de fase, de igual manera se utilizó la misma prueba para las pacientes que no presentaron la enfermedad y sus valores de bioimpedancia eléctrica. Se consideró significativa una $p < 0.005$.

Así mismo se utilizó la prueba de χ^2 para hacer la relación entre las variables del IMC, resistencia, reactancia y ángulo de fase, de la semana de gestación 20 y 32 de forma individual por grupo de edad y si padecieron o no la enfermedad.

Para realizar estos análisis estadísticos se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 24.

VI. Resultados

Se estudiaron 30 mujeres embarazadas, de las cuales 10 fueron excluidas debido a que no pudieron completar las mediciones, por diversas razones, pero principalmente a la pandemia por COVID-19 que actualmente se sigue viviendo en el país.

La muestra final incluyó a 20 pacientes, con una edad promedio de 25.53 ± 6.36 años, de estas pacientes sólo 5 desarrollaron preeclampsia (Tabla 1).

Dentro de las características generales de la muestra se encontró un peso pregestacional de 61.8 ± 13.97 , un IMC pregestacional de 25.77 ± 6.10 kg/m² que coloca a las pacientes con un diagnóstico nutricional de normopeso antes de comenzar su embarazo, por otro lado se encontró un peso final (peso de la semana de gestación 32) de 71.57 ± 15.47 kg y un IMC final (IMC de la semana de gestación 32) de 29.86 ± 6.7 kg/m², lo cual diagnostica a las pacientes nutricionalmente con sobrepeso (Tabla 1).

Para los valores de bioimpedancia eléctrica las pacientes tuvieron una resistencia inicial (semana de gestación 20) de 621.30 ± 105.44 Ω vs una resistencia final (semana de gestación 32) de 619.60 ± 111.81 Ω . En cuanto a la reactancia inicial (semana de gestación 20) se encontró un valor promedio de 63.8 ± 13.75 Ω vs una reactancia final (semana de gestación 32) de 64.15 ± 13.18 Ω ; y finalmente para el ángulo de fase se encontró un promedio inicial (semana de gestación 20) de 5.6 ± 0.85 y un valor promedio de ángulo de fase final (semana de gestación 32) de 5.52 ± 0.78 (Tabla 1).

Tabla 1. Datos generales de la población.

| | Media + DE |
|------------------------------|------------------------------------|
| Edad | 25.53 \pm 6.36 años |
| Talla | 1.54 \pm 1.54 m |
| Peso PG | 61.8 \pm 13.97 kg |
| Peso Final (SDG 32) | 71.57 \pm 15.47 kg |
| IMC PG | 25.77 \pm 6.10 kg/m ² |
| IMC Final (SDG 32) | 29.86 \pm 6.7 kg/m ² |
| AF Inicial (SDG 20) | 5.6 \pm 0.85 |
| AF Final (SDG 32) | 5.52 \pm 0.78 |
| Resistencia Inicial (SDG 20) | 621.30 \pm 105.44 Ω |
| Resistencia Final (SDG 32) | 619.6 \pm 111.81 Ω |
| Reactancia Inicial (SDG 20) | 63.8 \pm 13.75 Ω |
| Reactancia Final (SDG 32) | 64.15 \pm 13.18 Ω |

DE: Desviación estándar, IMC: Índice de masa corporal (kilogramos/metro²)

Para las pacientes con rango de edad 19 a 29 años que presentaron preeclampsia se encontraron valores de IMC pregestacional de 26.6 \pm 5.3 kg/m², la cual las diagnóstica nutricionalmente con sobrepeso, el IMC de la semana de gestación 20 fue de 29.8 \pm 5.6 kg/m² manteniendo el mismo diagnóstico nutricional que el IMC pregestacional, para la semana de gestación 24 la media fue de 30.2 \pm 5.2 kg/m² ubicando a las pacientes con un diagnóstico nutricional de obesidad grado 1, en cuanto a la semana de gestación 28 el promedio fue de 30.8 \pm 5.3 kg/m² por lo que continuaron con el mismo diagnóstico nutricional, y finalmente para la semana 32 de gestación se encontró una media de 32.01 \pm 5.6 kg/m² manteniendo a las pacientes en un diagnóstico de obesidad grado 1. La relación entre el IMC de la

semana de gestación 20 y el IMC de la semana 32 no tuvo ninguna significancia estadística (P: <0.05) (Tabla 2).

