

# Asociación entre condición física y fase angular en el adulto mayor: Un estudio piloto

## Association between physical fitness and angular phase in older adults: A pilot study

## Associação entre condição física e fase angular em idosos: Um estudo piloto

Iván Toledo Rebolledo<sup>1</sup>, Cristina Frerk Ubilla<sup>2</sup>, Felipe Morales Gómez<sup>3</sup>, Raúl Muñoz Agostini<sup>4</sup>, Ricardo Martínez-Flores<sup>5</sup> & Fernando Rodríguez-Rodríguez<sup>6</sup>

---

Toledo, I., Frerk, C., Morales, F., Muñoz, R., Martínez-Flores, R., & Rodríguez-Rodríguez, F. (2023). Asociación entre condición física y fase angular en el adulto mayor: Un estudio piloto. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 24(2), julio-diciembre, 1-12. <https://doi.org/10.29035/rcaf.24.2.10>

### RESUMEN

El diagnóstico por bioimpedancia (BIA) y el ángulo de fase (AnF), como indicador, permiten monitorear el estado físico, de salud y nutricional en adultos mayores. El objetivo de este estudio fue establecer la relación entre la condición física y valores de fase angular por bioimpedancia en un grupo de adultos mayores sedentarios. Participaron voluntariamente 24 adultos mayores sedentarios (21 mujeres y 3 hombres). A cada participante se les midió bioimpedancia, fuerza de presión manual y test de 6 minutos del Senior Fitness Test (SFT). Posteriormente se analizaron los resultados, correlacionando el ángulo de fase (AnF) y condición física cardiorrespiratoria según sexo y el AnF con la fuerza de presión manual. El 71% presentó una media de AnF por debajo de la referencia ( $4,5^\circ \pm 0,4$ ), específicamente, el 67% de los hombres y el 62% de las mujeres. La correlación entre AnF y capacidad física cardiorrespiratoria arrojó un valor de  $R^2=0,50$ ;  $p<0,0001$ . La asociación entre AnF y fuerza de presión manual fue de  $R^2=0,35$ ;  $p=0,0023$ . Se encontró una relación significativa entre una prueba de condición física cardiorrespiratoria y AnF y entre la fuerza de presión manual y AnF. Es de importancia clínica incluir parámetros objetivos de valoración celular en adultos mayores como el AnF.

**Palabras clave:** Bioimpedancia; Mayores; Actividad Física; Fuerza de presión manual.

<sup>1</sup> Licenciado en Educación Física y Salud. Programa de Pedagogía en Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. <https://orcid.org/0009-0004-9455-6807> | [ivantoledor@gmail.com](mailto:ivantoledor@gmail.com)

<sup>2</sup> Licenciada en Educación Física y Salud. Programa de Pedagogía en Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. <https://orcid.org/0009-0009-0010-0873> | [cfrerkul@gmail.com](mailto:cfrerkul@gmail.com)

<sup>3</sup> Licenciado en Educación Física y Salud. Programa de Pedagogía en Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. <https://orcid.org/0009-0005-8608-275X> | [mgomez.felipe@gmail.com](mailto:mgomez.felipe@gmail.com)

<sup>4</sup> Licenciado en Educación Física y Salud. Programa de Pedagogía en Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. <https://orcid.org/0009-0004-9420-6989> | [raul.andre.munoz@gmail.com](mailto:raul.andre.munoz@gmail.com)

<sup>5</sup> Licenciado en Educación Física y Salud. Grupo de investigación IRyS, Escuela de Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. <https://orcid.org/0000-0002-8435-2710> | [ricardo.antonio.martinezf@gmail.com](mailto:ricardo.antonio.martinezf@gmail.com)

<sup>6</sup> Doctor en Biomedicina. Grupo de investigación IRyS, Escuela de Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. <https://orcid.org/0000-0002-4999-4857> | [fernando.rodriguez@pucv.cl](mailto:fernando.rodriguez@pucv.cl)

## ABSTRACT

The diagnosis by bioimpedance (BIA) and the phase angle (PhA) are indicators, that allow monitoring of the physical health and nutritional status of older adults. The objective of this study was to establish the relationship between physical fitness and phase angle values by bioimpedance in a group of sedentary older adults. 24 elderly sedentary volunteers participated (21 women and 3 men). Each participant underwent bioimpedance, manual dynamometry, and the 6-minute Senior Fitness Test (SFT). Subsequently, the results were analyzed, making a correlation between PhA and cardiorespiratory physical condition, another between PhA and cardiorespiratory physical condition according to sex and finally an association between PhA and handgrip strength. 71% presented a PhA mean below the reference ( $4.5^\circ \pm 0.4$ ), specifically 67% of men and 62% of women. The correlation between PhA and cardiorespiratory fitness showed a value of  $R^2 = 0.50$ ;  $p < 0.0001$ . The association between PhA and handgrip strength was  $R^2 = 0.35$ ;  $p = 0.0023$ . A significant relationship was found between a cardiorespiratory fitness test and PhA and between handgrip strength and PhA. It is of clinical importance to include objective cellular assessment parameters in older adults such as PhA.

