Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina
Unidad de Posgrado

Asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Fisiología

AUTOR

Alexander Anibal ROBLES PINO

ASESOR

Sergio Gerardo RONCEROS MEDRANO

Lima, Perú

2020

Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Robles A. Asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2020.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código ORCID del autor	0000-0002-2510-5437
DNI o pasaporte del autor	10686861
Código ORCID del asesor	0000-0003-2117-2357
DNI o pasaporte del asesor	060601297
Grupo de investigación	NO APLICA
Agencia financiadora	NO APLICA
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Latitud: -12.13877552862489 Longitud: -77.01701081030237 Barranco 15049 Lima – Perú
Año o rango de años que la investigación abarcó	2019 - 2020
Disciplinas OCDE	Fisiología http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.08

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado
Sección Maestría

ACTA DE GRADO DE MAGISTER

En la ciudad de Lima, a los 21 días del mes de diciembre del año dos mil veinte siendo las 03:00 pm, bajo la presidencia de la Dra. Elydia Cornelia Mujica Albán con la asistencia de los Profesores: Dr. Carlos Alberto Saavedra Leveau (Miembro), Mg. Rosa María Pando Álvarez (Miembro), y el Dr. Sergio Gerardo Ronceros Medrano (Asesor); el postulante al Grado de Magíster en Fisiología, Bachiller en Medicina, procedió a hacer la exposición y defensa pública de su tesis Titulada: ***"ASOCIACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE MASA MUSCULAR Y EL ÁNGULO DE FASE EN ADULTOS APARENTEMENTE SANOS INDEPENDIENTEMENTE DE LA ADIPOSIDAD VISCERAL Y DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL"*** *con el fin de optar el Grado Académico de Magíster en Fisiología. Concluida la exposición, se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación* ***B MUY BUENO 18.*** *A continuación el Presidente del Jurado recomienda a la Facultad de Medicina se le otorgue el Grado Académico de* ***MAGÍSTER EN FISIOLOGÍA*** *al postulante* ***ALEXANDER ANÍBAL ROBLES PINO.***

Se extiende la presente Acta en tres originales y siendo la ***04:20 pm****, se da por concluido el acto académico de sustentación.*

Dr. Carlos Alberto Saavedra Leveau
Profesor Principal
Miembro

Mg. Rosa María Pando Álvarez
Profesora Principal
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA
SECCION MAESTRIA - UNIDAD DE POSGRADO

Dr. Sergio Gerardo Ronceros Medrano
Profesor Principal
Asesor

Dra. Elydia Cornelia Mujica Albán
Profesora Principal
Presidente

Agradecimiento:

A mis estimados amigos y colegas Dr. Roosvell Pairazamán Guevara y Dr. Reneé Pereyra Elías con quienes compartimos incontables horas de discusión académica dentro y fuera de las aulas.

Al Dr. Sergio Ronceros Medrano, por su paciencia y aliento en todo el proceso de la sustentación.

Dedicatoria:

A mis padres Roque y Nila, en especial a mi madre quien está siempre pendiente de mi crecimiento académico, por su apoyo constante y su infinito amor para formarme en lo que soy.

A mis hijos Leonardo y Alessia, quienes me dan la fuerza para seguir adelante.

A mi esposa Asucena, por su paciencia y comprensión de tantas horas de trabajo invertidas para sacar adelante esta tesis.

A mi entrañable amigo y colega Dr. Víctor Vásquez Villacorta, con quien compartimos incontables vivencias durante nuestra formación académica y que ahora Dios lo tiene en su gloria.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN....1
1.1 Situación Problemática....1
1.2 Formulación del Problema....2
1.3 Hipótesis....2
1.4 Justificación del problema....2
1.5 Objetivos....3
1.5.1 Objetivo General....3
1.5.2 Objetivos Específicos....3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO....4
2.1 Antecedentes del problema....4
2.2 Bases Teóricas....5
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA....14
3.1. Tipo y diseño de investigación....14
3.2. Unidad de análisis....14
3.3. Población de estudio....14
3.4. Tamaño de muestra....14
3.5. Selección de muestra....15
3.6. Técnicas de recolección de datos....15
3.7. Análisis e interpretación de la información....15
3.8. Aspectos éticos....16
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....18
4.1. Presentación de resultados....18
4.2. Análisis, Interpretación y discusión de resultados....24
CONCLUSIONES....27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS....29
ANEXOS....37

Lista de cuadros

Cuadro 1 . Características de una muestra de adultos aparentemente sanos entre 18 y 65 años atendidos en un consultorio privado para evaluación y prescripción física del ejercicio 19

Cuadro 2. Asociación del ángulo de fase con las características sociodemográficas y composición corporal de una muestra de adultos aparentemente sanos entre 18 y 65 años atendidos en un consultorio privado para evaluación y prescripción física del ejercicio 20

Cuadro 3. Análisis de regresión simple y múltiple para evaluar la asociación cruda y ajustada entre ángulo de fase y porcentaje de masa muscular 22

Cuadro 4. Análisis de regresión simple y múltiple para evaluar la asociación cruda y ajustada entre ángulo de fase y porcentaje de masa muscular estratificado según porcentaje de grasa y de grasa visceral 23

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama que representa el ángulo de fase en función de la Reactancia (Xc) y de la Resistencia (R) 5
Figura 2. Interacción entre el efecto antiinflamatorio de las mioquinas y el proinflamatorio de las adipoquinas 7
Figura 3. Acción de las mioquinas en los diferentes sistemas 12
Figura 4. Correlación positiva entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase 21

RESUMEN

Introducción: Durante las últimas cuatro décadas, el Análisis de Impedancia Bioeléctrica (AIB) se ha utilizado como un parámetro no invasivo relacionado con la hidratación y la composición corporal, debido a que –entre otras formas no invasivas- es un mejor predictor del estado de salud y la mortalidad durante el tratamiento. La validez de su medición ya ha sido corroborada con especial atención al ángulo de fase, considerando que las mioquinas derivadas del músculo tienen un efecto sobre hipertrofia, regeneración celular, inflamación, y repercuten en él.

Objetivo: Evaluar asociación entre el porcentaje de masa muscular y ángulo de fase independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal en adultos aparentemente sanos entre 18 y 65 años evaluados en un centro especializado en evaluación y prescripción médica del ejercicio entre enero 2016 y diciembre 2017 en Lima Perú.

Métodos: Estudio observacional, analítico y de corte transversal. Se utilizó el equipo de impedancia bioelectrica CKmBCA modelo 514 para evaluar el peso, masa muscular, grasa corporal, grasa visceral, agua corporal y ángulo de fase. Se realizaron modelos de regresión lineal simples y múltiples para evaluar si existe asociación entre las 2 variables principales independientemente de la adiposidad visceral, del porcentaje de grasa corporal y de la hidratación.

Resultados: Se evaluó una muestra de 67 varones y 52 mujeres con una edad promedio de 37,5 años (d.e: 12,6) con un 41,4% de sobrepeso y un 25,9% de obesidad. La media del porcentaje de masa muscular en la población de estudio es relativamente baja (31,7%, d.e: 4,6%), así como la media del ángulo de fase (5,6 grados, d.e: 0,7º). Existe una asociación positiva con un coeficiente de correlación alto (0.65) con valor p significativo (<0,001) entre el porcentaje de músculo esquelético y el ángulo de fase. Y una relación con un coeficiente negativo (-0,37) se puede ver con un estilo de vida sedentario. Cuando el modelo se ajusta por sexo, edad y actividad física, el coeficiente de regresión entre el ángulo de fase y porcentaje de masa muscular sigue siendo positivo (0,05; IC: 0,02-0,08). No hubo cambios según la proporción de grasa que tenían los participantes.

Conclusión: Se concluye que existe una asociación positiva entre el ángulo de fase y el porcentaje de masa muscular en la muestra de 116 adultos aparentemente sanos, independiente de otras variables de importancia, incluyendo la adiposidad visceral y el % de grasa corporal.

Palabras Claves: Ángulo de fase; masa muscular; grasa corporal; mioquinas.

ABSTRACT

Introduction: During the last four decades, the Bioelectrical Impedance Analysis (AIB) has been used as a non-invasive parameter related to hydration and body composition, because –among other non-invasive forms- it is a better predictor of the state of Health and mortality during treatment. The validity of its measurement has already been corroborated with special attention to the phase angle, considering that muscle-derived myokines have an effect on hypertrophy, cell regeneration, inflammation, and have an impact on it.

Objective: To evaluate the association between the percentage of muscle mass and phase angle independently of visceral adiposity and the percentage of body fat in apparently healthy adults between 18 and 65 years old evaluated in a center specialized in evaluation and medical prescription of exercise between January 2016 and December 2017. in Lima Peru.

Methods: Observational, analytical and cross-sectional study. The CKmBCA model 514 bioelectric impedance equipment was used to assess weight, muscle mass, body fat, visceral fat, body water and phase angle. Simple and multiple linear regression models were performed to assess whether there is an association between the 2 main variables regardless of visceral adiposity, body fat percentage and hydration.

Results: A sample of 67 men and 52 women with an average age of 37.5 years (s.d: 12.6) with 41.4% overweight and 25.9% obesity was evaluated. The average of the percentage of muscle mass in the study population is relatively low (31.7%, s.d: 4.6%), as well as the average of the phase angle (5.6 degrees, s.d: 0.7º). There is a positive association with a high correlation coefficient (0.65) with a significant p-value (<0.001) between the percentage of skeletal muscle and the phase angle. The relationship negative coefficient (-0.37) can be seen with a sedentary lifestyle. When the model is adjusted for sex, age and physical activity, the regression coefficient between the phase angle and percentage of muscle mass remains positive (0.05; CI: 0.02-0.08). There were no changes according to the proportion of fat the participants had.

