

Composición corporal de prematuros: desarrollo de la técnica con deuterio. Estudio piloto en Uruguay 2024

Body Composition of Preterm Infants: Technique Development Using Deuterium. Pilot Study in Uruguay, 2024

MAXIMILIANO GARCÍA⁽¹⁾, MATILDE GINESTAR⁽¹⁾, FEDERICO AFFONSO⁽¹⁾, VERÓNICA SIMONCELLI⁽¹⁾, SOFIA FERREIRA⁽¹⁾, ERIC FAYOS⁽¹⁾, HELENA SOBRERO⁽²⁾, FABIOLA CASTEDO⁽²⁾, JENNISE DE LOS SANTOS⁽²⁾, LUCÍA DELLEPIANE⁽³⁾, VALERIA VEZZARO⁽²⁾, MARIO MORAES⁽²⁾, MARÍA JOSÉ CASTRO⁽³⁾, ELEUTERIO FRANCISCO UMPIERREZ⁽³⁾

(1) Estudiante de Medicina, Ciclo de Metodología Científica II, Facultad de Medicina, Universidad de la República

(2) Unidad Académica de Neonatología, Centro Hospitalario Pereira Rossell, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

(3) Unidad de Medio Ambiente, Drogas y Doping, Instituto Polo Tecnológico de Pando, Facultad de Química.

Correos electrónicos de contacto:
Maximiliano García:
mgarciaouce@gmail.com
Matilde Ginestar:
matildeginestar@gmail.com

Grupo 66.

RESUMEN

En Uruguay, en 2022, se registraron 3138 nacimientos antes de las 37 semanas de gestación, representando aproximadamente el 10 por ciento del total de nacidos vivos. Se considera prematuro a todo recién nacido que nace antes de las 37 semanas. Conocer la composición corporal, en particular la cantidad de grasa y de agua en el cuerpo, es importante para comprender el crecimiento y el desarrollo en el corto y largo plazo. Este estudio buscó medir la composición corporal en una muestra de recién nacidos prematuros mayores de 32 semanas utilizando la técnica de dilución con óxido de deuterio. Se administró óxido de deuterio por vía oral o enteral, ajustando la dosis según el peso al nacer. Posteriormente, se obtuvieron muestras de saliva para analizar la proporción de agua corporal total, grasa y masa libre de grasa. Se incluyeron trece recién nacidos entre las 32 y las 36 semanas de edad gestacional, de los cuales en cuatro casos no se lograron resultados válidos. Se obtuvieron valores que permitieron estimar la composición corporal. Este estudio piloto logró aplicar una técnica adaptada para medir los compartimentos corporales en recién nacidos prematuros. Sin embargo, se necesita una muestra más amplia y alcanzar el tiempo adecuado para el equilibrio del marcador, con el fin de obtener resultados más precisos y confiables.

Palabras clave: recién nacido prematuro, composición corporal, masa grasa, agua corporal total, óxido de deuterio

ABSTRACT

In Uruguay, during 2022, there were 3138 births before 37 weeks of gestation, accounting for approximately 10 percent of all live births. A newborn is considered premature if born before 37 weeks. Understanding body composition, particularly fat and water content, is essential to evaluating growth and development in both the short and long term. This study aimed to assess body composition in a sample of preterm newborns older than 32 weeks using the deuterium oxide dilution technique. Deuterium oxide was administered orally or through enteral feeding, with the dose adjusted according to birth weight. Saliva samples were then collected to analyze the proportions of total body water, fat, and fat-free mass. Thirteen newborns between 32 and 36 weeks of gestational age were included; in four cases, valid results were not obtained. Body composition values were successfully measured. This pilot study demonstrated that the adapted technique can be used to evaluate body composition in preterm newborns. However, a larger sample and achieving the proper equilibrium time for the marker are necessary to obtain more accurate and reliable results.

