



ARTICULO ESPECIAL

Francis Moore y la composición corporal

Francis Moore and body composition

Jesús M Culebras¹, Ángeles Franco-López²

¹ De la Real Academia de Medicina de Valladolid y del IBIOMED, Universidad de León. Miembro de Número y de Honor de la Academia Española de Nutrición y Dietética. Académico Asociado al Instituto de España. AcProfesor Titular de Cirugía. Director, Journal of Negative & No Positive Results. Director Emérito de NUTRICION HOSPITALARIA, España

 <https://orcid.org/0000-0003-3234-6957>

² Jefa de los Servicios de Radiología de los hospitales de Vinalopó y Torrevieja. AcProfesora de Universidad por ANECA, Alicante, España

 <https://orcid.org/0000-0001-5267-9957>

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: doctorculebras@gmail.com (Jesús M. Culebras)

Recibido el 24 de septiembre de 2020; aceptado el 8 de octubre de 2020.

Cómo citar este artículo:

Culebras JM, Franco-López A. Francis Moore y la composición corporal. JONNPR. 2020;5(11):1268-76. DOI: 10.19230/jonnpr.4000

How to cite this paper:

Culebras JM, Franco-López A. Francis Moore and body composition. JONNPR. 2020;5(11):1268-76. DOI: 10.19230/jonnpr.4000



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

Resumen

Una de las líneas de investigación más potentes en el Departamento de Cirugía de la Universidad de Harvard bajo la dirección de Francis Moore fue el estudio de la composición corporal. Hasta los años 40 del siglo pasado no se sabía la cantidad de líquidos en el ámbito corporal ni en los distintos compartimentos, No podía valorarse el significado de las pérdidas de sodio, agua o potasio sin saber los valores basales. Importante era saber también la traslocación de líquidos y solutos en el curso de las enfermedades graves.

Los trabajos de Moore sobre composición corporal condujeron a una definición de la bioquímica de la enfermedad quirúrgica y a un conocimiento de los requerimientos de los pacientes graves o traumatizados que ha beneficiado a cirujanos, cardiólogos, internistas, pediatras, nutricionistas, y veterinarios. El



conocimiento de la composición corporal ha hecho que la cirugía se desarrolle enormemente en un marco de mayor seguridad.

Palabras clave

composición corporal; agua corporal total ; isotopos

Abstract

One of the most important lines of investigation in the Department of Surgery of Harvard University under the direction of Francis Moore was body composition. The amount of liquids in different body compartments was unknown until the forties of last century. Sodium, potassium or water losses could not be evaluated without knowing basal values. It was also important to know liquids' and solutes' translocation in the course of severe diseases.

Moore contributions about body composition contributed to a biochemical definition of surgical disease and to knowing the requirements of severe diseases or trauma patients. This knowledge has benefited surgeons, cardiologists, pediatricians, nutritionists and veterinarians. The knowledge of body composition has conducted surgery to be performed in a frame of more safety.

Keywords

Body composition; total body water; isotopes

Nos ha producido especial satisfacción revisar y aceptar para nuestra revista JONNPR el trabajo de Pérez Castillo et al sobre Composición corporal y lesiones musculoesqueléticas⁽¹⁾

Aunque en el artículo de Pérez Castillo et al el estudio de la composición corporal no se realizó con determinación directa, sino utilizando fórmulas de seis pliegues grasos que estiman la grasa corporal, me ha servido el trabajo para recordar que en la década de los años setenta del siglo pasado uno de nosotros tuvo la oportunidad de trabajar durante dos años y medio en el departamento de Cirugía de la Universidad de Harvard, dirigido entonces por *Francis Daniels Moore, Moseley Professor of Surgery*. Moore fue sin duda uno de los cirujanos más influyentes en la cirugía del mundo occidental de la segunda mitad del siglo XX

Una de las líneas más importantes de investigación que desarrolló Moore fue precisamente la determinación de la composición corporal . Hasta los años 40 del siglo pasado no se sabía la cantidad de líquidos en el ámbito corporal ni en los distintos compartimentos, extracelular, intracelular, etc. ni la cantidad de plasma ni linfa.

Los pacientes quemados se chocaban o morían en las primeras veinticuatro horas por un equivocado manejo hidroelectrolítico. Tras las intervenciones importantes o en los politraumatizados se diagnosticaba con mucha frecuencia "neumonía postoperatoria", porque el líquido administrado en exceso se acumulaba en los pulmones produciendo en realidad un



edema pulmonar. Estos errores provenían del desconocimiento de la cantidad total de agua en el organismo y en sus distintos compartimentos. No podía valorarse el significado de las pérdidas de sodio, agua o potasio sin saber los valores basales. Importante era saber también la traslocación de líquidos y solutos en el curso de las enfermedades graves. Problemas que hoy se nos antojan simples, como manejo de vómitos, deshidratación, obstrucción intestinal o íleo paralítico, eran con frecuencia letales debido al desconocimiento de la composición corporal. Los trabajos de Moore sobre composición corporal condujeron a una definición de la bioquímica de la enfermedad quirúrgica y a un conocimiento de los requerimientos de los pacientes graves o traumatizados.

