



GRASA CORPORAL MEDIANTE BIOIMPEDANCIA Y COMPLICACIONES ASOCIADAS EN LA DIABETES MELLITUS TIPO II.

Body fat by bioimpedance and associated complications in Type II Diabetes Mellitus.

Sara Priscila Buenaño Galarza ⁽¹⁾
sbuenano5363@uta.edu.ec

Cristina Alexandra Arteaga Almeida ⁽¹⁾
ca.artea@uta.edu.ec

¹ Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador.

Autor de correspondencia:

Cristina Alexandra Arteaga Almeida, Docente de la Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Cod. Postal 180104 mail: ca.artea@uta.edu.ec

RESUMEN

Introducción: La Diabetes Mellitus Tipo II (DT2) es una epidemia mundial caracterizada por resistencia a la insulina, cuya prevalencia está en aumento. La presencia de la enfermedad junto con la acumulación de grasa visceral puede desencadenar diversas complicaciones vasculares. **Objetivos:** Relacionar la grasa corporal medida por bioimpedancia con las complicaciones macro y microvasculares en pacientes con DT2. **Metodología:** Se llevó a cabo un estudio descriptivo, de corte transversal, con enfoque cuantitativo correlacional en una muestra de 88 pacientes diagnosticados con DT2. Para evaluar la composición corporal, se utilizó el método de bioimpedancia segmental multifrecuencia con el equipo (Inbody S10). Las variables analizadas incluyeron: grasa corporal total en kilogramos, porcentaje de grasa, área de grasa visceral e índice de masa corporal; se evaluó la asociación con las complicaciones: macrovasculares (accidente cerebrovascular) y microvasculares (retinopatía, nefropatía, neuropatía). El análisis estadístico se realizó mediante un coeficiente de correlación de Pearson. **Resultados:** La cantidad de grasa corporal total en kilogramos, mostró una asociación significativa respecto a las complicaciones microvasculares ($r = 0,99$), con mayor prevalencia en mujeres. Además, se destaca que, el área de grasa visceral mostró correlaciones moderadas, particularmente con nefropatía, indicando una asociación entre obesidad abdominal y esta complicación. **Discusión:** Los resultados sugieren que, aunque la grasa total en kilogramos es un indicador importante de riesgo, el área de grasa visceral es crucial para identificar ciertas complicaciones específicas, como la nefropatía. Esto respalda el uso de bioimpedancia para evaluar la composición corporal en pacientes con DT2. **Conclusión:** La grasa corporal, especialmente la acumulada en el área visceral, está correlacionada con un mayor riesgo de complicaciones vasculares en pacientes con DT2, destacando la importancia de una evaluación detallada de la distribución de grasa para la prevención y tratamiento de estas complicaciones.

Palabras claves: diabetes tipo 2, bioimpedancia, porcentaje de grasa, obesidad, grasa visceral.

ABSTRACT

Introduction: Type II Diabetes Mellitus (T2D) is a worldwide epidemic characterized by insulin resistance, the prevalence of which is increasing. The presence of the disease together with the accumulation of visceral fat can trigger various vascular complications. **Objectives:** To relate body fat measured by bioimpedance with macro and microvascular complications in patients with T2D. **Methodology:** A descriptive, cross-sectional study was carried out with a quantitative correlational approach in a sample of 88 patients diagnosed with T2D. To evaluate body composition, the multifrequency segmental bioimpedance method was used with the equipment (Inbody S10). The variables analyzed include: total body fat in kilograms, percentage of fat, visceral fat area and body mass index; the association with the following complications was evaluated: macrovascular (stroke) and microvascular (retinopathy, nephropathy, neuropathy). Statistical analysis was performed using a Pearson coefficient, considering significant values ($p < 0.05$). **Results:** The amount of total body fat in kilograms showed a significant association with microvascular complications ($r = 0.99$), with a higher prevalence in women. In addition, it is highlighted that the area of visceral fat showed moderate correlations, particularly with nephropathy, indicating an association between abdominal obesity and this complication. **Discussion:** The results suggest that, although total fat in kilograms is an important risk indicator, the area of visceral fat is crucial to identify certain specific complications, such as nephropathy. This supports the use of bioimpedance to assess body composition in patients with T2D. **Conclusion:** Body fat, especially that accumulated in the visceral area, is correlated with an increased risk of vascular complications in patients with T2D, highlighting the importance of a detailed assessment of fat distribution for the prevention and treatment of these complications.

Keywords: type 2 diabetes, bioimpedance, body fat percentage, obesity, visceral fat.

