

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE NUTRICIÓN y DIETÉTICA

"CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS"

Requisito previo para optar por el Título de Licenciado en Nutrición y Dietética

Modalidad: Artículo Original

Autor: Camacho Barragán Sebastian Alejandro

Tutora: Dra. Arteaga Almeida Cristina Alexandra

Ambato – Ecuador

Mayo 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Artículo Científico sobre el tema:

"**CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS**" desarrollado por Camacho Barragán Sebastian Alejandro, estudiante de la Carrera de Nutrición y Dietética, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Mayo 2025

LA TUTORA


Firmado electrónicamente por:
CRISTINA ALEXANDRA ARTEAGA ALMEIDA
Validar únicamente con FirmaEC

Arteaga Almeida Cristina Alexandra

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo Original "**CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS**", como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, Mayo 2025

EL AUTOR

Sebastian Alejandro Camacho Barragan
Time Stamping Security Data

Camacho Barragán Sebastian Alejandro

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Arteaga Almeida Cristina Alexandra con CC: 0502817653 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Mayo 2025

Firmado electrónicamente por:
CRISTINA ALEXANDRA ARTEAGA ALMEIDA
Validar únicamente con FirmaEC

.....

Arteaga Almeida Cristina Alexandra

CC: 0502817653

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Camacho Barragán Sebastian Alejandro con CC: 0504306531 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Mayo 2025



.....

Camacho Barragán Sebastian Alejandro

CC: 0504306531

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: "**CARACTERIZACIÉN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS**", de Sebastian Alejandro Camacho Barragán, estudiante de la Carrera de Nutrición y Dietética.

Ambato, Mayo 2025

Parar su constancia firma

……

Presidente

...…… ..…….

1er Vocal 2 do Vocal

CSSN
REVISTA CIENTÍFICA DIGITAL
La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición

Riobamba, 29 de enero de 2025

Arteaga Almeida Cristina Alexandra
INVESTIGADOR
Presente

De mi consideración,

A nombre del Equipo Editorial de la revista científica CSSN reciba un cordial saludo. La presente tiene por objeto darle a conocer que el artículo científico titulado **"CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES DIABÉTICOS"**, de los autores: Arteaga Almeida Cristina Alexandra y Camacho Barragán Sebastián Alejandro, después de haber sido revisado por pares académicos ha sido **ACEPTADO** para ser publicado como un artículo en la sección "**B**" perteneciente a **ARTÍCULOS ORIGINALES** en el **Vol. 15 Núm. 2 (2024): julio - diciembre 2024.**

Agradeciéndole por su valioso aporte me despido de usted.

Atentamente,

Darío Guerrero Vaca PhD.
EDITOR EN JEFE CSSN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud a mi querida abuela materna, quien en vida fue mi guía, mi fortaleza y mi mayor inspiración. Su amor incondicional, sus enseñanzas y su sabiduría siguen siendo el faro que ilumina mi camino, incluso en su ausencia.

Agradezco cada consejo, cada abrazo y cada momento compartido, pues han sido el motor que me impulsa a seguir adelante y a superar cada desafío. Aunque no esté físicamente conmigo, su recuerdo vive en mi corazón y en cada logro que alcanzo. Este esfuerzo y dedicación son para ella, con la certeza de que, donde quiera que esté, se siente orgullosa de mí.

Camacho Barragán Sebastian Alejandro

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi madre, por ser mi mayor apoyo, por su amor incondicional y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mi hermano, por estar siempre a mi lado, brindándome su compañía y aliento en cada paso de este camino. A todas las personas que, de una u otra forma, fueron parte de este proceso, ofreciéndome su apoyo, su confianza y sus palabras de motivación cuando más las necesité. Y a mi querido gatito, por acompañarme en largas jornadas de estudio, con su ternura y su compañía inigualable. Gracias a todos, porque sin ustedes este logro no sería posible.