Conclusion: It is concluded that there is a positive association between the phase angle and the percentage of muscle mass in the sample of 116 apparently healthy adults, independent of other important variables, including visceral adiposity and% body fat.

Keywords: Phase angle; muscle mass; body fat; Myokines

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

La necesidad de tener una forma no invasiva de evaluar a un paciente ha sido buscada en el campo médico que lleva al uso de la impedancia como un parámetro de medida. Por ello, el Análisis de Impedancia Bioeléctrica (AIB), durante las últimas cuatro décadas, se ha utilizado como un parámetro no invasivo relacionado con la hidratación y la composición corporal

El tejido muscular cumple diferentes funciones en el cuerpo humano, dentro de ellas se encuentra la producción de citoquinas que son necesarias para mantener saludables el resto de células de nuestro organismo (Izumiya et al., 2008). En ese sentido, la disminución de este tejido podría comprometer la integridad del resto de células.

El ángulo de fase es una forma rápida y sencilla de medir la integridad celular y cantidad de las células usando el Análisis de Impedancia Bioeléctrica, por lo que se ha usado para evaluar el pronóstico de diferentes condiciones clínicas como cirrosis (Selberg & Selberg, 2002), varios tipos de cáncer (Gupta et al., 2008), esclerosis sistémica (Krause et al., 2010), infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (Schwenk et al., 2000), entre otros.

Considerando lo previamente expuesto, se podría hipotetizar que una mayor masa muscular mejoraría el ángulo de fase, gracias a las mioquinas. En ese sentido, este trabajo de investigación busca evaluar si existe asociación entre ambas variables. Adicionalmente, se pretende evaluar si la asociación persiste, independientemente del porcentaje de grasa corporal y visceral.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal?

1.3 Hipótesis

La masa muscular está asociada positivamente al ángulo de fase, independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal.

1.4 Justificación del problema

Los estudios realizados se han enfocado en la relación del ángulo de fase con una gran cantidad de variables sociodemográficas, la enfermedad crónica, el índice de masa corporal (IMC) y la ingesta dietética (Di-Gioia et al., 2003) (Barbosa-Silva, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005). Ha habido una notable evidencia de que la masa muscular es uno de los factores con más alta correlación al ángulo de fase (AF). Sin embargo, en la búsqueda realizada no se ha encontrado ningún estudio analizando masa muscular (MM) y AF interdependientemente. Esta tesis busca evaluar la correlación entre la MM y el AF de pacientes aparentemente sanos. Se plantea la hipótesis que están directamente relacionados. Por tanto, luego, recomendar la práctica de actividad fisica para mejorar la masa muscular y la calidad de sus células.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar si existe asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal que acudieron a consulta externa para prescripción de ejercicio

1.5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la media del porcentaje de masa muscular de la población de estudio
- Evaluar la media del ángulo de fase de la población de estudio
- Evaluar la media de los otros componentes de la composición corporal
- Evaluar la asociación del porcentaje de la masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos estratificado según porcentaje de grasa y de grasa visceral

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

En el pasado, evaluar el verdadero estado de un paciente para pronosticar el bienestar o el impacto del tratamiento ha sido difícil tanto para los médicos como para los pacientes. Gran parte de la dificultad está relacionada con el hecho de que la mayoría de las pruebas específicas para evaluar a un paciente han sido procedimientos invasivos complejos. La necesidad de tener una forma no invasiva de evaluar a un paciente ha sido buscada en el campo médico que lleva al uso de la impedancia como un parámetro de medida. Por ello, el Análisis de Impedancia Bioeléctrica (AIB), durante las últimas cuatro décadas, se ha utilizado como un parámetro no invasivo relacionado con la hidratación y la composición corporal. AIB es una medida de la reactancia (Xc) y resistencia (R) de una pequeña corriente eléctrica (50 kHz) en todo el cuerpo (National Institutes of Health, 1994). La validez de la medición AIB ya ha sido corroborada con especial atención al ángulo de fase derivado del IMC, y a los métodos y aplicaciones (Kyle et al., 2004a, 2004b), mientras que otros se han centrado en sus aplicaciones clínicas (De Oliveira, Pereira dos Santos, & De Mello, 2012; Gupta et al., 2009; Kyle, Soundar, Genton, & Pichard, 2012; Norman et al., 2010). El ángulo de fase comenzó a estudiarse por su relación directa con la tasa metabólica basal (Baumgartner, Chumlea, & Roche, 1988) debido a su capacidad para dilucidar la integridad de la membrana celular (Gupta et al., 2009). El ángulo de fase se ha definido como la relación arco-tangente de (Xc/R) x $180^{º}/\pi$, (Figura 1) . Por lo tanto, el AF disminuye cuando aumenta la resistencia, que está relacionada con la hidratación de los tejidos, ya que la señal eléctrica tarda más en atravesar las membranas celulares y,

también, lo haría si disminuyera la reactancia, que está relacionado a la celularidad, tamaño celular lo que nos daría una idea del daño en la membrana celular que funciona como un capacitor (Barbosa-Silva et al., 2005; Gonzalez, Barbosa-Silva, Bielemann, Gallagher, & Heymsfield, 2016) .

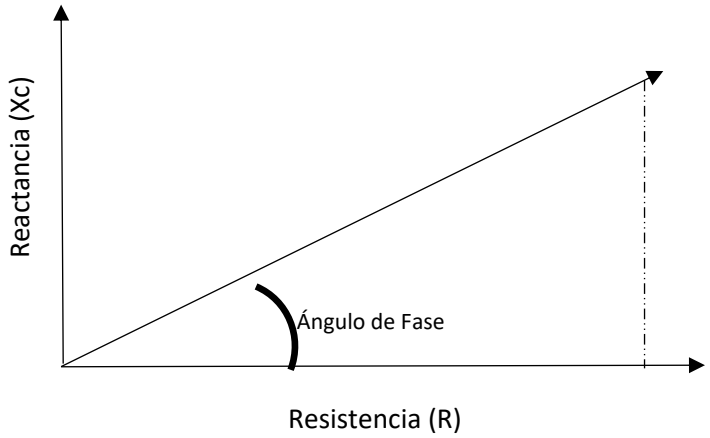

Figura 1. **Diagrama que representa el ángulo de fase en función de la Reactancia (Xc) y de la Resistencia (R).** Fuente. Elaboración propia.

Clínicamente, se ha encontrado que el ángulo de fase es un buen indicador de la mortalidad y morbilidad (Norman et al., 2010; Wilhelm-Leen, Hall, Horwitz, & Chertow, 2014). En otros pacientes con enfermedad terminal o crónica, se ha encontrado que el ángulo de fase es un mejor predictor del estado de salud y la mortalidad durante el tratamiento que otras formas no invasivas de evaluar la salud de los pacientes (Gupta et al., 2008; Llames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013; Norman et al., 2010).

2.2 Bases Teóricas

Existe una miríada de factores que afectan la medición del ángulo de fase, incluso, en los escenarios de control, hay diferentes puntos de corte y metodología para tener en cuenta y así la medición sea válida. Algunos de

los estudios de ángulo de fase han encontrado que la hidratación (Di-Gioia et al., 2003; Kyle et al., 2004b), el grupo étnico (Wilhelm-Leen et al., 2014), la edad o el sexo (Barbosa-Silva et al., 2005), o IMC (Bosy-Westphal et al., 2006) ha afectado la medición del ángulo de fase.

Una vez que se han considerado todas las variables, se muestra que la masa muscular tiene una correlación positiva en el ángulo de fase (Goacher, Lambert, & Moffatt, 2012), ya sea que los pacientes estén sanos o tengan una enfermedad crónica (Hamer & Stamatakis, 2012; I. Janssen, Heymsfield, Baumgartner, & Ross, 2000). En estudios recientes, se ha considerado una relación más directamente proporcional entre un ángulo de fase y masa muscular (de França et al., 2016; Selberg & Selberg, 2002), utilizando un protocolo de investigación comparativa. Frente a ello, esta tesis busca determinar que el ángulo de fase (AF) y la masa muscular (MM) tienen una correlación positiva, a través de un hipotético mecanismo de mioquinas derivadas del músculo sobre hipertrofia, regeneración celular e inflamación. El diseño del estudio se ha elegido para explorar que ambas variables, AF y MM, se relacionan independientemente de todas las otras variables de AF investigadas anteriormente.

TEJIDO MUSCULAR: UN ÓRGANO ENDOCRINO Y EXOCRINO DE NOVO

Ha habido un cambio en la visión del papel del tejido muscular desde considerarse un órgano estático a un órgano secretor. En los últimos veinte años, se han realizado muchos estudios para dilucidar las numerosas sustancias liberadas por el músculo tanto por contracción como en reposo. Estas sustancias secretadas por el tejido muscular, que llevan una cascada de efectos en el cuerpo humano, han sido llamados colectivamente mioquinas (Petersen et al 2003). Un número particular de estas mioquinas y sus funciones en el cuerpo humano afectan positivamente el ángulo de fase desde lipólisis, metabolismo de glucosa e inflamación (ver figura 2).