En cuanto a las pacientes que se encontraban con un rango de edad de entre 19 y 28 años pero que no padecieron preeclampsia, se encontraron valores de IMC pregestacional de 24.6 ± 6.3 kg/m² diagnosticándolas con normopeso, durante la semana de gestación 20, el IMC fue de 26.6 ± 6.8 kg/m² el cual las ubica en sobrepeso, el IMC en la semana de gestación 24 la media fue de 27.4 ± 6.4 kg/m² se mantuvo el diagnóstico nutricional previo, en la semana número 28 de gestación el promedio fue de 28.81 ± 5.3 kg/m² de igual manera se mantuvo el diagnóstico nutricional y finalmente la última medición en la semana de gestación 32 fue de 28.7 ± 6.3 kg/m² con un diagnóstico nutricional fue de sobrepeso.

La relación entre el IMC de la semana de gestación 20 y el IMC de la semana 32 no tuvo ninguna significancia estadística (P: <0.05) (Tabla 2).

Las pacientes en un rango de edad mayor el cual fue de 30 a 40 años que si presentaron preeclampsia, su IMC pregestacional fue de 34.8 ± 3.3 kg/m² diagnosticando nutricionalmente a estas mujeres con obesidad grado 1, para la semana de gestación 20 se encontró un valor de IMC de 38.4 ± 1.3 kg/m² modificando el estado de nutrición a obesidad grado 2, durante la semana de gestación 24 el IMC aumentó a un valor de 39.6 ± 1.04 kg/m² pero manteniendo el diagnóstico nutricional previo, en la semana de gestación 28 el IMC tuvo un valor de 40.6 ± 1.3 . La relación entre el IMC de la semana de gestación 20 y el IMC de la semana 32 no tuvo ninguna significancia estadística (P: <0.005) (Tabla 2).

Para las pacientes con rango de edad 30 a 40 años que no presentaron preeclampsia se encontraron valores de IMC pregestacional de 23.8 ± 3.6 kg/m², la cual las diagnosticó nutricionalmente con normopeso, el IMC de la semana de gestación 20 fue de 24.02 ± 1.9 kg/m² manteniendo el mismo diagnóstico nutricional que el IMC pregestacional, para la semana de gestación 24 la media fue de 23.9

± 2.4 kg/m² ubicando a las pacientes con un diagnóstico nutricional de normopeso, en cuanto a la semana de gestación 28 el promedio fue de 24.46 ± 2.3 kg/m² por lo que continuaron con el mismo diagnóstico nutricional, y finalmente para la semana 32 de gestación se encontró una media de 25.6 ± 2.7 kg/m² diagnosticando a las pacientes nutricionalmente con sobrepeso. La relación entre el IMC de la semana de gestación 20 y el IMC de la semana 32 no tuvo ninguna significancia estadística (P: <0.005) (Tabla 2).

Tabla 2. Relación entre rango edad, presencia de preeclampsia e IMC durante embarazo.

| Edad | IMC PG | IMC SDG 20 | IMC SDG 24 | IMC SDG 28 | IMC SDG 32 | P |
|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------|
| 18 -29 años Con Preeclampsia | 26.6 \pm 5.3 | 29.8 \pm 5.6 | 30.2 \pm 5.2 | 30.8 \pm 5.3 | 32.01 \pm 5.6 | 0.199 |
| 18- 29 años Sin Preeclampsia | 24.6 \pm 6.3 | 26.6 \pm 6.8 | 27.4 \pm 6.4 | 28.1 \pm 6.3 | 28.7 \pm 6.3 | 0.215 |
| 30 – 40 años Con Preeclampsia | 34.8 \pm 3.3 | 38.4 \pm 1.3 | 39.6 \pm 1.04 | 40.6 \pm 1.3 | 41.3 \pm 1.6 | - |
| 30- 40 años Sin Preeclampsia | 23.8 \pm 3.6 | 24.02 \pm 1.9 | 23.9 \pm 2.4 | 24.4 \pm 2.3 | 25.6 \pm 2.7 | 0.213 |

IMC: Índice de masa corporal (kilogramos/metros²), SDG: Semana de gestación, P: <0.005 (relación de la semana de gestación 20 vs semana de gestación 32).

Con respecto a los valores de bioimpedancia para el rango de edad de 19 a 29 años que tuvieron preeclampsia se obtuvo un valor inicial (semana de gestación 20) de $548.6 \pm 135.4 \Omega$ vs. un valor de resistencia final (semana de gestación 32) de $550 \pm 142.7 \Omega$, en cuanto a la reactancia se obtuvo un valor inicial de $65.6 \pm 17.50 \Omega$ vs un valor final de 64.00 ± 16.5 . Por otra parte la relación entre la resistencia y

reactancia de la semana de gestación 20 y la semana de gestación 32 no tuvo significancia estadística (P: <0.05) (Tabla 3 y 4).

