



Revista científica ciencias de la salud

ISSN: 2664-2891

Universidad del Pacífico

Tirado, Alberto Guevara

Correlación del agua corporal total con la edad en pacientes
con y sin diabetes mellitus tipo-2 en la población peruana

Revista científica ciencias de la salud, vol. 5, e5122, 2023

Universidad del Pacífico

DOI: <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5122>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=749878862023>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Correlación del agua corporal total con la edad en pacientes con y sin diabetes mellitus tipo-2 en la población peruana

Correlation of total body water with age in patients with and without type-2 diabetes in the Peruvian population

Alberto Guevara Tirado¹ 

¹Universidad Privada del Norte. Facultad de Medicina. Lima, Perú

Cómo citar/How cite:

Guevara Tirado A. Correlación del agua corporal total con la edad en personas con y sin diabetes mellitus tipo-2 de la población peruana. Rev. cient. cienc. salud 2023; 5: e5122.

Fecha de recepción:

21/08/2023

Fecha de aceptación:

20/09/2023

Autor correspondiente:

E-mail:

albertoguevara1986@gmail.com

Editor responsable:

Margarita Samudio

E-mail:

margarita.samudio@upacifico.edu.py

Editor adjunto:

Nilsa González Brítez

E-mail:

nilsa.gonzalez@upacifico.edu.py



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una [Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

RESUMEN

Introducción. La disminución del agua corporal es un proceso fisiológicamente natural vinculado al avance de la edad; la diabetes podría incrementar esta relación. **Objetivo.** Analizar el grado de correlación entre el porcentaje de agua corporal total con la edad en adultos con y sin diabetes mellitus tipo 2 de la población peruana. **Material y Métodos.** Estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal. Los datos provinieron de la encuesta nacional demográfica del año 2022. La población fue de 29 737 adultos, de los cuales 16 956 son mujeres y 12 781. La muestra fue el total de la población encuestada. Las variables fueron: diabetes mellitus tipo-2, agua corporal total (ACT), porcentaje de agua corporal, sexo, edad. Las pruebas empleadas fueron el chi-cuadrado de Pearson, V de Cramer y correlación de Spearman. **Resultados.** El porcentaje de adultos con bajos niveles porcentuales de agua corporal total fue más frecuente en diabéticos que en no diabéticos. En la prueba de asociación V de Cramer, se encontró asociaciones estadísticamente significativas, las cuales fueron de un efecto mayor en hombres que en mujeres con y sin diabetes. En hombres diabéticos, la edad y el ACT se correlacionan de forma moderada y negativa ($Rho=-0,601$), en no diabéticos, se correlacionó baja y negativamente ($Rho=-0,237$). En mujeres diabéticas, la correlación es baja y negativa ($Rho=-0,308$), mientras que, en no diabéticas, es muy baja ($Rho=-0,056$). **Conclusión.** Existe una mayor correlación negativa entre la edad y el agua corporal total en diabéticos que en no diabéticos de ambos sexos.

Palabras Clave: agua corporal; diabetes mellitus tipo 2; correlación de datos; envejecimiento; Perú

ABSTRACT

Introduction. The decrease in body water is a physiologically natural process linked to the advancement of age; diabetes could increase this relationship. **Objective.** To analyze the degree of correlation between the percentage of total body water with age in adults with and without type 2 diabetes mellitus in the Peruvian population. **Material and Methods.** Observational, analytical, retrospective and cross-sectional study. The data came from the national demographic survey of the year 2022. The population was 29,737 adults, of which 16,956 are women and 12,781. The sample was the total population surveyed. The variables were: type-2 diabetes mellitus, total body water (ACT), percentage of body water, sex, age. The tests used were Pearson's chi-square, Cramer's V and Spearman's correlation. **Results:** The percentage of adults with low percentage levels of total body water was more frequent in diabetics than in non-diabetics. In Cramer's V association test, statistically significant associations were found, which were of a greater effect in men than in women with and without diabetes. In diabetic men, age and ACT correlated moderately and negatively ($Rho=-0.601$), in non-diabetics, it correlated low and negatively ($Rho=-0.237$). In diabetic women, the correlation is low and negative ($Rho=-0.308$), while in non-diabetics it is very low ($Rho=-0.056$). **Conclusions.** There is a greater negative correlation between age and total body water in diabetics than in non-diabetics of both sexes.

