

Relación de agua intracelular y extracelular en estudiantes evaluados por bioimpedancia en etapa pospandémica

Intracellular and Extracellular Water Ratio in Students Evaluated by Bioimpedance in Post-pandemic Stage

Carmen Marín-Tello^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6862-1805>

Elio Castañeda-Marín¹ <https://orcid.org/0000-0002-9060-2093>

Violeta Malpartida-Tello¹ <https://orcid.org/0000-0001-5278-3498>

Pedro D'Angelo Ruiz Vega¹ <https://orcid.org/0000-0002-8520-3223>

Pedro André Plasencia Coronado¹ <https://orcid.org/0000-0001-9705-3835>

Natali Daniela Becerra Mejía¹ <https://orcid.org/0009-0009-5950-0249>

César Sánchez-Marín² <https://orcid.org/0000-0003-4490-8187>

Jorge Vásquez-Kool³ <https://orcid.org/0000-0002-0858-4907>

¹Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Laboratorio de Investigación en Fisiología y Fisiopatología del Metabolismo de Alimentos en la Ruta de Investigación Nutricional (MARINUTRI). Trujillo, Perú.

²Universidad César Vallejo, Escuela de Medicina. Piura, Perú.

³Universidad Shaw, Departamento de Salud Humano, Biología y Ciencias relacionadas. Raleigh, Carolina del Norte, Estados Unidos de América.

*Autor para la correspondencia: cmarin@unitru.edu.pe

RESUMEN

Introducción: El agua es una variable fisiológica que puede cambiar con estilos de vida como el sedentarismo, y afectar la homeostasia en especial del agua intracelular.

Objetivo: Determinar la relación de agua intracelular y extracelular en estudiantes

evaluados por bioimpedancia que retornan a clases presenciales en pospandemia.

Métodos: Se investigaron 73 estudiantes, 40 mujeres y 33 hombres voluntarios sanos con edad promedio de 21 años, asintomáticos, a quienes se les evaluó la composición corporal por bioimpedancia. Se obtuvo la relación de agua corporal total, agua intracelular y extracelular para estimar su salud al retornar a la presencialidad tras dos años de aislamiento.

Resultados: El agua corporal promedio según bioimpedancia eléctrica resultó 27, L en mujeres y 38.3 L en hombres. No se encontraron estudiantes dentro del rango de peso ideal. Existió un peso promedio con valores superiores respecto al peso ideal de 8.8 kg en mujeres y 12.8 kg en hombres. El sobrepeso se calculó por el índice de masa corporal promedio en mujeres de 25,1 y de hombres 26,7 kg. El 8 % de las mujeres y el 15 % de los hombres tenían déficit de peso. El 92 % de las mujeres y el 85 % de los hombres presentaron peso por encima del peso ideal, con características de sobrepeso y obesidad grados I y II.

Conclusiones: El 100 % de los estudiantes evaluados con la bioimpedancia, incluidos los que tuvieron sobrepeso y obesidad grados I y II, sí presentaron cambios no significativos en la relación agua intracelular y agua extracelular.

Palabras clave: ejercicio; malnutrición; pandemia; agua intracelular; agua extracelular; bioimpedancia.

ABSTRACT

Introduction: Water is a physiological variable that can change with lifestyles such as sedentary lifestyles, and affect homeostasis especially intracellular water.

Objective: To determine the ratio of intracellular and extracellular water in students evaluated by bioimpedance who return to face-to-face classes post-pandemia.

Methods: Seventy-three students, 40 female and 33 male healthy volunteers with an average age of 21 years, asymptomatic, were investigated and their body

composition was evaluated by bioimpedance. The ratio of total body water, intracellular and extracellular water was obtained to estimate their health after returning to the classroom after two years of isolation.

Results: The average body water according to electrical bioimpedance was 27, L in women and 38.3 L in men. No students were found within the ideal weight range. There was an average weight with higher values with respect to the ideal weight of 8.8 kg in women and 12.8 kg in men. Overweight was calculated by the average body mass index of 25.1 kg in women and 26.7 kg in men. Eight percent of the women and 15% of the men were underweight. 92 % of women and 85 % of men presented weight above ideal weight, with characteristics of overweight and obesity grades I and II.

Conclusions: 100 % of the students evaluated with bioimpedance, including those who were overweight and obese grades I and II, did present non-significant changes in the intracellular water to extracellular water ratio.

Keywords: exercise; malnutrition; pandemic; intracellular water; extracellular water; bioimpedance.

Recibido: 14/06/2024

Aceptado: 27/08/2024

Introducción

La pandemia de COVID-19 en el Perú ocasiono súbitamente la adopción de un estilo sedentario de vida en la población durante los años 2020 a 2022, para reducir las muertes y ocasionó cambios en la composición corporal,⁽¹⁾ en variables fisiológicas como agua, grasa, minerales y proteínas.

Esta inactividad física, afectó la masa corporal magra o muscular, compuesta por músculos, órganos, vísceras, huesos, médula, tejido y agua del cuerpo, sin incluir la grasa que se acumula como grasa estructural y de depósito o masa grasa por

lo que la densidad corporal que mide la masa total corporal o peso en relación con el volumen del cuerpo es afectada.⁽²⁾

Los valores del agua corporal, el componente más grande del peso o masa sin grasa, debe conocerse en condiciones fisiológicas y fisiopatológicas⁽³⁾ por su importancia para la homeostasis. El agua corporal total (ACT) y la masa celular o libre de grasa puede conocerse a través del análisis corporal por bioimpedancia en personas sin alteraciones de líquidos corporales y electrolitos.⁽⁴⁾ Este método brinda información del estado de hidratación de una persona como un indicador de salud,⁽⁵⁾ que puede permitir evitar los daños causados por el trastorno hídrico, debido a la cantidad de agua por deshidratación o sobrehidratación o a la calidad: por desbalance en la relación de agua intracelular (AIC) y agua extracelular (AEC), esta última repartida entre los vasos sanguíneos (intravascular) y los espacios entre células y órganos (intersticial).