**Key words:** Bioimpedance; Elderly; Physical activity, Handgrip strength.

## RESUMO

O diagnóstico por bioimpedância (BIA) e ângulo de fase (AnF), como indicador, permitem monitorar o estado físico, de saúde e nutricional de idosos. O objetivo deste estudo foi estabelecer a relação entre a condição física e os valores da fase angular por bioimpedância em um grupo de idosos sedentários. Participaram voluntariamente 24 idosos sedentários (21 mulheres e 3 homens). Cada participante foi medido bioimpedância, força de pressão manual e teste de 6 minutos do Senior Fitness Test (SFT). Posteriormente, os resultados foram analisados, correlacionando o ângulo de fase (AnF) e a condição física cardiorrespiratória de acordo com o sexo e o AnF com a força de pressão manual. 71% apresentaram média do LAN abaixo da referência ( $4,5^\circ \pm 0,4$ ), sendo 67% dos homens e 62% das mulheres. A correlação entre o LAN e a aptidão cardiorrespiratória deu um valor de  $R^2 = 0,50$ ;  $p < 0,0001$ . A associação entre LAN e força de pressão manual foi  $R^2 = 0,35$ ;  $p = 0,0023$ . Encontrou-se relação significativa entre teste de aptidão cardiorrespiratória e NF e entre força de pressão manual e NF. É de importância clínica incluir parâmetros objetivos de avaliação celular em adultos mais velhos, como AnF.

**Palavras chave:** Bioimpedância; Idosos; Atividade física, Força de pressão manual.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el 22% de la población mundial pertenece al grupo de adulto mayor y en Chile, el 19% se encuentra en este mismo grupo (Arnold et al., 2021), estimando que este valor incrementa a un 33% para el año 2050 (Arnold et al., 2017). El envejecimiento produce diversas alteraciones sistémicas disminuyendo la actividad de la mayoría de los órganos y tejidos (Landinez et al., 2012). Como agravante se presenta la falta de ejercicio, actividad física e inmovilidad (Chávez et al., 2004). En este sentido aparecen cambios que afectan la masa corporal, el tamaño y función de

las células y músculos, el  $VO_{2max}$ , el sistema esquelético, el sistema cardiopulmonar, entre otros. Por otra parte, es preciso mencionar que la velocidad en la disminución funcional del organismo varía enormemente de persona en persona, y de órgano a órgano dentro del mismo individuo (Landinez et al., 2012). El ejercicio físico influye de manera directa y positiva en la salud del adulto mayor, contribuyendo a mantener su independencia motriz, prevenir distintas enfermedades y beneficios psicológicos, sociales

y afectivos propios de la actividad física (Ramakrishnan et al., 2021).

En este sentido surgen herramientas de diagnóstico, como la bioimpedancia (BIA) y el ángulo de fase (AnF), como indicadores que permiten monitorear el estado físico y nutricional en adultos mayores (Cheung et al., 2021).

La BIA es un método que estima el agua corporal total, la masa grasa y la masa libre de grasa, que permite identificar la asociación temprana entre el exceso o la deficiencia de los mismos con el riesgo de algunas enfermedades crónicas (Pratt et al., 2019).

Por otra parte, podemos definir el AnF como la relación entre la reactancia ( $X_c$ ) y la resistencia eléctrica ( $R$ ), entendiendo la resistencia como la oposición pura de un conductor biológico al flujo de una corriente eléctrica alterna, mientras que la reactancia es el efecto de la resistencia a la electricidad debido al almacenamiento de carga eléctrica en un condensador (Llames et al., 2013). En la práctica, ambos son indicadores de la calidad de la masa de los tejidos blandos, además de la permeabilidad de la membrana e hidratación celulares. En consecuencia, el AnF es cuantificado como un arco tangencial con la fórmula  $(X_c/R) \times (180^\circ/\pi)$  (Lukaski, 2013). Estudios previos han señalado el AnF como un predictor de sarcopenia y su asociación con cáncer, malnutrición y riesgo de mortalidad en adultos mayores (Ji et al., 2021; Kwon et al., 2023; Lukaski et al., 2017). Así mismo, un cuerpo robusto de evidencia señala que el AnF se asocia con la cantidad y calidad de la masa muscular, como también con el estado nutricional y el fitness muscular y aeróbico (Akamatsu et al., 2022; Martins et al., 2022; Geng et al., 2022; Sato et al., 2022).