Key words: body water; diabetes mellitus, type 2; correlation of data; aging; Peru

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM-2) es una endocrinopatía caracterizada por altos niveles de glucemia, insulinoresistencia y una deficiencia relativa de insulina⁽¹⁾. Representa alrededor del 90% de los casos de diabetes⁽²⁾. En la DM-2, la resistencia a la insulina ocurre en todo el cuerpo, principalmente en músculos, hígado y tejido adiposo, ocurriendo una liberación exagerada de insulina hacia la sangre⁽³⁾, a su vez, sucede la lipólisis de ácidos grasos, déficit de incretina, hiperglucagonemia⁽⁴⁾, alteraciones en el equilibrio del sodio y agua a nivel renal⁽⁵⁾, trastornos de la regulación metabólica en el sistema nervioso central, entre otros⁽⁶⁾. Cursa con alteraciones micro y microangiopáticas, afectando el endotelio vascular, incrementando el riesgo de retinopatía diabética, vasculopatía diabética, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular⁽⁷⁾. Se estima que alrededor de 531 millones de personas padecen diabetes a nivel mundial, de los cuales el 95% tiene DM-2⁽⁸⁾. En el Perú la DM-2 afecta a alrededor del 8% de la población general y representa el 95% de los casos totales de diabetes, asimismo, aproximadamente el 65% de diabéticos no alcanza un adecuado control de la enfermedad⁽⁹⁾.

El agua corporal en el ser humano es el total de agua que se encuentra en órganos, tejidos y otras estructuras del cuerpo humano⁽¹⁰⁾, incluyendo el líquido en diferentes compartimentos, conformando entonces el agua corporal total, siendo esta una fracción importante del organismo, con alta relevancia para la homeostasis⁽¹¹⁾. El porcentaje de agua corporal varía por múltiples causas, como la edad, pérdidas y ganancias fisiológicas o patológicas de líquidos, el sexo, la adiposidad⁽¹²⁾ y, por tanto, la obesidad, condición donde el porcentaje de agua puede disminuir hasta alrededor del 45% debido a que el tejido adiposo retiene agua de forma deficiente, en contraste con el tejido magro⁽¹³⁾. Sin embargo, no existe una cifra exacta de la cantidad de agua corporal ni de su porcentaje, debido a la heterogeneidad de las características de la población en diferentes regiones del mundo, las cuales pueden ser genotípicas, fenotípicas y ambientales, así como la metodología y tipo de medición (directa e indirecta), por lo que no existe una cifra o intervalo exacto para todas las personas del planeta.

La disminución del agua corporal conforme aumenta la edad tiene múltiples causas: se ha asociado con la disminución de la función renal, lo que en consecuencia provocaría una orina menos concentrada⁽¹⁴⁾. Asimismo, entre 60 a 70% de agua corporal se encuentra en el compartimiento intracelular, concretamente en los tejidos magros, como el tejido de las células musculares, que van reduciendo su volumen, número de células y, por tanto, reduciéndose el volumen de líquido intracelular⁽¹⁵⁾. También existe una disminución de la sensación de sed⁽¹⁶⁾, por lo que estos y otros factores afectan el volumen de agua en condiciones fisiológicas. En el caso de la diabetes, los mecanismos de deshidratación incluyen, entre otros, alteraciones electrolíticas asociadas a fenómenos osmóticos⁽¹⁷⁾, principalmente relacionado a las concentraciones de sodio y potasio, por desbalances a nivel gastrointestinal, renal, intracelular y extracelular, e incluso iatrogénico⁽¹⁸⁾. Por lo que es probable que la hiperglucemia crónica y alteraciones fisiopatológicas de la DM-2 provoquen una interacción más estrecha entre las pérdidas de volumen de agua y longevidad respecto a adultos sin esta enfermedad. Además, investigaciones que evalúen esta interacción no se han encontrado tras una revisión de la literatura científica sino enfocados en grupos específicos y de diferente diseño metodológico⁽¹⁹⁾, por ello, el objetivo de esta investigación fue analizar el grado de correlación entre el volumen de agua corporal total con la edad en adultos con y sin diabetes mellitus de la población peruana. Los resultados permitirán determinar si, en presencia de DM-2, ocurre variaciones importantes en las características de la hidratación de la población peruana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y población de estudios