Moore concibió el principio de la dilución isotópica para cuantificar los diversos componentes del organismo. Un principio sencillo: si se inyecta una sustancia marcada, de concentración conocida en un volumen fluido desconocido y se espera a que se diluya hasta estabilización, determinando la concentración final de la sustancia marcada se averigua con exactitud el volumen del fluido problema. Se trataba de encontrar las sustancias adecuadas para que se diluyeran en cada compartimento a medir y sólo en éste, de encontrar sustancias que no fueran lesivas para el organismo y que fueran susceptibles de ser medidas al final de la prueba. El primer experimento de Moore fue calcular el agua corporal del conejo con agua marcada con deuterio. El deuterio, isótopo estable del hidrogeno, no radioactivo, tiene un peso atómico de 2. El agua con deuterio se denomina, por sus características, agua pesada.

Para poder demostrar que la medición del agua corporal total utilizando deuterio ofrecía resultados exactos era necesario validarlo de alguna manera. Para ello utilizó un grupo de conejos. Los pesó, les inyectó agua pesada, esperó dos o tres horas hasta estabilización del agua pesada en el organismo y, a continuación, sacrificó a los animales, tomando una muestra de sangre para ver qué dilución había alcanzado el deuterio. El cálculo era una simple regla de tres. Pero para demostrar que el resultado era correcto a continuación lo que hizo fue desecar los animales en una estufa a 60 grados, hasta estabilización del peso seco. En ese momento no queda más agua en el organismo. Por tanto lo que falta en peso es el peso del agua del organismo

Moore, con la ayuda de isótopos trazadores radiactivos midió el agua corporal total, el agua extracelular, el volumen sanguíneo, la masa celular total, el sodio total y el potasio total. A partir de estos parámetros, mediante fórmulas, pudo calcular el nitrógeno total, el hidrógeno, la grasa corporal y el peso del esqueleto.

Moore definió la masa celular corporal (*body cell mass*) como el conjunto de células del organismo, que requieren energía y oxígeno y que producen energía, secreciones o generan el



pensamiento. Es el motor del organismo. Todo lo demás, piel, tendones, fascia, cartílago y hueso, constituye el chasis. Moore estudió la composición corporal en la salud, sus cambios con la enfermedad, el envejecimiento o en el entrenamiento.

El conocimiento de la composición corporal afecta en medicina a la actividad no sólo de los cirujanos, sino también de cardiólogos, internistas, pediatras, nutricionistas y hasta a los veterinarios. El conocimiento de la composición corporal ha hecho que la cirugía se desarrolle enormemente en un marco de mayor seguridad.

En 1963 Moore publicó el libro *The Body Cell Mass and its Supporting Environment*⁽²⁾ (Figura 1). En este libro recopila lo que fueron sus contribuciones. La obra de Moore es un auténtico pilar sobre el que asientan la medicina y cirugía modernas. En el libro describe todos sus estudios de composición corporal en pacientes quirúrgicos, en pacientes pediátricos, en obesos, en enfermedad cardíaca y durante los procesos de sepsis. Colaboran con él en este libro algunos líderes quirúrgicos que surgieron de su departamento y algunos profesores de pediatría y de medicina interna que también trabajaron en su departamento.

El libro de Moore está dividido en dos partes. La primera parte referida a materiales, métodos y valores y la segunda parte a hallazgos clínicos. Los capítulos de la primera parte, en total cuatro, se dedican a la metodología de los isótopos en el cálculo de la composición corporal, a la interpretación y cálculo de los distintos compartimentos, a los métodos estadísticos necesarios para hacer los distintos cálculos, y a la composición corporal en adultos normales. Los ocho capítulos de la segunda parte del libro se refieren a la enfermedad por desnutrición crónica y recuperación anabólica; traumatismo agudo e infección, operaciones, traumatismos abiertos, sepsis, quemaduras y fracturas; hemorragias, anemia, transfusiones; distorsiones de la tonicidad del cuerpo, hiponatremia e hiperatremia; composición corporal en enfermedad cardíaca, cambios con el manejo operatorio y no operatorio; fracaso hepático y renal; obesidad.

