



Original/*Valoración nutricional*

Efecto de considerar la ingestión y eliminación de líquidos en la determinación de la composición corporal con el método de dilución con deuterio en escolares

Martha Nydia Ballesteros-Vásquez¹, E. Vianey Guerrero-Alcocer¹, María Isabel Grijalva Haro¹, Erik Ramírez-López² y Alma E. Robles-Sardin¹

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, FASPyN, UANL., Monterrey, N.L., México.

Resumen

Introducción: el método de dilución con deuterio es una técnica de referencia en composición corporal en los trabajos de campo. A pesar de su amplia utilidad, aún no se ha reportado cómo es que algunos procedimientos empleados afectan a la medición del agua corporal total (ACT) y a otras estimaciones.

Objetivo: analizar si considerar o no que la ingestión de líquidos y la eliminación de orina durante la prueba afectan a la medición del ACT, la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG).

Resultados y discusión: en 139 escolares (65 niñas y 74 niños) se midió la ingestión y eliminación de líquidos durante las tres horas de la prueba. La composición corporal resultó ser significativamente diferente ($p < 0.001$) cuando se corrige por los volúmenes ingeridos y eliminados; sin embargo, las diferencias obtenidas en ACT (100-200 mL), MLG y MG (100-300g) no se consideran importantes en cuanto a composición corporal en comparación con las diferencias resultantes con otros métodos.

(Nutr Hosp. 2015;32:1324-1328)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9295

Palabras clave: *Composición corporal. Niños escolares. Dilución con deuterio.*

EFFECT OF INGESTION AND EXCRETION OF FLUIDS IN DETERMINING BODY COMPOSITION WITH DEUTERIUM DILUTION METHOD IN SCHOOL CHILDREN

Abstract

Introduction: the deuterium dilution technique is a reference method for measuring body composition in children. However, to our knowledge, there is no report on how some of the procedures used affect the measurement of total body water (TBW) and other estimates.

Objective: to analyze whether considering fluid intake and urine excretion during the test affects the final TBW, fat mass and fat free mass results.

Results and discussion: ingestion of fluids (100 mL rinse water + orange juice 150 mL) and excretion (urine) were measured in 139 schoolchildren (65 girls) during the determination of TBW. We found significant differences in body composition ($p < 0.001$), TBW (100-200 mL), FFM and FM (100-300 g) when corrected by volume of fluids ingested and excreted. However, these differences were not considered clinically relevant.

(Nutr Hosp. 2015;32:1324-1328)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9295

Key words: *Body composition. Deuterium dilution. School children.*

Abreviaturas

ACT: Agua corporal total

MG: Masa grasa

MLG: Masa libre de grasa

D₂O: Óxido de deuterio

OIEA: Organismo Internacional de la Energía Atómica

Correspondencia: Alma E. Robles Sardin.
Carretera a la Victoria km. 0.6 - C.P. 83304.
Hermosillo, Sonora, México.
E-mail: melina@ciad.mx

Recibido: 20-V-2015.
Aceptado: 10-VII-2015.

Introducción

La obesidad y la desnutrición no solo se concretan a un exceso o déficit de tamaño corporal, sino que se explican por la relación entre la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG). Estos compartimentos corporales pueden evaluarse con técnicas de composición corporal de bajo costo y prácticas como la impedancia bioeléctrica o más sofisticadas como el método de dilución con deuterio.

El método de dilución con óxido de deuterio (D_2O) es un estándar de referencia en composición corporal y permite medir el agua corporal total (ACT). A partir del ACT se estima la MLG y por diferencia del peso corporal, la MG. El método de D_2O emplea isótopos estables y es la única técnica de referencia aplicable en estudios epidemiológicos y en todos los grupos de edad, ya que solo requiere de muestras de saliva para su análisis por lo que resulta económica y no invasiva.

Durante la medición del ACT es necesario controlar o evitar la ingestión de líquidos y su excreción para minimizar el error en el cálculo del volumen de agua corporal total. De acuerdo a los manuales de referencia¹, los flujos de ingestión y excreción de agua deben limitarse a las pérdidas inevitables como la transpiración corporal y la evaporación de la dosis de D_2O administrada. No obstante, en niños, la aplicación del método requiere de cuidados adicionales para controlar la ingesta o excreción de líquidos. Los investigadores solicitan a los niños evitar ingerir líquidos u orinar durante la prueba, pero se requieren al menos 3 horas para el desarrollo del protocolo además de las 2 horas de ayuno. Durante estas 5 horas es complicado mantener a los niños sin tomar alimentos y/o bebidas, o sin vaciar la vejiga. En la práctica, una solución es ofrecerles una bebida estándar como 150 mL de jugo y/o recolectar la orina, pero resulta más fácil aún, controlar la administración de un líquido que recolectar la orina. En estudios de campo, como los que se llevan a cabo en las escuelas, además de requerir personal adicional, los servicios sanitarios pueden ser inadecuados. También, pueden existir impedimentos culturales porque recolectar la orina puede ir en contra las costumbres de una comunidad. Por último, auxiliar a los niños en la recolección de orina puede ser invasivo en su privacidad.