De acuerdo con lo anterior, la actividad física causa un aumento del AnF, lo que resulta en una mejor integridad y funcionalidad de la

membrana celular, cambios en la composición intracelular y una capacidad tisular mejorada (Mundstock et al., 2019). Además, se ha utilizado en diferentes poblaciones como un indicador objetivo de la salud celular (Ribeiro et al., 2017). De acuerdo a esto, el AnF se identifica como un nuevo biomarcador de fragilidad. Un bajo resultado de AnF ( $< 4,6$  en mujeres y  $< 5,0$  en varones) puede predecir la mortalidad y morbilidad en patologías severas, como por ejemplo en pacientes con cirugías cardíacas (Mullie et al., 2018). En este sentido y debido a todo lo expuesto y al envejecimiento de la población a nivel mundial (Arnold et al., 2021) es que se hace necesario investigar a cerca de medidas que nos permitan evaluar la condición física de los adultos mayores y su relación con la salud celular (Faria et al., 2018; Saad et al., 2018).

Por tanto, el objetivo de este estudio fue establecer la relación entre la condición física y valores de AnF por bioimpedancia en un grupo de adultos mayores sedentarios.

## MÉTODOS

Este estudio exploratorio, no probabilístico y transversal, se realizó en 24 adultos mayores (3 hombres y 21 mujeres) pertenecientes a Círculo de Retirados de las Fuerzas Armadas. El promedio de edad fue de 78,8 años. Los sujetos fueron seleccionados de manera no probabilística y debían ser mayores de 65 años. No debían tener problemas para desplazarse de forma autónoma ni que presenciaran de alguna alteración mental como demencia o Alzheimer.

### Instrumentos

La estatura fue medida con un tallímetro portátil marca Seca 213 (Hamburg, Germany) con una precisión de 0,1 cm. Para obtener el registro del peso, se utilizó una balanza digital Omron HN-289 (Illinois, USA) con precisión de 100 g. Para la evaluación de la composición corporal fue

utilizado un analizador octopolar de impedancia bioeléctrica modelo InBody s10 (Seoul, Korea) de seis frecuencias de medición (1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz). Como criterio de exclusión para la aplicación de este instrumento se estableció: no portar una prótesis metálica y no tener un marcapasos (Espinoza et al., 2019), ya que estas condiciones cambian las características bioeléctricas de los tejidos. También se utilizó un dinamómetro manual BASELINE, modelo digital SMEDLEY 12-0286 (New York, EEUU). La razón por la cual se ha elegido este instrumento es porque es fácil de transportar y, además, mide la fuerza muscular estática máxima por medio de la presión manual, pudiendo estimar la condición física y estado nutricional del sujeto con solo una medición (Zhang et al., 2017). De la batería de pruebas del Senior Fitness Test (SFT), se utilizó el test de caminata de 6 minutos, para lo cual se necesitaron conos, cintas métricas para marcar distancias y cronómetros estándar para la medición del tiempo.

### **Procedimientos**

Se aplicó la prueba cardiorrespiratoria de caminata de 6 minutos del SFT, una prueba de fuerza por dinamometría manual y una evaluación por BIA. Se recolectaron los datos de las variables (condición física y fase angular) del grupo de adultos mayores en un momento único y determinado, analizando las posibles relaciones que se pudieron obtener (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Antes de medir por BIA, se registró el peso corporal y la estatura de los sujetos. Para la BIA, los individuos debían estar acostados en posición decúbito supino con los brazos relajados a los lados. Los electrodos táctiles se ubicaron en el dedo pulgar y dedo medio; para las extremidades inferiores, se ubicaron en la zona por debajo de los maléolos. El AnF se determinó a una

frecuencia de 50 kHz y se calculó según la siguiente fórmula:  $(Xc/R) \times (180^\circ/\pi)$  (Lukaski, 2013).

Para garantizar la validez y confiabilidad de la investigación, se tuvieron en cuenta todos los requerimientos previos para implementar la bioimpedancia eléctrica (Buckinx et al., 2015). Se les avisó a los participantes con una semana de anticipación los cuidados que debían tener para que la medición se realizará de forma óptima: no realizar ejercicio intenso 12 horas antes de la evaluación, no consumir alcohol 48 horas antes, no ingerir alimentos en las 4 horas previas al test, orinar 30 minutos antes del test y retirar elementos metálicos en el cuerpo, como aros, pulseras, anillos, entre otros (Alvero et al., 2009).

Para determinar la fuerza muscular estática se utilizó un dinamómetro manual. La fuerza dinamométrica fue ajustada al tamaño de la mano, según el manual del dinamómetro BASELINE. Se le indicó al sujeto que debía estar de pie, con el brazo extendido paralelamente al tronco, sujetando el aparato y ejerciendo la fuerza máxima de presión manual. Este procedimiento fue repetido dos veces alternando mano derecha e izquierda, registrando como medida válida el mejor de los dos intentos efectuados con cada extremidad (García et al., 2017).

Para evaluar la condición cardiorrespiratoria se realizó la caminata de 6 minutos del SFT. Ésta consiste en caminar la mayor distancia posible en 6 minutos. Originalmente la prueba requiere que las personas deban caminar en un circuito rectangular, pero las versiones recientes utilizan sólo una línea recta (Langhammer & Stanghelle, 2015). En este caso se realizó alrededor de una cancha, caminando en grupos de 3-5 sujetos. Para calcular la distancia total recorrida, se contó la cantidad de vueltas y luego se multiplicó por la distancia establecida en el circuito.