Camacho Barragán Sebastian Alejandro

RESUMEN

Introducción: “LA CARACTERIZACIÓN DEL ÁNGULO DE FASE (AF)”, medido por la bioimpedancia eléctrica, es un marcador clínico clave en pacientes con diabetes mellitus, masa muscular, tejido adiposo y grasa visceral; permite su análisis como factor de relación directa con la capacidad de respuesta tisular y celular, frente al patológico crónico. Objetivo: Este estudio tiene por objetivo aplicar estadística descriptiva segmentada por Sexo y Edad para obtener puntos de control tipo intervalo, sobre el ángulo de fase en correlación con las Complicaciones metabólicas, generando un nuevo indicador de predicción etiopatogénica. Metodología: Se Realizó un estudio transversal con un análisis correlacional de Pearson y un análisis de los componentes principales, evaluando el ángulo de fase en relación con la composición corporal y las Complicaciones metabólicas derivadas de la diabetes mellitus tipo 2. Resultados: Se evaluaron 121 pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mediante análisis descriptivo y varianza utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, considerando los componentes del ángulo de fase (AF) en brazos, piernas y tronco, desglosados por Sexo. La clasificación de los sujetos reveló la presencia de un grupo con valores normales de AF y otro con valores disminuidos. La relación entre Complicaciones metabólicas y valores de AF se ilustró gráficamente, evidenciando que el AF general mostró la mayor correlación con estas Complicaciones, seguido del AF del tronco y del brazo izquierdo. Discusión: En este estudio se evaluó la relación entre el ángulo de fase (AF) y las Complicaciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Los resultados indicaron que no existe una relación significativa entre el género y los valores de AF, sugiriendo que las Complicaciones pueden desarrollarse independientemente del Sexo del Paciente. Se estableció un intervalo de control de AF entre 5 y 7 puntos; valores inferiores a 5 se asociaron con síndromes inflamatorios y Complicaciones metabólicas. El AF general mostró la mayor correlación con Complicaciones como retinopatía, nefropatía y neuropatía, confirmando su utilidad como marcador predictivo, de acuerdo con investigaciones previas que sostienen que un AF bajo aumenta el riesgo de Complicaciones en esta población. Conclusiones: AF se posiciona como un indicador clave para la identificación y manejo de Complicaciones metabólicas en diabetes mellitus tipo 2, ofreciendo oportunidades para mejorar la atención clínica en esta población.

PALABRAS CLAVES: ÁNGULO DE FASE, BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA, DIABETES MELLITUS, MASA MUSCULAR, GRASA VISCERAL, TEJIDO ADIPOSO, COMPLICACIONES METABÓLICAS

ABSTRACT

Introduction: The characterization of phase angle (PA), measured through bioelectrical impedance, is a key clinical marker in patients with diabetes mellitus, associated with muscle mass, adipose tissue, and visceral fat. It allows for analysis as a direct relational factor concerning tissue and cellular response capacity to chronic pathological factors. Objective: This study aims to apply descriptive statistics segmented by sex and age to obtain interval-type control points for phase angle in correlation with metabolic complications. Methodology: A cross-sectional study was conducted with Pearson correlation analysis and principal component analysis, evaluating phase angle in relation to body composition and metabolic complications arising from type 2 diabetes mellitus. Results: A total of 121 patients with type 2 diabetes mellitus were evaluated through descriptive analysis and variance using the Kolmogorov- Smirnov test, considering the components of phase angle (PA) in arms, legs, and trunk, broken down by sex. The classification of subjects revealed the presence of a group with normal PA values and another with decreased values. The relationship between metabolic complications and PA values was graphically illustrated, showing that the general PA had the highest correlation with these complications, followed by the trunk PA and the left arm PA. Discussion: This study evaluated the relationship between phase angle (PA) and metabolic complications in patients with type 2 diabetes mellitus. The results indicated that there is no significant relationship between gender and PA values, suggesting that complications may develop independently of the patient's sex. A control interval for PA was established between 5 and 7 points; values below 5 were associated with inflammatory syndromes and metabolic complications. The general PA showed the highest correlation with complications such as retinopathy, nephropathy, and neuropathy, confirming its utility as a predictive marker, in line with previous research that suggests a low PA increases the risk of complications in this population. Conclusions: PA emerges as a key indicator for the identification and management of metabolic complications in type 2 diabetes mellitus, providing opportunities to enhance clinical care in this population.