Estudio observacional, retrospectivo, analítico y transversal en base a datos de la encuesta nacional de la encuesta demográfica y de salud familiar peruana (ENDES-2022). La ENDES es una encuesta poblacional de muestreo complejo, probabilístico, bietápico e independiente⁽²⁰⁾. La muestra seleccionada para el desarrollo de este estudio estuvo conformada por los adultos que tuvieron los criterios de inclusión: ser mayor de 18 años y de ambos sexos con y sin diabetes, a quienes se les haya realizado las mediciones de peso, talla y presión arterial. Al ser un estudio proveniente de una fuente secundaria, no hubo criterios de exclusión. Debido a que se contó con el total de la población registrada

en la base de datos secundaria, no se precisó del desarrollo de procedimientos de selección de muestra y, por tanto, la muestra de estudio fue el total de la población objetivo siendo el total de población de 29 737 adultos, 16 956 mujeres y 12 781 hombres.

Variables y mediciones

Las variables fueron: sexo (hombre/mujer), edad como valor numérica y politómica, dividida en base a parámetros demográficos recomendados por el centro nacional de planeamiento estratégico del gobierno peruano (CEPLAN), en los siguientes grupos: adulto joven (18 a 39 años), adulto intermedio (40 a 59 años) y adulto mayor (de 60 años a más). Agua corporal total (ACT), la cual se midió utilizando la fórmula de Watson, tomándose los valores de peso, talla y edad de la siguiente forma: se multiplicó la edad por 0,09156, restándole 2,447, posteriormente sumando la multiplicación de la altura (en centímetros) por 0,1074 para después sumar la multiplicación del peso por 0,3362. En mujeres la fórmula de ACT fue: multiplicar la altura por 0,1069, sumarlo a la multiplicación del peso por 0,2466 y luego restarle 2,097⁽²¹⁾. Los valores de peso, talla y edad fueron tomados de la ENDES-2022. El porcentaje de agua corporal, el cual fue obtenido de la división del peso del agua corporal total (en litros) con el peso corporal y multiplicándolo por 100 siendo sus valores normales de 45% a 65% en mujeres, y de 50% a 70% en hombres⁽²²⁾.

Análisis estadístico

Se utilizaron tablas para la estadística descriptiva, obteniendo frecuencias y porcentajes. Se utilizó la prueba chi-cuadrado de Pearson para evaluar la asociación estadística junto al coeficiente V de Cramer. Para la estadística analítica se utilizó la prueba de correlación de Spearman debido a que las variables no tuvieron una distribución normal en la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los cálculos y el procesamiento de datos se realizaron con el programa SPSS *statistics* 25. Los hallazgos se midieron con un valor de p significativo menor del 0,05 con un intervalo de confianza al 95%

Consideraciones éticas

La base de datos abiertos de libre acceso no incluyó datos personales, provino de una fuente secundaria (<https://www.datosabiertos.gob.pe/>) proveniente de un organismo estatal (Instituto Nacional de Estadística e Informática), por lo que no hubo ningún dato que permitiera conocer la identidad de la unidad de análisis (los participantes de la encuesta), por lo que no se precisó de la autorización de un comité de ética.

RESULTADOS

El total de la muestra estudiada fue de 29 737 adultos, de los cuales 16 956 son mujeres y 12 781 hombres. Se observó que, si bien el porcentaje de agua corporal descende en grupos etarios más avanzados, el porcentaje de adultos con bajos niveles porcentuales de agua corporal total fue más frecuente en pacientes con diabetes que en los sin diabetes (tabla 1)

Tabla 1. Porcentaje de agua corporal en pacientes con y sin diabetes mellitus tipo 2 de ambos sexos de la población peruana*

