

Vectores de impedancia bioeléctrica para analizar la composición corporal de mujeres mexicanas embarazadas

Rodríguez-Atristain A^{1,4}, Miranda-Alatraste PV³, Sánchez-Hernández OE⁵, Rodríguez-Arellano ME², Sánchez-Trampe BI⁴

Resumen

INTRODUCCIÓN: la composición corporal durante el embarazo va a presentar grandes cambios en todos sus componentes. Hasta el momento el único indicador que se toma para evaluar estos cambios es el peso.

OBJETIVO: 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.

MATERIAL Y MÉTODOS: se evaluó la composición corporal en mujeres embarazadas, de 18 a 40 años de edad, participantes del programa COIPIS del Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos del ISSSTE, por medio de impedancia bioeléctrica con equipo InBody® S10. A partir de las mediciones de resistencia (R) y reactancia (Xc) se obtuvieron los vectores de bioimpedancia y se elaboraron las elipses de tolerancia.

RESULTADOS: se reclutaron 65 mujeres embarazadas, 6.15% del primer trimestre, 32.31% del segundo y 61.54% del tercer trimestre. En el estudio de impedancia bioeléctrica los vectores de impedancia presentaron una disminución significativa en los valores de resistencia (R), reactancia (Xc) estandarizados por la altura (R/H, Xc/H) a medida que fueron incrementando las semanas de gestación. Los valores para R/H ($X \pm DE$) para cada uno de los trimestres fueron: 385 ± 62.0 , 373.6 ± 59.3 , 341.9 ± 49.6 , respectivamente; y para la Xc/H fueron 39.3 ± 3.7 , 39.2 ± 6.7 , 34.4 ± 6.6 , para 1° 2° y 3° trimestre. Se graficaron mediante el programa BIVA CONFIDENCE las elipses de tolerancia para cada trimestre, encontrando diferencias significativas entre el segundo y el tercer trimestres ($p=0.0375$).

CONCLUSIONES: la composición corporal de las mujeres embarazadas evaluadas mediante vectores de impedancia eléctrica es diferente en cada trimestre de gestación; existen cambios tanto en la hidratación como en el tejido adiposo. El método de vectores de impedancia es una herramienta útil para la evaluación de mujeres embarazadas.

PALABRAS CLAVE: vectores, bioimpedancia eléctrica, embarazo, elipses de tolerancia, composición corporal.

¹Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE.

²Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos ISSSTE, Jefatura de Investigación.

³Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Depto. Nefrología y Metabolismo Mineral.

⁴Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos ISSSTE, Jefatura de Investigación, Laboratorio de Investigación Clínica.

⁵Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos ISSSTE, Jefatura de Investigación, Laboratorio de Medicina Genómica.

Recibido: marzo 2016.

Aceptado: abril 2016.

Correspondencia

M.C. Beatriz Irene Sánchez Trampe
Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos
mc.irenetrampe@gmail.com

Este artículo debe citarse como

Rodríguez-Atristain A, Miranda-Alatraste PV, Rodríguez-Arellano ME, Sánchez-Hernández OE, Sánchez-Trampe BI. Vectores de impedancia bioeléctrica para analizar la composición corporal de mujeres mexicanas embarazadas. Rev Esp Med Quir. 2016;21(2):55-64.

Rev Esp Méd Quir. 2016 Apr;21(2):55-64.

Bioelectrical impedance vector analysis for mexican pregnant's body composition.

Rodríguez-Atristain A^{1,4}, Miranda-Alatraste PV³, Sánchez-Hernández OE⁵, Rodríguez-Arellano ME², Sánchez-Trampe BI⁴

Abstract

BACKGROUND: Body composition during pregnancy, it's submitted to huge changes affecting all of its components. So far there is only one indicator, to evaluate this changes, weight.

OBJECTIVE: Describe and compare changes in body composition, by using bioelectrical impedance vector analysis, in pregnant women, during each trimester of pregnancy.

METHODS: Body composition during pregnancy was assessed by bioelectrical impedance analysis (BIA) using an impedanciometer InBody™ S10, in 65 pregnant, 18 up to 40 years old, in the COIPIS program of Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. From Resistance (R) and Reactance (Xc) values, it obtained the bioimpedance vectors and developed tolerance ellipses.