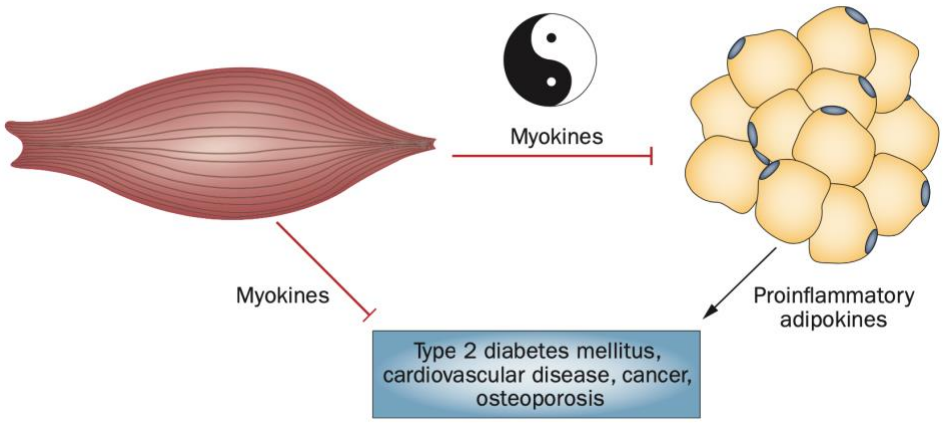

Figura 2. **Interacción entre el efecto antiinflamatorio de las mioquinas y el proinflamatorio de las adipoquinas.** Fuente. Adaptado de Bente K Pedersen & Febbraio, 2012.

Interleukina – 6 (IL – 6)

IL- 6 es una de las primeras mioquinas descubiertas en los estudios, la que tiene mayor cantidad de información e investigación realizada; y se señala que posee la más amplia gama de actividades (Akira, Taga, & Kishimoto, 1993). Esta usa un tipo común de receptor de citocina que se comparte con otras mioquinas y hormonas por igual (Heinrich, Behrmann, Müller-Newen, Schaper, & Graeve, 1998). Durante muchos años, se pensó que la IL-6 era una citocina proinflamatoria relacionada con la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), debido al mayor número de IL-6 presente en el plasma de personas con DM2 y en personas con otros valores proinflamatorios más elevados (Al-Khalili et al., 2006; Gabay, 2006; Y. M. Janssen, Van Houten, Borm, & Mossman, 1993; Mauer et al., 2014). Sin embargo, hay diferentes isoformas de IL-6 que se pueden formar en el cuerpo, y la IL-6 que deriva del músculo- debido a sus funciones sobre las células que están alrededor del

músculo y su función sistémica- no se considera en sí mismo proinflamatorio debido a sus beneficios. De hecho, se han encontrado que niveles altos de IL-6 son perjudiciales para la salud durante largos períodos de tiempo (Gabay, 2006). Pero, una mayor masa muscular por la contracción ayuda a eliminar los números altos de IL -6 de la circulación bajando el efecto negativo de niveles elevados de IL-6 en el cuerpo (Febbraio et al., 2003).

Centrándose estrictamente en el proceso metabólico, IL-6 tiene un papel doblemente significativo en el metabolismo de la glucosa. Por un lado, la IL-6 ayuda a la oxidación de la glucosa y, al mismo tiempo, aumenta la liberación de insulina (Al-Khalili et al., 2006; Carey et al., 2006; Feldman, Streeper, Farese, & Yamamoto, 2006; Ruderman et al., 2006). Añadido a la anterior conclusión, un importante beneficio de la IL-6 derivada del músculo proviene del hecho de que la IL-6 aumenta la oxidación de grasas en la fibra muscular, también, aumenta la lipólisis y la oxidación de ácidos grasos libres (FFA) (Al-Khalili et al., 2006; Di-Gioia et al., 2003; Petersen, 2004; Van Hall et al., 2003). Los efectos metabólicos de la IL-6 derivada de los músculos sobre el metabolismo de la glucosa mitigan y protegen la integridad celular del daño causado por Diabetes Mellitus 2 (DM2) y daño endotelial por FFA (Carey et al., 2006; Petersen, 2004). Es posible que estos beneficios metabólicos sean la razón de un mayor ángulo de fase en las personas con un aumento de la masa muscular, ya que más IL-6 derivada de los músculos puede liberarse.

Se encontró que la IL-6 producida por el músculo interactúa con el páncreas con el fin de mejorar la liberación de insulina y la expansión de las células alfa pancreáticas (Ellingsgaard et al., 2008). La acción anti-inflamatoria de la IL-6 derivada del músculo protege del tejido adiposo, que se ha demostrado induce un estado inflamatorio en el cuerpo (B. K. Pedersen & Febbraio, 2008). La IL-6 puede proteger de resistencia a la insulina y daño inflamatorio de la membrana celular por vía de activación de macrófagos (Mauer et al., 2014). Un bajo ángulo de fase se ha relacionado con la mortalidad por cáncer, mientras que todavía la vía específica del poder de pronóstico es especulada. La IL-6 derivada de músculo puede mediar una

mayor movilización de células asesinas naturales (NK) en el cuerpo y estas pueden disminuir el crecimiento tumoral (L. Pedersen et al., 2016). También, como efecto acoplado, la IL-6 con el aumento muscular incrementa el Factor de Necrosis Tumoral α (TNF-α) (Y. M. Janssen et al., 1993; Keller, Hellsten, Steensberg, & Klarlund Pedersen, 2006; Steensberg et al., 2002). Como consecuencia de los efectos de la IL-6 derivada de músculo en la lipólisis y la oxidación de FFA, el músculo esquelético puede utilizar más lípidos como sustrato, disminuyendo aún más el daño endotelial (Bente K. Pedersen & Febbraio, 2012). La IL-6 derivada del músculo puede ser explicada en la supresión tumoral, control de glucosa y pérdida de masa grasa y ayuda a las células a mantener su integridad, media daño local y sistémico en el cuerpo, lo que explica el aumento del ángulo de fase en personas con mayor masa muscular.

MIOSTATINA

La miostatina fue la primera citocina que alguna vez se consideró una mioquina. Sus efectos de supresión en modelos humanos, de roedores y de ganado han dejado pocas dudas sobre sus efectos en la masa muscular (Allen et al., 2008; Feldman et al., 2006; Guo et al., 2009). La miostatina regula el crecimiento muscular de forma negativa al disminuir la cantidad de hipertrofia en los músculos esqueléticos. Los niveles más altos de miostatina se han encontrado en pacientes con DM2, pacientes obesos, y también fueron encontrados en pacientes con el síndrome metabólico (Feldman et al., 2006; Guo et al., 2009; Hittel, Berggren, Shearer, Boyle, & Houmard, 2009). Considerado en algunos estudios como factor de crecimiento 8, es la única mioquina con los mayores efectos en la ganancia de grasa, acumulación y mediador de grasa, así como en la hipertrofia muscular(Feldman et al., 2006; Hittel et al., 2009; Zhao, Wall, & Yang, 2005). La vía metabólica de como la miostatina puede afectar el metabolismo de la glucosa o la sensibilidad a la insulina es aún desconocida, pero lo que es seguro es que sus efectos

positivos en la lipogénesis y negativos efectos en la masa muscular (Hübner et al., 2004) a su vez producirá un ángulo de fase inferior.

La función de la miostatina en la regulación de la masa muscular, también, es contraproducente para un ángulo de fase más elevado. Sin embargo, incluso cuando el papel de la miostatina es negativo, la masa muscular superior disminuirá la expresión de miostatina debido a la disminución en la acumulación de lípidos y la oxidación de grasas que viene con las otras mioquinas derivadas de músculo como IL-6, IGF-1 e IL-15 (Breen et al., 2011; Bente K. Pedersen, 2009; Bente Klarlund Pedersen, Akerström, Nielsen, & Fischer, 2007; Petersen, 2004; Quinn, Anderson, Strait-Bodey, Stroud, & Argiles, 2008). Es importante mencionar que miostatina como myokina es abundante en las personas con un bajo control de la glucosa (Feldman et al., 2006), pero menor cuando la masa muscular está presente para atenuar sus efectos (Guo et al., 2009; Hübner et al., 2004). Aunque esta mioquina ha caído de favor en los últimos años, la miostatina es importante para comprender el efecto positivo de las mioquinas derivadas de la musculatura.

Interleukina – 15 (IL-15)

La IL-15 derivada del músculo es otra mioquina que se ha encontrado y tiene efectos positivos en la masa muscular (Quinn et al., 2008). Similar a la IL-6, la IL-5 juega un papel en la estimulación de células NK y la protección contra los tumores (L. Pedersen et al., 2016; Pierce, Maples, & Hickner, 2015; Quinn et al., 2008). Lo más importante es que la IL-15 disminuye el tejido adiposo blanco con otros estudios que han descubierto que disminuye el deposito de lípidos (Quinn et al., 2008). IL-15 parece influir en la grasa abdominal específica, la hipertrofia y la maduración de las células NK (Bente Klarlund Pedersen et al., 2007). Los mecanismos bioquímicos de la IL-15 deben entenderse mejor para tener una mejor idea de la totalidad de las funciones de IL-15 en la masa muscular, pero con las funciones más

conocidas, la IL-15 exhibe efectos positivos en el ángulo de fase a través de conservación de masa muscular y deposición de lípidos .