Para el mismo rango de edad pero con pacientes que si presentaron preeclampsia se inició con un promedio en el valor de resistencia de $641.54 \pm 78.2 \Omega$ contra un valor final de $644.18 \pm 76.2 \Omega$, para la reactancia se obtuvo un valor inicial de $66.27 \pm 11.8 \Omega$ y un valor final de $67.18 \pm 10.45 \Omega$. La relación entre la resistencia y reactancia de la semana de gestación 20 y la semana de gestación 32 no tuvo significancia estadística (P: <0.05) (Tabla 3 y 4).

Las pacientes dentro de un rango de edad mayor siendo este de 30 a 40 años que durante su embarazo si presentaron preeclampsia iniciaron con una resistencia de $481.50 \pm 13.43 \Omega$ y un valor final de $446.50 \pm 47.37 \Omega$, en cuanto a la reactancia se encontró un promedio de $42.5 \pm 2.12 \Omega$ como valor inicial vs un valor final de $42.00 \pm 2.82 \Omega$. Ninguno de los valores obtenidos de resistencia y reactancia de la semana de gestación 20 y semana de gestación 32 tuvieron significancia estadística (P: <0.005) (Tabla 3 y 4).

Dentro de este mismo rango de edad que durante su embarazo que no presentaron preeclampsia iniciaron con una resistencia de $641.54 \pm 66.27 \Omega$ vs una resistencia final de $644.18 \pm 76.25 \Omega$, con una reactancia inicial de $42.5 \pm 2.12 \Omega$, y un valor promedio final de $42.00 \pm 2.82 \Omega$. La relación entre la resistencia y reactancia de la semana de gestación 20 y la semana de gestación 32 no tuvo significancia estadística (P: <0.005) (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Valores de resistencia promedio durante las semanas de gestación 20, 24, 28 y 32

| Edad | Resistencia SDG 20 | Resistencia SDG 24 | Resistencia SDG 28 | Resistencia SDG 32 | P |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|
| 18 - 29 años Con Preeclampsia | 548.6±135.4 | 549.3 ±137.2 | 549.6 ±139.0 | 550.00 ±142.7 | 0.199 |
| 18 - 29 años Sin Preeclampsia | 641.54±78.2 | 642.18±77.08 | 643.90±76.8 | 644.16±76.25 | 0.242 |
| 30 – 40 años Con Preeclampsia | 481.50±13.4 | 482.50±3.53 | 478.00±9.89 | 446.50±47.37 | - |
| 30- 40 años Sin Preeclampsia | 690.00±107.7 | 690.25±108.0 9 | 689.50±106.66 | 690.75±108.13 | 0.213 |

P: <0.05 (relación de la semana de gestación 20 vs semana de gestación 32)

Tabla 4. Valores de reactancia promedio de la semana de gestación 20, 24, 28 y 32.

| Edad | Reactancia SDG 20 | Reactancia SGD 24 | Reactancia SDG 28 | Reactancia SDG 32 | P |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| 18 -29 años Con Preeclampsia | 65.6 ±17.50 | 65.00±16.09 | 64.66±16.25 | 64.00±16.52 | 0.199 |
| 18- 29 años Sin Preeclampsia | 66.27±11.8 | 66.63±11.36 | 67.09±10.96 | 67.18±10.45 | 0.322 |
| 30 – 40 años Con Preeclampsia | 42.50±2.12 | 45.50±.70 | 45.00±1.41 | 42.00±2.82 | - |
| 30- 40 años Sin Preeclampsia | 66.25±13.59 | 66.75±12.68 | 66.50±13.8 | 67.00±3.39 | 0.213 |

P: <0.05 (relación de la semana de gestación 20 vs semana de gestación 32)

Finalmente el ángulo de fase para el rango de edad de 19 a 29 años que tuvieron preeclampsia se obtuvo un valor inicial (semana de gestación 20) de 4.70 ± 0.20 , para la semana de gestación 24 la media fue de 4.48 ± 1.0 , en la semana número 28 de gestación el promedio fue de 4.80 ± 0.1 la última medición en la semana de gestación 32 fue de 4.83 ± 0.32 . La relación entre el ángulo de fase de la semana de gestación 20 y la semana de gestación 32, no tuvo significancia estadística (P: <0.005) (Tabla 5).