1. Introducción

La Diabetes tipo 2 (DT2), se considera una epidemia mundial con afección multiorgánica, caracterizada por la presencia de hiperglucemia crónica junto con alteraciones metabólicas derivadas de la resistencia a la insulina. Esta patología está vinculada a estilos de vida sedentarios junto con dietas altas en carbohidratos simples, procesados, y harinas refinadas. De acuerdo a la Federación Internacional de Diabetes, se estima una tendencia de crecimiento alarmante para el 2035, al menos 592 millones de personas en el mundo tendrán esta condición (1).

A nivel nacional, mediante la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), se expone que alrededor del 1,7% de personas en rango de edad entre 10 a 59 años sufren DT2 en el país; mientras que en personas mayores de 30 años, al menos uno de cada diez ecuatorianos padece diabetes (2). La mortalidad detecta un conglomerado poblacional en provincias como: Santa Elena, Manabí, Guayas, Los ríos y Santo domingo (3)

Su patogénesis involucra la resistencia a la insulina en la transducción de señales a las células B pancreáticas que impide una correcta captación de glucosa a nivel muscular y adiposo, provocando un aumento en los ácidos grasos en sangre, debido a la activación de procesos como: glucogenólisis, gluconeogénesis, cetogénesis hepática, en conjunto con una progresión de complicaciones macro y microvasculares.(4)

De acuerdo a las guías ADA (American Diabetes Association) en cuanto al diagnóstico y manejo, sugieren integrar herramientas actuales para el análisis de la composición corporal, no invasivas de bajo costo (5) que no resulten ambiguas como el índice de masa corporal (IMC), bajo un criterio de "obesidad de peso normal", haciendo referencia a individuos con indicador normal, con acumulación de grasa corporal (6)

De acuerdo a las guías actuales de la Asociación Americana de Diabetes, los criterios diagnósticos para diabetes tipo 2 (DT2), incluyen glucosas plasmáticas en ayuno de ≥ 126 mg/dL, y postprandiales después de carga oral de glucosa de 75 gr de ≥ 200 mg/dL, además, resaltan evaluar la hemoglobina glucosilada (HbA1c) $\geq 6,5\%$, o glucosas plasmáticas aleatorias de ≥ 200 mg/dL, en pacientes con sintomatología clásica o crisis hiperglucémica. (6)

La presencia de hiperglucemia persistente, expone al riesgo de complicaciones vasculares que afectan

a la calidad de vida de los pacientes, donde se incluyen aquellas complicaciones hepáticas, como la enfermedad por hígado graso no alcohólico o (EHGNA), que en casos severos puede llevar a la cirrosis hepática, un trastorno directamente relacionado por la hiperinsulinemia.

La afección neurológica en los pacientes con DT2, tiene relación con el deterioro cognitivo y su relación con la presencia de Alzheimer, la evidencia actual indica un vínculo entre la hiperglucemia crónica y el daño neuronal. Los pacientes con esta patología tienen trastornos psicológicos de depresión y ansiedad como un diagnóstico derivado que afecta la adherencia a los tratamientos y el control de la enfermedad, las guías de la ADA también enfatizan el cuidado integral del paciente abordando temas de salud mental como parte del tratamiento.

El uso de indicadores antropométricos cintura - cadera, sirve como tamizaje de riesgo metabólico, junto con técnicas de calorimetría indirecta como la bioimpedancia, eficaces para evaluar el área de grasa visceral La acumulación excesiva de grasa en la región abdominal presenta una mayor resistencia a la insulina, dislipidemia, hipertensión arterial, cardiopatías y enfermedad renal crónica (7).

Dentro de las complicaciones microvasculares se pueden resaltar la retinopatía, una afección que daña los vasos sanguíneos de la retina; nefropatía, deterioro en los vasos sanguíneos de los riñones y finalmente la neuropatía, daño a los nervios que se encuentran fuera del cerebro y la médula espinal. Estos nervios distantes se llaman nervios periféricos. En el contexto de las complicaciones macrovasculares, se considera a los accidentes cerebro vasculares (ACV), cardiopatías, enfermedad arterial periférica, ligadas a la presencia de hiperglucemias que empeoran en cuadros de dislipidemia e hipertensión arterial (8).