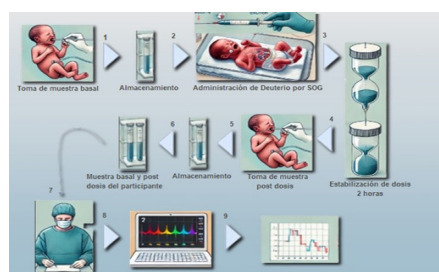
Key words: preterm newborn, body composition, fat mass, total body water, deuterium oxide

RESUMO

No Uruguai, em 2022, ocorreram 3138 nascimentos antes de 37 semanas de gestação, representando cerca de 10 por cento do total de nascidos vivos. Um recém-nascido é considerado prematuro quando nasce antes de 37 semanas. Compreender a composição corporal, especialmente a quantidade de gordura e água no corpo, é fundamental para avaliar o crescimento e o desenvolvimento em curto e longo prazo. Este estudo teve como objetivo avaliar a composição corporal em uma amostra de recém-nascidos prematuros com mais de 32 semanas, utilizando a técnica de diluição com óxido de deutério. O óxido de deutério foi administrado por via oral ou enteral, com dose ajustada ao peso ao nascer. Em seguida, foram coletadas amostras de saliva para analisar a proporção de água corporal total, gordura e massa livre de gordura. Treze recém-nascidos entre 32 e 36 semanas de idade gestacional foram incluídos, sendo que em quatro casos não foi possível obter resultados válidos. Foram obtidos valores que permitiram estimar a composição corporal. Este estudo piloto demonstrou que a técnica adaptada pode ser utilizada para avaliar a composição corporal em recém-nascidos prematuros. No entanto, é necessário ampliar o tamanho da amostra e alcançar o tempo de equilíbrio adequado do marcador para obter resultados mais precisos e confiáveis.

Palavras-chave: recém-nascido prematuro, composição corporal, massa gorda, água corporal total, óxido de deutério

GRAPHICAL ABSTRACT



INTRODUCCIÓN

En Uruguay en el año 2022 se registraron 3138 nacimientos de menos de 37 semanas de gestación representando aproximadamente el 10% del total de nacidos vivos de ese año. Se considera que un bebé es prematuro cuando nace antes de 37 semanas de edad de gestacional⁽¹⁾.

El análisis de la composición corporal constituye un componente esencial en la evaluación del estado nutricional, tanto en la investigación como en la práctica clínica. Se define como una rama de la morfología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones entre ellos y sus variaciones ante diferentes influencias fisiológicas o patológicas⁽²⁾. El concepto engloba una serie de modelos físicos, matemáticos y estadísticos, así como métodos analíticos que permiten comprender la estructura del cuerpo humano y la interacción dinámica entre sus compartimentos a lo largo del ciclo vital. Estos modelos han evolucionado desde propuestas más simples, como el modelo bicompartimental de Behnke, que divide al cuerpo en masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG)^(3, 4), hasta sistemas más complejos como el modelo tetracompartimental de Matiegka⁽⁶⁾ y el pentacompartimental de Drinkwater⁽⁷⁾, que consideran desde el nivel atómico hasta el global. Entre estos, el modelo bicompartimental sigue siendo el más ampliamente utilizado, por su aplicabilidad clínica y relativa facilidad de implementación. En este enfoque, la MG representa una reserva energética y aislante térmico, mientras que la MLG incluye componentes como proteínas, minerales, glucógeno y agua, permitiendo una aproximación indirecta de la composición corporal a partir del agua corporal total (ACT)⁽⁸⁾. La evaluación de la composición corporal adquiere especial relevancia en el recién nacido prematuro (RNPT), dada la influencia que tiene sobre su crecimiento, desarrollo neurológico y riesgo de morbilidad⁽⁹⁾. Durante la gestación, la composición corporal fetal experimenta cambios dinámicos: disminución progresiva del ACT, aumento relativo de proteínas y minerales, y modificaciones en la proporción de compartimentos según la edad gestacional⁽¹⁰⁾. En RNPT, factores como la restricción del crecimiento intrauterino o posnatal, el tiempo de recuperación del peso al nacer, el aporte nutricional, el sexo y la exposición a corticosteroides pueden alterar significativamente la composición corporal⁽¹¹⁾. Existen diversos métodos para estimar el ACT y derivar de él la composición corporal, incluyendo técnicas como la bioimpedancia eléctrica, la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) o la pletismografía por desplazamiento de aire, así como modelos predictivos basados en antropometría. Sin embargo, la técnica de dilución isotópica con deuterio (D₂O) destaca por su alta precisión y validez como método de referencia^(12, 13). Esta técnica, no invasiva y apta para poblaciones pediátricas al utilizar saliva como muestra biológica, permite cuantificar el ACT y, por ende, estimar la MLG y la MG mediante el protocolo de meseta, que considera