Factor inhibidor de la leucemia (LIF)

El factor inhibidor de la leucemia, se encontró por primera vez como una proteína secretada por las células tumorales que producen ascitis, pero, también, es producida por el tejido muscular (B. K. Pedersen, 2011). LIF se describe como una proteína que puede aumentar la formación de plaquetas, proliferación de células hematopoyéticas, estimulación de tejido óseo, hepatocitos, y lo más importante es que LIF desempeña un papel en la proliferación de células satélite, aumentando la hipertrofia muscular y la regeneración (Broholm et al., 2011). La función del LIF en el crecimiento de células satélites, la regeneración muscular e hipertrofia muscular, aumenta el ángulo de fase al proporcionar reparación celular y más células con una mejor integridad de la membrana celular.

OTRAS MIOQUINAS DE INTERÉS

Se ha descubierto un gran número de miocinas producidas por el tejido muscular que ha generado mucha atención . IL-10 desempeña un papel como anti- inflamatorio al disminuir la acción de las citoquinas de las células T colaboradoras, y media las citoquinas pro-inflamatorias como TNF-α e IL-12. (Dagdeviren et al., 2017). IL-10, también, se mostró para controlar el crecimiento tumoral y la metástasis, aumentando los mecanismos inmunológicos del cáncer y al mismo tiempo reduciendo las citoquinas inflamatorias (Hong et al., 2009). Otra función interesante es que influye en el metabolismo de la glucosa al disminuir la resistencia a la insulina y minimizar

los daños de la resistencia a la insulina relacionada con la edad en el músculo (Dagdeviren et al., 2017; Hong et al., 2009). IL-10 funciona en el metabolismo de la glucosa y el control tumoral, preservando la integridad de la pared celular puede tener una relación positiva con el ángulo de fase. IGF-1 puede ser secretado por el tejido muscular y se ha encontrado en grandes cantidades en números grandes en células musculares (Velloso, 2008). Además de sus propiedades anabólicas locales en el tejido muscular, IGF-1 es un factor osteogénico importante. IGF-1 parece funcionar tanto para aumentar la mineralización ósea como para la hipertrofia muscular (Breen et al., 2011), lo que eleva el ángulo de fase al producir más células y ayudar a la salud ósea. Muchas de las mioquinas inducidas por el músculo tienen varias funciones en la salud celular, la proliferación y la inflamación (ver Figura 3).

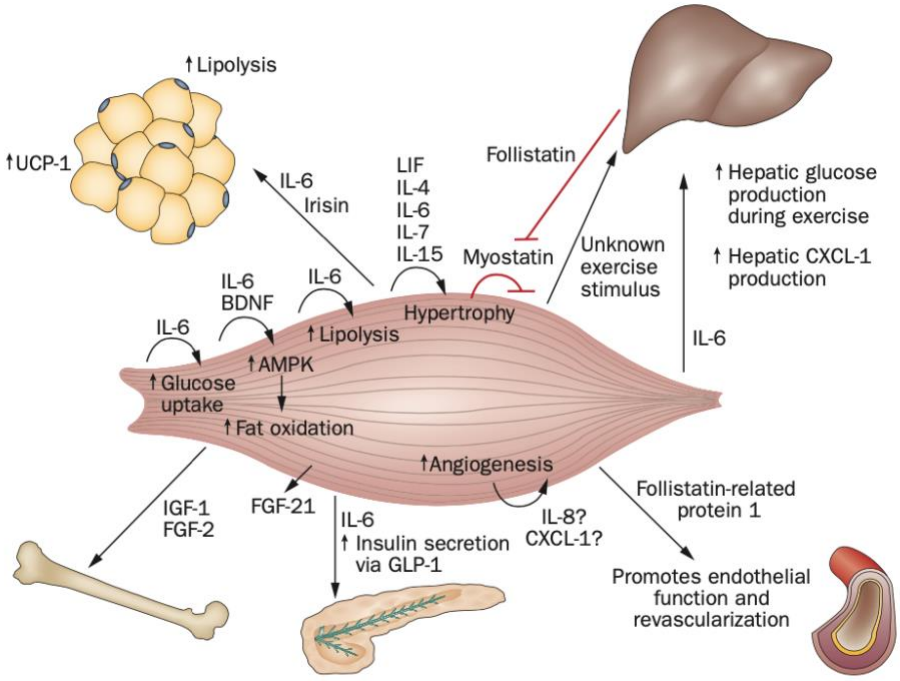

Figura 3. **Acción de las mioquinas en los diferentes sistemas. El músculo esquelético es un órgano secretor. LIF, IL - 4, IL - 6, IL - 7 e IL - 15 promueven la hipertrofia muscular. La miostatina inhibe la hipertrofia muscular y el ejercicio provoca la liberación de un inhibidor de la miostatina, follistatina, desde el hígado. BDNF e IL-6 están involucrados en la oxidación de grasas mediada por AMPK e IL-6 aumenta la absorción de glucosa estimulada por insulina. IL - 6 parece tener efectos sistémicos en el hígado y el tejido adiposo y aumenta la secreción de insulina a través de la regulación positiva de GLP - 1. IGF - 1 y FGF - 2 están involucrados en la formación de hueso, y la proteína 1 relacionada con la folistatina mejora la función endotelial y la revascularización de**

vasos isquémicos. Irisin tiene un papel en el "pardeamiento" del tejido adiposo blanco. Fuente. Adaptado de Bente K Pedersen & Febbraio, 2012.

Todas estas funciones son razones para que el ángulo de fase aumente, ya sea por causar más células con una mejor integridad celular, la reducción de inflamación y control de la glucosa que ayuda en la disminución de los daños sistémica de niveles de azúcar alta en la sangre. Existen más de las miocinas mencionadas en este estudio, como la mioquina Factor Neurotrópico derivado del cerebro (BDNF) que ayuda a mantener la agudeza mental y función cognitiva (León, H.H.; Melo, C.E.; Ramírez, 2012; Bente K. Pedersen & Febbraio, 2012), IL-8 cuyas propiedades de angiogénesis han sido demostradas (Bente Klarlund Pedersen et al., 2007), y el factor similar a la folistatina 1 que tiene funciones de cardio protección y angiogénesis (Allen et al., 2008). Aunque estas mioquinas, también, podrían ser un factor para hacer el ángulo de fase más alto, sus efectos en la masa muscular son mínimos si no inexistentes, pero deben considerarse para comprender el papel de las mioquinas en un contexto amplio del ángulo de fase.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es un estudio observacional, analítico y de corte transversal.

3.2. Unidad de análisis

Sujeto aparentemente sano

3.3. Población de estudio

La población estudiada se encuentra conformada por varones y mujeres entre 18 y 65 años que asistieron a un centro especializado en evaluación y prescripción médica del ejercicio entre enero 2016 y diciembre 2017 en Lima Perú.

3.4. Tamaño de muestra

Se utilizó el paquete estadistico Epidat 4.2 (Organización Panamericana de la Salud/Xunta de Galicia) para el cálculo del tamaño de muestra. Se consideró un coeficiente de correlación de 0,3 basado en un estudio previo (Baumgartner et al., 1988), un nivel de confianza de 95% y una potencia de 80%. Como resultado se obtuvo que sería necesario como mínimo 84 sujetos

de estudio para responder nuestra pregunta de investigación.

3.5. Selección de muestra

Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia.

3.6. Técnicas de recolección de datos

Revisión de historias clínicas de pacientes que acudieron al centro especializado en evaluación y prescripción médica del ejercicio entre enero 2016 y diciembre 2017 en Lima Perú, donde se utilizó el equipo de impedancia bioelectrica CKmBCA modelo 514 para evaluar el peso, masa muscular, grasa corporal, grasa visceral, agua corporal y ángulo de fase, teniendo en cuenta las recomendaciones:

• No hacer ejercicio al menos dentro de las 12 horas previas al test.
• No comer ni beber (o por lo menos evitar que sea una ingesta cuantiosa), dentro de las 4 horas previas al test.
• Miccionar (o defecar si fuera el caso) momentos previos al examen.
• No tomar bebidas alcohólicas (en particular cervezas) dentro de las 48 horas previas al test ya que esto podría generar pérdida de agua y el análisis podría arrojar valores incorrectos.
• No es recomendable realizar la medición si la paciente a evaluar se encuentra menstruando.
• No realizar la evaluación en mujeres en proceso de gestación.
• No realizar la evaluación si el paciente tiene colocado un marcapasos.

3.7. Análisis e interpretación de la información

Todos los análisis fueron realizados en el paquete estadístico Stata 13.0 para Mac (StataCorp, Texas, US).

Para el análisis descriptivo de las variables categóricas, se calcularon frecuencias absolutas y relativas. Para las variables numéricas, se resumieron a través de promedios con sus respectivas desviaciones estándar, previa comprobación del supuesto de normalidad de la distribución con la prueba de Shapiro-Wilk.

Para comparar los promedios de masa muscular entre varones y mujeres, se utilizó la prueba de T de Student. Se planteará como hipótesis nula que los promedios son iguales y si $p < 0.05$ los promedios son diferentes.

Para evaluar la asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase, se utilizó la correlación de Pearson, previa comprobación de la normalidad bivariable con la prueba de Doornik-Hansen. Se planteó como hipotesis nula que el coeficiente de correlación es igual a cero (no hay correlación). Si el valor de $p<0.05$ se rechazará la hipotesis nula y se concluirá que sí existe correlación.