La bioimpedancia (BIA) permite estimar la composición corporal de manera rápida y sencilla, debido a que la grasa es un mal conductor, ofrece mayor resistencia al paso de la corriente, mientras que el músculo, rico en agua y electrolitos, es un buen conductor, permitiendo como la detección temprana de riesgo, identificando a aquellos pacientes con mayor probabilidad de desarrollar complicaciones, incluso antes de que se manifiesten alteraciones metabólicas significativas (9)

El aumento en el tejido adiposo tiene relación con las alteraciones metabólicas, incluyendo la infiltración de macrófagos que secretan citocinas proinflamatorias como: interleucina 6 (IL-6),

interleucina 1 beta (IL-1B). Contribuyendo a la disminución de receptores insulínicos con aumento de fosforilación, por lo que resulta primordial estudiar el impacto de los depósitos de tejido adiposo en diferentes áreas del cuerpo (10).

Existe una hipótesis relacionada con la interacción del riesgo metabólico y la presencia de masa grasa en porcentajes altos, en el uso de BIA para determinar el ángulo de fase, proporcionan información sobre la integridad celular. Autores destacan una reducción en el ángulo de fase se debe a un estado de inflamación con deterioro en la masa celular activa; por el contrario, el resultado alto indica estabilidad y funcionalidad adecuada en membrana celulares (11,12).

En base a lo anteriormente mencionado la presente investigación busca estudiar mediante bioimpedancia la relación entre grasa corporal y complicaciones vasculares en la Diabetes Mellitus tipo 2. Mediante la determinación del porcentaje de grasa corporal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, se analiza las complicaciones macrovasculares en estos pacientes y finalmente se realizará un análisis de componentes principales para determinar cómo afecta a las complicaciones de esta enfermedad.

2. Metodos

La presente investigación tiene un enfoque observacional, transversal y correlacional, debido a que este tipo de diseño permite evaluar asociaciones entre las variables en un momento específico del tiempo sin establecer causalidad. Que se llevó a cabo en pacientes con patología de Diabetes tipo 2 diagnosticado, de sexo femenino y masculino en un rango de edad entre los 18 y 99 años. La variable independiente fue la evaluación de composición corporal mediante bioimpedancia multifrecuencia BIA con el equipo InBody S10, la variable dependiente fue la masa grasa total. El objetivo principal fue establecer correlaciones significativas entre las variables de interés y las

complicaciones de esta enfermedad aplicando un análisis de componentes principales.

La técnica de muestreo que se aplicó fue no probabilístico, a conveniencia ya que se establecen características base para la selección de la mayor cantidad de personas con diabetes diagnosticada, lo que nos permitió reunir la mayor cantidad de casos detectado-posibles (Tabla 1), que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- Diagnóstico clínico de diabetes tipo 2
- Rango de edad entre 18 y 99 años
- Disposición para participar mediante la firma del consentimiento informado

Criterios de exclusión

- Pacientes con dispositivos metálicos, placas, o marcapasos.
- Pacientes con implantes o amputación que interfieran con la bioimpedancia
- Incumplimiento del protocolo previo a la bioimpedancia.

Cálculo muestral

El tamaño muestral es de 88 participantes debido a que la técnica de muestreo es no probabilístico, a conveniencia, ya que se establecen características base para la selección de la mayor cantidad de personas con diabetes diagnosticada, lo que permitió reunir la mayor cantidad de casos detectado posibles.

Procedimiento

Se realizó una socialización inicial con los pacientes para explicar los objetivos de la investigación, así como también los protocolos previos a la aplicación de bioimpedancia, posteriormente se recolectaron los datos del análisis junto con la evaluación del cuestionario como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Cronograma de toma de datos.

Fecha	Lugar	Pacientes Evaluados	Cumplen Factores de Inclusión	Excluidos
22 de septiembre 2023	Parroquia Atahualpa	21	20	1
26 de septiembre 2023	Universidad Técnica de Ambato, campus Ingahurco	10	10	0
12 de octubre 2023	Hospital Regional de Ambato	9	9	0
27 de octubre 2023	Centro de Salud Tipo B de Ambato	11	11	0
16 de noviembre 2023	Asilo de Ancianos, Ambato	9	8	1

23 de noviembre 2023	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	3	2	1
4 de diciembre 2023	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	2	2	1
14 de diciembre 2023	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	2	2	0
4 de enero 2024	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	2	2	0
25 de enero 2024	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	11	11	0
8 de febrero 2024	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	1	1	0
26 de febrero 2024	Centro de Cuidado del Adulto Mayor, Ambato	11	10	1
TOTAL		96	88	5

Fuente: *Elaboración Propia.*

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizó un analizador de bioimpedancia eléctrica (InBody S10) para medir:

- **Grasa Corporal Total:** Porcentaje total de grasa corporal y distribución por segmentos (brazos, piernas, tronco).
- **Grasa Visceral:** Área de grasa visceral.
- **IMC:** índice de masa corporal.