RESULTS: We recruited a total of 65 pregnancy women, 6.15% of first, 32.31% of second and 61.54% of third trimester. The findings in BIA study were a significative decrease in R and Xc absolute values and standardized by height (R/H, (Xc/H) during pregnancy. Media $\pm$ SE for R/H in each trimester was 385 ± 62.0 , 373.6 ± 59.3 , 341.9 ± 49.6 respectively; and for Xc/H 39.3 ± 3.7 , 39.2 ± 6.7 , 34.4 ± 6.6 in first, second and third trimestre. Tolerance ellipses been graficated by BIVA-CONFIDENCE program. Significant differences been reported between second and third thirmestre ($p=0.0375$).

CONCLUSION: Body composition during pregnancy, assessed by bioelectrical impedance vectors, were different in each pregnancy trimestre; finding changes in body fat deposition and increase of the total body water amount. The bioimpedance vector analysis is a useful tool in the assessment of pregnant women.

KEYWORDS: vectors; bioelectrical impedance; pregnancy; tolerance ellipses; body composition

¹Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE.

²Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos ISSSTE, Jefatura de Investigación.

³Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Depto. Nefrología y Metabolismo Mineral.

⁴Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos ISSSTE, Jefatura de Investigación, Laboratorio de Investigación Clínica.

⁵Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos ISSSTE, Jefatura de Investigación, Laboratorio de Medicina Genómica.

Correspondence

M.C. Beatriz Irene Sánchez Trampe
Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos
mc.irenetrampe@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El análisis de la composición corporal, como ya se conoce, evalúa los componentes y los compartimentos del organismo, así como los

cambios que ocurren en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo, y en los estados de salud y de enfermedad. Por tal motivo, se considera un pilar básico en la evaluación nutricional durante todas las etapas de la vida.^{1,2}

Una de las etapas en las que el organismo sufre constantes cambios y adaptaciones es durante el embarazo ya que la composición corporal de la mujer se va a ver alterada a lo largo de la gestación. Estos cambios van a verse 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.^{3,4}

En un estudio realizado por Larciprete G y sus colaboradores, donde se evaluó la composición corporal durante el embarazo, se refirió un aumento promedio de 1 kg de peso cada 4 semanas y cambios en el agua corporal total y en el agua extracelular, principalmente durante segundo y tercer trimestres.⁵

En la práctica clínica el método utilizado para evaluar de manera rutinaria los cambios en la gestante es el peso y la edad gestacional; para esto se han elaborado diferentes tablas que nos dan un indicador de la ganancia adecuada de acuerdo con la edad gestacional y al índice de masa corporal pregestacional, como las tablas de Esther Casanueva o las del Instituto de Medicina (IOM), o inclusive normas mexicanas como la NOM-043 2012.^{3,6-8}

Debido a que no se evalúan de manera independiente los cambios en los principales componentes corporales (agua corporal total, masa libre de grasa y masa grasa), se presta a errores en la evaluación de la embarazada. Por lo tanto, en el presente estudio se busca describir los cambios en la composición corporal de las mujeres embarazadas, durante los diferentes trimestres de gestación, mediante el uso de vectores de impedancia.

Los vectores de impedancia son una técnica para evaluar la composición corporal de manera cualitativa, que nace a partir del estudio de los componentes de la bioimpedancia eléctrica

convencional; en la cual se considera la relación vectorial entre los valores de resistencia y reactancia, así como con el ángulo de fase que se forma a partir del desfase entre la resistencia y la corriente, esto estandarizado por la estatura del individuo.⁹

Las correlaciones entre la resistencia y la reactancia al momento de graficarse nos van a dar la forma elipsoidal, de campana de probabilidad, de distribución de la gráfica RXc. Al trazar los dos componentes: resistencia estandarizada por la altura (R/H) y reactancia estandarizada por la altura (Xc/H) sobre los intervalos de referencia bivariados de la población sana, que son llamados elipses o elipses de probabilidad isodensa, se pueden evaluar directamente las variaciones tanto en longitud y en el ángulo de fase de vectores de impedancia medidos individualmente en sujetos¹⁰ (Figura 1). En este método se conoce la composición corporal mediante la representación gráfica de los datos obtenidos y según su ubicación en las elipses bivariadas; se podrá conocer de manera cualitativa la composición corporal: hidratación, masa grasa y masa libre de grasa.¹¹ La distribución vectorial difiere según el sexo, la raza y etnia; va a depender del índice de masa corporal y de la edad; por eso es importante la realización de los parámetros de referencia según la población a la que va dirigida.¹²