muestras antes y después del equilibrio del isótopo en los fluidos corporales⁽¹⁴⁻¹⁸⁾.

El deuterio es un isótopo estable del hidrógeno, naturalmente presente en el ambiente, y seguro en las concentraciones empleadas en estudios humanos, con un umbral de toxicidad muy por encima de las dosis utilizadas en investigaciones clínicas^(19, 20). Su aplicación reciente en neonatología y lactancia ha permitido no solo estimar el ACT del neonato, sino también estudiar la transferencia de agua corporal a través de la leche materna^(15, 16). La espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) ha facilitado aún más su uso al permitir la detección precisa de D₂O en muestras biológicas⁽²¹⁾.

La evaluación de la composición corporal tiene implicancias clínicas de amplio alcance. Una medición precisa puede mejorar las intervenciones nutricionales, prevenir enfermedades crónicas no transmisibles como obesidad, diabetes y síndrome metabólico, y también contribuir a evitar enfermedades como el hígado graso no alcohólico desde etapas tempranas de la vida⁽²²⁻²⁴⁾. Incluso niveles bajos de adiposidad han sido asociados a mayor riesgo cardiovascular, como hipertensión arterial⁽²⁵⁾, y la composición corporal influye en el desarrollo neurológico y conductual, especialmente en la maduración de la corteza prefrontal, con efectos sobre el temperamento infantil⁽²⁶⁾.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal medir la composición corporal en una muestra de recién nacidos pretérminos con edad gestacional mayor a 32 semanas, mediante la técnica de dilución de óxido de deuterio. De manera específica, se propone ajustar dicha técnica para su aplicación en esta población neonatal, así como determinar el porcentaje de agua corporal total, el porcentaje de masa libre de grasa y el porcentaje de masa grasa. Esta información permitirá aportar datos relevantes para la evaluación nutricional y el seguimiento del crecimiento y desarrollo en esta población vulnerable.

NORMAS ÉTICAS

El estudio se realizó de acuerdo con las pautas de la Declaración de Helsinki vigente en el territorio nacional y fue aprobado por el Comité de Ética del Centro Hospitalario Pereira Rossell y posteriormente por la Comisión Nacional de Ética en Investigación. Se obtuvo consentimiento informado por escrito de todos los tutores legales de cada recién nacido. Los datos obtenidos fueron manejados con total confidencialidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio clínico observacional y descriptivo en una muestra de 13 recién nacidos pretérmino (RNPT) moderados y tardíos, con edades gestacionales entre las 32 semanas + 0 días y las 36 semanas + 6 días, internados en el Centro Hospitalario Pereira Rossell. Se incluyeron neonatos clínicamente estables, con alimentación enteral completa,

edad gestacional confiable por ecografía precoz (<12 semanas), y consentimiento informado firmado por sus tutores legales. Se excluyeron aquellos neonatos con malformaciones congénitas mayores, enfermedades crónicas, alteraciones del crecimiento intrauterino, restricción alimentaria, derivados de otros centros, hijos de madres menores de 18 años o sin tutor legal.

La evaluación antropométrica incluyó peso, longitud y perímetro craneano, medidos con equipos estandarizados (balanza y tallímetro SECA, cinta CLAP), y convertidos a puntajes Z según INTERGROWTH-21st⁽²⁷⁾.

Los datos clínicos se obtuvieron mediante revisión de la historia clínica electrónica y entrevista a los tutores. La información se ingresó en un formulario en línea y se almacenó en una planilla Excel con acceso restringido al equipo de investigación.