Para garantizar la calidad de los datos:

- Los participantes evitaron ingerir alimentos y líquidos, así como realizar actividad física intensa, al menos cuatro horas antes de la medición.
- Las complicaciones microvasculares y macrovasculares asociadas a la diabetes fueron registradas mediante revisión de historias clínicas.

Los datos recolectados se almacenaron en Microsoft Excel para su organización y posterior análisis estadístico con SPSS versión 26. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar relaciones significativas entre las variables, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

Manejo de Datos Perdidos

Se identificó un 5% de datos perdidos durante el estudio, debido principalmente al incumplimiento de las recomendaciones previas a la medición. Estos datos fueron considerados perdidos al azar, sin introducir sesgos significativos en los resultados.

Consideraciones Éticas

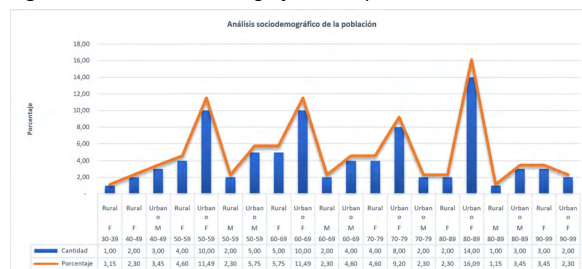
El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación (código 017-CEISH-2023). Todos los participantes firmaron un

consentimiento informado donde se describieron los objetivos, procedimientos, beneficios y derechos asociados al estudio. La confidencialidad de los datos fue garantizada mediante procesos de pseudoanonimización. Los participantes tuvieron derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones.

3. Resultados

La Figura 1. Presenta las Características sociodemográficas de la población estudiada, donde se refleja el análisis sociodemográfico de 88 pacientes con diabetes tipo 2, destacando una mayor representación de mujeres urbanas en los rangos de edad 50-59 y 80-89 años, con porcentajes del 11.49% y 15.99%, respectivamente. En general, la población urbana supera a la rural en casi todos los grupos etarios, mientras que las edades extremas (30-39 y 90-99 años) tienen menor incidencia. Estas tendencias podrían estar relacionadas con factores como el acceso a servicios de salud y características del entorno urbano, que influyen en la detección y seguimiento de la enfermedad.

Figura 1: *Análisis sociodemográfico de la población.*



Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: La denominación F, pertenece al sexo femenino y la M al sexo masculino.

Análisis de correlaciones

La tabla 1. presenta indicadores antropométricos y de composición corporal comparados entre

sexos, expresados como media \pm desviación estándar, junto con el valor de significancia estadística (p). Se observa que las mujeres tienen un mayor porcentaje de grasa corporal ($43.73 \pm 6.04\%$ frente a $35.40 \pm 7.45\%$) y mayor área de grasa visceral ($158.22 \pm 44.69 \text{ cm}^2$ frente a $135.65 \pm 53.89 \text{ cm}^2$), aunque estos valores no alcanzan significancia estadística ($p > 0.05$). En cuanto a la grasa total en kilogramos, las mujeres también presentan un promedio ligeramente superior ($29.18 \pm 8.74 \text{ kg}$ frente a $26.82 \pm 9.49 \text{ kg}$ en hombres), pero sin diferencias significativas ($p > 0.05$). Por último, el índice de masa corporal (IMC) es similar entre ambos sexos (29.59 ± 4.85 para mujeres y 28.23 ± 3.58 para hombres, $p = 0.71$).

Tabla 1. Análisis descriptivo de componentes por sexo, en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

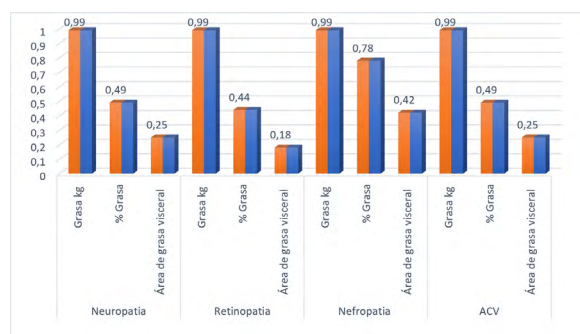
Indicador	Sexo	Media \pm Desviación estándar	p*
Grasa kg	Femenino	29,18 \pm 8,74	0,2
	Masculino	26,82 \pm 9,49	0,61
% Grasa	Femenino	43,73 \pm 6,04	0,2
	Masculino	35,40 \pm 7,45	0,2
Área de grasa visceral	Femenino	158,22 \pm 44,69	0,061
	Masculino	135,65 \pm 53,89	0,2
IMC	Femenino	29,59 \pm 4,85	0,2
	Masculino	28,23 \pm 3,58	0,71