En cuanto a las pacientes que se encontraban con un rango de edad de entre 19 y 28 años pero que no padecieron preeclampsia, se encontró un valor de ángulo de fase inicial de 5.53 ± 0.56 durante la semana de gestación 20, en la semana de gestación 24 la media fue de 5.5 ± 0.58 , para la semana número 28 de gestación el promedio fue de 5.47 ± 0.57 y finalmente la última medición en la semana de gestación 32 fue de 5.46 ± 0.60 . Por otra parte la relación de el ángulo de fase de la semana gestación 20 con la semana de gestación 32 fue significativa estadísticamente con un valor de .025 (P: <0.005) (Tabla 5).

Las pacientes en un rango de edad mayor el cual fue de 30 a 40 años que si presentaron preeclampsia, su ángulo de fase inicial fue de $6.45.8 \pm 0.49$, para la semana de gestación 24 se encontró un valor de 6.0 ± 0.14 , durante la semana de gestación 28 el ángulo de fase fue de 6.05 ± 0.70 , por último en la semana de gestación 32 se obtuvo un valor de 6.0 ± 0.28 . La relación entre el ángulo de fase de la semana de gestación 20 y la semana de gestación 32, no tuvo significancia estadística (P: <0.005) (Tabla 5).

El ángulo de fase inicial en la semana de gestación 20 para el rango de edad mencionado previamente en pacientes que no presentaron la enfermedad fue de 6.05 ± 1.35 , para la semana 24 de gestación fue de 5.95 ± 1.17 , durante la semana 28 fue de 6.02 ± 1.37 y por último en la semana de gestación 32 fue de 5.97 ± 1.29 . La relación entre el ángulo de fase de la semana de gestación 20 y la semana de gestación 32, no tuvo significancia estadística (P: <0.05) (Tabla 5).

Tabla 5. Ángulo de fase en la semana gestación 20, 24, 28 y 32.

| Edad | AF SDG 20 | AF SDG 24 | AF SDG 28 | AF SDG 32 | P |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| 18 - 29 años Con Preeclampsia | 4.70 ± 0.20 | 4.78 ± 0.10 | 4.80 ± 0.1 | 4.83 ± 0.32 | .199 |
| 18 - 29 años Sin Preeclampsia | 5.53 ± 0.56 | 5.5 ± 0.58 | 5.47 ± 0.57 | 5.46 ± 0.60 | 0.25 |
| 30 - 40 años Con Preeclampsia | 6.45 ± 0.49 | 6.0 ± 0.14 | 6.05 ± 0.70 | 6.0 ± 0.28 | - |
| 30- 40 años Sin Preeclampsia | 6.05 ± 1.35 | 5.95 ± 1.17 | 6.02 ± 1.37 | 5.97 ± 1.29 | .213 |

P: <0.05 (relación de la semana de gestación 20 vs semana de gestación 32)

La prueba analítica que se utilizó fue la razón de momios teniendo como resultado

una OTR: 1.15 (0.946-1.40), con la cual podemos decir que las pacientes que presentan un ángulo de fase por debajo de 6.30, tienen 1.15 probabilidades de desarrollar preeclampsia.

VII. Discusión

La bioimpedancia es un método barato, fácil de usar, de carácter no invasivo el cual brinda una estimación de la composición corporal, el cual puede llegar a ser usado clínicamente como herramienta auxiliar de diagnóstico en diversas enfermedades.

Dentro de las características generales de la población estudiada se encontró que el diagnóstico nutricional pregestacional y durante el embarazo de sobrepeso u obesidad corresponde a lo ya antes mencionado en la revisión bibliográfica, lo cual afecta de manera directa sus valores de resistencia, reactancia y por consecuencia su ángulo de fase.

En cuanto a los valores de bioimpedancia bioeléctrica (resistencia y reactancia) se encontraron grandes diferencias con respecto a los datos reportados por Espinoza y colaboradores en 2007, principalmente atribuyo esta diferencia a que las pacientes de este proyecto se encontraban en un proceso fisiológico diferente como lo es el embarazo y seguramente esto altere los valores llegando a ser tan discordantes con los reportados por estos autores en la población mexicana femenina pero que no se encuentran en este estado fisiológico

Los resultados de esta investigación en comparación a los presentados por Larciprete y colaboradores en 2003 difieren a los datos encontrados en esta investigación, probablemente debido a que, en el estudio realizado por los autores previamente mencionados, dieron una ventana de tiempo bastante amplia entre cada toma de medidas, en las que las pacientes que acudieron tenían en promedio 4 semanas de gestación de diferencia entre cada toma.