Interpretación de la gráfica RXc

Análisis de vector con la gráfica de puntos RXc: un intervalo de tolerancia es el intervalo de probabilidad dentro del cual una proporción específica de la población puede caer con una probabilidad establecida. Dicho intervalo se puede utilizar para decidir si observaciones específicas (vectores individuales) son de la misma población sana utilizada para determinar el intervalo. Esta es una evaluación cualitativa de la composición corporal basada en la conducción iónica de los tejidos, transformando el

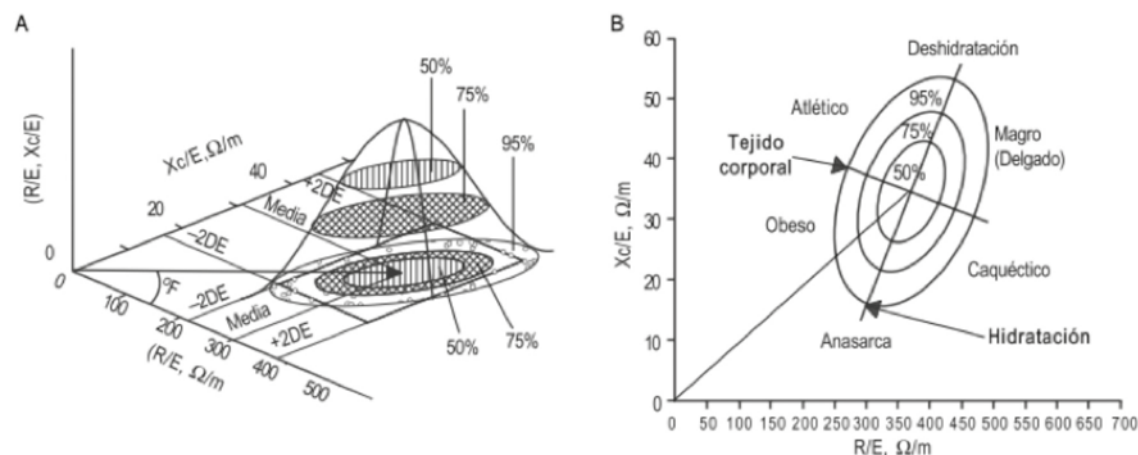


Figura 1. Análisis de impedancia bioeléctrica representada con la gráfica RXc. **A)** Los intervalos bivariados de referencia para el sujeto sano adulto en una distribución normal (campana de Gauss) que considera $\pm$ dos desviaciones estándar a partir de la media de las dos variables de la impedancia estandarizadas por la estatura ($X_c/E, R/E$) se representan como elipses de tolerancia a 50, 75 y 95%, específicas para cada sexo. La intersección de las dos desviaciones de las variables de la impedancia forman un rectángulo que delimita una región de normalidad que no incluye la totalidad de la elipse de tolerancia del 95%. Considerando que un vector tiene la probabilidad de situarse dentro de la elipse del 95%, pero fuera del rango de normalidad, por lo tanto en la práctica clínica se considera sólo a las elipses de 50 y 75% como rangos de normalidad. **B)** Interpretación cualitativa (patrones) de la composición corporal obtenida a partir de los vectores de impedancia. Figura tomada del artículo de "Vectores de impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana".¹¹

vector continuo Z en una escala ordinal (por ejemplo, categorizando propiedades eléctricas con percentiles).

Evaluando la exactitud de impedancias bioeléctricas convencionales: si las estimaciones de volumen y masa son de interés y los vectores de impedancia caen dentro del percentil 75% de las elipses de tolerancia (por ejemplo, la probabilidad de que una composición corporal normal sea mayor a 75%), las fórmulas tradicionales de predicción de impedancia bioeléctrica y el programa utilizado pueden aplicarse con confianza. De otra manera, las fórmulas de predicción no deben ser utilizadas. Un sesgo de predicción mayor se espera con vectores más cortos que salgan del polo inferior a 75% de la elipse de tolerancia.