En los adultos, aproximadamente las dos terceras partes del agua corporal total corresponden al AIC,⁽⁶⁾ al ser la relación saludable de AIC:AEC de 3:2.

La relación AIC, AEC con respecto al ACT refleja condiciones fisiológicas importantes y su condiciones de salud que pueden indicar volumen de líquido y de malnutrición al mostrar la pérdida de energía proteica y pérdida de masa muscular en pacientes en hemodiálisis⁽⁷⁾ en los cuales es un marcador potencial de la calidad del músculo esquelético y del equilibrio de distribución de agua entre los compartimentos extracelular e intracelular de las regiones apendiculares de las extremidades.

Además de que la relación agua extracelular/agua intracelular AE/AI sirve como marcador predictivo temprano de mortalidad en adultos japoneses mayores y de mediana edad,⁽⁸⁾ al ofrecer una medida antropométrica adicional por su asociación con la inflamación sistémica, la hipertensión y la permeabilidad de la barrera hematoencefálica brindando datos predictivos de la función cognitiva.⁽⁹⁾

Es recomendable reducir la ingesta de sodio para mantener un normal nivel de AEC⁽²⁾ al ser su exceso no saludable en personas sanas o con enfermas, como

pacientes en hemodiálisis al predecir la mortalidad cardiovascular y por otras causas.

Un AIC basal baja después de la diálisis se correlaciona con la atrofia muscular y la inflamación al ser un factor de riesgo independiente de mortalidad⁽¹⁰⁾ y su medición mediante bioimpedancia podría ser un medio válido y no invasivo para identificar el riesgo de futuras enfermedades como la obesidad sarcopénica en pacientes en hemodiálisis crónica.⁽¹¹⁾

Por ser el agua esencial para la vida y el componente más grande del cuerpo humano, su medición reporta para el diagnóstico, prevención, tratamiento y pronóstico de enfermedades, información muy importante.

La bioimpedancia es el método más adecuado para aplicaciones clínicas, seguimiento del equilibrio de líquidos y su orientación de manejo, evaluación de trastornos como el linfedema, riesgo nutricional y manejo de la obesidad⁽¹²⁾ pues la información que brinda, fortalece los datos en los que usualmente se utilizan el índice de masa corporal (IMC) para conocer la obesidad y el sobrepeso.⁽¹³⁾

Los estudios publicados sobre pandemias pasadas vinculan la obesidad y malos pronósticos debido al estado crónico de inflamación leve de los afectados⁽¹⁴⁾ por lo que el estudio tuvo como objetivo determinar la relación de agua intracelular y extracelular de estudiantes evaluados por bioimpedancia que retornan a clases presenciales en pospandemia

Métodos

Se reclutó invitando por correo electrónico a estudiantes matriculados en el curso de fisiología humana y fisiopatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo, quienes se reincorporaban a actividades semipresenciales el año 2022 y a actividades presenciales en el año 2023.

Firmaron el consentimiento informado 75 estudiantes voluntarios sanos, 40 mujeres y 35 hombres, quienes se evaluaron en el equipo de bioimpedancia INBODY 570 y tallados en el equipo GREET MED debidamente calibrados,

guardando en todo momento las medidas de bioseguridad con supervisión médica por el contexto de pospandemia.

Criterios de inclusión

- No tener una enfermedad incapacitante crónica.
- No estar postrado en cama, institucionalizado u hospitalizado.
- Ser móvil de forma independiente sin requerir asistencia, incluso si requiere la ayuda de dispositivos como muletas o andadores.
- Estar sin amputaciones.
- No encontrarse en estado de gestación.
- Tener un examen negativo de cualquier enfermedad grave o crónica diferentes a obesidad, hipertensión y síndrome metabólico.
- Peso dentro del rango de 10-250 kg.
- Rango de estatura de 95-300 cm
- Edad comprendida entre 18 y 29 años 11 meses y 29 días.⁽²⁾

Criterios de exclusión

- Llevar marcapasos.
- Presentar enfermedades metabólicas crónicas no controladas.

Procedimientos para la determinación de la composición corporal por bioimpedancia

Las medidas de bioimpedancia (BIA) de cuerpo entero y de los segmentos tronco, miembros superiores e inferiores se realizaron en el laboratorio de investigación en fisiología del metabolismo de alimentos en la ruta de la investigación nutricional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica en horario de: 8:00 AM a 17:00 horas, preferiblemente con el sujeto en ayunas y en estado de reposo. Se proyectó una tasa de deserción de aproximadamente 5 personas.

Al voluntario se le pesó en una balanza con tallímetro incorporado, antes de seguir con la evaluación en el bioimpedanciómetro. Se le solicitó que se parara descalzo sobre el analizador y sujetara las asas izquierda y derecha con las dos manos respectivamente, tras haber ingresado sus datos personales: número de identidad personal, talla, peso y edad. Luego se le indicó la posición correcta a seguir y durante aproximadamente un minuto el equipo realizó la evaluación, hasta que se le solicitó que descendiera de él y la información de sus resultados se obtuvo impresa en la hoja del equipo de bioimpedancia INBODY 570.

Se seleccionaron los parámetros a evaluar, relación de agua intracelular:agua extracelular AIC:AEC, vinculado al sobrepeso y obesidad tipo I. Una relación saludable se estima en 3:2 de AIC: AEC, por lo que los datos fuera de ese valor, indicarían cambios en la salud y en la composición corporal.