Tanto en manuales como en libros de composición corporal, se hace referencia a medir la ingestión o excreción de líquidos durante la aplicación del método de D_2O ¹. No obstante, las mismas referencias no establecen cuantitativamente si medir o no el ingreso y la excreción de líquidos para el cálculo del ACT tiene un efecto significativo en la estimación del porcentaje de grasa, la MG y la MLG. Debido a que los investigadores con menor experiencia en la aplicación de este método podrían verse confundidos entre lo que los manuales sugieren y lo que otros investigadores aplican, responder a estas interrogantes permitirá optimizar re-

cursos y tiempo en la aplicación del método de D_2O . Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar si el considerar o no la ingestión de líquidos (jugo y agua de enjuague) y la excreción de orina durante la prueba de deuterio afecta la medición del ACT, el porcentaje de grasa, la MG y la MLG.

Sujetos y Métodos

Participantes y diseño del estudio

Este fue un estudio transversal descriptivo aprobado por el comité de ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD, AC). Los padres de familia o tutores recibieron una explicación del propósito del estudio y firmaron un consentimiento informado. Participaron niños de 6 a 9 años pertenecientes a escuelas públicas del Noroeste de México. Los padres y niños fueron cuestionados acerca del consumo de diuréticos o medicamentos que pudieran alterar su composición corporal.

Evaluación antropométrica

Las mediciones antropométricas se realizaron empleando técnicas estandarizadas². El peso se midió con una balanza electrónica digital (150 ± 0.5 kg; AND FV-150KA1; A & D Co., Japón). La estatura se midió con un estadiómetro Holtain ($0-210$ cm ± 0.1 cm; Holtain Stadiometer, Holtain LTD. UK).

Medición del ACT mediante la técnica de dilución con deuterio

La técnica para la dosificación con deuterio y el cálculo del agua corporal se describe con detalle en el manual publicado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)¹. Se les pidió a los tutores que los niños desayunaran antes de las 6:30 am. Los niños se reunieron a las 7:00 am y desde ese momento, una persona vigiló que no consumieran alimentos o líquidos antes de iniciar la prueba. A las 8:30 am se recolectó la muestra de saliva basal, y de inmediato se les brindó a los niños una dosis única vía oral de 0.5 g de óxido de deuterio/kg de peso corporal (99.8%, Cambridge Isotope Laboratories, Andover, MA.). Después de 1 hora, a los escolares se les ofreció un refrigerio de 250 kcal que incluía 150 mL de jugo. Durante el período de prueba, los niños permanecieron en descanso o realizando actividades sedentarias y, en el mismo intervalo de tiempo, se recolectó la orina de los niños que requirieron ir al sanitario. Después de 3 horas de la administración de la dosis de deuterio, se recolectó la muestra de saliva post-dosis. Las muestras se trasladaron al laboratorio de composición corporal de CIAD, AC

donde se midió el volumen de la excreción urinaria. La concentración de deuterio se analizó por espectrometría de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR, Shimadzu 8400s, Tokio, Japón), que permite medir en forma precisa el contenido isotópico de deuterio y también su concentración por arriba del nivel basal. La masa libre de grasa se calculó a partir del ACT utilizando los factores de hidratación de Lohman (1989)³. Por diferencia con el peso corporal se obtuvo la MG.

Análisis de los datos

Los datos se expresaron como media \pm desviación estándar. Una prueba de t pareada se empleó para evaluar las diferencias en el ACT, MLG, MG y % de grasa cuando fue o no considerada la ingestión y excreción de líquidos contra el volumen total sin corrección.

Resultados

De los niños que fueron reclutados (n= 228) se recolectó la orina de 139 (F=65; M=74) por lo que esos se consideraron para el análisis final. Ningún participante presentó delgadez, solo uno tuvo baja talla para la edad y 18% presentaron obesidad. El valor mínimo de IMC fue de 13.1 y el máximo 27.4. El intervalo de porcentaje de grasa encontrado en los sujetos fue de 7% a 44% (Tabla I).