DM-2		% agua corporal bajo	% agua corporal normal	Total
Mujeres	Adulto joven	112 (81,80%)	25 (18,20%)	137
	Adulto intermedio	195 (76,20%)	61 (23,80%)	256
	Adulto mayor	193 (64,50%)	106 (35,50%)	299
	Total	500 (72,30%)	192 (27,70%)	692
Hombres	Adulto joven	44 (52,40%)	40 (47,60%)	84
	Adulto intermedio	119 (59,80%)	80 (40,20%)	199
	Adulto mayor	144 (79,60%)	37 (20,40%)	181
	Total	307 (66,20%)	157 (33,80%)	464
No DM-2		% agua corporal bajo	% agua corporal normal	Total

Mujeres	Adulto joven	6214 (54,40%)	5211 (45,60%)	11425
	Adulto intermedio	2830 (71,20%)	1143 (28,80%)	3973
	Adulto mayor	978 (49,60%)	992 (50,40%)	1970
	Total	10022 (57,70%)	7346 (42,30%)	17368
Hombres	Adulto joven	1469 (19%)	6266 (81%)	7735
	Adulto intermedio	1671 (46,50%)	1921 (53,50%)	3592
	Adulto mayor	1101 (62,70%)	654 (37,30%)	1755
	Total	4241 (32,40%)	8841 (57,60%)	13082

*Porcentaje de agua corporal total normal en mujeres entre 45% a 65% y en hombres de 50% a 70%

En la prueba de asociación entre porcentaje de porcentaje de agua corporal y presencia de diabetes, se encontró asociaciones estadísticamente significativas, las cuales fueron de un efecto mayor en hombres que en mujeres (tabla 2).

Tabla 2. Medidas de asociación entre porcentaje de agua corporal total en diabéticos y no diabéticos.

Porcentaje de ACT	V de Cramer	p	n
Mujeres DM-2	0,157	0,001	692
Mujeres no DM-2	0,152	0,003	464
Hombres DM-2	0,233	0,018	17368
Hombres no DM-2	0,360	0,002	13082

ACT: agua corporal total

Se realizó la prueba de correlación de Spearman entre el agua corporal total (no el porcentaje) y la edad en diabéticos y no diabéticos, encontrándose que, en hombres diabéticos, la edad y el ACT se correlacionan de forma moderada y negativa ($Rho=-0,601$), mientras que, en hombres no diabéticos, la edad y el ACT se correlacionan de forma baja y negativa ($Rho=-0,237$). En mujeres diabéticas, la correlación es baja y negativa ($Rho=-0,308$), mientras que, en no diabéticas, la correlación es muy baja ($Rho=-0,056$) (tabla 3).

Tabla 3. Correlación entre agua corporal total y edad en hombres y mujeres

		Rho de Spearman	p
Diabéticos tipo 2	Mujeres	-0,308	0,006
	Hombres	-0,601	0,001
No diabéticos	Mujeres	-0,056	0,005
	Hombres	-0,237	0,003

DISCUSIÓN

En adultos sin DM-2, se encontró que las mujeres de los grupos adulto joven y adulto intermedio tuvieron una mayor frecuencia de porcentaje de ACT baja que los hombres de los mismos grupos etarios a excepción del grupo adulto mayor, donde los hombres tuvieron un porcentaje de ACT bajo con mayor frecuencia que las mujeres. La pérdida de ACT se atribuye a diferentes razones: si bien los adultos mayores pueden beber líquidos en cantidades similares a los jóvenes, en presencia de privación de líquidos, estímulos hiper-osmóticos y actividad física moderada⁽²³⁾, ellos tendrán una reducida sensación de sed, por lo que presentarán una restauración lenta e incompleta del volumen corporal. Respecto al sexo, se ha observado que los hombres tienen menores pérdidas trans-epidérmicas de agua que las mujeres hasta la quinta década de vida, posterior a esos años los hombres experimentan una menor hidratación que las mujeres⁽²⁴⁾. Asimismo, los hombres son más propensos a pérdidas de agua en la tercera edad debido a que durante la juventud tuvieron una mayor cantidad de grasa magra respecto a las mujeres, quienes tienen mayor grasa abdominal la cual retiene menos agua⁽²⁵⁾, por lo que las pérdidas de líquido serán más acentuadas respecto a las mujeres al momento de llegar a la adultez mayor. Un estudio del año 2004 realizado en Estados Unidos encontró que la ingesta de agua fue menor en hombres de la séptima década de vida respecto a los de la cuarta década de vida y, a su vez, la diuresis de 24 horas fue mayor en adultos mayores que en

adultos jóvenes e intermedios⁽²⁶⁾. Por tanto, las pérdidas de agua en edades avanzadas son consecuencia de una serie de cambios fisiológicos y anatómicos complejos.