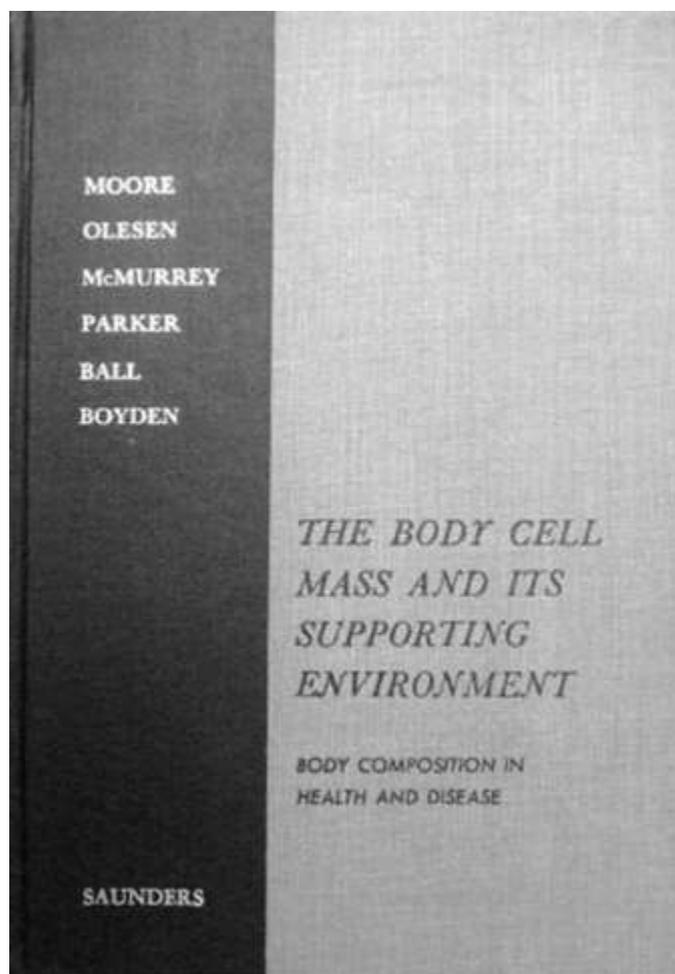


Figura 1. Portada del libro de Moore et al. *The Body Cell Mass and its Supporting Environment* (1963)

Entre las dos partes del libro suman más de 100 ilustraciones, 221 tablas y se describen más de 80 casos clínicos con cálculos de la composición corporal en distintas circunstancias. Al final hay tres apéndices en los que se muestran, de forma extremadamente detallada, los procedimientos para la separación de isótopos, las modificaciones técnicas utilizadas para disminuir la dosis y las tablas de composición corporal en sujetos normales realizadas mediante dilución múltiple y simultánea de isótopos.

Unos quince años después del inicio de los experimentos de Moore hubo un laboratorio de Investigación que puso en duda la metodología. Hace exactamente cuarenta y cinco años, en 1975, Francis Moore encomendó a uno de nosotros (JC) repetir la técnica, aunque en esta ocasión utilizando agua tritiada y el animal usado fue la rata. Salieron unos resultados espectaculares, que disiparon todas las dudas.



.En la memoria del hospital *Peter Bent Brigham*, hoy *Brigham and Women*, de 1975-1976, Moore se refiere con mucho cariño a aquel experimento:

*"El trabajo de nuestros laboratorios sobre composición corporal se remonta a siete años antes de que yo viniera al Brigham. Durante los años de la II Guerra Mundial en el Massachusetts General Hospital habíamos iniciado la medición de agua corporal total y de sales utilizando dilución isotópica. El proyecto nos fue interesando de manera progresiva a medida que surgían nuevos problemas. Nuestros métodos han sido adoptados por laboratorios de todo el mundo, habiendo traído prestigio a nuestro departamento, como se indica por el número de citas recibidas por universidades de todo el mundo durante el año pasado. Un punto interesante surgió en el pasado año (se refiere al año 1974) que fue clarificado con un trabajo elegante por el Dr. Jesús Culebras. Había sido publicado por algunos laboratorios en Tejas que la medición del agua corporal total con tritio producía unos valores falsos mucho más altos, debido a la dilución de tritio en compuestos orgánicos y en áreas de la química orgánica distintas de la fase acuosa. Solicitamos a aquel laboratorio que nos dejaran revisar sus datos y pudimos detectar unos errores en la metodología. Fue entonces posible reproducir la técnica con sus propios métodos, mejorándolos, y demostrar que el agua corporal total, medida por dilución de tritio, arroja unas cifras casi perfectas comparándola a los valores que se obtienen por desecación en animal de laboratorio. Además, los datos demuestran que la incorporación de tritio sintético a las proteínas es negligible. Estos trabajos fueron publicados en *American Journal of Physiology*^(3,4) y son una especie de reentrada histórica de nuestro laboratorio en las revistas de ciencia básica con contribuciones al estudio de investigación de la composición corporal"*

Moore describe estos experimentos, que había manifestado en varias ocasiones que le habían causado mucha satisfacción, en su libro autobiográfico⁽⁵⁾.