Para la medición de la composición corporal, se utilizó la técnica de dilución de óxido de deuterio (D₂O). Los RN recibieron una dosis conocida de D₂O ajustada al peso (en miligramos) en un volumen constante de 2 mL por sonda orogástrica. La administración se realizó con jeringas previamente pesadas y refrigeradas. Se tomaron muestras de saliva basal y a las 2 horas post administración, cumpliendo con un volumen mínimo de 0,5 mL. Las muestras se almacenaron a -20 °C hasta su análisis mediante espectroscopía FTIR en el Polo Tecnológico de Pando de la Facultad de Química de la Universidad de la República⁽¹⁷⁾.

La estimación del agua corporal total (ACT) se basó en la fórmula:

ACT (kg) = VD / 1,041, donde VD es el volumen de distribución corregido por los líquidos administrados durante la fase de estabilización (aporte enteral + 2 mL de D₂O + 1 mL de agua bidestilada), considerando que no se cumplieron completamente las premisas clásicas de Schoeller para esta técnica en neonatos⁽¹⁷⁾.

La masa libre de grasa (MLG) se calculó a partir del ACT, considerando coeficientes de hidratación (CH) según Fomon⁽²⁷⁾. Dado que no existen datos específicos para RN <40 semanas, se realizó una estimación semanal entre 32 y 39 semanas, asumiendo un CH mayor a menor edad gestacional con una variación semanal de 0,025 %.

La masa grasa (MG) se obtuvo por diferencia:

MG (kg) = peso corporal (kg) - MLG (kg), y se expresó también en porcentaje⁽²⁸⁾.

Finalmente, se realizaron análisis univariados y bivariados entre las variables dependientes e independientes.

RESULTADOS

En este estudio piloto se enrolaron 13 participantes. Las características de los mismos son presentadas en la **Tabla 1**, el 54 % fueron RNPT tardío y los restantes correspondieron a RNPT moderado, distribución que se mantuvo para la edad gestacional corregida.

Con respecto al sexo y peso al nacer para la edad gestacional,

casi la totalidad correspondió al sexo femenino (92 %) y el 100% de los participantes se clasificaron como AEG.

Tabla 1. Características de la muestra estudiada (N=13)

Características de los Recién Nacidos	n: 13 (1)
Edad Gestacional Corregida	
RNPT moderado (32 semanas a 34 + 6 días)	6 (0,46)
RNPT tardío (35 semanas a 36 semanas + 6 días)	7 (0,54)
Peso al nacimiento	
PEG	0 (0)
AEG	13 (1)
GEG	0 (0)
Vía de aporte	
Femenino	12 (0,92)
Masculino	1 (0,08)
Vía de aporte	
Vía oral*	3
Vía oral* + enteral**	10
Enteral	0

PEG: pequeño para la edad gestacional. AEG: adecuado para la EG. GEG: grande para la edad gestacional. *Vía oral (succión pecho directo/biberón); **Enteral (administración por sonda naso / orogástrica)

Fuente: elaboración propia

En la **Tabla 2** se muestran los resultados porcentuales de ACT corregida aplicando las correcciones correspondientes, así como los valores intermedios obtenidos durante el proceso de corrección.

En cuatro de los pacientes seleccionados dentro de la muestra los resultados fueron incongruentes debido a los valores arrojados por el FTIR, las hipótesis al respecto se analizarán en la discusión.

Tabla 2. Parámetros del método de dilución con óxido de deuterio en recién nacidos prematuros (N = 9)

Parámetro	Media (±DE)	Rango
Peso corporal (kg)	1.97 ± 0.33	1.25-2.39
Dosis D ₂ O administrada (mg)	2135 ± 101	1984-2308
Enriquecimiento salival (mg/kg)	1276 ± 331	1000-2073
Agua corporal total (ACT, kg)	1.69 ± 0.32	1.00-2.00
ACT corregida (kg)	1.65 ± 0.32	0.97-1.94
%ACT / peso corporal	83.1 ± 6.4 %	75.9-94.5%

D₂O: óxido de deuterio; FTIR: espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier; ACT: agua corporal total

Fuente: elaboración propia

En la **Tabla 3**, acerca de composición corporal, se detallan los resultados de MLG y MG con su correspondiente valor porcentual para cada participante en relación a su peso corporal al momento de la toma de la muestra.