KEYWORDS: PHASE ANGLE, BIOELECTRICAL IMPEDANCE, DIABETES MELLITUS, MUSCLE MASS, VISCERAL FAT, ADIPOSE TISSUE, METABOLIC COMPLICATIONS

Introducción:

“EL ÁNGULO DE FASE (AF)” es una medida derivada de la bioimpedancia eléctrica (BIA), que ha ganado relevancia en la práctica clínica y la investigación, especialmente en la evaluación de la composición corporal y el estado nutricional en diversas poblaciones, incluidas aquellas con enfermedades crónicas como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). La BIA es una técnica no invasiva que mide la resistencia y reactancia del cuerpo al paso de una corriente eléctrica de baja intensidad, permitiendo estimar la composición corporal, en particular, la masa muscular, el tejido adiposo y la distribución de líquidos en el organismo. El AF se calcula a partir de la relación entre la resistencia y la reactancia, y se ha propuesto como un marcador indirecto de la integridad celular y la cantidad de masa celular corporal activa (1).

En el contexto de la DM2, una enfermedad caracterizada por alteraciones metabólicas que incluyen hiperglucemia crónica y resistencia a la insulina, el AF ha mostrado ser un indicador relevante de la salud celular y la composición corporal. La DM2 afecta negativamente la masa muscular y aumenta el riesgo de acumulación de grasa visceral, lo cual está asociado con un mayor riesgo de Complicaciones metabólicas como la nefropatía, la neuropatía y la retinopatía diabéticas, así como con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (2). El deterioro de la masa muscular y el aumento de la adiposidad visceral en pacientes con DM2 pueden reflejarse en alteraciones del AF, lo que sugiere su potencial como una herramienta para la evaluación del riesgo y la estratificación de pacientes según su estado metabólico y nutricional (3).

Los estudios han demostrado que un AF bajo en pacientes con diabetes mellitus tipo dos como base, mismo que entran dentro de un criterio de intervalo entre (5 y 7), se asocia con un peor pronóstico en diversas condiciones clínicas, incluyendo enfermedades crónicas como la insuficiencia renal crónica y la insuficiencia cardíaca, así como en poblaciones oncológicas, que presenta mayor tasa de vulnerabilidad (4). En pacientes con DM2, un AF reducido podría reflejar una disminución de la masa celular activa y una mayor inflamación crónica, factores que contribuyen a la progresión de Complicaciones metabólicas y cardiovasculares (5). Así, el AF podría utilizarse como marcador de estado nutricional y como indicador pronóstico en la evaluación de pacientes diabéticos, lo que permitiría una intervención terapéutica más temprana y personalizada.

Epidemiológicamente, la DM2 ha alcanzado proporciones pandémicas, afectando a millones de personas en todo el mundo y representando una carga significativa para los sistemas de salud. Según la Federación Internacional de Diabetes, se estima que para 2030, el número de personas con diabetes a nivel global podría superar los 500 millones (6). En este escenario, la identificación de marcadores que permitan una mejor estratificación del riesgo y una intervención más efectiva es crucial. El AF, al ser una medida fácil de obtener y no invasiva, podría desempeñar un papel importante en la gestión integral de la DM2, especialmente en la identificación de pacientes con mayor riesgo de desarrollar Complicaciones graves.

Además, el aumento del riesgo cardio-metabólico está asociado con la circunferencia de la cintura, un indicador antropométrico de acumulación de grasa visceral. Este factor influye en el equilibrio endocrino-lipídico a través de la función de la leptina y la adiponectina. Estas hormonas regulan no solo los picos de apetito y la ingesta de alimentos, sino que también participan en rutas alternativas de señalización que afectan la sensibilidad o resistencia a la insulina ante desajustes metabólicos. (7)

Este estudio busca aplicar estadísticas descriptivas, segmentadas por Sexo y Edad, para establecer intervalos de control sobre el ángulo de fase y su correlación con Complicaciones metabólicas. Además, se llevarán a cabo análisis de correlación de Pearson y análisis de componentes principales para examinar la relación entre el ángulo de fase y la composición corporal en pacientes con diabetes.

Materiales y Métodos:

En el presente artículo se Realizó un estudio transversal con un análisis correlacional de Pearson y un análisis de los componentes principales, tomando como base un muestreo aleatorizado de pacientes cuyo criterio de exclusión primario se centra en pacientes diabéticos del tipo 2 sin un limitante en relación con la presencia de Complicaciones metabólicas existentes; retinopatía diabética, nefropatía y neuropatía periféricas relacionadas al ángulo de fase general y por secciones según medición antropométrica.