### **Análisis estadístico**

Los resultados fueron analizados con el software Prism de GraphPad (GraphPad, San Diego, CA, USA). Se analizaron los datos para explorar la normalidad de estos. Sin embargo, la distribución no fue paramétrica, por lo cual, se utilizó la correlación de Spearman entre la condición física cardiorrespiratoria y AnF, y entre la fuerza muscular y AnF. Para realizar los análisis con los valores de AnF, se consideró un punto de corte de 5,62° en hombres de 70-80 años y 5,32° en hombres >80 años, y de 5,14° en mujeres de 70-80 años y de 5,47° en mujeres >80 años (Mattiello et al., 2020). Se consideró una correlación significativa con un  $p < 0,05$ .

### Aspectos éticos

Previo al inicio del estudio, los sujetos fueron informados sobre los respectivos procedimientos que se iban a realizar y firmaron un consentimiento informado de las características del estudio. Este proyecto respetó las normas

éticas en base a la Declaración de Helsinki, actualizada en 2013 y aprobado por el Comité de Bioética de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Código: BIOEPUCV-H154-2018).

## RESULTADOS

En la Tabla 1, se observa la composición corporal por sexo, así como la dinamometría manual y distancia recorrida en el test de 6 minutos de los participantes del estudio.

Se puede observar que tanto hombres como mujeres se encuentran en la categoría de IMC de sobrepeso. A pesar de no ser un objetivo del estudio, se pueden apreciar importantes diferencias en la condición física entre hombres y mujeres; se pueden apreciar diferencias estadísticas por sexo entre el peso corporal, estatura, masa grasa y fuerza por dinamometría manual en mano derecha.

**Tabla 1**

*Valores medios y desviación estándar de composición corporal y condición física de los participantes del estudio.*

Variables	Total Media ± DE	Hombres (N=3) Media ± DE	Mujeres (N=21) Media ± DE	Valor p*
Edad	78.8 ± 5.6	77.0 ± 3.6	79.0 ± 5.8	0.525
<b>Composición corporal</b>				
Peso (kg)	66.4 ± 9.9	82.7 ± 10.9	64.1 ± 7.5	*0.011
Estatura (cm)	153.9 ± 9.7	176.7 ± 2.1	150.6 ± 4.3	*<0.001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28.0 ± 3.1	26.5 ± 3.9	28.2 ± 3.0	0.457
Masa grasa (%)	43.7 ± 6.7	30.0 ± 6.0	45.7 ± 4.0	*<0.001
<b>Condición física</b>				
Dinam. media (kg)	21.9 ± 9.4	34.2 ± 14.7	20.2 ± 7.2	0.082
Dinam. derecha (kg)	23.9 ± 10.6	35.4 ± 15.4	22.5 ± 9.3	*0.039
Dinam. izquierda (kg)	22.6 ± 10.8	32.9 ± 16.1	21.3 ± 9.7	0.169
Test 6 minutos (m)	354.3 ± 109.9	448 ± 93.35	340 ± 107.28	0.126

DE: Desvío Estándar. m: metros recorridos. \*Significancia estadística de  $p < 0,05$ .

En la Tabla 2 se pueden apreciar los valores de AnF de ambos grupos de acuerdo a la evaluación por BIA, siendo levemente mayor en

hombres que en mujeres, pero sin presentar diferencias significativas.

Tabla 2

Promedios y desvíos estándar de los valores de ángulo de fase.

AnF	Total Media ± DE	Hombres Media ± DE	Mujeres Media ± DE	Valor p
Fase angular (°)	4,8 ± 0,7	5,2 ± 0,5	4,7 ± 0,7	0,207

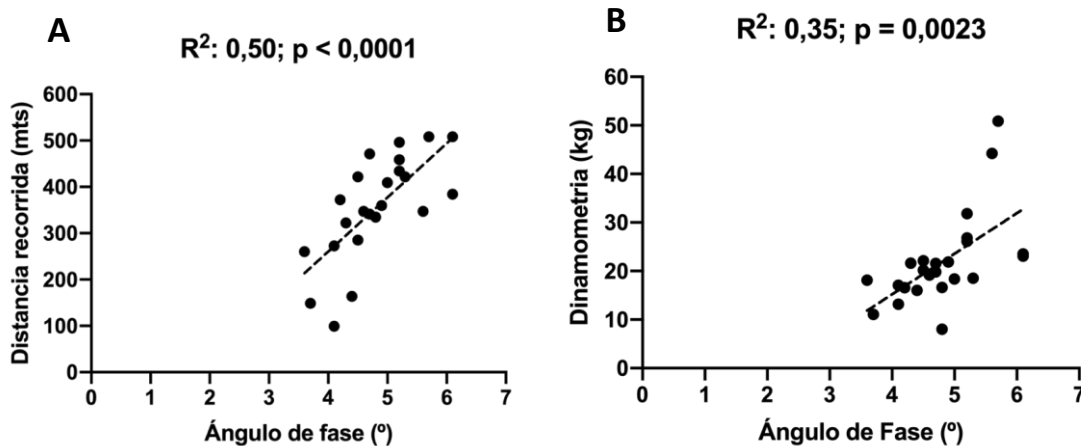
AnF: Ángulo de fase. Ref: Referencia 4,6° en mujeres; 5,0° en hombres.