El umbral de bioimpedancia para edema aparente: la probabilidad de edema aparente en un paciente con un vector que está dentro de 75% de la elipse de tolerancia es menor de 1%.

Regla de lectura de la gráfica RXc

- Las variaciones del vector de impedancia a lo largo del eje mayor de las elipses de tolerancia nos hablan de los cambios en la hidratación sin que haya una alteración en los tejidos. Un alargamiento se interpreta como deshidratación y un acortamiento como hiperhidratación.⁹
- Las variaciones en los tejidos blandos van a estar representadas por una migración del vector de impedancia sobre el eje menor de

las elipses de tolerancia, con un aumento o disminución progresiva del ángulo de fase. El aumento de tejido adiposo se asocia cuando hay vectores cortos, mientras que el aumento de la masa muscular se asocia con vectores largos. O bien la reducción del ángulo de fase, caquexia para los vectores cortos y anorexia para los vectores largos.⁹

- c) Cuando existan variaciones tanto en la hidratación como en los tejidos blandos va a haber migraciones del vector tanto en el eje mayor como en el menor de las elipses de tolerancia.⁹

Anteriormente se realizó un estudio, en Estados Unidos, dónde se evaluó la hidratación de 15 mujeres por medio del análisis vectorial de la impedancia bioeléctrica. Se observó que las longitudes de los vectores disminuyeron en comparación con las mediciones realizadas previamente en mujeres no embarazadas. La resistencia (R) y la resistencia estandarizada por la altura (R/H) disminuyeron en los segundo y tercer trimestres de manera significativa; mientras que la reactancia (Xc) y la reactancia estandarizada por la altura (Xc/H) tuvieron una disminución, principalmente en el tercer trimestre. No se observaron cambios significativos en el ángulo de fase.¹³

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal, cualitativo, en el Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, en el cual se estudió a mujeres embarazadas en diferentes periodos del embarazo, aplicando un estudio de composición corporal (aproximadamente 3-5 minutos de duración) con impedancia eléctrica mediante el equipo InBody S10® (impedanciómetro, frecuencias de 1, 5, 50, 250, 500 y 1000 KHz) y el análisis vectorial de la misma.

El cálculo del tamaño de muestra fue de tipo no probabilístico por muestreo de conveniencia.

La muestra se tomó de las participantes del proyecto: Cohorte de Obesidad Infantil, Proyecto Infancia Saludable COIPIS (No. registro: 245.2012), reclutadas a través del programa *Infancia y Adolescencia Saludable*, desarrollado por el Laboratorio de Investigación Clínica del Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, durante el periodo de agosto 2014 a junio 2015, evaluando a un total de 65 mujeres embarazadas.

Se incluyeron mujeres embarazadas con 4 a 40 semanas de gestación, entre 18 y 40 años, derechohabientes del ISSSTE. Se excluyeron a las mujeres con prótesis ortopédicas, marcapasos o amputaciones, y a los casos que no firmaron la aceptación del consentimiento informado; fueron eliminadas aquellas que no concluyeron la prueba de impedancia.

Metodología

A la población reclutada se le dio una breve explicación del procedimiento y del objetivo de esta investigación. Se les entregó el consentimiento informado y se llenó una ficha de identificación (nombre de la participante, edad, talla, peso previo y peso actual, semanas de gestación) y se asignó un número de identificación personal (ID).

La evaluación de bioimpedancia, que duró aproximadamente 3 a 5 minutos, se realizó con el equipo InBody S10®, en posición supina, con los brazos separados del tórax y las piernas abiertas a 45°. Los electrodos se colocaron en manos (dedo pulgar y dedo medio) y a la altura del tobillo.