Recomendaciones médicas, deportivas y nutricionales.

De acuerdo a los resultados, el personal médico entrenado brindó las recomendaciones de acuerdo a los datos encontrados a cada voluntario y para ello se empleó la guía del Ministerio de Salud⁽²⁾ de abordaje nutricional para la prevención y control del sobrepeso así como la obesidad tipo I de la persona joven, adulta y adulta mayor que considera:

- Obesidad definida como un peso corporal ≥ 10 % del peso ideal ($25 \geq \text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$).
- Obesidad tipo 1, a la enfermedad crónica de bajo riesgo si el IMC es de 30 a 34,9 en jóvenes y adultos y ≥ 32 en adultos mayores.
- Sobrepeso a un peso corporal superior a lo normal. En personas jóvenes y adultas es determinado por un IMC mayor e igual a 25 y menor de 30. En personas adultas mayores es determinado por IMC igual a 28 y menor de 32.⁽²⁾

Análisis estadístico: se calculó el promedio y frecuencia de parámetros evaluados.

Se utilizó la prueba T de dos muestras (varianza combinada) y la distribución T (df = 71) de dos colas.

Criterios éticos: el estudio estuvo autorizado por el comité de ética de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo con constancia IE - 009 - 2022/C.FAC.FARM.

Resultados

En la tabla 1 se muestran las características de los estudiantes evaluados en el estudio, en que ambos grupos, mujeres y hombres, poseen comparables valores promedio en edad, exceso de peso e IMC y como era de esperarse debido al sedentarismo durante la pandemia pesos por encima del peso ideal, cuyos valores promedios en los hombres resultó de 12.86 kg y en las mujeres de 8.81 Kg por encima del peso ideal. La relación promedio AIC/AEC difirió significativamente entre ambos grupos.

Tabla 1 - Valores promedio y características de estudiantes universitarios voluntarios

Parámetros	Mujer (n=40)		Hombre (n=33)		T test P-value	
	X	S	X	S		
Edad	21,23	2,95	21,39	2,18	0,7858	-
Peso (kg)	61,43	11,63	74,38	15,08	9,3E-05	**
Peso ideal	53,21	4,42	63,16	6,11	1,30E-11	**
Exceso peso (kg)	8,81	8,10	12,86	10,05	0,06034	-
IMC (kg/m ²)	25,10	3,99	26,68	4,73	0,1275	-
ACT	27,91	3,28	38,31	4,24	2,08E-18	**
AEC	10,64	1,27	14,34	1,63	7,22E-17	**
AIC	17,27	2,04	23,97	2,64	3,89E-19	**
% AIC / ACT	61,89	0,59	62,57	0,63	1,2E-05	**

% AEC / ACT	38,11	0,59	37,43	0,63	1,2E-05	**
AEC /ACT	0,38	0,01	0,38	0,01	2,6E-05	**
AIC / AEC	1,62	0,04	1,67	0,04	1,2E-05	**

Prueba de dos muestras (varianza combinada), utilizando distribución t de Student 71 grados de libertad (dos colas). *: diferencias altamente significativas. ACT: agua corporal total, AEC: agua extracelular; AIC: agua intracelular.

La tabla 2 muestra un IMC no normal en el 64 % de los estudiantes hombres y el 38 % de las estudiantes mujeres, con un sobrepeso del 42 % en varones y del 25 % en mujeres, así como una obesidad grado I presente en el 18 % de los hombres y en el 8 % de las mujeres, por lo que ninguno estuvo en el peso ideal.