En la Figura 1A, se puede apreciar la correlación ( $R^2$ ) entre la distancia recorrida el test de 6 minutos y el AnF del grupo total. Además, en

la Figura 1B, se puede observar la correlación entre fuerza por dinamometría manual y AnF.

Figura 1

Correlación entre distancia recorrida en el Test de 6 minutos y AnF y entre dinamometría manual y AnF.



En ambas pruebas, las correlaciones fueron significativas con el AnF ( $p < 0,05$ ). Además, se presenta una fuerza de correlación en el test de resistencia cardiorrespiratoria (test de 6 minutos) moderada (0,50), y baja en la fuerza de presión manual (0,35).

## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue establecer la relación entre la condición física y valores de fase angular por bioimpedancia en un grupo de adultos mayores sedentarios.

Estudios previos han indicado que se produce una acelerada disminución del AnF al

llegar a los 80–89 años (Buffa et al., 2003). Además, las mujeres tienden a presentar un valor de AnF más bajo respecto de los hombres (Santomauro et al., 2008). Esto podría deberse a las diferencias de composición corporal presentes en ambos sexos (mayor masa muscular en hombres y mayor masa grasa en mujeres).

De los participantes de este estudio, el 71% presentó una media de AnF por debajo de la referencia ( $4,5^\circ \pm 0,4$ ). De la referencia según sexo, un 62% de mujeres estaba por debajo, mientras que en el caso de los hombres fue de un 67%. Esto representa un deterioro de la salud celular que

presenta este grupo, que podría expresarse en sarcopenia, dinapenia y fragilidad.

### **Ángulo de fase y condición física cardiorrespiratoria**

En este estudio exploratorio, se ha identificado una relación lineal entre una prueba cardiorrespiratoria de adultos mayores y el AnF ( $R^2=0,50$ ). Sin embargo, la relación directa entre AnF y la capacidad cardiorrespiratoria no se ha establecido claramente, no obstante, se ha demostrado que está directamente asociado con la calidad celular (Dittmar et al., 2015), que son metabólicamente, el componente más activo y que puede proporcionar más energía y rendimiento físico (Martins et al., 2022). La evidencia previa señala que el AnF está asociado con altos niveles de actividad física en adultos mayores no institucionalizados (Dittmar et al., 2015), así como con el índice de Barthel para las actividades de la vida diaria (Norman et al., 2007). No obstante, la literatura disponible sobre esta relación proviene principalmente de estudios que incluyen niños y adolescentes (Martins et al., 2022; Langer et al., 2020; Martins et al., 2019, 2020) o adultos obesos (Streb et al., 2020).

Diversos estudios afirman que se necesitan más investigaciones para validar, por ejemplo, la asociación entre AnF y alteraciones cardiorrespiratorias como la insuficiencia cardíaca de eyección y riesgo cardiorrespiratoria (Faria et al., 2018; Saad et al., 2018). Esto da cuenta, además, de una falta de estudios que involucren a adultos y adultos mayores sin diagnóstico de deterioro o enfermedad que permitan confirmar estos resultados.

De lograr validar una relación entre AnF y condición cardiorrespiratoria, se podría habilitar la aplicación de AnF como un parámetro pronosticador de salud cardiorrespiratoria en la población adulta mayor. En esta línea, este

estudio aporta evidencia que apoya la relación entre condición física cardiorrespiratoria y AnF.

### **Fase angular y fuerza muscular**

Estudios señalan que un bajo valor de AnF está asociado a una menor capacidad funcional del músculo en pacientes adultos mayores con cáncer (Norman et al., 2015). En concordancia con esto, nuestro estudio mostró que existe una relación de ( $r^2=0,35$ ) entre AnF y fuerza muscular. Esta relación estadística lineal entre ambas variables permitiría definir, a través de la fuerza por dinamometría manual, la calidad celular de los adultos teniendo en cuenta los valores de AnF.

En este sentido, estudios basados en la escala SPPB (Short Physical Performance Battery), afirman que un bajo AnF se asocia a un alto índice de fragilidad física, como también a una baja masa muscular y fuerza muscular (Mullie et al., 2018). Asimismo, estudios señalan que mujeres adultas sanas de edad avanzadas con mayor AnF tienen mejor calidad y función muscular, independiente de la edad y composición corporal (Tomeleri et al., 2018). También se ha encontrado una fuerte asociación inversa entre AnF y sarcopenia (Player et al., 2019). En una reciente revisión sistemática se ha identificado que el 93,7% de la evidencia señala una directa relación entre AnF y fuerza muscular (Martins et al., 2022).