Si bien el número de adultos sin DM-2 con bajo porcentaje de ACT se hizo mayor en grupos etarios mayores, este porcentaje se hizo más acentuado en adultos con diabetes mellitus-2, observándose que la predominancia de porcentajes de ACT bajo se presentaron con mayor frecuencia a partir del grupo de adultos jóvenes de ambos sexos, en contraste con los que no tiene DM-2 donde este grupo mayormente tuvo porcentajes de ACT normales con mayor frecuencia. Además, mediante el coeficiente de correlación de Spearman, en el cual se evaluó el agua corporal total con la edad, se encontró que en los pacientes con DM-2 de ambos sexos hubo correlaciones negativas de mayor intensidad que en pacientes sin DM-2. Esto podría atribuirse a que, además de la disminución fisiológica del volumen de agua, la hiperglucemia crónica genera un incremento de la osmolaridad plasmática, con la consiguiente disminución de agua intracelular e intersticial (hiponatremia dilucional)⁽²⁷⁾, exacerbando los cambios fisiológicos asociados a la edad.

Asimismo, si bien la pérdida de la masa muscular asociada a la edad, la cual es producida principalmente por una disminución de la tasa de síntesis proteica y un aumento de la degradación de proteínas contráctiles, conlleva a una pérdida de la capacidad de almacenar agua⁽²⁸⁾, la atrofia muscular causada por la diabetes mellitus incrementa aún más la tasa de degradación de las proteínas contráctiles musculares debido al estado inflamatorio crónico en presencia de citocinas como la interleucina 6, factor de necrosis tumoral alfa, entre otros, así como la resistencia a la insulina, y los efectos metabólicos de la glucotoxicidad sobre el metabolismo muscular⁽²⁹⁾, lo que sugiere, junto a los resultados obtenidos en la presente investigación, que los cambios fisiopatológicos de la diabetes mellitus inciden en la pérdida de agua incluso desde la adultez temprana y causan una pérdida de volumen de agua corporal más intensa que en adultos sin la enfermedad.

Las limitaciones del estudio estuvieron relacionadas a la ausencia de aleatorización en la selección de la muestra ya que se realizó un muestreo intencional de los datos de la ENDES-2022, que es una fuente secundaria. Sin embargo, se seleccionó toda la población disponible que cumplió los criterios de inclusión para el estudio y, debido a las características y el tamaño de la población de la ENDES-2022, los resultados pueden ser extrapolables a la población peruana. Otra limitación fue el método de obtención del volumen de agua corporal total y del porcentaje de agua corporal total fueron realizados mediante fórmulas matemáticas, existiendo métodos más precisos como la bioimpedancia eléctrica⁽³⁰⁾, el cual sería difícilmente aplicable en estudios epidemiológicos a gran escala debido al tiempo de aplicación del examen, los costos y la capacitación del personal que realizaría la prueba. En ese sentido, además de considerar la significancia estadística y relaciones halladas en este estudio, el uso de la fórmula de Watson para determinar el ACT en una población de 29737 personas permitió una aproximación al conocimiento de una característica antropométrica importante que podrá ser considerada como punto de inflexión para estudios con instrumentos más precisos.