A partir de los valores de reactancia (Xc) e impedancia (Z) por segmentos, que fueron calculados mediante el programa Lookin'Body (para manejo de información del analizador de composición corporal InBody), se obtuvo el valor

de reactancia e impedancia total por medio de la sumatoria de los valores para brazo derecho, tronco y pierna derecha. A partir de éstos valores, se despejó la siguiente fórmula para conseguir el valor de resistencia (R):

$$Z^2 = R^2 + [X_c]^2$$

Posteriormente se utilizó el programa de BIVATOLERANCE para obtener los valores de R y X_c estandarizados por la altura (R/H, X_c/H) y para graficar a cada una de las embarazadas en las elipses de referencia de mujeres mexicanas.¹¹ Se calculó la media (ME) y la desviación estándar (DE) para los valores de R/H y X_c/H , y la correlación de Pearson para R/H y X_c/H , para poder graficar las elipses correspondientes a cada uno de los trimestres, utilizando el programa BIVACONFIDENCE.

Análisis e interpretación de la información

Se utilizó estadística descriptiva para las características generales de la población y se obtuvieron coeficientes de correlación de las variables de impedancia, utilizando para este fin el programa SPSS versión 20. Se empleó el programa BIVATOLERANCE para estandarizar los valores de resistencia y de reactancia por la altura y para obtener el ángulo de fase; y se graficó a las embarazadas en las elipses de referencia elaboradas por Espinosa Cuevas y su grupo. Para el análisis de comparación de vectores de impedancia se utilizó la prueba T^2 de Hottelling con el programa BIVACONFIDENCE. Se consideró significativa una $p < 0.05$.¹⁴

RESULTADOS

Se reclutaron 65 embarazadas en el periodo de agosto del 2014 a mayo del 2015. Del total de embarazadas 6.15% (4) cursaban su primer trimestre de gestación, 32.31% (21) embarazadas se encontraban dentro del segundo y 61.54% (40) en el tercero. Según el análisis descriptivo se

obtuvo una media de edad de 31 ± 6 años, con una estatura promedio de 156.89 ± 6.61 cm, y un peso de 72.23 ± 15.85 kg. La edad gestacional promedio fue de 29 ± 8 semanas de gestación. De igual modo, se evaluaron las medidas de tendencia central de acuerdo con el trimestre de gestación (Cuadro 1).

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en el estudio de bioimpedancia se observó que los valores de resistencia y reactancia, estandarizados por la altura, fueron mayores en el grupo de embarazadas de primer trimestre (385.0 ± 62.0 , 39.3 ± 3.7), los siguen los valores del segundo trimestre (373.6 ± 59.3 , 39.2 ± 6.7); los valores se vieron disminuidos en el tercer trimestre con una resistencia de 341.9 ± 49.6 y una reactancia de 34.4 ± 6.6 . Después de obtener estos valores, se graficaron las elipses de tolerancia para cada uno de los grupos (Figura 2).

Por otra parte, a partir de las medidas de resistencia y reactancia, R/H y X_c/H , y la correlación entre estos dos vectores se graficaron las elipses correspondientes a las embarazadas de cada grupo (1°, 2° y 3° trimestres) (Cuadro 2). Al comparar las tres elipses correspondientes a cada una de los grupos se pudieron observar los cambios que se presentaron a medida que fueron aumentando las semanas de gestación. Así mismo, se compararon con las elipses de referencia de mujeres adultas mexicanas (Figura 3).

Cuadro 1. Características de la población de estudio por trimestre

	1° trimestre	2° trimestre	3° trimestre
Edad (años)	30 ± 4	32.43 ± 5	31 ± 6
Talla (cm)	159.47 ± 7.53	156.47 ± 7.53	156.85 ± 6.22
Peso actual (kg)	66.10 ± 7.55	70.20 ± 12.55	71.41 ± 11.03
Semana gestacional	10 ± 3	23 ± 4	35 ± 4

Los datos se presentan con valores de media $\pm$ desviación estándar.