Cuando se calcularon los valores de ACT, MLG, MG y % de grasa considerando únicamente el volumen de líquidos ingeridos (jugo, 150 mL y agua de enjuague, 100 mL) y se compararon con el cálculo añadiendo la corrección por la excreción de orina no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$). En el tabla II se resumen las diferencias entre el cálculo de la composición corporal sin corregir por los volúmenes de líquidos ingeridos y excretados *versus* el cálculo considerando ambos volúmenes. En todos los

Tabla I
Características físicas y de composición corporal de los niños participantes (n= 139, media \pm DE).

Variable	Niños (n=74)	Niñas (n=65)
Peso, kg	28.4 \pm 7.6	26.5 \pm 6.3
Talla, cm	126.3 \pm 8.0	125.6 \pm 6.5
Edad, años	7.5 \pm 0.9	7.7 \pm 1.0
IMC, z	0.77 \pm 1.5	0.15 \pm 1.3
IMC, z >2 (n)	16	9
ACT, L	14.8 \pm 1.8	16.4 \pm 2.6
MLG, kg	21 \pm 3.4	19 \pm 2.4
MG, kg	6.9 \pm 4.2	6.6 \pm 4.6
Grasa, %	22.9 \pm 8.6	16.3 \pm 2.6
Excreción de orina, mL	100 \pm 70	102 \pm 81

IMC, índice de masa corporal; ACT, agua corporal total, MLG, masa libre de grasa; MG, masa grasa, T/E, talla para la edad; P/E: peso para la edad.

Tabla II
Diferencias en el cálculo de la composición corporal cuando se consideran la ingesta de líquidos y el volumen de orina excretado.

Parámetro	Sin corrección de volumen de líquidos ingerido y excretado	Corrigiendo por el volumen de líquidos ingeridos y orina excretada	Diferencia	P
ACT, L	15.7 \pm 2.4	15.5 \pm 2.4	0.15	<0.001
MLG, kg	20.3 \pm 3.2	20.1 \pm 3.2	0.19	<0.001
MG, kg	6.8 \pm 4.5	7.0 \pm 4.5	0.19	<0.001
Grasa, %	23.3 \pm 8.8	24.0 \pm 8.7	0.75	<0.001

MLG, masa libre de grasa; MG, masa grasa.

casos las diferencias fueron significativas ($p < 0.001$). En promedio, las diferencias obtenidas se encontraron en el rango de: para ACT de 100 a 200 mL; para MLG y MG de 100 a 300 g, y para el % de grasa de 0.1 a 1.5%. Al realizar el mismo análisis pero de manera individual, se observaron diferencias en el ACT de 100 a 200 mL; MLG y MG de 100 a 300 g, y para el % de grasa de 0.1% a 1.5%.

Discusión

Los resultados de este estudio mostraron por un lado, que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores obtenidos de composición corporal (ACT, % grasa, MG y MLG) cuando no se incluyen los volúmenes de líquidos ingeridos (jugo 150 mL y agua de enjuague 100 mL) y los obtenidos cuando se ignora el volumen de orina excretado (101 mL) durante la prueba de D₂O.

En una segunda forma de análisis, se consideran los datos de composición corporal obtenidos sin incluir los volúmenes de líquidos (ingeridos y excretados) y se compararon con los valores de composición corporal corregidos considerando, ahora sí, los volúmenes de líquidos. Los resultados mostraron que había diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre estas dos formas de calcular la composición corporal.

No obstante, las diferencias observadas individualmente: 200 mL en el ACT; 300 g en la MLG y 1.5% de grasa corporal, podrían considerarse como no relevantes. Lo anterior se basa en que es bien conocido el error de propagación en el cálculo de la MG y MLG cuando se derivan del ACT⁴, sin embargo, de acuerdo a nuestros resultados, 300 g de error en la MG y MLG son tolerables, si consideramos que los estudios de validación de métodos de referencia como DXA y los métodos de campo como la impedancia bioeléctrica tienen errores desde 1.5 kg o hasta de 8% de grasa corporal⁵. Por ello consideramos que las diferencias observadas en esta investigación nos permiten afirmar que tampoco tendrían relevancia en estudios de campo.

Los resultados de este estudio son notables porque al ser el método de D₂O el único de referencia aplicable en campo, la principal limitación reportada en su precisión es el control de la ingesta de líquidos y la excreción de orina. Tanto el manual de referencia del OIEA como Schoeller (2005)⁶ sugieren con énfasis controlar estos dos volúmenes de ingestión y excreción de líquidos, pero ninguno refiere cuantitativamente el efecto de considerarlos o no en el cálculo final del ACT y composición corporal. Basados en estas referencias, algunos investigadores sugieren, sin conocer exactamente los efectos, que es muy importante tomar en cuenta dichas variables; mientras que otros suelen ignorarlas porque en la práctica no son controlables si no se cuenta con personal suficiente o instalaciones adecuadas.