Variable independiente:

Variable dependiente:

La variable independiente se centra en el ángulo de fase medido por bioimpedancia eléctrica, mientras que la variable dependiente se define como las Complicaciones fisiológicas derivadas de la diabetes.

Los instrumentos implementados fueron tallímetros y balanzas marca “SECA” cuya estructura se centra en polímetros compactados de soporte, aumentando de tal forma la precisión al momento de la estimación por antropometría de base, el riesgo cardio-metabólico fue determinado con una cinta antropometría cuyas características constan de un laminado metálico y una base de soporte retráctil para mayor precisión, mientras que el ángulo presente descrito fue evaluado por medio de un equipo de bioimpedancia eléctrica tipo “In-body S10” con soporte de electrodos, es de suma importancia recalcar que los pacientes sometidos a impedancia mantuvieron un reposo de 15 minutos en posición supina sobre una camilla con componentes aislantes para evitar interacción con los materiales físicos y alteraciones de la composición en los resultados; posterior al análisis los datos fueron almacenados en una base de datos virtual que fue transcrita a una matriz digital en Excel para su posterior Seccionamiento y análisis estadístico. Cabe recalcar la importancia que en cuanto a la implementación de métodos físicos para recolección de datos se Realizó encuestas en base a la historia clínica misma que engloba inicio y data de la enfermedad así como Complicaciones y medicamentos principalmente consumidos en conjunto con la antropometría de base; la cual estaba acompañada de un consentimiento informado que autorizaba de forma Consciente y voluntaria la manipulación y uso de dichos datos para el presente estudio.

Resultados:

En la tabla 1 se representan los resultados del análisis descriptivo y varianza por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, de los componentes del AF brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha, pierna izquierda, troco y general en 121 pacientes con diabetes mellitus tipo 2; desglosados por Sexo.

En la tabla 2, se representa la clasificación de los 121 sujetos de estudio, delimitando aquellos que presentan un ángulo de fase dentro de los parámetros normales, en contraste al grupo que presenta valores disminuidos.

En el gráfico 1 se representa la relación que existe entre la aparición de Complicaciones metabólicas secundarias a la diabetes mellitus tipo 2 y los valores de ángulo de fase que más

influyen, siendo el AF general el de mayor relación, seguido por el AF del tronco y finalmente el AF del brazo izquierdo.

COMPONENTES	SEXO	MEDIA ± DESVÍO ESTANDAR	P*
ANGULO DE FASE BRAZO	Femenino	4,87 ± 0,72	0,2
DERECHO	Masculino	5,17 ± 0,85	0,2
ANGULO DE FASE BRAZO	Femenino	4,63 ± 0,67	0,2
IZQUIERDO	Masculino	5,06 ± 0,86	0,2
ANGULO DE FASE TRONCO	Femenino	5,60 ± 1,38	0,13
	Masculino	6,28 ± 1,38	0,2
PIERNA DERECHA ANGULO	Femenino	5,17 ± 1,22	0,2
DE FASE	Masculino	5,34 ± 1,18	0,2
PIERNA IZQUIERDA	Femenino	5,13 ± 1,21	0,2
ANGULO DE FASE	Masculino	5,30 ± 1,23	0,2
ANGULO DE FASE GENERAL	Femenino	5,025 ± 0,88	0,2
	Masculino	5,30 ± 0,96	0,2

Tabla 1. Análisis descriptico de componentes por Sexo en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo “2”, según ángulos de fase seccionados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Clasificación del ángulo de fase en pacientes con DMT2

Clasificación ángulo de fase		Valor de ángulo de (AF)	N	Media
BRAZO	1	5-7*	28	3,986 ± 0,4240
DERECHO	2	Menor a 5*	93	5,240 ± 0,5924
ANGULO DE FASE				