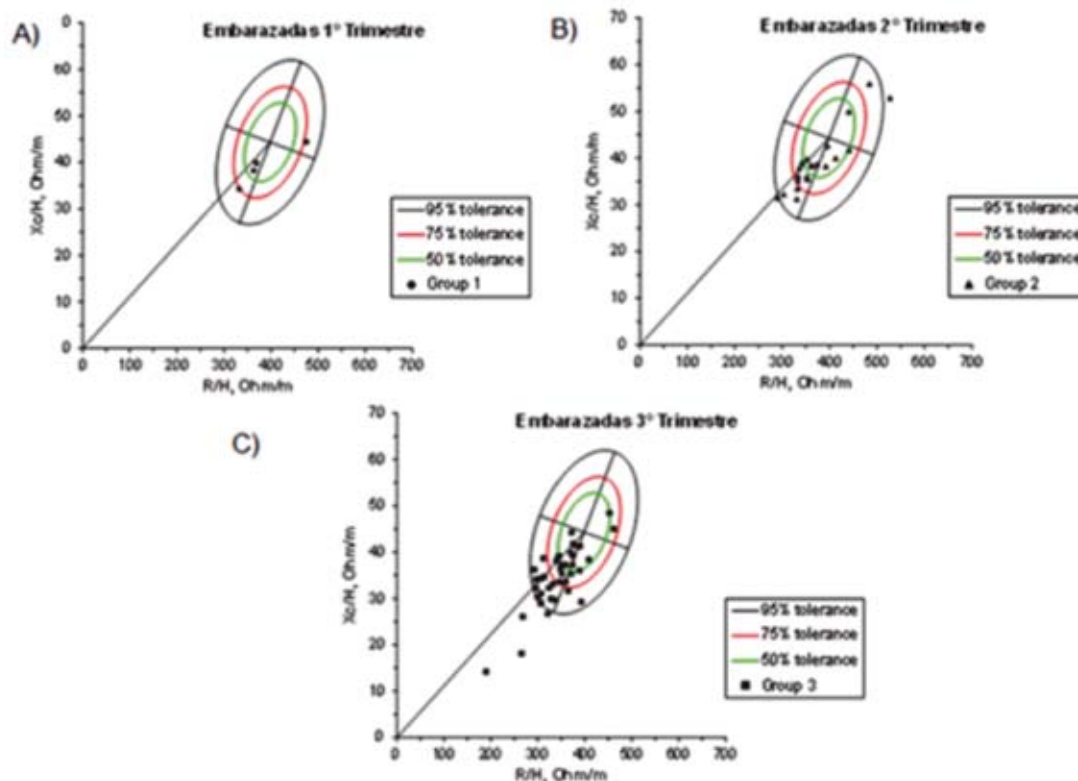


Figura 2. Comparación de los grupos de embarazadas por trimestres, en relación con las elipses de tolerancia para población mexicana de Espinosa-Cuevas y sus colaboradores. **A)** Representación gráfica de la composición corporal de las embarazadas en su primer trimestre de gestación, en comparación con las elipses de referencia para mujeres mexicanas en estado normal. **B)** Representación gráfica de la composición corporal de las embarazadas en su segundo trimestre de gestación, en comparación con las elipses de referencia para mujeres mexicanas en estado normal. **C)** Representación gráfica de la composición corporal de las embarazadas en su tercer trimestre de gestación, en comparación con las elipses de referencia para mujeres mexicanas en estado normal.

Cuadro 2. Vectores de impedancia para las elipses de tolerancia por trimestre gestacional

Grupo	Media R/H (Ω/m)	DS R/H (Ω/m)	Media Xc/H (Ω/m)	DS Xc/H (Ω/m)	Media °F/H (°/m)	DE °F/H (°/m)	Correlación R (R/h, Xc/H)
1° trimestre	385.0	62.0	39.3	3.7	5.88	0.37	0.94
2° trimestre	373.6	59.3	39.2	6.7	5.99	0.36	0.92
3° trimestre	341.9	49.6	34.4	6.6	5.75	0.72	0.80

Se presentan los datos de media y desviación estándar; el valor de la correlación de Pearson entre resistencia y reactancia estandarizados por la altura (R/H, Xc/H).