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de componentes principales para complicaciones micro y macrovasculares

Se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA), una técnica estadística utilizada para identificar patrones y relaciones entre diferentes medidas de composición corporal y las complicaciones vasculares. Este método combina un análisis relacional y de regresión lineal, permitiendo determinar los factores con mayor influencia en una ecuación lineal, en función del porcentaje de varianza. Los resultados obtenidos generan una matriz simplificada, basada en los componentes principales, que facilita la interpretación al resaltar las ponderaciones, que explican el comportamiento de las variables. Comúnmente, este método se aplica para identificar puntos críticos dentro de un conjunto de ítems; en este caso, se utilizó para estimar la probabilidad de desarrollar ciertas patologías en función de las medidas obtenidas de los pacientes.

Figura 2. Análisis de componentes principales para complicaciones micro y macrovasculares en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.



Fuente: Elaboración Propia.

- Relación entre la Grasa Total, Porcentaje de Grasa y Área de Grasa Visceral:** Los resultados sugieren que, aunque la cantidad total de grasa corporal en kilogramos no parece cambiar significativamente entre las diferentes complicaciones, existen diferencias en el porcentaje de grasa y en la distribución visceral. En particular, la nefropatía parece estar asociada con un mayor porcentaje de grasa corporal y una mayor área de grasa visceral, lo que podría indicar una asociación más fuerte de esta condición con la obesidad abdominal y la acumulación de grasa en zonas específicas del cuerpo.
- Importancia del Área de Grasa Visceral:** Dado que el área de grasa visceral muestra variaciones más amplias en comparación con la grasa total en kilogramos, esto sugiere que la acumulación de grasa visceral tiene una correlación más fuerte con ciertas complicaciones, como la nefropatía. Esto es consistente con estudios previos que han mostrado que la grasa visceral es un factor de riesgo importante para varias complicaciones metabólicas y cardiovasculares.

4. Discusión

Los resultados obtenidos del análisis de componentes principales: cantidad de grasa en kilogramos, porcentaje de grasa y área de grasa visceral, muestran una estrecha relación con las complicaciones microvasculares ($r = 0,99$). Los hallazgos respaldan hipótesis previas acerca de la acumulación excesiva de grasa corporal como un factor crítico en la progresión de las complicaciones de la diabetes mellitus tipo 2 (13).

La prevalencia de complicaciones es mayor sobre el sexo femenino, ligado a diferencias hormonales

en cuanto a distribución de grasa corporal y resistencia a la insulina, como lo reportan algunos estudios respecto a la composición corporal en diferentes poblaciones. Además, se encontraron investigaciones donde los patrones alimentarios poco saludables, la inactividad física y sueño en ambos sexos, exponían metabólicamente a la morbi- mortalidad (14,15).

En el estudio, la prueba de Kolmogorov-Smirnov, determinó una distribución normal, la correlación de Pearson, identificó relaciones lineales entre los componentes analizados y la prevalencia de complicaciones macrovasculares. Además, un aspecto que merece resaltar es el rol de la grasa visceral, en comparación con los otros componentes, la acumulación de grasa en esta zona tiene implicación directa sobre la aparición de microvascularidades (16). La evidencia también resalta que la evaluación de grasa visceral puede ser particularmente útil para la identificación de los pacientes con riesgo de complicaciones vasculares específicas, como lo sugieren estudios en población asiática (8,17).

Es relevante destacar el uso de herramientas como la bioimpedancia eléctrica multifrecuencia (BIA) en el monitoreo de la composición corporal en pacientes con DT2, identificando variaciones asociadas a complicaciones vasculares; la (BIA) es una herramienta de precisión accesible y eficaz para el seguimiento de pacientes en contextos donde los recursos son limitados y el acceso a la tecnología puede ser restringido (8,13).

Para futuras investigaciones, sería pertinente realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto de la reducción de grasa visceral mediante intervenciones específicas, con recomendaciones actuales de la Asociación Americana de Diabetes (ADA), sobre la reducción de peso entre el 7% al 10% en pacientes jóvenes que presenten sobrepeso y obesidad. En contraste estudios realizados en Ecuador a personal de , concluyen que la ingesta elevada de calorías y el bajo nivel de actividad física influyen sobre el aumento de la grasa corporal (18,19).