Tabla 2 - Peso ideal, sobrepeso y obesidad de los estudiantes evaluados

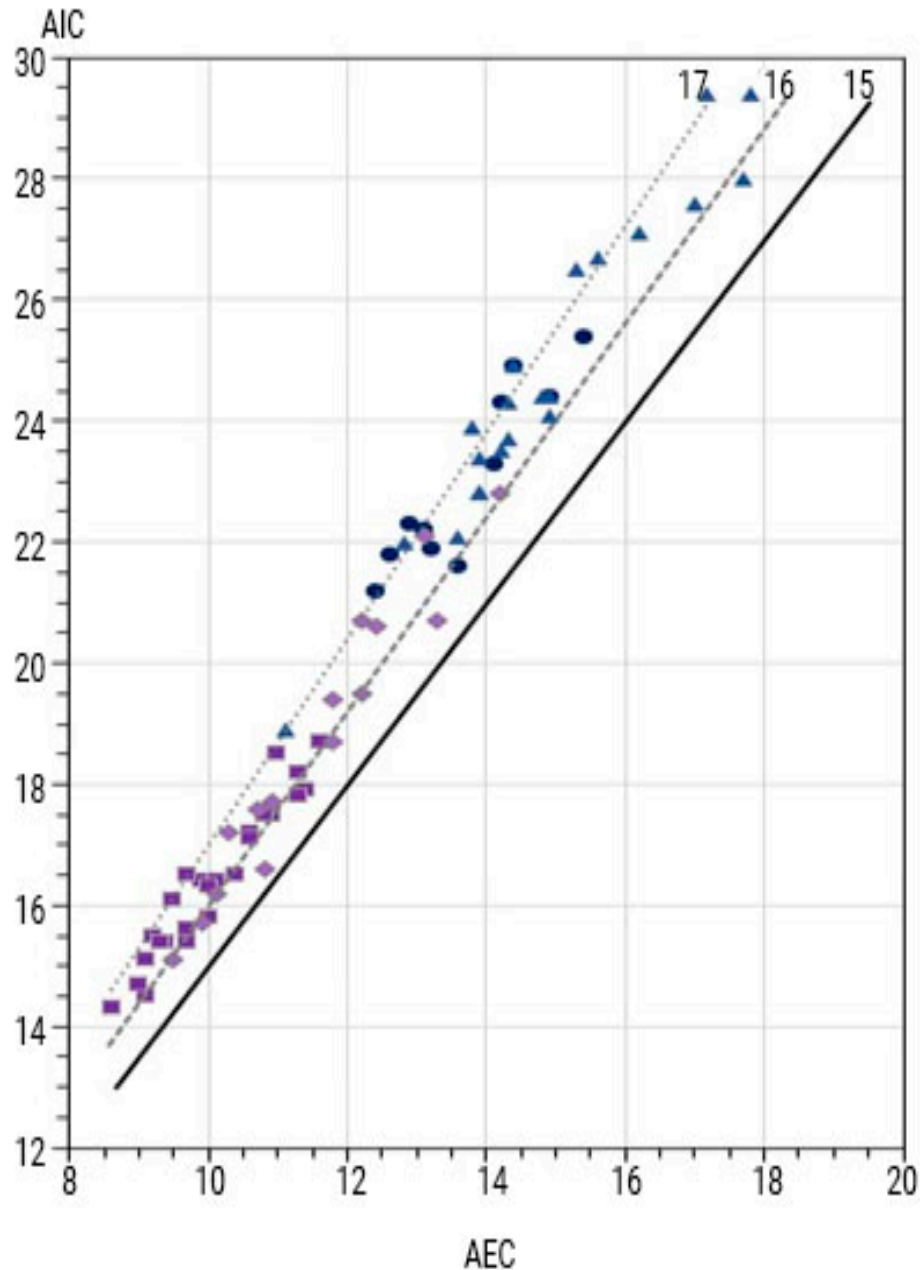
Variables	Mujeres		Hombres	
	(n = 40)	%	(n = 33)	%
Por debajo del peso ideal Rango (0.7 - 12) Kg	3	8	5	15
Peso ideal	0	0	0	0
Por debajo del peso ideal Rango (0.7 - 38.2) Kg	37	92	28	85
IMC Normal (18.5 a <25)	25	62	12	36
IMC No normal	15	38	21	64
Sobrepeso. (IMC \geq 25 y < 30)	10	25	14	42
Obesidad grado I. IMC > 30 a < 35	3	8	6	18
Obesidad grado II. IMC 35 a < 40	2	5	1	4

IMC: Índice de masa corporal.

Las líneas tienen una pendiente indicada en la figura 1.

La línea 1.5 corresponde a una pendiente que iguala la relación $AIC/AEC=3/2$, otras líneas están indicadas por su pendiente.

IMC no normal indica individuos con sobrepeso u obesidad.

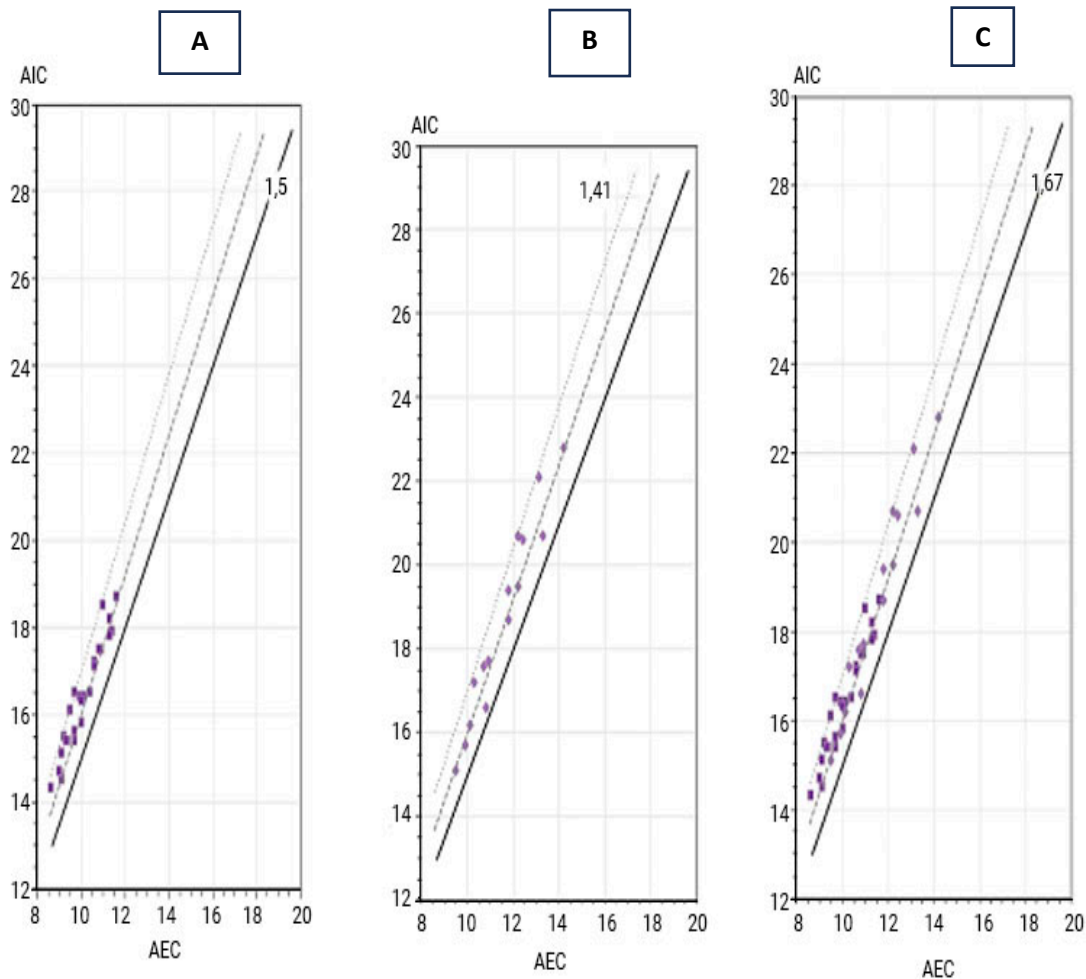


Leyenda: Círculos (●) indican varones con IMC normal; triángulos (▲) varones con IMC no normal; Cuadrados (■) mujeres con IMC normal; y romboides (◊) mujeres con IMC no normal. Las líneas tienen una pendiente indicada en la figura.