En conclusión, existe una correlación negativa de mayor intensidad entre los niveles de agua corporal total y la edad en adultos con DM-2 que en los que no tienen la enfermedad en la población peruana. Asimismo, el porcentaje de agua corporal total bajo se presenta desde edades más tempranas con mayor frecuencia en pacientes con DM-2 que en los que no tienen la enfermedad. Son necesarias políticas preventivo-promocionales de salud en la población diabética y no diabética, concientizando sobre la necesidad de la hidratación adecuada, así como de estilos de vida saludables, ello puede implicar mejorar los accesos a servicios de agua potable en zonas de difícil acceso a este recurso. Asimismo, se precisa el replanteamiento por parte de los profesionales médicos de atención primaria y especializada respecto al enfoque no farmacológico de la DM-2 concerniente a recalcar a los pacientes la importancia de la hidratación desde el momento del diagnóstico de la enfermedad y durante toda su vida debido a los potenciales efectos deletéreos de la hiperglucemia crónica sobre la salud a corto y largo plazo.

Declaración de conflicto de interés: el auto declara no tener conflicto de interés

Financiamiento: Este artículo ha sido financiado por el autor.

Agradecimientos: Al instituto nacional de estadística e informática (INEI) cuyos datos disponibles en su página web y de libre acceso permitieron el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Goyal R, Singhal M, Jialal I. Type 2 Diabetes. 2023 Jun 23. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30020625/>
- Reed J, Bain S, Kanamarlapudi V. A review of current trends with type 2 diabetes epidemiology, aetiology, pathogenesis, treatments and future perspectives. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2021;14:3567–602. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S319895>
- Tanase DM, Gosav EM, Costea CF, Ciocoiu M, Lacatusu CM, Maranduca MA, et al. The intricate relationship between type 2 diabetes mellitus (T2DM), insulin resistance (IR), and nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD). *J Diabetes Res.* 2020;2020:3920196. <https://doi.org/10.1155/2020/3920196>
- Demant M, Bagger JI, Suppli MP, Lund A, Gyldenløve M, Hansen KB, et al. Determinantes de la hiperglucagonemia en ayunas en pacientes con diabetes tipo 2 y sujetos control no diabéticos. *Metab Syndr Relat Disord.* 2018;16(10):530–6. <http://dx.doi.org/10.1089/met.2018.0066>
- Gembillo G, Ingrasciotta Y, Crisafulli S, Luxi N, Siligato R, Santoro D, et al. Enfermedad renal en pacientes diabéticos: De la fisiopatología a los aspectos farmacológicos con foco en la inercia terapéutica. *Int J Mol Sci.* 2021;22(9):4824. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms22094824>
- Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of type 2 Diabetes Mellitus. *Int J Mol Sci.* 2020;21(17):6275. <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- Shah A, Isath A, Aronow WS. Cardiovascular complications of diabetes. *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2022;17(5):383–8. <https://doi.org/10.1080/17446651.2022.2099838>
- Lovic D, Piperidou A, Zografou I, Grassos H, Pittaras A, Manolis A. The growing epidemic of diabetes mellitus. *Curr Vasc Pharmacol.* 2020;18(2):104–9. <https://doi.org/10.2174/1570161117666190405165911>
- Carrillo-Larco RM, Bernabé-Ortiz A. Diabetes mellitus tipo 2 en Perú: una revisión sistemática sobre la prevalencia e incidencia en población general. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2019;36(1):26–36. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342019000100005
- Pérez-Morales R, Donate-Correa J, Martín-Núñez E, Pérez-Delgado N, Ferri C, López-Montes A, et al. Extracellular water/total body water ratio as predictor of mortality in hemodialysis patients. *Ren Fail.* 2021;43(1):821–9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33966595/>
- Rosinger AY. Biobehavioral variation in human water needs: How adaptations, early life environments, and the life course affect body water homeostasis. *Am J Hum Biol.* 2020;32(1). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31631450/>
- White U, Ravussin E. Dynamics of adipose tissue turnover in human metabolic health and disease. *Diabetologia.* 2019;62(1):17–23. <http://dx.doi.org/10.1007/s00125-018-4732-x>
- Tian X, Chen Y, Yang Z-K, Qu Z, Dong J. Novel equations for estimating lean body mass in patients with chronic kidney disease. *J Ren Nutr.* 2018;28(3):156–64. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2017.09.004>
- Hommos MS, Glasscock RJ, Rule AD. Structural and functional changes in human kidneys with healthy aging. *J Am Soc Nephrol.* 2017;28(10):2838–44. <http://dx.doi.org/10.1681/asn.2017040421>
- Schloerb PR, Friis-Hansen BJ, Edelman IS, Solomon AK, Moore FD. The measurement of total body water in the human subject by deuterium oxide dilution. *J Clin Invest.* 1950;29(10):1296–310. <https://www.jci.org/articles/view/102366>
- Kenney WL, Chiu P. Influence of age on thirst and fluid intake. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(9):1524. https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2001/09000/Influence_of_age_on_thirst_and_fluid_intake.16.aspx