Limitaciones del estudio

Entre las limitaciones del estudio se encuentra un posible riesgo de sesgo debido al tamaño muestral y la falta de diversidad étnica. Existe imprecisión en algunos datos que puede atribuirse al uso de herramientas como la bioimpedancia eléctrica (BIA), cuya precisión depende de las variables: hidratación y temperatura corporal;

donde se resalta el uso de protocolos previos a la evaluación para reducir el porcentaje de error en los resultados.

Implicación de resultados

Los resultados resaltan una necesidad de intervenciones específicas en el manejo de la DT2, enfocadas en el análisis del porcentaje de grasa con su relación de complicaciones, también se subrayan la implementación de estrategias que consideran las diferencias en la distribución de grasa y metabolismo, por lo que el uso de herramientas como la BIA, resultan accesibles y eficaces en contextos con recursos limitados.

Perspectivas para futuras investigaciones

Es necesario realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto de las intervenciones específicas en la población, la reducción de grasa visceral mediante la modificación del estilo de vida junto el tratamiento farmacológico; de acuerdo a las recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes (ADA), se debe reducir entre el 7-10% del peso corporal en pacientes jóvenes que tienen obesidad y sobrepeso. (22,23).

En el contexto nacional, las investigaciones han demostrado que una ingesta elevada de calorías y sedentarismo contribuyen al aumento de grasa corporal. La cirugía bariátrica se considera una alternativa en adolescentes y jóvenes adultos que presentan un IMC superior a 35 kg/m² o percentiles en rango de 95-120 (24,26) .Los objetivos de control para esta enfermedad se deben enfocar en reducir los riesgos metabólicos y complicaciones micro y macrovasculares, con la pérdida de peso, hábitos de vida saludables, incorporación de actividad física que se puedan mantener a lo largo del tiempo

»» 5. Conclusiones

La investigación permitió el estudio de las complicaciones micro y macrovasculares en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, destacando su prevalencia en el sexo femenino por componente porcentajes de grasa corporal significativamente mayor frente al sexo masculino; la pertinencia del uso de bioimpedancia respecto a la cuantificación precisa de porcentaje de grasa, y grasa en kilogramos facilita el diagnóstico de composición corporal en este grupo de pacientes.

El análisis de la complicación macrovascular (ACV), se encontró una correlación significativa entre la cantidad de grasa en kilogramos y la presencia de complicaciones, los componentes área de grasa visceral y porcentaje de grasa resultan factores que influyen con menos impacto.

En cuanto a las complicaciones microvasculares como: la neuropatía, nefropatía, retinopatía; la correlación con el componente de grasa en kilogramos es potencialmente alta, posicionándose como un indicador clave ante el riesgo de complicaciones; mientras que los indicadores área de grasa visceral y porcentaje tuvieron una influencia menor. Estos resultados enfatizan la necesidad de controlar la masa grasa para reducir el riesgo de complicaciones macro y microvasculares en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Este análisis muestra la importancia de la distribución de la grasa, más allá de la cantidad total de grasa corporal, para entender mejor la relación con diversas complicaciones. Los componentes principales han permitido resaltar la relevancia de la grasa visceral específicamente, que parece ser un factor diferenciador clave entre las distintas condiciones patológicas presentadas.

6. Financiamiento

Proyecto con resolución Nro. UTA-CONIN-2024-0244-R y propia.

7. Financiamiento

A la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Técnica de Ambato y al proyecto de investigación: **“Evaluación de la composición corporal a través de bioimpedancia para el manejo nutricional del paciente con Diabetes Mellitus”** aprobado mediante resolución: Resolución.

8. Conflictos de interés

A la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Técnica de Ambato y al proyecto de investigación: **“Evaluación de la composición corporal a través de bioimpedancia para el manejo nutricional del paciente con Diabetes Mellitus”** aprobado mediante resolución: Resolución.

9. Declaración de contribución

Conceptualización: Integrantes del proyecto antes mencionado

Análisis formal: Ing. Msc. Marcelo Pilamunga

Investigación: Proyecto

Metodología: Proyecto

Administración del proyecto: Nd. Msc. Elizabeth Quiroga

Recursos: Proyecto y propios

Software: Srta. Sara Buenaño

Supervisión: Cristina Arteaga, PhD.

Validación: Cristina Arteaga, PhD.