Mujeres (n = 40, morado) hombres (n = 33, azul)

Fig. 1 – Relación de agua intracelular (AIC) y de agua extracelular (AEC) obtenidos por el método de bioimpedancia en estudiantes universitarios, según su índice de masa corporal.

En la figura 2 A, la línea 1.5 corresponde a una pendiente que iguala la relación $AIC/AEC=3/2$, otras líneas están indicadas por su pendiente. IMC no normal que indica individuos con sobrepeso u obesidad.



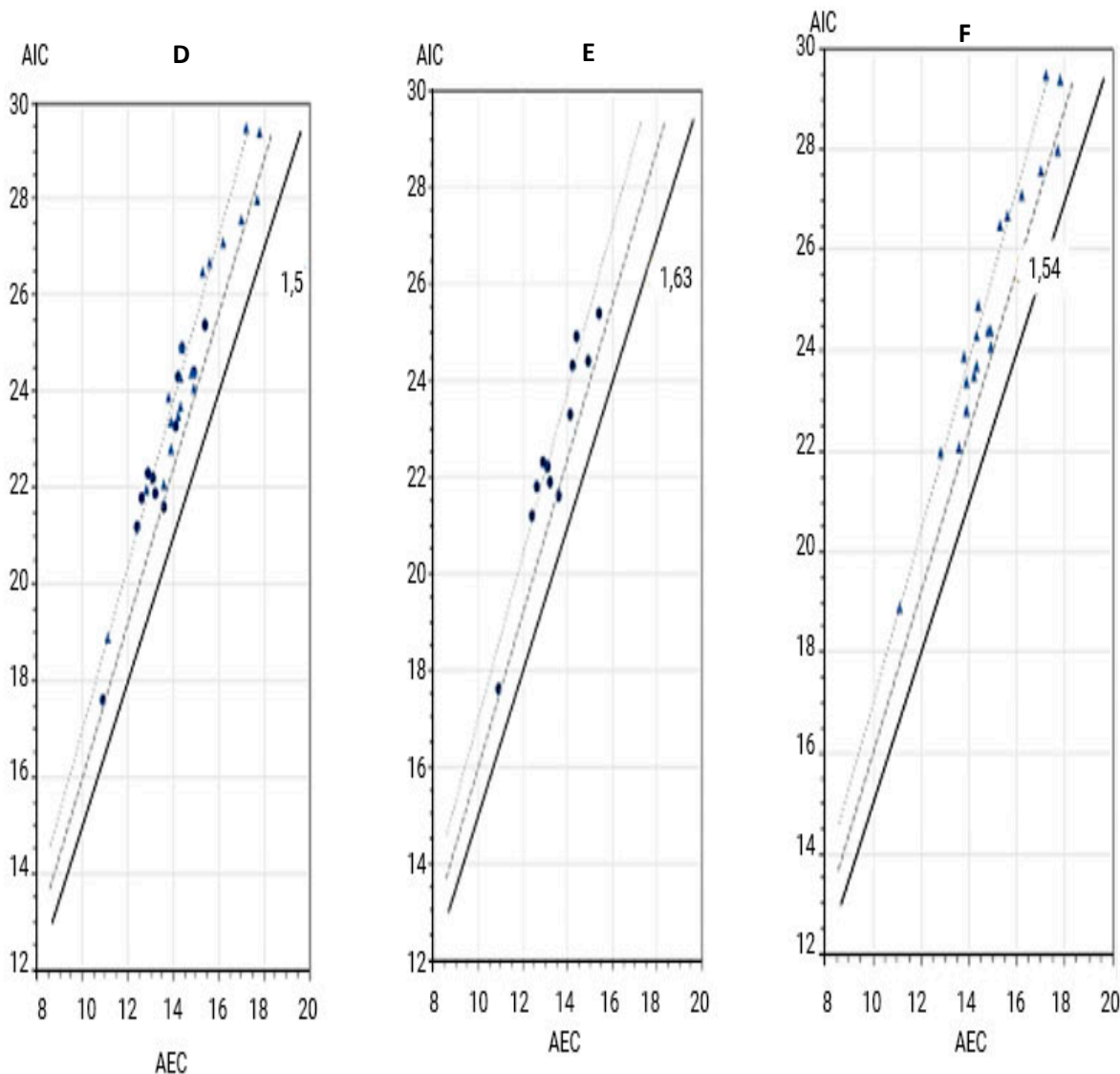
Leyenda: A) Todas las estudiantes. B) estudiantes con IMC normal. C) estudiantes con IMC no normal

Fig. 2 – Relación de agua intracelular (AIC) y agua extracelular (AEC) en estudiantes mujeres universitarias según su índice de masa corporal (IMC).

La pendiente de los puntos en la figura 2 B fue 1.41 y en la figura 2C de 1.67, cuya homogeneidad probada por una prueba de T resultó en una diferencia estadísticamente no significativa.

No se encuentran muy alejadas de la relación $AIC/AEC=3/2 = 1.5$ considerada saludable.

En la figura 3 D, la línea 1,5 corresponde a una pendiente que iguala la relación $AIC/AEC=3/2$. La pendiente de los puntos en la figura 3 E fue de 1.63 y en la figura 3 F de 1,54 B cuya homogeneidad probada por una prueba de T resulto en una diferencia estadísticamente no significativa.