17. Liamis G. Diabetes mellitus and electrolyte disorders. *World J Clin Cases*. 2014;2(10):488.
<http://dx.doi.org/10.12998/wjcc.v2.i10.488>
18. Bjornstad P, Greasley PJ, Wheeler DC, Chertow GM, Langkilde AM, Heerspink HJL, et al. The potential roles of osmotic and nonosmotic sodium handling in mediating the effects of sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors on heart failure. *J Card Fail*. 2021;27(12):1447–55.
<https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2021.07.003>
19. Gallardo Castro JA, Zapata Negreiros JA, Lluncor Vásquez JO, Cieza Zevallos JA. Evaluación del agua corporal medida por bioimpedancia eléctrica en adultos jóvenes sanos y su correlación estimada según formulaciones convencionales. *Rev Medica Hered*. 2016;27(3):146–51.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2016000300005
20. Martina Chávez M, Amemiya Hoshi I, Suguimoto Watanabe SP, Arroyo Aguilar RS, Zeladita-Huaman JA, Castillo Parra H. Depresión en adultos mayores en el Perú: distribución geoespacial y factores asociados según ENDES 2018 - 2020. *An Fac Med (Lima Peru: 1990)*. 2022;83(3):180–7.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832022000300180
21. Furusho M, Weng J, Mori T, Wang T. Impact of hydration and nutrition status on the Watson formula in peritoneal dialysis patients. *Adv Perit Dial [Internet]*. 2014;30:110–4.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25338431/>
22. Lu H, Ayers E, Patel P, Mattoo TK. Body water percentage from childhood to old age. *Kidney Res Clin Pract [Internet]*. 2023;42(3):340–8.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37313612/>
23. Hooper L, Bunn D, Jimoh FO, Fairweather-Tait SJ. Water-loss dehydration and aging. *Mech Ageing Dev*. 2014;136–137:50–8.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24333321/>
24. Kottner J, Lichterfeld A, Blume-Peytavi U. Transepidermal water loss in young and aged healthy humans: a systematic review and meta-analysis. *Arch Derm Res*. 2013;305(4):315–23.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23341028/>
25. Aronica L, Rigdon J, Offringa LC, Stefanick ML, Gardner CD. Examining differences between overweight women and men in 12-month weight loss study comparing healthy low-carbohydrate vs. low-fat diets. *Int J Obes (Lond)*. 2021;45(1):225–34.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33188301/>
26. Raman A, Schoeller DA, Subar AF, Troiano RP, Schatzkin A, Harris T, et al. Water turnover in 458 American adults 40–79 yr of age. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2004;286(2):F394–401.
<http://dx.doi.org/10.1152/ajprenal.00295.2003>
27. Usala R. Hyponatremia is associated with increased osteoporosis and bone fractures in diabetics with matched glycemic control: Supplemental materials. 2018;
<https://repository.library.georgetown.edu/handle/10822/1052819>
28. Wilkinson DJ, Piasecki M, Atherton PJ. The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans. *Ageing Res Rev*. 2018;47:123–32.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156816371830134X>
29. Perry BD, Caldwor MK, Brennan-Speranza TC, Sbaraglia M, Jerums G, Garnham A, et al. Muscle atrophy in patients with Type 2 Diabetes Mellitus: roles of inflammatory pathways, physical activity and exercise. *Exercise immunology review*. 2016;22:94–109.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26859514>
30. Lyons-Reid J, Ward LC, Kenealy T, Cutfield W. Bioelectrical impedance analysis—an easy tool for quantifying body composition in infancy? *Nutrients*. 2020;12(4):920.
<http://dx.doi.org/10.3390/nu12040920>