En relación al compartimiento de MLG, el valor porcentual oscila entre el 94 al 117% del peso corporal de los participantes. Por otro lado, la MG resultó en valores absolutos y porcentuales negativos en la mayoría de los casos.

Tabla 3. Composición corporal estimada (N = 9)

Parámetro	Media (±DE)	Rango
Masa libre de grasa (MLG, kg)	2.03 ± 0.38	1.20–2.41
%MLG / peso corporal	104 ± 8	94–117
Masa grasa (MG, kg)	-0.09 ± 0.17	-0.34–0.12
%MG / peso corporal	-4.5 ± 8.0	-17–6

MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; ACT: agua corporal total. Valores de %MLG >100% y %MG negativos se asocian a sobreestimación del ACT por tiempo insuficiente de equilibrio isotópico

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta al análisis estadístico se realizó una distribución bivariada de las siguientes variables: ACT en función de la edad gestacional (p 0,204), agua corporal en función de los días de vida (p 0,571), MLG en función de la edad gestacional (p 0,944), MLG en función de los días de vida (p 0,094), MG en función de la edad gestacional corregida (p 0,944), MG en función de los días de vida (p 0,094). No se incluyeron en el análisis los datos considerados incongruentes.

DISCUSIÓN

Este estudio piloto representa un avance importante para la medición de la composición corporal en recién nacidos pretérmino mediante la técnica de deuterio, un campo con creciente interés clínico y de investigación. La valoración precisa de los compartimientos corporales es fundamental para evaluar el estado nutricional en RNPT, siendo el modelo bicompartimental el más utilizado en la actualidad.

Dada la ausencia de estudios previos en esta población específica, fue necesario adaptar el protocolo de administración del marcador y la recolección de muestras, incluyendo la administración por sonda orogástrica y el uso de filtros de celulosa para la saliva, con un volumen mínimo ajustado a 0,5 ml, considerando la baja producción salival en estos neonatos⁽²⁹⁾. Estas modificaciones metodológicas son clave para garantizar la validez y reproducibilidad de la técnica. La imposibilidad de obtener muestras en los tiempos estándar (2 y 3 horas post dosis) dificulta alcanzar el equilibrio necesario del óxido de deuterio en los compartimientos corporales, lo que pudo haber afectado la precisión de los resultados. Asimismo, la pequeña muestra y la homogeneidad en sexo y estado nutricional limitan la generalización y la detección de diferencias significativas.

Los valores de % ACT y % MLG obtenidos están dentro del rango esperado, aunque el % MLG podría estar sobreestimado debido al no equilibrio de la dosis de deuterio⁽³⁰⁾. Los valores negativos en % MG reflejan esta limitación, subrayando la necesidad de optimizar los tiempos y condiciones de muestreo para futuros estudios.

Dentro del muestreo inicial, se consideró un total de 13 pacientes dentro de los cuales 4 de ellos obtuvieron resultados incongruentes debido a los valores arrojados por FTIR. La hipótesis planteada ante lo sucedido es que

los valores de MLG superiores al 100 % probablemente se deban a una sobreestimación del ACT por tiempo insuficiente de equilibrio isotópico y variabilidad analítica en muestras pequeñas, fenómeno descrito en estudios neonatales previos. Esto se verifica al observar el ACT de los mismos, donde se evidencian pesos finales (VD y ACT corregida) mayores al peso del paciente.

A pesar de las limitaciones, este estudio ofrece un referente inicial para la aplicación de la técnica en RNPT, estableciendo bases para la validación y ajustes futuros que permitan su implementación en la práctica clínica y en investigación nutricional neonatal.