Legenda: (A) todos los estudiantes; (B) estudiantes con IMC normal; (C) estudiantes con IMC no normal

Fig. 3- Relación de agua intracelular (AIC) y agua extracelular (AEC) en estudiantes hombres universitarios según su índice de masa corporal (IMC)

Discusión

La composición corporal, de manera particular el agua, es importante para evaluar la salud.

En los resultados del estudio se presentan las características de los estudiantes voluntarios de ambos grupos, mujeres y hombres que poseen comparables valores promedio en edad, exceso de peso e IMC y en los cuales la relación promedio AIC/AEC difirió significativamente entre ambos grupos (tabla 1).

El ACT, de estudiantes hombres tiene valores incrementados con respecto a las mujeres, esto está vinculado directamente con el peso que también es mayor en el caso de los hombres. Las situaciones que enlazan el peso con los valores de ACT, son cambios fisiológicos como el incremento del peso, el embarazo o con condiciones fisiopatológicas como la preeclampsia y eclampsia,⁽¹⁵⁾ hemorragias cerebrales⁽¹⁶⁾ y síndromes edematosos.⁽¹⁷⁾

Los jóvenes evaluados presentan, como era de esperarse en situaciones de sedentarismo causado por la pandemia, pesos por encima del peso ideal, cuyos valores en los hombres en promedio resultó de 12.86 kg y en las estudiantes mujeres como promedio de 8.81 Kg por encima del peso ideal (tabla 1) y tendría que ser abordado con estrategias integrales en el grupo familiar, educativo y estatal al ser el peso y la falta de actividad física factores de riesgo cardiovascular que deben prevenirse a fin de evitar la aparición de enfermedades y de requerirse de ciudadanos saludables.⁽¹⁸⁾

En general los datos se desvían de la relación AIC/AEC 1.5 (3/2) hacia valores entre 1.6 y 1.7 y en los estudiantes hombres hay predominio de valores mayores que el de las mujeres y en ambos grupos, los individuos con altos valores AIC y AEC son aquellos que tienen un IMC no normal (fig. 1)

La tabla 2 muestra un IMC no normal en el 64 % de los estudiantes varones y el 38 % de las mujeres, un sobrepeso del 42 % en varones y del 25 % en mujeres, con una obesidad grado I presente en el 18 % de estudiantes hombres y en el 8 % de

las estudiantes mujeres. Ningún estudiante se encuentra en el peso ideal, por el contrario, el 85 % de estudiantes hombres y el 92 % de mujeres tienen un peso por encima del ideal.

La obesidad ya representaba un problema de salud pública antes de la pandemia en países en vías de desarrollo como Perú, donde el cambio de estilos de alimentación con productos naturales a los conservados con preservantes, así como una alimentación con bebidas azucaradas y bajo consumo de pescado incrementan el riesgo de obesidad⁽¹⁹⁾ y se agravó aún más con el sedentarismo de la pandemia y que llevó al aumento de las cifras de sobrepeso y obesidad⁽²⁰⁾ lo que podría afectar la composición corporal en relación al agua.

La obesidad está asociada a un espectro de trastornos de la fisiología por sobrecarga de volumen, hipertensión, desregulación metabólica, activación neurohumoral e inflamación sistémica. Es una condición donde se identifican genes diversos que participan en procesos de la alimentación, regulación del apetito, comportamientos de búsqueda de alimentos y eficiencia metabólica.⁽²⁰⁾

La figura 2 en concordancia con la tabla 2, muestra que las estudiantes mujeres generalmente mantienen menores valores de AIC y de AEC. Las voluntarias con IMC normal (62 %) están generalmente concentradas y presentan poca dispersión.

Sin embargo, las estudiantes con IMC no normal (38 %), muestran en las variables datos más dispersos. En la tabla 2 se corrobora que la falta de actividad física por el sedentarismo en pandemia provocó incremento de peso, pues el 92 % de las estudiantes no se encuentran en el peso ideal, con el consiguiente efecto negativo en la salud, aunque la diferencia encontrada con respecto a la relación AIC:AEC de 3:2, para este grupo no es significativa, es decir se encontrarían en un estado de hidratación, situación donde existe un balance de agua corporal, y la recomendación para conseguir este equilibrio en un adulto es de un poco más de 2 litros/día.⁽²¹⁾

En cuanto a la figura 3, de los estudiantes varones, los valores de AEC y de AIC son más grandes. Con excepción de un solo valor, este grupo también muestra

menor variabilidad entre aquellos con IMC normal (36 %) y más dispersión en los que tienen un IMC no normal (64 %).

La prueba T de medias del grupo varones con IMC normal y con IMC no normal resultó en diferencias estadísticamente no significativas, y por otros estudios^(11,12) se sabe que estos parámetros tienen relevancia biológica. Es posible que haya una variable latente que actúe sobre los resultados y que no ha sido posible identificar, o que el valor AIC/AEC carezca de suficiente resolución para poder discernir conclusiones con mayor certeza por lo que la muestra en este grupo resulta dentro de la relación esperada de AIC/AEC de 3:2.

La prueba de homogeneidad de pendientes corroboró que ambos grupos (IMC normal, IMC no normal), sean varones o mujeres, no distinguen diferencias en pendientes. Es de notar que la peculiar dispersión de los individuos con IMC normal y de los con IMC no normal, tanto hombres como mujeres revelan que AIC y AEC pueden capturar por si solos importante variabilidad de la condición hídrica del cuerpo humano, por lo que se requieren de estudios que examinen la cantidad de líquido intra y extracelular para prevenir enfermedades futuras, controlarlas y mantener la relación esperada fisiológicamente.