Dada la contundente evidencia, resalta la importancia de realizar programas de estimulación motriz en personas adultas. Al respecto, diversos estudios mencionan que mujeres adultas que realizan entrenamiento de fuerza en suspensión, obtienen un aumento en los valores de AnF y dinamometría estática (Campa et al., 2018). En la misma línea, se ha señalado que los entrenamientos de fuerza-resistencia en mujeres adultas pueden mejorar el valor de AnF, los componentes de agua corporal y la calidad muscular (Cunha et al., 2018). Además,

estudios muestran que ocho semanas de entrenamiento de fuerza-resistencia mejora el parámetro celular de AnF en mujeres adultas obesas (Ribeiro et al., 2020). Por otro lado, los cambios en la calidad muscular están positivamente correlacionados con un valor significativo del AnF.

Incluir el diagnóstico del AnF previo a programas de entrenamiento en el adulto mayor, ayudaría a tener una certera idea de la efectividad de los programas.

A la fecha, son pocos los estudios que especifican la implicancia que tiene el AnF asociado a la fuerza muscular específicamente en la población de adultos mayores en Chile. Faltan estudios que validen el AnF como parámetro asociado a la fuerza muscular.

## CONCLUSIÓN

Se ha encontrado una importante relación lineal entre una prueba de condición física cardiorrespiratoria para adultos mayores y el ángulo de fase. Asimismo, se ha encontrado una correlación significativa entre la fuerza de presión manual por dinamometría y los valores de ángulo de fase. Esto nos indica, por una parte, que tanto una prueba para valorar la condición cardiorrespiratoria, así como una prueba de fuerza, nos podría otorgar parámetros que se asocian a la calidad de la célula y salud.

Por otra parte, resalta la importancia de incluir parámetros objetivos de valoración celular de los efectos de los programas de ejercicio y entrenamiento en adultos mayores, como es el AnF. Es importante incorporar la BIA dentro del diagnóstico de salud de los adultos mayores, que permita derivar a los adultos a programas públicos y privados de intervención, de cara a la mejora de la salud y la calidad de vida de los mayores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akamatsu, Y., Kusakabe, T., Arai, H., Yamamoto, Y., Nakao, K., Ikeue, K., Ishihara, Y., Tagami, T., Yasoda, A., Ishii, K., & Satoh-Asahara, N. (2022). Phase angle from bioelectrical impedance analysis is a useful indicator of muscle quality. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(1), 180-189. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12860>
- Alvero Cruz, J., Cabañas Armesilla, M. D., Herrero de Lucas, A., Martínez Riaza, L., Moreno, C., Manzañido, J., Quintana Sillero, M., & Sirvent Belando, J. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(131), 166-179. <https://femedede.es/documentos/ConsensoCine131.pdf>
- Arnold, M., Herrera, F., Massad, C. & Thumala, D. (2021). *Sexta encuesta nacional inclusión y exclusión social de las personas mayores: Cómo observa la población el envejecimiento en Chile*. [https://biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/3793/SEXTA\\_ENCUESTA\\_NACIONAL\\_DE\\_INCLUSION\\_Y\\_EXCLUSION\\_SOCIAL\\_DE\\_LAS\\_PM2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/3793/SEXTA_ENCUESTA_NACIONAL_DE_INCLUSION_Y_EXCLUSION_SOCIAL_DE_LAS_PM2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Arnold, M., Herrera, F., Massad, C., & Thumala, D. (2017). *Quinta Encuesta Nacional Inclusión y Exclusión Social de las Personas Mayores en Chile: Opiniones de la población chilena respecto al envejecimiento poblacional*. [https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/SENAMA\\_libro\\_5ta\\_encuesta\\_BAJA\\_libro\\_final.pdf](https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/SENAMA_libro_5ta_encuesta_BAJA_libro_final.pdf)
- Buckinx, F., Reginster, J. Y., Dardenne, N., Croisier, J. L., Kaux, J. F., Beudart, C., Slomian, J., & Bruyère, O. (2015). Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by dual energy X-ray absorptiometry: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16, 60. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0510-9>
- Buffa, R., Floris, G., & Marini, E. (2003). Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects. *Nutrition*, 19(11-12), 917-921. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(03\)00180-1](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(03)00180-1)
- Campa, F., Silva, A. M., & Toselli, S. (2018). Changes in Phase Angle and Handgrip Strength Induced by Suspension Training in Older Women. *International Journal of Sports Medicine*, 39(6), 442-449. <https://doi.org/10.1055/a-0574-3166>
- Chávez, J., Lozano, M., Lara, A., & Velázquez, O. (2004). *La actividad física y el deporte en el adulto mayor: bases fisiológicas*. Asociación mexicana de actividad física y deporte para adultos y ancianos. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL7516.pdf>
- Cheung, C. L., Lee, G. K. Y., Au, P. C. M., Li, G. H. Y., Chan, M., Li, H. L., Cheung, B. M. Y., Wong, I. C. K., Lee, V. H. F., Mok, J., Yip, B. H. K., Cheng, K. K. Y., & Wu, C. H. (2021). Systematic review and meta-analysis of lean mass and mortality: Rationale and study description. *Osteoporosis and Sarcopenia*, 7(Suppl 1), S3-S12. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2021.01.001>
- Cunha, P. M., Ribeiro, A. S., Tomeleri, C. M., Schoenfeld, B. J., Silva, A. M., Souza, M. F., Nascimento, M. A., Sardinha, L. B., & Cyrino, E. S. (2018). The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. *Journal of Sports Sciences*, 36(14), 1564-1571. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1403413>
- Dittmar, M., Reber, H., & Kahaly, G. J. (2015). Bioimpedance phase angle indicates catabolism in Type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, 32(9), 1177-1185. <https://doi.org/10.1111/dme.12710>
- Espinoza Oteiza, L., Rodríguez Rodríguez, F., & Mac Millan, N. (2019). *Vida activa, ejercicio y salud*. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Faria, T. C., Giannini, D. T., Gasparini, P. V. F., & Rocha, R. M. (2018). Heart Failure: Correlation between Anthropometric Parameters, Body Composition and Cell Integrity. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 31(3), 226-234. <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20180006>
- García López, M., González Montero de Espinosa, M., Romero Collazos, J. F., Prado Martínez, C., López-Ejeda, N., Villarino Marín, A., & Marrodán Serrano, M. D. (2017). *Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente*. *Nutrición clínica y Dietética Hospitalaria*, 37(4), 135-139. <https://doi.org/10.12873/374glopez>