Redacción – borrador original: Srta. Sara Buenaño

Redacción – revisión y edición: Srta. Sara Buenaño y Cristina Arteaga, PhD.

10. Limitación de responsabilidad

Los autores declaran que todo lo expuesto en el presente trabajo es totalmente su responsabilidad y no de la institución a la que pertenecen.

11. Fuente/s de apoyo

Proyecto con resolución Nro. UTA-CONIN-2024-0244-R

7. Referencias Bibliográficas

1. Martín-Peláez S, Fito M, Castaner O. Mediterranean Diet Effects on Type 2 Diabetes Prevention, Disease Progression, and Related Mechanisms. A Review. *Nutrients*. 2020 Jul 27;12(8):2236. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu12082236>
2. Dávila Flores JX, Montenegro Morán EE, Macías Gaytán ÁM, Tayupanda Martínez JL. La diabetes mellitus y diabetes gestacional, en adolescente, en el mundo y en el Ecuador, manejo, prevención, tratamiento y mortalidad. *RECIMUNDO*. 2023 Jun 29;7(2):33–48.

- Disponible en: [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.33-48](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.33-48)
3. Núñez-González S, Delgado-Ron A, Simancas-Racines D. Tendencias y análisis espacio-temporal de la mortalidad por diabetes mellitus en Ecuador, 2001-2016 [Internet]. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0001-7051-6481>
 4. González-Wong C, Fuentes-Barría H, Aguilera-Eguía R. Insulinoterapia en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Una revisión narrativa. *Enfermería Universitaria*. 2022 Sep 23;18(3):368–81. Disponible en <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2021.3.1096>.
 5. Cordero R, Rodríguez A, Gollo O, García P. Asociación entre indicadores antropométricos y dislipidemia en adolescentes y adultos jóvenes de la ciudad de Caracas. *Arch Latinoam Nutr*. 2021 Jun 1;71(2):85–93. Disponible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2021/2/art-1/>
 6. SOCIEDAD ESPAÑOLA DE DIABETES. ESTÁNDARES DE CUIDADOS EN DIABETES DE LA ADA 2024. NOVEDADES [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 22]. Disponible en: <https://www.sediabetes.org/wp-content/uploads/Novedades-Estandares-ADA-2024.pdf>
 7. Castro Quintanilla DA, Rivera Sandoval N, Solera Vega A. Síndrome metabólico: generalidades y abordaje temprano para evitar riesgo cardiovascular y diabetes mellitus tipo 2. *Revista Medica Sinergia*. 2023 Feb 1;8(2):e960. Disponible en: <https://doi.org/10.31434/rms.v8i2.960>
 8. Fabián L, Carrión M, Paola C, Olmedo v. Facultad de posgrados maestría en nutrición y dietética el porcentaje de grasa corporal total obtenido de la bioimpedancia eléctrica es un mejor predictor de sobre peso y obesidad que el índice de masa corporal. *Revisión Sistemática*. 2024;16:344–9. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15901>
 9. Taracena Pacheco S, Díaz Greene EJ, Benítez Benítez LF, Arias Siu PY. Impedancia bioeléctrica como una herramienta útil para el diagnóstico de síndrome metabólico en México: revisión narrativa. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2024;22(1):44–7. Disponible en: <https://doi.org/10.35366/114593>.
 10. Manuel Germánico López. Composición corporal mediante boimpedanciometría versus índice de masa corporal en la estimación del riesgo de diabetes mellitus tipo 2. *Revisión sistemática con metaanálisis*. *Univ Soc*. 2023; 16:89–98. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15308>
 11. Pérez-Vielma Nadia Mabel, Miliar-García Ángel, Gómez-López Modesto, Marín Soto María Delfina, Leija-Alva Gerardo, Aguilera Sosa Víctor Ricardo. Food Craving in Obese Subjects: Its Correlation with Atherogenic Index and Feeding Behavior-Related Gene Expression. *Acta de investigación psicol [revista en la Internet]*. 2011(3): 5-16. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-48322021000300005&lng=es. Epub 14-Mar-2022. <https://doi.org/10.22201/fpsi.20074719e.2021.3.388>.
 12. Van Eyck A, Ledeganck KJ, Vermeiren E, De Lamper A, Eysackers M, Mortier J, et al. Body composition helps to elucidate the different origins of low serum magnesium in children with obesity compared to children with type 1 diabetes. *Eur J Pediatr*. 2023 Jun 8;182(8):3743–53. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05046-5>
 13. Martínez-Gómez D, Ruiz-Betancourt C, Fernández-Benítez M, Díaz-Pérez G, López-Castillo R, Vargas-Hernández C, et al. Uso de la bioimpedancia eléctrica en la evaluación de composición corporal en pacientes con síndrome metabólico. *Rev Chil Nutr [Internet]*. 2023;50(1):34–42. Available from: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000100034>
 14. Laca Jiménez JLF. ADIPONECTINA EN PACIENTES OBESOS Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA A LA INSULINA. *Diabetes actual*. 2024 Jun 1;2(1):58–63. Disponible en: <https://www.doi.org/10.61156/2024.2.1.006>
 15. Blanco J, Del Mar Bibiloni M, Tur JA. Prevalence of metabolic health in mallorca obese patients. *Nutr Hosp*. 2019 Sep 1;36(5):1087–94. Disponible en: <https://doi.org/10.20960/nh.02598>
 16. Manzo-Sepúlveda F, Rodríguez-Sanhueza M, Cares-Muñoz A, López-Espinoza M. Grado de concordancia del porcentaje de masa grasa en adultos jóvenes estimada con pliegues cutáneos versus impedancia bioeléctrica. *Salud, Ciencia y Tecnología*. 2024;3:715. Disponible en: <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023715>