CONCLUSIONES

El estudio piloto logró medir la composición corporal en recién nacidos pretérmino utilizando la técnica de dilución de óxido de deuterio en saliva, con adaptaciones necesarias para esta población. Se identificaron modificaciones metodológicas imprescindibles, como los materiales para la toma de muestras y los tiempos de extracción, que permitieron la medición del marcador, aunque sin alcanzar el equilibrio completo del D₂O. El tamaño reducido de la muestra limita la comparación estadística y la extrapolación de resultados, pero la experiencia obtenida es valiosa para futuras investigaciones que busquen validar y optimizar la técnica.

La metodología representa un avance significativo para la evaluación nutricional de RNPT y constituye una herramienta potencialmente útil para guiar intervenciones y decisiones clínicas en esta población vulnerable.

Se recomienda continuar con estudios de mayor escala que apliquen las adaptaciones identificadas, para consolidar la técnica como estándar en la práctica clínica y en la investigación neonatal.

AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo de enfermería del Centro Hospitalario Pereira Rossell y en especial a la Lic. Stephanie Merola que junto a los investigadores hicieron la toma de muestras.

A la Unidad de Medio Ambiente, Drogas y Doping, Instituto Polo Tecnológico de Pando, Facultad de Química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Ministerio de Salud Pública. 17 de noviembre: "Día mundial del prematuro". (s/f). Recuperado el 14 de noviembre de 2024, de <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/comunicacion/noticias/17-noviembre-dia-mundial-del-prematuro-0>
2. Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five level method: a new approach to organizing body---composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992;56:19---28.
3. Porbén SS, Borrás AL. Composición corporal. *Acta Medica*. 2003;11(1):26-37.
4. Behnke JR, Feen BG, Welham WC. The specific gravity of healthy men. *JAMA*. 1942;118:495---8.
5. Keys A, Brozek J. Body composition in adult man. *Physiol Rev*. 1953;33:245--325
6. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Antrop*. 1921;4:223---30.
7. Drinkwater DT, Martin AD, Ross WD, Clarys JP. Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomical body composition in adults humans. En: Day JAP, editor. *Perspectives in Kinanthropometry*. Champaign: Human Kinetics; 1984.
8. Kaur M, Talwar I. Body composition and fat distribution among older Jat females: a rural-urban comparison. *Homo*. 2011;62:3.74---85
9. Urrutia S MT, Mardones S F, Salazar R G. Asociación entre la composición corporal de la embarazada y la composición corporal del recién nacido. *Rev Chil Pediatr* [Internet]. 2001 [citado el 30 de mayo de 2024];72(3):212-8. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062001000300005
10. Griffin IJ, Cooke RJ. Development of whole body adiposity in preterm infants. *Early Hum Dev*. 2012 Mar;88 Suppl 1:S19-24. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2011.12.023. Epub 2012 Jan 17. PMID: 22261288.
11. Composición corporal de neonatos con alteraciones en el crecimiento fetal. Autores: Francisco Mardones S., Gabriel Bastías S., Marcelo Farías J., Raúl Dinamarca V., Fernando Olavarría M., Gabriel Rada G., Alvaro Rojas G., Pamela Rojas G. *Revista chilena de pediatría Volumen:70Edición:4Año:1999* <https://dx.doi.org/10.4067/s0370-41061999000400006>
12. Yunes-Zárraga JLM, Herrera-Pen M, Ávila-Reyes R II. Composición corporal en el recién nacido [Internet]. *Medigraphic.com*. [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/conapeme/pm-2011/pm113f.pdf>
13. Rice MS, Valentine CJ. Neonatal Body Composition: Measuring Lean Mass as a Tool to Guide Nutrition Management in the Neonate. *Nutr Clin Pract*. 2015 Oct;30(5):625-32. doi: 10.1177/0884533615578917. Epub 2015 Apr 23. PMID: 25908606.
14. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2013). 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. Viena: OIEA. 2-4.