En el primer trimestre se puede observar una elipse de gran tamaño, por lo que no se logran apreciar

de manera precisa los cambios en la composición corporal; debido a que el tamaño de muestra para

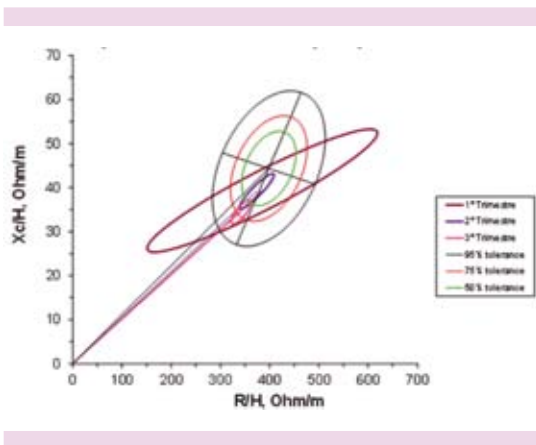


Figura 3. Elipses de referencia para mujeres mexicanas de Espinosa-Cuevas y sus colaboradores, en comparación con las elipses graficadas a partir de los valores obtenidos de impedancia, correspondientes a cada uno de los trimestres del embarazo.

este grupo fue muy reducido. En las elipses de segundo y tercer trimestres se logran ver los cambios al compararlas con las elipses de referencia. Pudimos ver 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 ($373.6 \text{ m}/\Omega$ y $39.2 \text{ m}/\Omega$, $341.9 \text{ m}/\Omega$ y 34.4 respectivamente); obteniendo entre estos grupos una $p=0.0375$.

DISCUSIÓN

Durante el embarazo el organismo se ve sometido a una gran serie de cambios en su composición corporal; desde el aumento de peso hasta cambios en el agua corporal total, grasa corporal y masa libre de grasa.⁵ Con el fin de realizar una evaluación más precisa se evaluó a las embarazadas en los diferentes trimestres de gestación por medio de vectores de bioimpedancia.

En relación con las elipses de referencia de Espinosa Cuevas y sus colaboradores la elipse graficada para el primer trimestre de gestación no muestra cambios importantes en el organismo de la gestante. Estos resultados son acordes con lo revisado en la literatura, donde se establece que la ganancia durante el primer trimestre, en mujeres con un peso y reservas adecuadas, va de 1 a 2 kg.¹⁵ Así mismo, al comparar la elipse obtenida para el primer grupo con la elipse respectiva de primer trimestre, del estudio realizado por Lukaski y su grupo, no muestran cambios importantes en cuanto a composición corporal.¹³

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, en concordancia con la interpretación de Piccoli y sus colegas.⁹ En esta etapa se presenta un aumento del volumen sanguíneo y del tejido adiposo, mamario y uterino, y un aumento del volumen sanguíneo provocando el incremento de agua corporal en este trimestre.¹⁵

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 en el ACT y en el porcentaje de grasa corporal⁹⁻¹¹ Según lo que se encontró en la literatura los cambios corporales en esta etapa corresponden al volumen de líquido amniótico, el feto y la placenta.¹⁵

Para valorar los resultados de la investigación se utilizaron como referencia las elipses de embarazadas, por trimestre de gestación, de Lukaski, HC., obteniendo resultados similares a los de dicho estudio.¹³

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.¹⁵ Por esta razón es de suma importancia evaluar de manera individual el aumento de cada uno de los componentes, 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.¹⁶

Uno de los principales problemas que se encontraron durante la investigación fue la recolección de la muestra, por lo que en futuros estudios podría reclutarse un número de muestra mayor, incluyendo la misma cantidad de mujeres para cada trimestre de gestación, primigestas y con un peso normal, para elaborar elipses específicas de mujeres embarazadas mexicanas y contar con tablas de referencia que evalúen específicamente a esta población.

Una de las áreas que tendría un gran impacto estudiar y profundizar sería la transformación de los datos cualitativos que son arrojados por las gráficas, en datos cuantitativos por medio de ecuaciones, para poder determinar rangos específicos y porcentajes de normalidad, a cada uno de los componentes corporales (masa grasa, masa musculoesquelética y agua corporal total).

CONCLUSIONES

Las elipses elaboradas a partir de los datos de resistencia y reactancia, estandarizados por altura para los grupos de mujeres embarazadas mexicanas derechohabientes del ISSSTE, pre-

sentan diferencias significativas entre las elipses de segundo y tercer trimestres. Esto comprueba que existen cambios en la composición corporal, tanto en los niveles de hidratación como en el tejido adiposo. De igual manera se encontraron diferencias importantes al comparar las elipses graficadas en este estudio con las elipses de referencia, del grupo de Espinosa Cuevas, para mujeres mexicanas. Por ende, sería importante la elaboración de elipses de referencia específicas para embarazadas, de modo que se cuente con una herramienta más precisa para valorar los cambios corporales de esta población.