Nuestros resultados aportan un dato exacto de los efectos de considerar o no los líquidos ingeridos o excretados durante la aplicación del método de D₂O y también una referencia para justificar los procedimientos metodológicos y optimizar tiempo y recursos. Nuestra experiencia en comunidades rurales, aisladas o indígenas, indica que las barreras socio-culturales impiden realizar el protocolo íntegro de la aplicación del método de D₂O como se sugiere en los manuales; sobre todo en la recolección de orina. Si fuese imprescindible considerar la excreción de orina y entonces excluir del estudio a todos los niños cuya orina no fue recolectada, otros estudios tendrían que eliminar parte de su muestra en detrimento de tiempo y recursos humanos y económicos. Nosotros excluimos del estudio 89 niños (39%) debido a que no fue posible recolectar su orina, lo que significa más de una tercera parte de la muestra inicial. La aplicación de nuestros resultados puede entonces simplificar el procedimiento de la técnica de D₂O para hacer mayor énfasis en el cuidado de la dosificación y en la toma de las muestras de saliva inicial y post-dosis, así como en la atención de los niños durante el tiempo de equilibrio.

Limitaciones y recomendaciones: los resultados son válidos para niños con peso adecuado y niños con obesidad de 6 a 9 años; con la administración de 150 mL de jugo y empleando 100 mL de agua para enjuagar el recipiente de la dosis. Cualquier investigador que desee controlar las mismas diferencias, deberá tomar en cuenta estas cantidades de ingestión de líquidos. En el caso de otros grupos de edad, debe considerarse además del tiempo de ayuno la cantidad de líquidos que puedan ingerir durante la prueba; por ejemplo en lactantes. En éstos últimos es complicado medir la cantidad de leche materna que demandan no solo por el tiempo invertido para la recolección de saliva, sino porque el volumen ingerido podría afectar la medición de la composición corporal. Los lactantes tienen un requerimiento diario de energía por kilogramo de peso corporal mayor que el de los niños escolares o adultos, por esta razón, el volumen de líquidos ingerido podría ser mayor en proporción a su peso comparado con el de un adulto.

En conclusión, en escolares de 6 a 9 años, la ingestión de 250 mL de líquido como la excreción de orina promedio (101 mL) durante la prueba de dilución con deuterio afectan significativamente la medición del ACT, el porcentaje de grasa, la MG y la MLG. No obstante, las diferencias individuales que se observaron, de 200 mL en ACT, de 300 g en MLG y de 1.5% en la grasa corporal podrían no ser relevantes clínicamente, por lo que el protocolo sin considerar los líquidos ingeridos y excretados puede ser aplicado en estudios clínicos y de campo para optimizar los recursos humanos y de tiempo. En otros grupos de edad y dependiendo de la ingestión proporcional de líquidos en relación con el peso total los resultados podrían tener mayor significado clínico.

Agradecimientos

Al OIEA por el financiamiento al proyecto ARCAL RLA-6064 CX, al sistema DIF del Estado de Sonora, a la SEC-Sonora por el apoyo en la realización de este estudio en escuelas de educación primaria así como a los voluntarios y sus padres. Los autores también desean agradecer a la M. en C. Rosa Consuelo Villegas Valle y la M. en C. Adriana Verónica Bolaños Villar por las sugerencias al manuscrito.

Conflicto de Intereses

Ninguno de los autores declara conflicto de intereses.

Referencias

1. OIEA. *Introducción a la determinación de la composición corporal mediante la técnica de dilución de deuterio con análisis de muestras de saliva por espectrometría infrarroja por transformada de Fourier*. STI/PUB/1450. Viena: OIEA; 2013.
2. Jelliffe TDB, Jelliffe EFP. *Community Nutritional Assessment: With Special Reference to Less Technically Developed Countries*. Oxford University Press; 1989.
3. Lohman TG. Assessment of body composition in children. *Pediatr Exerc Sci*. 1989;1:19-30.
4. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lichtman S, Wang J, Pierson RN. Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1991;53:1345-1353.
5. Parker L, Reilly JJ, Slater C, Wells JCK, Pitsiladis Y. Validity of Six Field and Laboratory Methods for Measurement of Body Composition in Boys. *Obesity Research*. 2003;11:852-858.
6. Shoeller DA. Hydrometry. In: Heymsfield S, ed. *Human Body Composition*. New York: Human Kinetics; 2005.