15. Agency, International Atomic Energy. "Introduction to Body Composition Assessment Using the Deuterium Dilution Technique with Analysis of Saliva Samples by Fourier Transform Infrared Spectrometry." *Www.iaea.org*, 2011, www.iaea.org/publications/8369/introduction-to-body-composition-assessment-using-the-deuterium-dilution-technique-with-analysis-of-saliva-samples-by-fourier-transform-infrared-spectrometry. Accessed 30 May 2024.
16. PO012. Evaluación de la ingesta de leche materna y composición corporal de lactantes y sus madres medidos por dilución isotópica [Internet]. *Alanrevista.org*. [citado el 31 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-2/art-267/>
17. Pallaro, D., & Tarducci, G. (2014). Utilidad de las técnicas nucleares en nutrición: evaluación de la masa grasa corporal y de la ingesta de leche materna. *Archivos Argentinos de Pediatría*. <https://doi.org/10.5546/aap.2014.537>
18. Juan Diego Zamora Salas, Adriana Laclé Murray. Evaluación antropométrica y composición corporal por medio de óxido de deuterio en escolares costarricenses. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición Volumen 68, No. 4, Año 2018*. Obtenible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2018/4/art-4/>. Consultado el: 30/05/2024
19. Organismo Internacional de Energía Atómica. (2014). Técnica de isótopos estables para determinar la ingesta de leche materna en lactantes amamantados (STI/PUB/1429). OIEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1429_web.pdf
20. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2013). 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. Viena: OIEA. 57-59
21. Quintana-Guzmán EM, Salas-Chaves MP, Cartín Brenes M. Índice de masa corporal y composición corporal con deuterio en niños costarricenses. *Acta Pediatr Mex* 2014;35:179-189
22. Curilem Gatica C. Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones. *Nutr Hosp* [Internet]. 2016 [citado el 30 de mayo de 2024];33(3):734-8. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000300033.
23. Adom T, Kengne AP, De Villiers A, Boatin R, Puaone T. Diagnostic Accuracy of Body Mass Index in Defining Childhood Obesity: Analysis of Cross-Sectional Data from Ghanaian Children. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Dec 19;17(1):36. doi: 10.3390/ijerph17010036. PMID: 31861542; PMCID: PMC6981394.
24. Cohen CC, Harrall KK, Gilley SP, Perng W, Sauder KA, Scherzinger A, Shankar K, Sundaram SS, Glueck DH, Dabelea D. Body composition trajectories from birth to 5 years and hepatic fat in early childhood. *Am J Clin Nutr*. 2022 Oct 6;116(4):1010-1018. doi: 10.1093/ajcn/nqac168. PMID: 36055960; PMCID: PMC9535524.
25. Ong YY, Tint MT, Aris IM, Yuan WL, Chen LW, Fortier MV, Choo J, Ling LH, Shek L, Tan KH, Gluckman PD, Yap F, Chong YS, Godfrey KM, Chong MF, Chan SY, Eriksson JG, Wlodek ME, De Lucia Rolfe E, Ong KK, Michael N, Lee YS. Newborn body composition and child cardiovascular risk markers: a prospective multi-ethnic Asian cohort study. *Int J Epidemiol*. 2022 Dec 13;51(6):1835-1846. doi: 10.1093/ije/dyac154. PMID: 35906917; PMCID: PMC9749728.
26. Morris EE, Miller NC, Haapala JL, Georgieff MK, Ramel SE. Preterm infant body composition, working memory, and temperament. *Infant Behav Dev*. 2023 Feb;70:101808. doi: 10.1016/j.infbeh.2022.101808. Epub 2023 Jan 5. PMID: 36610269.
27. Villar J, Cheikh Ismail L, Victora CG, Ohuma EO, Bertino E, Altman DG, et al. International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). International standards for newborn weight, length, and head circumference by gestational age and sex: the Newborn Cross-Sectional Study of the INTERGROWTH-21st Project. *Lancet*. 2014 Sep 6;384(9946):857-68. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60932-6. PMID: 25209487.
28. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2013). 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. 6-12
29. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2013). 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. Pag.30
30. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2013). 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. 54-55
31. Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child*. 2006;91(7):612-7. doi:10.1136/adc.2005.085522.