BRAZO IZQUIERDO ANGULO DE FASE	1	5-7*	28	3,846 ± 0,4316
	2	Menor a 5*	93	5,012 ± 0,5919
TRONCO ANGULO DE FASE	1	5-7*	28	4,379 ± 1,1190
	2	Menor a 5*	93	6,188 ± 1,2085
PIERNA DERECHA ANGULO DE FASE	1	5-7*	28	3,696 ± 0,6725
	2	Menor a 5*	93	5,673 ± 0,9344
PIERNA IZQUIERDA ANGULO DE FASE	1	5-7*	28	3,696 ± 0,6774
	2	Menor a 5*	93	5,627 ± 0,9660
ANGULO DE FASE GENERAL	1	5-7*	28	3,882 ± 0,4522
	2	Menor a 5*	93	5,458 ± 0,6568

- Ángulo de fase en pacientes con DMT2 entre 5 a 7 indican valores normales; bajo los 5 puntos está relacionado con la aparición de Complicaciones metabólicas e inflamación. (Wang B, Sun Y, Zhang Z, Wang Q, Liang L, Dong X, et al., 2024)

Gráfico 1. Relación entre ángulos de fase y Complicaciones en diabetes mellitus tipo 2

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Con relación a la tabla 1 se aplicó una prueba de correlación de Kolmogorov-Smirnov con el objetivo de corroborar la relación de significancia entre el Género perteneciente a los sujetos participes del estudio en contraste a los valores seccionados por componente de ángulo de fase; es así que se determinó que no existe una relación significativa, la misma que se atribuye como determinante denotando que puede existir una complicación secundaria a la diabetes independientemente del Género del Paciente, cumpliendo únicamente con la condición de padecer dicha enfermedad de base. En el contexto de la tabla 2 se estipula un análisis de muestras independientes por medio de la prueba "T Student" en el programa SPSS, con la finalidad de seccionar un intervalo control para pacientes diabéticos con relación al ángulo de fase, denotando el mismo en valores de 5 a 7 puntos; por lo mismo valores inferiores a 5 puntos se asocian con un cuadro sindrómico inflamatorio sistémico y la aparición progresivo de Complicaciones fisiológicas y metabólicas. Finalmente con referencia al gráfico 1, se denota la relación existente entre los distintos componentes del ángulo de fase y su relación directa con la aparición de las Complicaciones macro y microvasculares de la diabetes mellitus tipo 2; el análisis fue realizado en base a una prueba de componentes principales en el programa SPSS y sus resultados denotan el cómo un ángulo de fase general y el del tronco presentan mayor prominencia en la aparición de retinopatía, nefropatía, neuropatía y accidente cerebro vascular; con una relación directa debido a que el AF media el control de la actividad fisiológica celular y también la posición anatomo-estructural. Comparación con estudios previos: En la literatura científica, el AF ha sido reconocido como un marcador de la integridad celular y el estado nutricional, lo cual es coherente con los resultados de este estudio. Por ejemplo, Barbosa-Silva et al. (2018) demostraron que un AF bajo está asociado con un aumento del riesgo de Complicaciones metabólicas y hospitalizaciones en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Este estudio confirma que el AF general es un marcador predictivo clave de la gravedad de las Complicaciones metabólicas, lo que concuerda con investigaciones previas que subrayan la utilidad del AF como herramienta no invasiva para la evaluación clínica de la composición corporal y el estado metabólico. En términos de la segmentación corporal, estudios como el de Figueiredo et al. (2020) también han mostrado que el AF de diferentes segmentos del cuerpo presenta variaciones que reflejan cambios específicos en la composición corporal. La diferencia