17. Reyes-García R, Moreno-Pérez Ó, Bellido V, Botana-López M, Duran Rodríguez-Hervada A, Fernández-García D, et al. Abordaje Integral de las Personas con Diabetes tipo 2. Área de Conocimiento de Diabetes de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición [Internet]. Disponible en: https://www.seen.es/ModulGEX/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/3350/090322_105907_1775272463
18. Katherine Yaritza Girón Saltos, Noemi Judith Tayupanda Cuvi, Kattyta Patricia Hidalgo Morales, Verónica Paola Quitto Navarrete. Evaluación del estado nutricional mediante parámetros antropométricos y dietéticos a los profesionales administrativos LOSEP. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS [Internet]. 2024 Jan [cited 2024 Sep 22];6:82–9. Available from: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/959/1329>.
19. Nelly Paladines Zapata. La composición corporal mediante la bioimpedancia y su relación con la calidad de vida en adultos mayores con diabetes mellitus tipo ii en la ciudad de guayaquil [Internet]. Riobamba; 2020 [cited 2024 Sep 23]. Available from: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/14084/1/20T01322.pdf>
20. Reyes-López Silvia Vianey, Cordero-Cruz Iran Carolina, Báez-Hernández Francisco Javier, Nava-Navarro Vianet. Experiencias de las adolescentes que cursan un embarazo, desde un enfoque cualitativo. *Sanus* [revista en la Internet]. 2020 Sep . 5(15): 00003. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-60942020000300003&lng=es. Epub 17-Feb-2021. <https://doi.org/10.36789/sanus.vi15.179>.
21. Ramírez Salazar M. Hiperlipidemias secundarias a hipotiroidismo, obesidad y otras endocrinopatías. *Diabetes actual*. 2024 Jun 1;2(1):64–73. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rda/article/view/28665>
22. Rodríguez JS. Diabetes: Visión de su futuro [Internet]. 2022 [cited 2024 Sep 23]. Available from: <https://www.revistadiabetes.org/tratamiento/diabetes-vision-de-futuro/>
23. Flores L, herrera h. Comparación de la estimación de la tasa metabólica en reposo de las ecuaciones predictivas de harris benedict, oms-fao y nelson y su relación con la composición corporal medida por bioimpedancia eléctrica en diferentes patologías. *Diabetes actual*. 2024 Jun 1;2(1):47–57. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rda/article/view/28663>
24. Larrañaga-Díaz L, Castillo-Martínez L, Mendoza-Pérez S. Diabetes Mellitus en adolescentes y jóvenes: Panorama global y en México. *Rev Latinoam Diabetes*. 2022 Jul 10;20(3):151–165. Disponible en: <https://doi.org/10.31135/rlad.2022.3.151>
25. López-Torres J, Martínez-Pérez F, García-Cabrera M. Analysis of Diabetes Mortality Trends in Latin America: The Case of Ecuador, 1995–2019. *Health Metrics*. 2023 Jan 5;15(1):102–111. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hm.2022.102111>
26. González-Fernández M, Pérez-Rosales J, Valdez-Espinoza A. Efectos de la Insulinoterapia en el Control Metabólico en Pacientes con Diabetes Tipo 2: Una Revisión Crítica. *Salud y Enferm*. 2022 Mar 16;43(2):234–245. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/sepse.19242023.43.2.234>