Mientras que un estudio⁽²²⁾ reciente en pacientes con lipedema determinó el AIC y el AEC, encontrando que, aunque la cantidad de AIC se encuentra dentro del rango normal si existe un incremento de AEC. Sin embargo, no se observa edema posiblemente por el aumento de la síntesis de glucosaminoglucanos y proteoglicanos, para esta enfermedad y se recomienda que aparte de las evaluaciones de rutina, se deba evaluar la cantidad de AEC.

Para el grupo estudiado los cambios de la relación de AIC/AEC no son significativos al compararlos con el cociente 3:2. Esto se cumple aún para aquellos jóvenes con IMC no normal por sobrepeso o en obesidad.

Estudios⁽²³⁾ previos mencionan que la edad influye en los cambios fisiológicos para el equilibrio del volumen de líquidos entre AIC y AEC en sujetos sanos, lo que implicaría que estos jóvenes tendrían que aplicar las recomendaciones relacionadas al sobrepeso y obesidad del Ministerio de Salud del Perú y que se

les brindó en el presente estudio. Por otro lado, el incremento del AIC se puede lograr al incrementar la masa magra corporal o aumentar la masa muscular a través del ejercicio que al combatir la obesidad, beneficia la salud.⁽²¹⁾

Dentro de las limitaciones del estudio se encuentra el tamaño de la muestra en un diseño transversal ejecutado en un contexto con dificultades para enrolar voluntarios bajo el riesgo de contraer la enfermedad y la suspensión de actividades presenciales de improviso frente a picos de contagio en los que se cerraban los laboratorios de la universidad y no permitió la recolección de datos longitudinales.

Los resultados encontrados permitieron obtener información de la relación de agua intra- y extracelular en un contexto único que llevó al incremento de peso en esta población de estudiantes, un factor de riesgo identificado que debe evitarse con programas de evaluación corporal permanente y estrategias que permitan mayor actividad física y mejoras en los estilos de vida, mientras que en el campo académico es importante enfatizar el conocimiento del rol benéfico del agua así como sus trastornos que podrían afectar la salud. En conclusión; el 100 % de los estudiantes evaluados con la bioimpedancia incluidos los que tuvieron sobrepeso y obesidad grados I y II sí presentaron cambios no significativos en la relación de agua intracelular y extracelular.

Referencias bibliográficas

1. Menéndez EL. Consequences, visibility and denial of a pandemic: processes of self-care. *Salud colect.* 2020;16,e3149. DOI: [10.18294/sc.2020.3149](https://doi.org/10.18294/sc.2020.3149)
2. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Abordaje nutricional para la prevención y control de sobrepeso y la obesidad tipo I de la persona joven, adulta y adulta mayor. INS. 2023. [acceso 31/05/2024]. Disponible en: www.alimentacionsaludable.ins.gob.pe
3. Vilela AR, Cieza JA, Uriol C. Cambios en el agua corporal, grasa y masa magra de personas con y sin disfunción renal en sus diversos estadios de enfermedad

- renal crónica. Rev Med Hered. 2020;31(2):85-94. DOI: [10.20453/rmh.v31i2.3769](https://doi.org/10.20453/rmh.v31i2.3769)
4. Alvero J, Correas L, Ronconi M, Fernández R, Porta J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deport. 2011 [acceso 31/05/2024];4(4):167-74 Disponible en: . <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323327668006>
5. Lukaski HC, Vega N, Talluri A, Nescolarde L. Classification of Hydration in Clinical Conditions: Indirect and Direct Approaches Using Bioimpedance. Nutrients. 2019;11(4):809. DOI: [10.3390/nu11040809](https://doi.org/10.3390/nu11040809)
6. Salas J, Maraver F, Rodríguez L, Saenz M, Vitoria I, Moreno L. The importance of water consumption in health and disease prevention: the current situation. Nutr Hosp. 2020;37(5):1072-86. DOI: [10.20960/nh.03160](https://doi.org/10.20960/nh.03160)
7. Yajima T, Yajima K. Ratio of extracellular water to intracellular water and simplified creatinine index as predictors of all-cause mortality for patients receiving hemodialysis. PLoSOne.2023;18(3):e0282864. DOI: [10.1371/journal.pone.0282864](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282864)
8. Iwasaka C, Yamada Y, Nishida Y, Hara M, Yasukata J, Miyoshi N, *et al.* Association between habitual coffee consumption and skeletal muscle mass in middle-aged and older Japanese people. Geriatr Gerontol Int. 2024;21(10):950–58. DOI: [10.1111/ggi.14264](https://doi.org/10.1111/ggi.14264)
9. Lee J, Shields RK. Extracellular to Intracellular Body Water and Cognitive Function among Healthy Older and Younger Adults. J Funct Morphol Kinesiol.2022;7(1):18. DOI: [10.3390/jfkm7010018](https://doi.org/10.3390/jfkm7010018)
10. Gracia C, González E, Mahillo I, Ortiz A. Low Intracellular Water, Overhydration, and Mortality in Hemodialysis Patients. J Clin Med. 2020;9(11):3616. DOI: [10.3390/jcm9113616](https://doi.org/10.3390/jcm9113616)
11. Tian M, Yuan J, Yu F, He P, Zhang Q, Zha Y, *et al.* Decreased intracellular water is associated with sarcopenic obesity in chronic haemodialysis patients. BMC Geriatr. 2023;23:630 DOI: [10.1186/s12877-023-04357-4](https://doi.org/10.1186/s12877-023-04357-4)