Adicionalmente, se realizaron modelos de regresión lineal simples y múltiples para evaluar si existe asociación entre las 2 variables principales, ajustando por sexo, edad y sedentarismo. Debido a que la masa muscular relativa y las mediciones de adiposidad están correlacionadas, se evaluó la asociación de interés, estratificada según terciles de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal. Se comprobaron los supuestos de linealidad, normalidad de residuos y homocedasticidad.

3.8. Aspectos éticos

El trabajo, antes de realizarse, se sometió al Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Peruana de

Ciencias Aplicadas (ANEXO Nº 1) para asegurar que este cumpla con las normas éticas requeridas. Los datos de la historia clínica son anónimos y confidencialmente manejados solo por el equipo de estudio, con la autorización de su uso (ANEXO 2).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

Se evaluó una muestra de 67 varones y 52 mujeres con una edad promedio de 37,5 años (d.e: 12,6) para evaluar si existe una correlación entre el ángulo de fase y la masa muscular. La tabla 1 muestra la distribución de las características de los adultos que participaron en la investigación. La mayoría de los adultos tiene un peso superior al normal con un 41,4% de sobrepeso y un 25,9% de obesidad. La media del porcentaje de masa muscular en la población de estudio es relativamente baja (31,7%, d.e: 4,6%), así como la media del ángulo de fase (5,6 grados, d.e: 0,7º). El 51,7% de la muestra estudiada tiene un estilo de vida sedentario. Además, la mediana de adiposidad visceral (2,4 L con rango intercuartílico 1,5-4,1 L) y la media del porcentaje de grasa corporal (31,3%) fueron relativamente altos en la población de estudio.

Cuadro 1 . **Características de una muestra de adultos aparentemente sanos entre 18 y 65 años atendidos en un consultorio privado para evaluación y prescripción física del ejercicio, Lima (n=116).**

Características	**n**	**(%)**
Sexo		
Varón	67	(56,3)
Mujer	52	(43,7)
Edad*	37,5	(12,6)
Sedentario		
Sí	60	(51,7)
No	56	(48,2)
Índice de masa corporal (kg/m2)*	27,1	(4,5)
Estado nutricional		
Normal	38	(32,8)
Sobrepeso	48	(41,4)
Obesidad	30	(25,9)
Grasa corporal (%)*	31,3	(8,1)
Grasa visceral (L)§	2,4	(1,5-4,1)
Músculo esquelético (%)*	31,7	(4,6)
Agua corporal total (%)*	50,3	(5,8)
Agua extracelular (%)*¥	42,3	(2,2)
Ángulo de Fase*	5,6	(0,7)

*Media y desviación estándar
¥ En relación al agua corporal total
§ Mediana y rango intercuartílico

El análisis adicional del ángulo de fase con la composición sociodemográfica y la composición corporal (Tabla 2) mostró una media mayor del ángulo de fase en los hombres (6,0; p<0,001) que en las mujeres (5,1; p<0,001). Asimismo, el ángulo de fase en adultos con sobrepeso (5,7 grados) y obesos (5,8 grados) fue mayor al de los participantes con peso normal (5,3 grados; p=0,006).

Cuadro 2. **Asociación del ángulo de fase con las características sociodemográficas y composición corporal de una muestra de adultos aparentemente sanos entre 18 y 65 años atendidos en un consultorio privado para evaluación y prescripción física del ejercicio, Lima**

Características	media	(d.e.)	p
Sexo§			
Varón	6,0	(0,1)	<0,001
Mujer	5,1	(0,1)	
Edad*	-0,05		0,576
Sedentario§			
Sí	5,4	(0,7)	0,003
No	5,8	(0,6)	
Índice de masa corporal (kg/m2)*	0,28		0,002
Estado nutricional∑			
Normal	5,3	(0,6)	0,006
Sobrepeso	5,7	(0,7)	
Obesidad	5,8	(0,6)	
Grasa corporal (%)*	-0,37		<0,001
Grasa visceral (L)*	0,25		0,006
Músculo esquelético (%)*	0,65		<0,001
Agua corporal total (%)*	0,38		<0,001
Agua extracelular (%)*	-0,87		<0,001

*correlación de Pearson
§prueba T de Student
∑análisis de varianza de una vía (ANOVA)

También hay una asociación positiva con un coeficiente de correlación alto (0.65) con valor p significativo (<0,001) entre el porcentaje de músculo esquelético y el ángulo de fase en la población de estudio (tabla 2). Esta correlación se puede ver mejor en el Gráfico I que muestra la distribución del porcentaje de masa muscular versus el ángulo de fase, ya que -incluso con las gráficas dispersas- a medida que el porcentaje de masa muscular aumenta el ángulo de fase, también, lo hace.

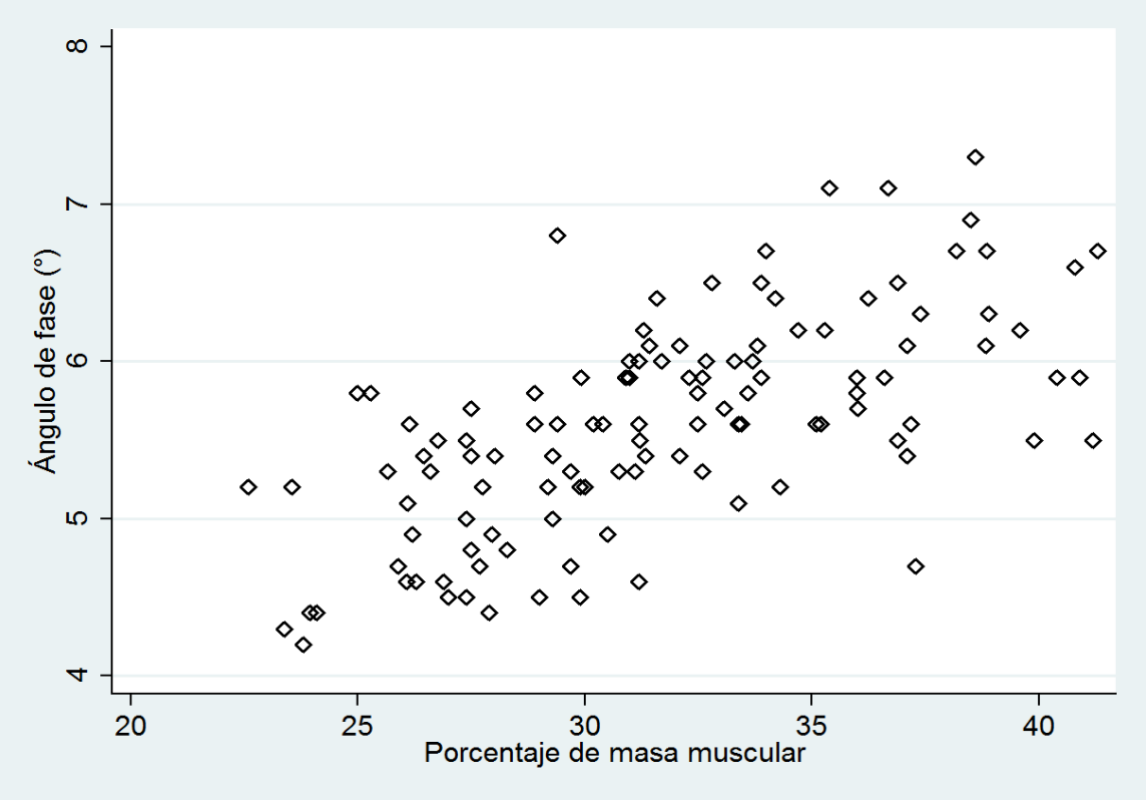

Figura 4. **Correlación positiva entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase de pacientes que acudieron al centro especializado en evaluación y prescripción médica del ejercicio entre enero 2016 y diciembre 2017 en Lima Perú con un coeficiente de correlación de 0,64 y p<0,001.** Fuente. Elaboración propia

Esta asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase se analiza en la Tabla 3, y se controla el efecto de otras variables. El análisis del modelo crudo muestra que hay un coeficiente de regresión negativo entre la grasa corporal y el ángulo de fase (-0,30). La misma relación con un coeficiente negativo (-0,37) se puede ver con un estilo de vida sedentario en nuestra población de estudio. Además, podemos ver una asociación positiva en el mismo modelo crudo y bajo todas las demás variables entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase, en el que por cada

aumento del 1% en el porcentaje de masa muscular hay un aumento de 0,10 grados en el ángulo de fase.

Cuadro 3. **Análisis de regresión simple y múltiple para evaluar la asociación cruda y ajustada entre ángulo de fase y porcentaje de masa muscular (n=116).**

	Modelo crudo		Modelo ajustado*	
	Coeficiente	**IC 95%**	**Coeficiente**	**IC 95%**
Sexo masculino	0,82	0,62 a 1,02	0,54	0,27 a 0,81
Edad	0,00	-0,01 a 0,00	-0,01	-0,01 a 0,00
Sedentario	-0,37	-0,61 a -0,13	-0,17	-0,39 a 0,05
Grasa corporal (%)	-0,30	-0,05 a -0,02	-	-
Grasa visceral (L)	0,11	0,2 a 0,21	-	-
Agua corporal total (%)	0,04	0,02 a 0,06	-	-
Agua extracelular (%)	-0,27	-0,30 a -0,24	-	-
Estado nutricional				
Normal	Ref.	-	-	-
Sobrepeso	0,41	0,13 a 0,69	-	-
Obeso	0,44	0,13 a 0,76	-	-
Masa muscular (%)	0,10	0,07 a 0,12	0,05	0,02 a 0,08

Se muestran los coeficientes crudos para los otros componentes corporales, pero no se incluyen en el modelo de múltiples variables por colinealidad con la masa muscular.