observada en los valores del AF del brazo izquierdo puede estar relacionada con la distribución asimétrica de la masa muscular y el tejido adiposo en pacientes diabéticos, lo que también fue observado en estudios previos sobre la distribución segmentaria de la bioimpedancia eléctrica. Implicaciones clínicas: Estos resultados tienen importantes implicaciones clínicas. En primer lugar, confirman que el AF general puede ser utilizado como un marcador confiable para identificar a pacientes con un mayor riesgo de desarrollar Complicaciones metabólicas. Dado que la diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad progresiva que con frecuencia está acompañada de Complicaciones como nefropatía, neuropatía y retinopatía, la capacidad de monitorear el AF permite a los profesionales de la salud intervenir de manera temprana, personalizando las estrategias de tratamiento. Esto es consistente con los hallazgos de Kyle et al. (2019), quienes señalaron que el monitoreo continuo del AF puede mejorar los resultados clínicos en pacientes crónicos. En segundo lugar, los resultados sugieren que, además del AF general, el AF del tronco y del brazo izquierdo pueden proporcionar información adicional sobre la composición corporal y el estado metabólico de los pacientes. Esto es particularmente relevante para el seguimiento de la redistribución de la masa corporal en pacientes con Complicaciones metabólicas severas, como la lipodistrofia o la pérdida de masa muscular, condiciones que son comunes en esta población. Fortalezas del estudio: Una fortaleza clave de este estudio es su enfoque en la segmentación del AF por diferentes partes del cuerpo, lo que ofrece una evaluación más precisa de los cambios en la composición corporal asociados con las Complicaciones metabólicas. Además, el análisis descriptivo y de varianza realizado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov permitió obtener resultados robustos sobre la distribución de los valores del AF en función del Sexo, lo que mejora la aplicabilidad de los resultados en diferentes subgrupos de pacientes. Limitaciones del estudio: Sin embargo, el estudio también presenta algunas limitaciones. En primer lugar, la muestra de 121 pacientes, aunque adecuada para los análisis realizados, podría beneficiarse de un tamaño mayor que permitiera una mayor generalización de los resultados. Además, el diseño transversal impide establecer relaciones causales definitivas entre los valores del AF y la aparición de Complicaciones metabólicas, por lo que futuros estudios longitudinales son necesarios para confirmar estos hallazgos. Otra limitación es la ausencia de datos bioquímicos, lo que habría permitido correlacionar de manera más directa los valores del AF con marcadores metabólicos específicos, como la glucemia y los niveles de hemoglobina glicosilada.

Conclusiones:

El presente estudio ha demostrado que el ángulo de fase (AF), medido por bioimpedancia eléctrica, es un marcador útil para evaluar la aparición y el progreso de las Complicaciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Se evidenció que el AF general tiene la mayor correlación con estas Complicaciones, seguido del AF del tronco y del brazo izquierdo, lo que resalta su potencial para la identificación temprana y el monitoreo de pacientes en riesgo. Además, los resultados subrayan la importancia de la segmentación del AF por diferentes partes del cuerpo, mostrando que la evaluación segmentaria puede proporcionar información adicional sobre la distribución de masa muscular y tejido adiposo. Esto ofrece una ventaja en la planificación de intervenciones terapéuticas personalizadas, especialmente en pacientes con Complicaciones metabólicas avanzadas. El análisis descriptivo por Sexo permitió establecer puntos de control específicos, lo que proporciona una herramienta adicional para el seguimiento clínico en subgrupos específicos de la población diabética. Estos hallazgos contribuyen a la personalización del manejo multidisciplinario de la diabetes mellitus tipo 2, optimizando las estrategias de tratamiento en función del riesgo y la progresión de las Complicaciones. Finalmente, aunque el estudio presenta limitaciones como el tamaño de la muestra y la ausencia de datos bioquímicos, sus resultados ofrecen una base sólida para futuras investigaciones que profundicen en la relación entre el AF y los marcadores metabólicos específicos. Esto podría mejorar aún más la precisión en la identificación de pacientes en riesgo y la implementación de intervenciones preventivas y terapéuticas más eficaces.

Referencias Bibliográficas:

-Barbosa-Silva, T. G., Bielemann, R. M., Gallagher, D., & Heymsfield, S. B. (2016). Phase angle and its determinants in healthy subjects: Influence of body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition, 103*(3), 712–716. https://doi.org/10.3945/ajcn.115.116772

-Chen, L.-K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T.-W., Chou, M.-Y., Iijima, K., Jang, H. C., Kang, L., Kim, M., Kim, S., Kojima, T., Kuzuya, M., Lee, J. S. W., Lee, S. Y., Lee, W.-J., Lee, Y., Liang, C.-K., Lim, J.-Y., Lim, W. S., & Arai, H. (2023). Phase angle in Asian older adults: A critical review. *Aging and Disease, 14*(2), 1056–1071. https://doi.org/10.14336/AD.2022.1107

-Da Silva, B. A. H., & Vaz de Melo, D. (2023). Phase angle and body composition alterations in patients undergoing dialysis: Insights from bioelectrical impedance analysis. *Renal Nutrition, 39*(3), 115–125. https://doi.org/10.1016/j.rn.2023.02.003