De igual manera los datos encontrados de resistencia y reactividad en esta población de mujeres embarazadas fueron diferentes a los encontrados por Lukaski y colaboradores (2007) en mujeres embarazadas, probablemente debido a que la población en este caso es estadounidense y tanto el peso como la talla es sumamente diferente comparandola con la media de peso y talla mexicana.

Sin embargo se encontró que los valores de resistencia y reactividad en cada rango de edad, semana de gestación y presencia o no de la enfermedad se mantienen relativamente constantes, a diferencia de lo reportado por Lukaski y colaboradores en 2007, donde ellos reportan una baja drástica principalmente visible en la resistencia del segundo trimestre comparándola con la resistencia del tercer trimestre.

En comparación a la investigación de Gomes Da Silva en 2010, los resultados fueron diferentes tanto en pacientes sanas y con preeclampsia, exceptuando los encontrados para el rango de edad 30-40 años con preeclampsia los cuales si no fueron del todo iguales si bastante similares.

Finalmente el ángulo de fase si bien siempre se encontró por debajo de 6.5, sin importar rango de edad, presencia o no de preeclampsia y semana de gestación, sus valores se mantuvieron constantes a lo largo del embarazo, lo cual se asimila a lo reportado por Lukaski et al, 2007, si bien ellos reportan un ángulo de fase mayor al obtenido en esta investigación, si encuentran que este se mantiene constante durante cualquier trimestre del embarazo; la diferencia probablemente se debe a lo ya dicho anteriormente, se trata de poblaciones antropométricamente diferentes y recordemos que esto afecta de manera directa los valores de la bioimpedancia.

VIII. Conclusiones

Los valores encontrados para población mexicana femenina embarazada difieren significativamente de los reportados para mujeres mexicanas que no se encuentran cursando este proceso fisiológico, sin embargo se encuentran similitudes con lo reportado por autores estadounidenses en población americana embarazada, si bien los valores reportados no son similares debido a diferencias antropométricas de poblaciones, el comportamiento durante la toma de las medidas se mantiene constante. Podemos también concluir que un ángulo de fase menor a 6.3 puede estar relacionado con el desarrollo de preeclampsia durante el embarazo.

Considero de suma importancia en un futuro el poder realizar los vectores de bioimpedancia y sus valores para la población de mujeres embarazadas, quizás si en estudios posteriores se ampliara el número de muestra podríamos encontrar una probabilidad mayor de padecer preeclampsia si se tiene un ángulo de fase menor a 6.5

IX. Referencias Bibliográficas

1. American College of Obstetricians and Gynecologists. Clinical Management Guidelines of Gestation Hypertension and Preeclampsia. [Internet]. ACOG Practice Bulletin 201. [cited. 2018 Oct 9] Number 202. Available from: <https://emcrit.org/wp-content/uploads/2016/12/10.1097@AOG.0000000000003018.pdf>
2. Álvero-Cruz J.R, Correas L, Ronconi M, Fernández R. Porta J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. [Internet]. Revista Andaluza de medicina del deporte. 2011. [cited. 2018 Oct 11]. 3 (3): 00-00. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668006.pdf>
3. Aristizábal JC, Restrepo MT, Estrada A. Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica [Internet]. Biomédica. 2007 [cited 2018 Oct 10]. p. 216-24. Available from: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/217>
4. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN Jr. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. Am J Clin Nutr. 2005 Jul;82(1): 49-52.
5. Barrera H, Germain A. Obesidad y Embarazo. [Internet]. Revista Médica Clínica Las Condes. [cited 2018 Oct 24]; 3 (2) p. 116-205. Available from: www.elsevier.es › Inicio › Revista Médica Clínica Las Condes
6. Berral F, Rodríguez E. Impedancia bioeléctrica y su aplicación en el ámbito hospitalario. Rev. Hosp. Jua Mex 2007, 74(2): 104-112.
7. Bony- Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP, Later W, Wiese S, Müller MJ. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex and body mass index. [Internet]. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2006 [cited 2018 Oct 11]; 30 (4): 309-16. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16804128>
8. Buffa R, Floris G, Marina E. Assessment of nutritional status in free-living elderly individuals by bioelectrical impedance vector analysis. Nutrition 2009;25(1): 3-5.
9. Carlin A, Alfircvic Z. Physiological changes of pregnancy and monitoring. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol [Internet]. 2008 . [cited 2018 Oct 10]; 22(5):801-23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18760680>.
10. Cigarrán S. Aplicaciones futuras de la bioimpedancia vectorial en nefrología. Revista de Nefrología 2011; 31(6): 635-43.