*Ajustado por todas las variables para las que se muestran coeficientes.

Cuando se ajusta el modelo eliminando el efecto de las demás variables, el valor del ángulo de fase muestra un coeficiente positivo con un porcentaje de masa muscular que aumenta el ángulo de fase 0,05 grados por cada 1% del porcentaje de masa muscular que aumente. El intervalo de confianza (I.C) en el mismo modelo ajustado apunta al posible valor de cambio en el ángulo de fase para estar entre 0,02 y 0,08 grados.

Esta asociación se evaluó estratificada según terciles de grasa corporal y grasa visceral. Los coeficientes de regresión crudos y ajustados fueron similares a los de la muestra en general y se muestran en la *Tabla 4*.

Cuadro 4. **Análisis de regresión simple y múltiple para evaluar la asociación cruda y ajustada entre ángulo de fase y porcentaje de masa muscular estratificado según porcentaje de grasa y de grasa visceral (n=116).**

	Modelo crudo		Modelo ajustado*	
	Coeficiente	**IC 95%**	**Coeficiente**	**IC 95%**
Según proporción de grasa**				
Primer tercil	0,13	0,09 a 0,17	0,07	-0,01 a 0,16
Segundo tercil	0,15	0,10 a 0,19	0,14	0,05 a 0,22
Tercer tercil	0,13	0,08 a 1,18	0,14	0,03 a 0,25
Según proporción de grasa visceral**				
Primer tercil	0,12	0,09 a 0,16	0,08	0,02 a 0,14
Segundo tercil	0,13	0,09 a 0,18	0,10	0,04 a 0,16
Tercer tercil	0,09	0,04 a 0,14	0,07	0,00 a 0,14

*Ajustado a sexo, edad y sedentarismo.

**Estratificado en terciles. Los terciles fueron generados para cada sexo por separado.

En el modelo crudo, en todos los terciles de grasa corporal y visceral, el coeficiente de regresión permaneció casi igual. No hubo un aumento en la asociación en el 33% más bajo de los valores de porcentaje de grasa corporal (primer tercil) ni en el 33% superior (tercer tercil) de los valores de porcentaje de grasa corporal. Cuando el modelo se ajusta por sexo, edad y actividad física, el coeficiente de regresión del 33% inferior del porcentaje de grasa corporal (primer tercil) se redujo a la mitad (0,07) que el de los otros dos terciles más altos. Estos dos últimos terciles ajustados permanecieron con el mismo coeficiente de regresión (0,14) y no aumentaron incluso en porcentajes de grasa corporal más altos, manteniendo la relación del ángulo de fase y la masa muscular independiente del porcentaje de grasa corporal. El modelo crudo para la grasa visceral permaneció disperso, en el tercil inferior el coeficiente (0,12) fue mayor que en el tercer tercil (0,9); pero, en el modelo ajustado el tercil inferior fue mayor (0,08) que el tercer tercil (0,07). Estos coeficientes no demostraron que el ángulo de fase dependa de la grasa visceral, y sigue siendo más claramente dependiente del porcentaje de masa muscular.

4.2. Análisis, Interpretación y discusión de resultados

Se evaluó una muestra de 116 adultos aparentemente sanos, entre 16 y 65 años para evaluar si existe una correlación entre el ángulo de fase y la masa muscular independiente del porcentaje de grasa corporal y la adiposidad visceral. Se encontró que ángulo de fase está correlacionado con la masa muscular incrementando su valor conforme la masa muscular aumenta, independientemente, del porcentaje de grasa o grasa visceral. Existen estudios previos que muestra esta relación entre masa muscular y ángulo de fase pero sin tener en cuenta el impacto de la grasa corporal (Basile et al., 2014). Al evaluar el estado nutricional, se encontró que la gran mayoría de la muestra tenía sobrepeso y obesidad en comparación con otros estudios (Llames et al., 2013). Al tener un mayor peso corporal, también, hay un ligero aumento en la masa muscular, lo que podría explicar el aumento del ángulo de fase en nuestra población con sobrepeso y obesidad. Además del peso corporal, la diferencia en la media del ángulo de fase entre hombres y mujeres se puede atribuir a la diferencia en los porcentajes de composición de masa muscular, en su mayor parte, mayor en hombres que en mujeres. Esta diferencia en la masa muscular podría proporcionar más mioquinas que protegen la integridad celular del daño metabólico al ayudar con la oxidación de FFA y la lipólisis, como en el caso de IL-6 (Al-Khalili et al., 2006)

De igual manera se mostró una relación negativa entre el ángulo de fase y el porcentaje de grasa corporal. Los efectos de mayores niveles de adiposidad, causados por la inactividad y el estado nutricional, pueden disminuir el porcentaje de masa muscular que causa la disminución del ángulo de fase, así como el efecto pro inflamatorio del exceso de adiposidad(Gonzalez et al., 2016; Bente K. Pedersen, 2009). Aunque la importancia estadística sobre la grasa visceral disminuyó en el desglose en

terciles, todavía, había un pequeño coeficiente positivo de relación entre ellos. Los efectos pro inflamatorios del sobrepeso y la obesidad pueden estar afectando el ángulo de fase, como lo sugieren algunos estudios (Mosele, Bissi Ricci, Abreu, & Rosa Neto, 2020), sin embargo, es evidente que existe una relación negativa entre ellos como lo demuestran otros estudios previos (Barrea et al., 2019). Parte de la razón podría ser que, con niveles más altos de adiposidad, las citoquinas pro inflamatorias podrían negar los efectos de las mioquinas secretadas por los músculos y disminuir la hipertrofia y el anabolismo muscular. Esta cascada de respuestas hormonales, junto con el hecho de que los niveles de adiposidad más altos conllevan porcentajes de masa muscular más bajos, podría dilucidar parte del mecanismo de esa relación negativa.

De igual manera, se mostró una relación negativa entre el ángulo de fase y el sedentarismo. Un estilo de vida sedentario conduce a una disminución en el mantenimiento del tejido muscular y a una lipogénesis más alta, así como una menor cantidad de mioquinas secretadas por la falta de estímulo de cualquier actividad física. La falta de actividad de las mioquinas y sus innumerables efectos positivos sobre la integridad celular también contribuyen al bajo ángulo de fase (Bente K Pedersen & Febbraio, 2012).

El análisis del modelo crudo del ángulo de fase y el porcentaje de masa muscular mostró que, con el aumento en el porcentaje de masa muscular, hay un aumento del ángulo de fase. Es importante considerar que, hasta el momento, había algunas dudas sobre el rol que el porcentaje de grasa corporal y la grasa visceral pueden jugar en el ángulo de fase en su conjunto. Los factores de riesgo cardiometabólicos, la hipertrigliceridemia y las citoquinas pro inflamatorias liberadas por este tipo y nivel de adiposidad podrían ser una variable que influye directamente en

el ángulo de fase más que la masa muscular sola (Tchernof & Després, 2013). Por esta razón, los mismos datos se ajustaron para mostrar la correlación del ángulo de fase y la masa muscular solamente, y, este último análisis, mostró que aumentó el ángulo de fase con el incremento del porcentaje de masa muscular. Incluso, aún bajo estos porcentajes de grasa corporal y adiposidad visceral, aún existe una asociación estadística positiva entre el ángulo de fase y la masa muscular.

La asociación de la masa muscular y el ángulo de fase se estratificó en terciles según el porcentaje de grasa corporal y la grasa visceral para dilucidar claramente si la relación era completamente independiente de la adiposidad. Si el ángulo de fase dependiera, también, de la grasa corporal y de la grasa visceral, el coeficiente de regresión aumentaría o disminuiría con cada tercil, ya que cada uno se mueve desde el porcentaje de grasa corporal más bajo al más alto y la adiposidad visceral, respectivamente. Ninguno de los coeficientes de regresión cambió lo suficientemente grande como para demostrar una dependencia variable. La forma en que la masa muscular tiene un efecto positivo en el ángulo de fase puede explicarse en parte por la acción de las mioquinas en el cuerpo humano para proteger la integridad celular del daño cardiometabólico, la inflamación, la lipogénesis y al aumentar la oxidación de los ácidos grasos libres y la liberación de insulina (Al-Khalili et al., 2006; Dagdeviren et al., 2017). La asociación entre el ángulo de fase y el porcentaje de masa muscular es independiente de todas las demás variables dado nuestro análisis de la muestra.

Este estudio cuenta con ciertas limitaciones. La muestra seleccionada fue por conveniencia, hubiera sido interesante tener una medición objetiva de la actividad física de los participantes haciendo pruebas de VO_{2max}, resistencia muscular, fuerza muscular, flexibilidad, los cuales en conjunto conforman

los componentes del physical fitness (condición física) relacionados con la salud (American College of Sports Medicine, 2010; Pairazamán R, 2017; Robles Pino, Pairazamán Guevara, & Pereyra Elías, 2019). También, hubiera sido importante medir de forma objetiva el estado de hidratación de los participantes antes de realizar el estudio con el equipo de impedancia bioeléctrica para evitar posibles alteraciones en la resistencia que pueda influir en el ángulo de fase.

Asimismo, es importante destacar la principal fortaleza de este estudio. En principio, es el primer estudio en Perú que evalúa el ángulo de fase en pacientes sanos y lo realciona con la composición corporal, además, tiene buena metodología, buen análisis estadístico, control por las variables y aporta nuevos conocimientos.