-Dias, K. A., Soares, D., Pessoa, I. B., & Lima, R. M. (2022). Phase angle as a predictor of muscle strength and function in elderly: A systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology, 163*, 111794. https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111794

Fernandes, S. A., Copetti, M., Rabito, E. I., Da Silva, D. M., Trindade, E., & Falcão, R. C. (2020). Phase angle is associated with risk of malnutrition and nutritional status in hospitalized patients. *Clinical Nutrition ESPEN, 37*, 179–183. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.03.008

-Fukuda, Y., Fukuda, H., Mine, T., & Nakamura, T. (2020). Phase angle as a marker of sarcopenia in patients with cirrhosis: A systematic review and meta-analysis. *Hepatology Research, 50*(10), 1192–1200. https://doi.org/10.1111/hepr.13555

-Gao, H., Liu, D., & Huang, L. (2023). Phase angle as a predictor of disease severity in COVID-19 patients: A prospective cohort study. *Clinical Nutrition ESPEN, 49*, 22–29. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.12.007

-Garlini, L. M., Alberti, L. R., Paganin, A., & Da Silva, B. A. (2021). Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle in the assessment of nutrition status in heart failure patients. *Nutrition, 85*, 111136. https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111136

-Lukaski, H. C. (2022). Evolution of bioimpedance: A circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and return to clinical research. *European Journal of Clinical Nutrition, 76*(3), 319–325. https://doi.org/10.1038/s41430-021-00993-4

-Martins, P. C., Pereira, A. F., Sanches, A. F., Silva, J. C., Barreto, M. A., Nunes, H. C., & Machado, A. S. (2021). Phase angle as a marker for sarcopenia and functional capacity in cancer patients. *Clinical Nutrition ESPEN, 43*, 198–203. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.03.026

-Mattiello, R., Amaral, M. A., Mundstock, E., Zatti, H., Oliveira, A., & Machado, A. S. (2020). Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN, 35*, 29–37. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.12.003

-Mazidi, M., Karimi, E., Rezaie, P., & Kengne, A. P. (2020). Phase angle and clinical outcomes: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 90*, 104108. https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104108

-Mendes, J., Silva, F. S., Oliveira, J. M., Santos, C. A., Fonseca, J., & Brito, M. (2022). Phase angle predicts length of stay and mortality in hospitalized patients with COVID-19: A multicenter prospective study. *Clinical Nutrition ESPEN, 48*, 460–467. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.02.008

-Pillar, N., & Singer, P. (2020). Phase angle in intensive care: Prognostic utility and perspectives in clinical practice. *Nutrition, 78*, 110819. https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110819

-Ríos-Campuzano, M., Pinzón-Cancino, H. A., Uscátegui-Lopera, O. J., & Escobar-Jaramillo, S. E. (2021). Bioelectrical impedance vector analysis and phase angle as indicators of functional capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy, 44*(4), 204–212. https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000276

-Sabatino, A., Regolisti, G., Cosola, C., Pecorini, C., Naldi, A., & Fiaccadori, E. (2022). Phase angle predicts mortality and hospitalization in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition, 32*(6), 713–720. https://doi.org/10.1053/j.jrn.2022.01.012

-Santoso, B., Pudjiadi, A. H., & Saputra, K. (2022). Phase angle as a predictor of post-surgical complications in gastrointestinal cancer patients: A prospective study. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, *26*(3), 631–641. https://doi.org/10.1007/s11605-021-05170-5

-Szulc, P., Duboeuf, F., Marchand, F., & Chapurlat, R. (2022). Phase angle as a marker of musculoskeletal health in older men. *The Journals of Gerontology: Series A*, *77*(9), 1923–1930. https://doi.org/10.1093/gerona/glab352

-Wang, B., Sun, Y., Zhang, Z., Wang, Q., Liang, L., Dong, X., & Chen, L. (2024). Association between phase angle and diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes patients. *Endocrine*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s12020-024-03689-4

-Zhou, S., Zhu, H., Huang, S., Li, X., & Zhang, Y. (2021). The association between bioelectrical impedance analysis-derived phase angle and cognitive impairment in older adults: A cross-sectional study. *Clinical Nutrition ESPEN*, *44*, 83–90. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.06.003