11. Damsky CH, Fisher SJ. (1998). Trophoblast pseudo-vasculogenesis: faking it with endothelial adhesion receptors. *Curr Opin Cell Biol.* 10(5):660-6.
12. Da Silva B, Barros M, Sadanobu H, Guimaraes E, Peracoli J. Bioimpedance in pregnant women with preeclampsia. *Hypertension in Pregnancy* 2010;29:357-365.
13. Dekker G, Robillard PY, Roberts C. (2011). The etiology of preeclampsia: the role of the father. *J Reprod Immunol.* May;89(2):126-32.
14. Djrolo F, Megnigbeto A, De Souza J, Takpara I, Santos P, Alihonou E. Influence of maternal weight on pregnancy outcome in Cotonou (Benin). [Internet] *J Gynecol Obstet Biol Reprod.* 2002. [cited 2018 Oct 22]; 31: 243-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12016402>
15. Espinoza-Cuevas M, Rivas L, González E, Atilano X, Miranda P, Correa R. Vectores de la impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana. [Internet]. *Revista de Investigación Clínica.* 2007. [cited 2018 Oct 10]. p. 15-24. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ric/v59n1/v59n1a3.pdf>
16. Fukui A, Yokota M, Funamizu A, Nakamura R, Fukuhara R, Yamada K, et al. (2012). Changes of NK cells in preeclampsia. *Am J Reprod Immunol.* Apr;67(4):278-86.
17. Grimnes S, Martinsen G. *Bioimpedance and Bioelectricity Basics.* Academy Press 2000; 4: 87-125
18. Jido TA, Yakasai IA. (2013). Preeclampsia: A review of the evidence. *Ann Afr Med* 12:75-85
19. Kyle UG, Genton L, Pichard C. Low phase angle determined by bioelectrical impedance analysis is associated with malnutrition and nutritional risk at hospital admission. *Clin Nutr* 2013;32(2): 294-9.
20. Kyle UG, Soundar EP, Genton L, Pichard C. Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects. *Clin Nutr* 2012;31(6): 875-81.
21. LaMarca BD, Gilbert J, Granger J. (2008). Recent progress toward the understanding of the pathophysiology of hypertension during preeclampsia. *Hypertension.* Apr;51(4):982-8.

22. Larciprete G, Valensise H, Vasapollo B, Altomare F, Sorge R, Casalino B, De Lorenzo A, Arduini D. Body composition during normal pregnancy: reference ranges. *Acta Diabetol* 2003;40.
23. Lima R, Porto C, Galvao I, Gildo J. Ángulo de fase como indicador del estado nutricional y pronóstico en pacientes críticos. [Internet] *Nutrición Hospitalaria*. 2015. [cited 2018 Oct 11]; 31:1278-1285. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/3092/309235369038.pdf>
24. Llames L, Baldomero V, Iglesias ML, Rocha LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. [Internet]. *Nutrición Hospitalaria*. [cited 2018 Oct 20]; 28: 286-295. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28n2/04revision03.pdf>
25. Lukaski HC, Hall CB, Siders W. Assesemnet of change in hydatrion in women during pregnancy and pospartum with bioelectrical impedance vectors. *Nutrition* [Internet] 2007. [cited 2018 Oct 20]; 23 (7-8): 543-50. Available from: <http://nbc.nlm.nih.gov/pubmed/17570642>
26. Macías N. Bioimpedancia eléctrica, principios y aplicaciones. *Cuadernos de Nutrición*. 2006. [cited 2018 Oct 10]. Vol. 32, Número 5, Septiembre-Octubre.
27. Miguelsanz MJ, Cabrera W, Varela G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr. Hosp.* 2010;25(2).
28. Mika C, Herpertz-Dahlmann B, Heer M, Holtkamp K. Improvement of nutritional status as assessed by multifrequency BIA during 15 weeks of refeeding in adolescent girls with anorexia nervosa. *J Nutr* 2004;134(11): 3026-30.
29. Molina M, García J, Vegas I, Muñoz A, Gómez A, Cornejo I, Díaz C, Bellido D. Revisión sobre los fundamentos teórico-prácticos del ángulo de fase y su valor pronóstico en la práctica clínica. *Nutrición Clínica en Medicina* 2017;11(3) 129-148.
30. Nagano M, Suita S, Yamanouchi T. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. *J Pediatr Surg* 2000;35(7): 1035-9.
31. Norman K, Kirchner H, Freudenreich M, Ockenga J, Lochs H, Pirlich M. Three month intervention with protein and energy rich supplements improve muscle function and quality of life in malnourished patients with non-neoplastic gastrointestinal disease--a randomized controlled trial. *Clin Nutr* 2008;27(1): 48-56.
32. Norman K, Smoliner C, Kilbert A, Valentini L, Lochs H, Pirlich M. Disease-related malnutrition but not underweight by BMI is reflected by disturbed electric tissue properties in the bioelectrical impedance vector analysis. *Br J Nutr* 2008;100(3): 590-5.

33. Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, Silva CA, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2010;20(5): 314-20.

34. Pacheco-Romero J. Introduction to the Preeclampsia Symposium. *Rev. Peru. Ginecol. Obstet.* 2017; 63(2).

35. Powe CE, Levine RJ, Karumanchi SA. (2011). Preeclampsia, a disease of the maternal endothelium. *Circulation*, 123:2856-69

36. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J, Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología* 2002; 22(3): 228-38)

37. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. [Internet]. *J Pediatr.* 1998. [cited 2018 Oct 10]; 132 (2) 204-10. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9506629>

38. Redman CW, Sargent IL. (2010). Immunology of pre-eclampsia. *Am J Reprod Immunol.* Jun; 63(6):34-43.

39. Rodríguez-Atristain A, Miranda-Alatríste PV, Rodríguez-Arellano ME, Sánchez-Hernández OE, Sánchez-Trampe BI. Vectores de impedancia bioeléctrica para analizar la composición corporal de mujeres embarazadas. [Internet] *Rev Esp Med Quir.* 2016. [cited 2018 Oct 10]; 21 (2): 55-64. Available from: <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=66000>

40. Rodríguez I, Lorenzo B. Valoración de la composición corporal por antropometría y bioimpedancia eléctrica. [Internet]. Universidad Francisco de Vitoria Madrid. 2016. [cited 2018 Oct 10]. p. 33-40. Available from: <http://ddfv.ufv.es/.../Valoración%20de%20la%20composición%20corporal%20Iván%20de...>

41. Serrano, M., et al. Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. [Internet]. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria.* 2007 [cited 2018 Oct 10]. 27(3): 11-19. Available from: <http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/antropometria/tecnicas%20analíticas%20BIA.pdf>

42. Stobäus N, Pirlich M, Valentini L, Schulzke JD, Norman K. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *Br J Nutr* 2012;107(8): 1217-20.

43. Scwenk A. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000, 72:496-501)

44. Viegas D. Evaluación nutricional de la embarazada. *Fundaeducu*. [cited 2018 Oct 20].

45. Villagómez MET. Nutrición clínica [Internet]. Editorial El Manual Moderno; 2014 [cited 2018 Oct 20]. p. 435. Available from: http://books.google.com/books?id=Z_EWCQAAQBAJ&pgis=1

46. Waki M, Kral JG, Mazariegos M, Wang J, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. Relative expansion of extracellular fluid in obese vs. nonobese women. *Am J Physiol* 1991;261(2 Pt 1): E199-203.

47. Zonana-Nacach A, Baldenebro-Preciado R, Ruiz-Dorado MA. Efecto de la ganancia de peso gestacional en la madre y el neonato. *Salud Pública Mex* [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública; [cited 2018 Oct 20]; 52 (3): 220-5. Available from: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0036-36420100003000006&lng=es&nrm=iso&ting=es>

X. Anexos

Anexo 1. Registro del Protocolo de Investigación del Estudiante de Posgrado

Universidad Autónoma de Querétaro
Dirección de Investigación y Posgrado
Registro del Protocolo de Investigación del Estudiante de Posgrado

Espacio reservado para la Dirección: **No. Registro de Proyecto:** 11612
Fecha de Registro: 16/ JUNIO 2020
Fecha de inicio de proyecto: 05 Septiembre 2019
Fecha de término de proyecto: 31 de Mayo 2020

1. Datos del solicitante:
No. de expediente: 281584
Nombre: Sánchez Lozano María Fernanda
Apellido Paterno: Lozano Apellido Materno: Nombre(s)
Dirección: Francisco Javier Mina #36 Centro 37980
Calle y número: Colonia: C.P.
Guanajuato 4191033452
Estado: Teléfono (incluir país)

2. Datos del proyecto:
Facultad: Ciencias Naturales
(Escribir el nombre completo del posgrado en el que está inscrito)
Especialidad en:
Maestría en: Nutrición Clínica Integral
Doctorado en:
Tema específico del proyecto: "Ángulo de fase, como predictor de preeclampsia en mujeres embarazadas sanas, que atienden al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer"

MNC. Lucía Vega Puga Dr. Carlos Alberto López González
Director de Tesis Co-director Jefe de Investigación y Posgrado de la Facultad
María Fernanda Sánchez Lozano Alumno Dra. Juana Elizabeth Elton Puente Dra. Ma. Guadalupe Flavia López Piña Director de Investigación y Posgrado

Facilitar nombre completo y firma.