CONCLUSIONES

- La media del porcentaje de masa muscular en la población de estudio es relativamente baja.
- La media del ángulo de fase en la población de estudio es relativamente baja.
- La mediana de adiposidad visceral y la media del porcentaje de grasa corporal fueron relativamente altos en la población de estudio.
- Se concluye que existe una asociación positiva entre el ángulo de fase y el porcentaje de masa muscular en la muestra de 116 adultos aparentemente sanos, independiente de la adiposidad visceral y el porcentaje de grasa corporal.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más estudios utilizando impedancia bioeléctrica para evaluar el ángulo de fase en pacientes con enfermedades metabólicas y hacer un seguimiento de cómo mejora el ángulo de fase luego de realizar ejercicio físico adecuadamente prescrito, donde el entrenamiento de la fuerza – resistencia muscular sea uno de los pilares fundamentales de sus respectivas prescripciones tal como lo recomienda el colegio americano de medicina del deporte (American College of Sports Medicine, 2014).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akira, S., Taga, T., & Kishimoto, T. (1993). Cell stimulatory. *Advances in Immunology*, *54*, 1–78.

Al-Khalili, L., Bouzakri, K., Glund, S., Lönnqvist, F., Koistinen, H. A., & Krook, A. (2006). Signaling Specificity of Interleukin-6 Action on Glucose and Lipid Metabolism in Skeletal Muscle. *Molecular Endocrinology*, *20*(12), 3364–3375. https://doi.org/10.1210/me.2005-0490

Allen, D. L., Cleary, A. S., Speaker, K. J., Lindsay, S. F., Uyenishi, J., Reed, J. M., … Mehan, R. S. (2008). Myostatin, activin receptor IIb, and follistatin-like-3 gene expression are altered in adipose tissue and skeletal muscle of obese mice. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *294*(5), E918–E927. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00798.2007

American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual* (3th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.* (9th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Barbosa-Silva, M. C. G., Barros, A. J. D., Wang, J., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *82*(1), 49–52.

Barrea, L., Muscogiuri, G., Laudisio, D., Di Somma, C., Salzano, C., Pugliese, G., … Savastano, S. (2019). Phase angle: A possible biomarker to quantify inflammation in subjects with obesity and 25(OH)D deficiency. *Nutrients*, *11*(8). https://doi.org/10.3390/nu11081747

Basile, C., Della-Morte, D., Cacciatore, F., Gargiulo, G., Galizia, G., Roselli, M., … Abete, P. (2014). Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Experimental Gerontology*, *58*, 43–46. https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.07.009

Baumgartner, R. N., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. (1988). Bioelectric impedance phase angle and body composition. *The American Journal of*

Clinical Nutrition, *48*(1), 16–23.

Bosy-Westphal, A., Danielzik, S., Dörhöfer, R.-P., Later, W., Wiese, S., & Müller, M. J. (2006). Phase Angle From Bioelectrical Impedance Analysis: Population Reference Values by Age, Sex, and Body Mass Index. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, *30*(4), 309–316. https://doi.org/10.1177/0148607106030004309

Breen, M. E., Laing, E. M., Hall, D. B., Hausman, D. B., Taylor, R. G., Isales, C. M., … Lewis, R. D. (2011). 25-Hydroxyvitamin D, insulin-like growth factor-I, and bone mineral accrual during growth. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *96*(1), 89–98. https://doi.org/10.1210/jc.2010-0595

Broholm, C., Laye, M. J., Brandt, C., Vadalasetty, R., Pilegaard, H., Pedersen, B. K., & Scheele, C. (2011). LIF is a contraction-induced myokine stimulating human myocyte proliferation. *Journal of Applied Physiology*, *111*(1), 251–259. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01399.2010

Carey, A. L., Steinberg, G. R., Macaulay, S. L., Thomas, W. G., Holmes, A. G., Ramm, G., … Febbraio, M. A. (2006). Interleukin-6 increases insulin-stimulated glucose disposal in humans and glucose uptake and fatty acid oxidation in vitro via AMP-activated protein kinase. *Diabetes*, *55*(10), 2688–2697. https://doi.org/10.2337/db05-1404

Dagdeviren, S., Jung, D. Y., Friedline, R. H., Noh, H. L., Kim, J. H., Patel, P. R., … Kim, J. K. (2017). IL-10 prevents aging-associated inflammation and insulin resistance in skeletal muscle. *FASEB Journal*, *31*(2), 701–710. https://doi.org/10.1096/fj.201600832R

de França, N. A. G., Callegari, A., Gondo, F. F., Corrente, J. E., Mclellan, K. C. P., Burini, R. C., & de Oliveira, E. P. (2016). Higher dietary quality and muscle mass decrease the odds of low phase angle in bioelectrical impedance analysis in Brazilian individuals. *Nutrition and Dietetics*, *73*(5), 474–481. https://doi.org/10.1111/1747-0080.12267

De Oliveira, P. G., Pereira dos Santos, A. S., & De Mello, E. D. (2012). Bioelectrical Impedance Phase Angle: Utility in clinical practice. *International Journal of Nutrology*, *5*(3), 123–127.

Di-Gioia, M. C., Gallar, P., Rodríguez, I., Laso, N., Callejas, R., Ortega, O.,

… Anker, S. (2003). Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment 1 , 2. *Nutrition Journal*, *2*(1), 108–113. https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2011.Oct.10938

Ellingsgaard, H., Ehses, J. A., Hammar, E. B., Van Lommel, L., Quintens, R., Martens, G., … Donath, M. Y. (2008). Interleukin-6 regulates pancreatic -cell mass expansion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(35), 13163–13168. https://doi.org/10.1073/pnas.0801059105

Febbraio, M. A., Ott, P., Nielsen, H. B., Steensberg, A., Keller, C., Krustrup, P., … Pedersen, B. K. (2003). Hepatosplanchnic clearance of interleukin-6 in humans during exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, *285*(2), E397–E402. https://doi.org/10.1152/ajplung.00134.2003

Feldman, B. J., Streeper, R. S., Farese, R. V, & Yamamoto, K. R. (2006). Myostatin modulates adipogenesis to generate adipocytes with favorable metabolic effects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *103*(42), 15675–15680. https://doi.org/10.1073/pnas.0607501103

Gabay, C. (2006). Interleukin-6 and chronic inflammation. *Arthritis Research and Therapy*, *8*(SUPPL. 2), 1–6. https://doi.org/10.1186/ar1917

Goacher, P. J., Lambert, R., & Moffatt, P. G. (2012). Can weight-related health risk be more accurately assessed by BMI, or by gender specific calculations of Percentage Body Fatness? *Medical Hypotheses*, *79*(5), 656–662. https://doi.org/10.1016/j.mehy.2012.08.003

Gonzalez, M. C., 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. *American Journal of Clinical Nutrition*, *103*(3), 712–716. https://doi.org/10.3945/ajcn.115.116772

Guo, T., Jou, W., Chanturiya, T., Portas, J., Gavrilova, O., & McPherron, A. C. (2009). Myostatin inhibition in muscle, but not adipose tissue, decreases fat mass and improves insulin sensitivity. *PLoS ONE*, *4*(3), 1–11. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004937

Gupta, D., Lammersfeld, C. A., Vashi, P. G., King, J., Dahlk, S. L., & Grutsch,

J. F. (2008). Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer*, *8*, 1–7. https://doi.org/10.1186/1471-2407-8-249

Gupta, D., Lammersfeld, C. A., Vashi, P. G., King, J., Dahlk, S. L., Grutsch, J. F., & Lis, C. G. (2009). Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: Implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer*, *9*, 1–6. https://doi.org/10.1186/1471-2407-9-37

Hamer, M., & Stamatakis, E. (2012). Metabolically healthy obesity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *97*(7), 2482–2488. https://doi.org/10.1210/jc.2011-3475

HEINRICH, P. C., BEHRMANN, I., MÜLLER-NEWEN, G., SCHAPER, F., & GRAEVE, L. (1998). Interleukin-6-type cytokine signalling through the gp130/Jak/STAT pathway. *Biochemical Journal*, *334*(2), 297–314. https://doi.org/10.1042/bj3340297

Hittel, D. S., Berggren, J. R., Shearer, J., Boyle, K., & Houmard, J. A. (2009). Increased secretion and expression of myostatin in skeletal muscle from extremely obese women. *Diabetes*, *58*(1), 30–38. https://doi.org/10.2337/db08-0943

Hong, E., Ko, H. J., Cho, Y., Kim, H., Ma, Z., Yu, T. Y., … Kim, J. K. (2009). Interleukin-10 prevents diet-induced Insulin resistance skeletal muscle. *Diabetes*, *58*(November), 2525–2535. https://doi.org/10.2337/db08-1261.E.-G.H.

Hübner, C., Riebel, T., Kömen, W., Braun, T., Ph, D., Tobin, J. F., … Ph, D. (2004). Myostatin Mutation Associated with Gross Muscle Hypertrophy in a Child.

Izumiya, Y., Bina, H. A., Ouchi, N., Akasaki, Y., Kharitonenkov, A., & Walsh, K. (2008). FGF21 is an Akt-regulated myokine. *FEBS Letters*, *582*(27), 3805–3810. https://doi.org/10.1016/j.febslet.2008.10.021

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology*, *89*(2), 465–471. https://doi.org/10.3945/ajcn.115.119925.