- Geng, J., Wei, Y., Xue, Q., Deng, L., & Wang, J. (2022). Phase angle is a useful bioelectrical marker for skeletal muscle quantity and quality in hospitalized elderly patients. *Medicine*, 101(45), e31646. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000031646>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Ji, W., Liu, X., Zheng, K., Yang, H., Cui, J., & Li, W. (2021). Correlation of phase angle with sarcopenia and its diagnostic value in elderly men with cancer. *Nutrition*, 84, 111110. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111110>
- Kwon, Y. E., Lee, J. S., Kim, J. Y., Baeg, S. I., Choi, H. M., Kim, H. B., Yang, J. Y., & Oh, D. J. (2023). Impact of sarcopenia and phase angle on mortality of the very elderly. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 14(1), 279-287. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13128>
- Landinez Parra, N. S., Contreras Valencia, K., & Castro Villamil, Á. (2012). Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*, 38(4), 562-580. <https://www.scielosp.org/pdf/rcsp/2012.v38n4/562-580/es>
- Langer, R. D., da Costa, K. G., Bortolotti, H., Fernandes, G. A., de Jesus, R. S., & Gonçalves, E. M. (2020). Phase angle is associated with cardiorespiratory fitness and body composition in children aged between 9 and 11 years. *Physiology & Behavior*, 215, 112772. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112772>
- Langhammer, B., & Stanghelle, J. K. (2015). The Senior Fitness Test. *Journal of Physiotherapy*, 61(3), 163. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.04.001>
- Llames, L., Baldomero, V., Iglesias, M. L., & Rodota, L. P. (2013). Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica: Estado nutricional y valor pronóstico. *Nutrición Hospitalaria*, 28(2), 286-295. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6306>
- Lukaski, H. C. (2013). Evolution of bioimpedance: A circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67(Suppl 1), S2-9. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.149>
- Lukaski, H. C., Kyle, U. G., & Kondrup, J. (2017). Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: Phase angle and impedance ratio. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 20(5), 330-339. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000387>
- Martins, P. C., de Lima, T. R., Silva, A. M., & Silva, D. A. S. (2022). Association of phase angle with muscle strength and aerobic fitness in different populations: A systematic review. *Nutrition*, 93, 111489. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111489>
- Martins, P. C., de Lima, L. R. A., Berria, J., Petroski, E. L., da Silva, A. M., & Silva, D. A. S. (2020). Association between phase angle and isolated and grouped physical fitness indicators in adolescents. *Physiology & Behavior*, 217, 112825. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112825>