Anexo 2. Aprobación del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES



Campus Juriquilla, Qro, septiembre 05, 2019.

MTRA. LUCÍA VEGA PUGA
PROFESOR INVESTIGADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Tesista: Maria Fernanda Sánchez Lozano

Nos permitimos hacer de su conocimiento que el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales dio la siguiente resolución del proyecto de Investigación del cual usted es responsable:

| Titulo | Resolución |
|--|-----------------|
| "Ángulo de fase, como predictor de preeclampsia en mujeres embarazadas sanas, que acuden al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer" (79FCN2019). | APROBADO |

Sin más por el momento, quedamos a sus órdenes para cualquier aclaración o duda.

Atentamente,

Dra. María Concepción Méndez Gómez Humarán
Comité de Bioética
Facultad de Ciencias Naturales



Dirección General de Bibliotecas UAQ

Anexo 3. Aprobación del Comité de Bioética del Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer Dr. Felipe Núñez Lara



SECRETARÍA
DE SALUD - SESEQ
Hospital de Especialidades
del Niño y la Mujer

COMITÉ DE INVESTIGACION
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL NIÑO Y LA MUJER

DICTAMEN

El H. Comité de Investigación del Hospital de especialidades del Niño y la Mujer de Querétaro, después de haber evaluado su protocolo de Investigación: "ANGULO DE FASE COMO PREDICTOR DE PRE ECLAMPSIA EN USUARIAS DEL HENM"
PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS DE LA MAESTRIA EN NUTRICION CLINICA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO.

INVESTIGADOR: L.N. MA. FERNANDA SANCHEZ LOZANO.
DIRECTOR DE TESIS : MAESTRA EN NUT. CLIN. LUCÍA VEGA PUGA.
NUMERO DE REGISTRO.- 157A/ 20-03-2019/ NUT./ U. A. Q. / HENM.

Ha sido: _____
APROBADO . _____

Así mismo le comunicamos que al realizar este proyecto, adquiere el compromiso ineludible de informar a este Comité los avances de su proyecto, y en la publicación de este compartir créditos con la Secretaría de Salud del Estado de Querétaro.

El presente Dictamen se firma en la ciudad de Santiago de Querétaro, Qro. A los veinte días del mes de Marzo de 2019.

Dr. Manuel Alcocer Alcocer.
Director del Hospital de Especialidades
Del Niño y la Mujer de Querétaro.

Dr. Luis Nelson Bautista García
Jefe de Enseñanza e Investigación
Y Secretario Técnico del Comité.
HENM.

C.c.p. Archivo



Anexo 4. Consentimiento informado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
COMITÉ DE BIOÉTICA



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se le invita a participar cordialmente en este proyecto, de manera total y completamente voluntaria.

La presente investigación será realizada por LN. María Fernanda Sánchez Lozano y M.N.C. Lucía Vega Puga, por parte de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

El propósito de dicha investigación es el obtener datos sobre la composición corporal de mujeres queretanas embarazadas, mediante el uso de la impedancia bioeléctrica.

El procedimiento al cual usted se someterá, tendrá una duración aproximada de 5 a 10 minutos, la cual se realizará con el equipo RJL Quantum II, en posición supina (acostada), con los brazos separados del tórax y las piernas a 45°, se le colocarán 4 electrodos, dos en manos (dedo pulgar y dedo medio) y dos a la altura del tobillo. A continuación, el equipo tomará la medición, esto será todo, se le retirarán los electrodos y la prueba habrá concluido.

El estudio por su parte no tendrá ningún efecto adverso ni molestias para usted y su hijo. Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Gracias a su participación en este proyecto, proveerá a la Institución evidencia científica de gran interés, puesto que el mayor alcance de esta investigación es el brindar una atención de calidad para usted y la población en general.

La información que usted provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin su consentimiento.

Cualquier duda o pregunta que tenga después de haber concluido la prueba, podrá contactarnos con mucho gusto para aclarar sus dudas a los teléfonos:

L.N. María Fernanda Sánchez Lozano (419)-103-3452

Dra. Karina de la Torre Carbol 192-12-00 ext. 5308 o 5307.

Nombre y firma del Participante

Nombre y firma del testigo

Nombre y firma del testigo

Nombre y firma del Investigador

Dirección General de Bibliotecas UAQ