Janssen, Y. M., Van Houten, B., Borm, P. J., & Mossman, B. T. (1993). Cell and tissue responses to oxidative damage. *Laboratory Investigation; a Journal of Technical Methods and Pathology*, *69*(3), 261–274.

Keller, C., Hellsten, Y., Steensberg, A., & Klarlund Pedersen, B. (2006). Differential regulation of IL-6 and TNF-α via calcineurin in human skeletal muscle cells. *Cytokine*, *36*(3–4), 141–147. https://doi.org/10.1016/j.cyto.2006.10.014

Krause, L., Becker, M. O., Brueckner, C. S., Bellinghausen, C., Becker, C., Schneider, U., … Riemekasten, G. (2010). Nutritional status as marker for disease activity and severity predicting mortality in patients with systemic sclerosis, 1951–1957. https://doi.org/10.1136/ard.2009.123273

Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., … Pichard, C. (2004a). Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, *23*(5), 1226–1243. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004

Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., … Pichard, C. (2004b). Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, *23*(6), 1430–1453. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012

Kyle, U. G., Soundar, E. P., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects. *Clinical Nutrition*, *31*(6), 875–881. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.04.002

León, H.H.; Melo, C.E.; Ramírez, J. . (2012). Role of the myokines production through the exercise. *Journal of Sport and Health Research*, *4*(2), 157–166.

Llames, L., Baldomero, V., Iglesias, M. L., & Rodota, L. P. (2013). Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; Estado nutricional y valor pronóstico. *Nutricion Hospitalaria*, *28*(2), 286–295. https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6306

Mauer, J., Chaurasia, B., Goldau, J., Vogt, M. C., Ruud, J., Nguyen, K. D., … Brüning, J. C. (2014). Signaling by IL-6 promotes alternative activation of macrophages to limit endotoxemia and obesity-associated resistance to insulin. *Nature Immunology*, *15*(5), 423–430.

https://doi.org/10.1038/ni.2865

Mosele, F. C., Bissi Ricci, R., Abreu, P., & Rosa Neto, J. C. (2020). Muscle regeneration in adiponectin knockout mice showed early activation of anti-inflammatory response with perturbations in myogenesis. *Journal of Cellular Physiology*, (August 2019), 1–11. https://doi.org/10.1002/jcp.29547

National Institutes of Health. (1994). Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. *Technology Assessment Conference Statement*, 1–39.

Norman, K., Stobäus, N., Zocher, D., Bosy-Westphal, A., Szramek, A., Scheufele, R., … Pirlich, M. (2010). Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*, *92*(3), 612–619. https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29215

Pairazamán R. (2017). *Evaluación de los componentes del physical fitness relacionados con la salud.* Lima: MACRO.

Pedersen, B. K. (2011). Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology*, *214*(2), 337–346. https://doi.org/10.1242/jeb.048074

Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2008). Muscle as an Endocrine Organ.pdf. *Physiological Reviews*, *88*(4), 1379–1406. https://doi.org/10.1152/physrev.90100.2007.

Pedersen, Bente K. (2009). The diseasome of physical inactivity - and the role of myokines in muscle-fat cross talk. *Journal of Physiology*, *587*(23), 5559–5568. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.179515

Pedersen, Bente K., & Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, *8*(8), 457–465. https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49

Pedersen, Bente K, & Febbraio, M. A. (2012). Muscles , exercise and obesity : skeletal muscle. *Nature Reviews Endocrinology*, *8*(8), 457–465. https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49

Pedersen, Bente Klarlund, Akerström, T. C. A., Nielsen, A. R., & Fischer, C. P. (2007). Role of myokines in exercise and metabolism. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *103*(3), 1093–1098. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00080.2007

Pedersen, L., Idorn, M., Olofsson, G. H., Lauenborg, B., Nookaew, I., Hansen, R. H., … Hojman, P. (2016). Voluntary running suppresses tumor growth through epinephrine- and IL-6-dependent NK cell mobilization and redistribution. *Cell Metabolism*, *23*(3), 554–562. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.01.011

Petersen, E. W. (2004). Acute IL-6 treatment increases fatty acid turnover in elderly humans in vivo and in tissue culture in vitro. *AJP: Endocrinology and Metabolism*, *288*(1), E155–E162. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00257.2004

Pierce, J. R., Maples, J. M., & Hickner, R. C. (2015). IL-15 concentrations in skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue in lean and obese humans: local effects of IL-15 on adipose tissue lipolysis. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, *308*(12), E1131–E1139. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00575.2014

Quinn, L. S., Anderson, B. G., Strait-Bodey, L., Stroud, A. M., & Argiles, J. M. (2008). Oversecretion of interleukin-15 from skeletal muscle reduces adiposity. *AJP: Endocrinology and Metabolism*, *296*(1), E191–E202. https://doi.org/10.1152/ajpendo.90506.2008

Robles Pino, A., Pairazamán Guevara, R., & Pereyra Elías, R. (2019). Características antropométricas y capacidad aeróbica de los jugadores de la Selección Peruana de Fútbol sub-22 , 2015. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, *39*(3), 104–108. https://doi.org/10.12873/393robles

Ruderman, N. B., Keller, C., Richard, A. M., Saha, A. K., Luo, Z., Xiang, X., … Kelly, M. (2006). Interleukin-6 regulation of AMP-activated protein kinase: Potential role in the systemic response to exercise and prevention of the metabolic syndrome. *Diabetes*, *55*(SUPPL. 2). https://doi.org/10.2337/db06-S007

Schwenk, A., Beisenherz, A., Römer, K., Kremer, G., Salzberger, B., & Elia, M. (2000). Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment 1 , 2, (1), 496–501.

Selberg, O., & Selberg, D. (2002). Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and

patients with liver cirrhosis. *European Journal of Applied Physiology*, *86*(6), 509–516. https://doi.org/10.1007/s00421-001-0570-4

Steensberg, A., Keller, C., Starkie, R. L., Osada, T., Febbraio, M. A., & Pedersen, B. K. (2002). IL-6 and TNF-α expression in, and release from, contracting human skeletal muscle. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, *283*(6), E1272–E1278. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00255.2002

Tchernof, A., & Després, J. P. (2013). Pathophysiology of human visceral obesity: An update. *Physiological Reviews*, *93*(1), 359–404. https://doi.org/10.1152/physrev.00033.2011

Van Hall, G., Steensberg, A., Sacchetti, M., Fischer, C., Keller, C., Schjerling, P., … Pedersen, B. K. (2003). Interleukin-6 stimulates lipolysis and fat oxidation in humans. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *88*(7), 3005–3010. https://doi.org/10.1210/jc.2002-021687

Velloso, C. P. (2008). Regulation of muscle mass by growth hormone and, (October 2007), 557–568.

Wilhelm-Leen, E. R., Hall, Y. N., Horwitz, R. I., & Chertow, G. M. (2014). Phase angle, frailty and mortality in older adults. *Journal of General Internal Medicine*, *29*(1), 147–154. https://doi.org/10.1007/s11606-013-2585-z

Zhao, B., Wall, R. J., & Yang, J. (2005). Transgenic expression of myostatin propeptide prevents diet-induced obesity and insulin resistance. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *337*(1), 248–255. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.09.044

ANEXOS

Anexo Nº1: Autorización para la ejecución del proyecto de investigación por el comité de ética

FCS-CEI/174-08-19

Chorrillos, 26 de agosto de 2019

Docente
Robles Pino, Alexander
Programa de Medicina
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Presente. –

PI043-18: Asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal.

Estimado investigador:

Hemos recibido el protocolo de investigación con el levantamiento de observación las cuales han sido revisadas en detalle. Luego de esta revisión el Comité de Ética e investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud, ha determinado que el proyecto está **APROBADO** y puede proceder con su ejecución.

Al investigador se le solicita informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto –previsible o no- que comprometa la integridad y bienestar de las unidades de estudio, al investigador o a su equipo de investigación durante el curso de la implementación, estos deben de ser también informados inmediatamente a este comité. El comité se reserva el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar al investigador que la ejecución de un proyecto de investigación sin una aprobación ética vigente es una falta grave la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Esta aprobación tiene una duración de 18 meses a partir de la fecha de esta carta.

Sin otro particular, quedo de usted.

Dr. Rodrigo Rondón Herz
Presidente del Comité de Ética
Facultad de ciencias de la Salud

25 AÑOS UPC
exígete, innova.
UPC
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Avenida Alameda San Marcos cuadra 2 Chorrillos
Lima 9 –
Perú T 511 313 3333
www.upc.edu.pe
exígete, innova
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

Anexo Nº2: autorización para el uso de los datos de las evaluaciones realizadas a los pacientes.

Lima, 05 de setiembre del 2018

Dr. Alexander Robles Pino

Presente.-

De mi consideración,

En atención a su pedido, tengo a bien autorizar el uso de los datos de las evaluaciones realizadas a los pacientes que he atendido en mi consulta médica particular en el período de tiempo comprendido entre enero 2016 a diciembre 2017, para la realización del trabajo de investigación ***"Asociación entre el porcentaje de masa muscular y el ángulo de fase en adultos aparentemente sanos independientemente de la adiposidad visceral y del porcentaje de grasa corporal"***, de vuestra autoría. Del mismo modo, autorizo que los hallazgos puedan ser publicados en la revista científica que usted considere oportuno, manteniendo el anonimato de los sujetos de estudio.

Atentamente,

Dr. Roosvell Pairazamán Guevara

Médico ACSM Certified Exercise Physiologist

CMP: 43573 ACSM ID 691266