- Martins, P. C., de Lima, L. R. A., Silva, A. M., Petroski, E. L., Moreno, Y. M. F., & Silva, D. A. S. (2019). Phase angle is associated with the physical fitness of HIV-infected children and adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(7), 1006-1012. <https://doi.org/10.1111/sms.13419>
- Mattiello, R., Amaral, M. A., Mundstock, E., & Ziegelmann, P. K. (2020). Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clinical Nutrition*, 39(5), 1411-1417. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004>
- Mullie, L., Obrand, A., Bendayan, M., Trnkus, A., Ouimet, M. C., Moss, E., Chen-Tournoux, A., Rudski, L. G., & Afilalo, J. (2018). Phase Angle as a Biomarker for Frailty and Postoperative Mortality: The BICS Study. *Journal of the American Heart Association*, 7(17), e008721. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.008721>
- Mundstock, E., Amaral, M. A., Baptista, R. R., Sarria, E. E., Dos Santos, R. R. G., Filho, A. D., Rodrigues, C. A. S., Forte, G. C., Castro, L., Padoin, A. V., Stein, R., Perez, L. M., Ziegelmann, P. K., & Mattiello, R. (2019). Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 38(4), 1504-1510. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.031>
- Norman, K., Wirth, R., Neubauer, M., Eckardt, R., & Stobäus, N. (2015). The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(2), 173.e17-173.e22. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.10.024>
- Norman, K., Smoliner, C., Valentini, L., Lochs, H., & Pirlich, M. (2007). Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? *Nutrition*, 23(7-8), 564-569. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2007.05.007>
- Player, E. L., Morris, P., Thomas, T., Chan, W. Y., Vyas, R., Dutton, J., Tang, J., Alexandre, L., & Forbes, A. (2019). Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle (PA) is a practical aid to nutritional assessment in hospital in-patients. *Clinical Nutrition*, 38(4), 1700-1706. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.003>
- Pratt, J., Boreham, C., Ennis, S., Ryan, A. W., & De Vito, G. (2019). Genetic Associations with Aging Muscle: A Systematic Review. *Cells*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.3390/cells9010012>
- Ramakrishnan, R., He, J. R., Ponsonby, A. L., Woodward, M., Rahimi, K., Blair, S. N., & Dwyer, T. (2021). Objectively measured physical activity and all cause mortality: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine*, 143, 106356. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106356>
- Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., Dos Santos, L., Nunes, J. P., Tomeleri, C. M., Cunha, P. M., Sardinha, L. B., & Cyrino, E. S. (2020). Resistance Training Improves a Cellular Health Parameter in Obese Older Women: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2996-3002. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002773>

- Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., Souza, M. F., Tomeleri, C. M., Silva, A. M., Teixeira, D. C., Sardinha, L. B., & Cyrino, E. S. (2017). Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. *European Journal of Sport Science*, 17(7), 913-921. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1310932>
- Saad, M. A., Jorge, A. J., de Andrade Martins, W., Cardoso, G. P., Dos Santos, M. M., Rosa, M. L., Lima, G. A., de Moraes, R. Q., & da Cruz Filho, R. A. (2018). Phase angle measured by electrical bioimpedance and global cardiovascular risk in older adults. *Geriatrics & Gerontology International*, 18(5), 732-737. <https://doi.org/10.1111/ggi.13241>
- Santomauro, F., Baggiani, L., Mantero, S., Olimpi, N., Comodo, N., & Bonaccorsi, G. (2008). Assessment of nutritional status in institutionalized elderly individuals through body impedance analysis. *Igiene E Sanita Pubblica*, 64(1), 67-78. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18379607/>
- Sato, Y., Yoshimura, Y., & Abe, T. (2022). Phase Angle as an Indicator of Baseline Nutritional Status and Sarcopenia in Acute Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of National Stroke Association*, 31(1), 106220. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106220>
- Streb, A. R., Hansen, F., Gabiatti, M. P., Tozetto, W. R., & Del Duca, G. F. (2020). Phase angle associated with different indicators of health-related physical fitness in adults with obesity. *Physiology & Behavior*, 225, 113104. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113104>
- Tomeleri, C. M., Ribeiro, A. S., Cavaglieri, C. R., Deminice, R., Schoenfeld, B. J., Schiavoni, D., dos Santos, L., de Souza, M. F., Antunes, M., Venturini, D., Barbosa, D. S., Sardinha, L. B., & Cyrino, E. S. (2018). Correlations between resistance training-induced changes on phase angle and biochemical markers in older women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(10), 2173-2182. <https://doi.org/10.1111/sms.13232>
- Zhang, X. S., Liu, Y. H., Zhang, Y., Xu, Q., Yu, X. M., Yang, X. Y., Liu, Z., Li, H. Z., Li, F., & Xue, C. Y. (2017). Handgrip Strength as a Predictor of Nutritional Status in Chinese Elderly Inpatients at Hospital Admission. *Biomedical and Environmental Sciences: BES*, 30(11), 802-810. <https://doi.org/10.3967/bes2017.108>

#### Dirección para correspondencia

Fernando Rodríguez-Rodríguez  
Doctor en Biomedicina.  
Grupo de investigación IRyS, Escuela de  
Educación Física,  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.  
Valparaíso, Chile

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4999-4857>  
Contacto: [fernando.rodriguez@pucv.cl](mailto:fernando.rodriguez@pucv.cl)

Recibido: 06-06-2023

Aceptado: 06-11-2023



Esta obra está bajo una licencia de  
Creative Commons Reconocimiento-  
CompartirIgual 4.0 Internacional