En conclusión las elipses de tolerancia y el análisis vectorial de la impedancia eléctrica son una herramienta útil en la valoración de la composición corporal de las mujeres embarazadas.

REFERENCIAS

1. Bellido, Diego; Carreira, José; Soto, Alfonso; Martínez M. Análisis de la composición corporal. In: Gil A, editor. Tratado de Nutrición, Tomo III. 2ª Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010. p. 99–132.
2. Aristizábal JC, Restrepo MT, Estrada A. Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica [Internet]. Biomédica. 2007 [cited 2014 Mar 17]. p. 216–24. Available from: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/217>
3. Carlin A, Alfirevic Z. Physiological changes of pregnancy and monitoring. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol [Internet]. 2008 Oct [cited 2014 Feb 20];22(5):801–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18760680>
4. Ghezzi F, Franchi M, Balestreri D, Lischetti B, Mele MC, Alberico S, et al. Bioelectrical impedance analysis during pregnancy and neonatal birth weight. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol [Internet]. 2001 Oct;98(2):171–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11574127>
5. Larciprete G, Valensise H, Vasapollo B, Altomare F, Sorge R, Casalino B, et al. Body composition during normal pregnancy: reference ranges. Acta Diabetol [Internet]. 2003 Oct [cited 2014 Mar 17];40 Suppl 1:S225–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14618479>
6. Casanueva E, Flores-Quijano ME. Nutriología Médica. In: Kaufer M, Perez AB, editors. Nutriología Médica [Internet]. Ed. Médica Panamericana; 2008 [cited 2014 Nov 20]. p. 824. Available from: <http://books.google.com/books?id=ZjcGp1su-IUC&pgis=1>

7. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. [Internet]. 2012. p. 1–6. Available from: http://www.fmdiabetes.org/fmd/des/22ene13_ss.pdf
8. Luke B. Nutrición Materna. In: Reece EA, Hobbins JC, editors. Obstetricia clínica / Clinical Obstetrics [Internet]. 3° Edición. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2010 [cited 2015 Jun 2]. p. 645–55. Available from: <https://books.google.com/books?id=RS11QMxGgA8C&pgis=1>
9. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. Nefrología. 2002;XXII:228–38.
10. Piccoli a, Rossi B, Pillon L, Bucciantie G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. Kidney Int. 1994;46(2):534–9.
11. Espinosa-cuevas MDLÁ, Rivas-rodríguez L, González-medina EC, Atilano-carsi X, Miranda-alatraste P, Correa-roter R, et al. Vectores de impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana. Rev Investig Clínica [Internet]. 2007 [cited 2014 Mar 13];59(1):15–24. Available from: <http://www.mendeley.com/research/vectores-impedancia-bioel?ctrice-para-la-composici?n-corporal-en-poblaci?n-mexicana/>
12. Bosy-westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R, Piccoli A, Mu MJ. Patterns of bioelectrical impedance vector distribution by body mass index and age : implications for body-composition analysis 1 – 3. 2005;
13. Lukaski HC, Hall CB, Siders W a. Assessment of change in hydration in women during pregnancy and postpartum with bioelectrical impedance vectors. Nutrition [Internet]. 2007 [cited 2014 Mar 27];23(7-8):543–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17570642>
14. Piccoli A, Pastori G. BIVA software [Internet]. Padova, Italy: Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova; 2002. Available from: apiccoli@unipd.it
15. Villagómez MET. Nutrición clínica [Internet]. Editorial El Manual Moderno; 2014 [cited 2015 Jun 10]. 435 p. Available from: https://books.google.com/books?id=Z_EWCQAAQBAJ&pgis=1
16. Zonana-Nacach A, Baldenebro-Preciado R, Ruiz-Dorado MA. Efecto de la ganancia de peso gestacional en la madre y el neonato. Salud Publica Mex [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública; [cited 2014 Oct 2];52(3):220–5. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342010000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es