12. Zhou SG, Chen W. Human Body Water Composition Measurement: Methods and Clinical Application. Zhongguo yi xue ke xue Yuan xue bao. Acta Academia Medicine Sinical. 2018;40(5):603-9. DOI: [10.3881/j.issn.1000-503x.10661](https://doi.org/10.3881/j.issn.1000-503x.10661)
13. World Health Organization. Prevention of Cardiovascular Disease. Guidelines for assessment and management of cardiovascular risk. Washington, D.C.: OPS. 2007. [acceso 26/05/2023] Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547178>
14. Zakka K, Chidambaram S, Mansour S, Mahawar K, Salminen P, Almino R, et al. SARS-COV-2 and obesity: "CoVesity"- a Pandemic Within a Pandemic. Obes Surg. 2021; 31,1745-54. DOI: [10.1007/s11695-020-04919-0](https://doi.org/10.1007/s11695-020-04919-0)
15. Calvo DE, Benjumea D. Relación del volumen de agua corporal total, el extracelular, y preeclampsia. Revisión narrativa de la literatura. Méd. UIS. 2021;34(2):4960. DOI: [10.18273/revmed.v34n2-2021005](https://doi.org/10.18273/revmed.v34n2-2021005)
16. Hao X, Zeng Z, Liang L, Feng Z, Li W, Xiong B. et al. The Role of Neutrophil Extracellular Traps in Early Micro thrombosis and Brain Injury After Subarachnoid Hemorrhage in Mice. Transl Stroke Res. 2023;14(5):752-65. DOI: [10.1007/s12975-022-01074-9](https://doi.org/10.1007/s12975-022-01074-9)
17. O'Brien JG, Chennubhotla SA, Chennubhotla RV. Treatment of edema. American family physician. 2005 [acceso 16/06/2024];71(11):2111-17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15952439/>
18. Payán HA, Estela JL, Wilches EC. Equations for calculating ideal body weight in patients on mechanical ventilation in adult intensive care units in Latin America exploratory review. Rev. Colomb. anestesiología. 2021;49(2):e401. DOI: [0.5554/22562087.e949](https://doi.org/10.5554/22562087.e949)
19. Díaz J, Mondéjar M, Zevallos L, Palacios M. Factores alimentarios y síndrome metabólico en trabajadores de la Escuela de Farmacia y Bioquímica de Chimbote, Perú. Revista Cubana de Farmacia. 2023 [acceso 13/06/2024];55(4) Disponible en: <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/776>
20. Ceballos JJ, Pérez R, Flores JA, Vargas J, Ortega G, Madriz R et al. Obesidad. Pandemia del siglo XXI. Rev. sanid. mil. 2018 [acceso 13/06/2024];72(5-6):332-

8. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-696X2018000400332&lng=es

21. San Miguel JL, Urteaga NA, Muñoz M. Agua corporal total y composición corporal: Efecto del ejercicio de 30 minutos y rehidratación con agua en adultos residentes permanentes de gran altitud, La Paz- Bolivia. Cuad. - Hosp. Clín. 2020 [acceso 13/06/2024];61(2):33-46. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762020000200005&lng=es.

22. Esmer M, Schingale FJ. Intracellular and Extracellular Water Balance in Patients with Lipedema. Lymphat Res Biol. 2023;21(5),501–03. DOI: [10.1089/lrb.2023.0007](https://doi.org/10.1089/lrb.2023.0007)

23. Ohashi Y, Joki N, Yamazaki K, Kawamura T, Tai R, Oguchi H, et al. Changes in the fluid volume balance between intra- and extracellular water in a sample of Japanese adults aged 15-88 yr old: a cross-sectional study. Am J Physiol Renal Physiol. 2018;314(4):F614–22. DOI: [10.1152/ajprenal.00477.2017](https://doi.org/10.1152/ajprenal.00477.2017)

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Violeta Malpartida Tello, Pedro D'Angelo Ruiz Vega, Pedro André Plasencia Coronado, Natali Daniela Becerra Mejía, César Salvador Sánchez Marín, Jorge Vásquez Kool.

Curación de datos y análisis formal: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Jorge Vásquez Kool.

Adquisición de fondos: Carmen Luisa Marín Tello.

Investigación: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Violeta Cecilia Malpartida Tello, Pedro D'Angelo Ruiz Vega, Pedro André Plasencia Coronado, Natali Daniela Becerra Mejía, César Salvador Sánchez Marín, Jorge

Vásquez Kool.

Metodología: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Violeta Cecilia Malpartida Tello, Pedro D'Angelo Ruiz Vega, Pedro André Plasencia Coronado, Natali Daniela Becerra Mejía, César Salvador Sánchez Marín, Jorge Vásquez Kool.

Administración del proyecto: Carmen Luisa Marín Tello.

Recursos: Carmen Luisa Marín Tello.

Supervisión: Carmen Luisa Marín Tello.

Validación: Carmen Luisa Marín Tello.

Visualización: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Violeta Malpartida Tello, Pedro D'Angelo Ruiz Vega, Pedro André Plasencia Coronado, Natali Daniela Becerra Mejía, César Salvador Sánchez Marín, Jorge Vásquez Kool.

Redacción: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Violeta Malpartida Tello, Pedro D'Angelo Ruiz Vega, Pedro André Plasencia Coronado, Natali Daniela Becerra Mejía, César Salvador Sánchez Marín, Jorge Vásquez Kool.

Redacción - revisión y edición: Carmen Luisa Marín Tello, Elio Álvaro Castañeda Marín, Violeta Malpartida Tello, Pedro D'Angelo Ruiz Vega, Pedro André Plasencia Coronado, Natali Daniela Becerra Mejía, César Salvador Sánchez Marín, Jorge Vásquez Kool.

Financiación

La investigación y su publicación estuvo financiada por la segunda convocatoria de proyectos de ciencia y tecnología de la Universidad Nacional de Trujillo Perú, con recursos públicos del Canon Minero. Resolución del Consejo Universitario N° 402-2013/UNT.