Transcribo lo que dice Moore (Figura 2): *Unos 15 años después, un joven cirujano y científico español, Jesús Culebras, vino a trabajar con nosotros. Utilizando la más moderna tecnología de isótopos, que había cambiado de manera drástica en los 25 años que transcurrieron desde que nosotros iniciáramos nuestros trabajos, comprobó el método de determinación de agua corporal utilizando dilución de tritio (hidrógeno radioactivo de peso atómico 3). Aunque no fueran unos experimentos terriblemente excitantes desde el punto de vista científico, fue realmente un trabajo de amor. Muchos métodos aceptados o dogmas comunes de investigación necesitan ser contrastados o redefinidos cada pocos años o descartados si no superan la prueba del tiempo. Estos importantes trabajos, refrendando la validez de nuestra metodología antigua, fueron publicados en 1977^(4,5,6)*



Figura 2. Imagen de Moore en la portada de la revista Time (1963)



Los descubrimientos de Moore de 1941 y 1942 sentaban las bases para lo que más adelante sería la especialidad de Medicina Nuclear, hoy indispensable en todos los hospitales.

Para corroborar la fiabilidad de sus técnicas de determinación de la composición corporal Moore planeó la prueba definitiva: hacer la determinación en seres vivos y después del óbito medir la composición por otros métodos. Para ello contó Moore con un matrimonio, ambos afectados de cáncer terminal, que se ofrecieron voluntarios para el ensayo⁽⁷⁾.

Moore hizo en ellos todos los estudios que estimó oportunos un mes antes del óbito. Para ello utilizó tritio, sodio radioactivo, potasio radioactivo, radiobromuro y radiocromato, midiendo agua corporal total, potasio intercambiable, agua extracelular, volumen eritrocitario, y volumen plasmático. A partir de estos valores y de acuerdo con sus fórmulas originales, calculó la grasa corporal total, los sólidos totales, la hidratación media del cuerpo libre de grasa, los sólidos libres de grasa, y el cociente entre potasio intercambiable total y sólidos libres de grasa. El peso del esqueleto lo calculó mediante un nomograma también diseñado por él. Después de que fallecieron realizó en ambos una autopsia exhaustiva, absolutamente original, peculiar e imaginativa. Sólo contaremos que, en lo concerniente al esqueleto, motivo central de este trabajo, lo limpió minuciosamente, retirando mediante disección todos los vestigios de músculo, grasa y colágeno. A continuación, lo introdujo en un recipiente hermético en condiciones de humedad de 100% con una colonia de escarabajos de despena del tipo de los derméstidos, traídos de África y mantenidos en el Departamento de Anatomía. Allí estuvieron los huesos durante ¡siete meses! transcurridos los cuales, volvió a pesar el esqueleto entero, lo desecó durante ocho días, lo troceó y, finalmente, lo trituyó hasta pulverización, para desecar de nuevo el polvo. En este polvo hizo los análisis posteriores, con lo que pudo demostrar la fiabilidad de sus métodos de cálculo.

Felicitemos a Pérez-Castillo et al por su trabajo y nos congratulamos de que hayan dado pie para recordar las contribuciones científicas de Francis Moore en composición corporal.

Referencias

1. Pérez Castillo R, Hernandez Cereijo A, Cereijo Yañez D, Pupo Verdecia R. Composición corporal y lesiones musculoesqueléticas: correlación en futbolistas del Equipo Social Granma. JONNPR. 2020;5(n):nnn-nn. DOI: 10.19230/jonnpr.3423



2. Moore FD, Olesen KH, McMurrey JD, Parker HV, Ball MR, Boyden CM. The body cell mass and its supporting environment: body composition in health and disease. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1963. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330220223>
3. Culebras JM, Moore FD. Total body water and the exchangeable hydrogen. I Theoretical calculation of nonaqueous exchangeable hydrogen in man Am J Physiol 1977; 232 (1): R54-R59.
4. Culebras JM, Fitzpatrick GF, Brennan MF, Boyden CM, Moore FD. Total body water and the exchangeable hydrogen. II A review of comparative data from animals based on isotope dilution and desiccation, with a report of new data from the rat. Am J Physiol 1977; 232 (1): R60-R65.
5. Moore FD. A Miracle and a Privilege. Recounting a Half Century of Surgical Advance, 1995 ISBN 0-309-05188-6
6. Culebras JM. Francis Moore, cirujano , maestro y lider. Ed Sever Cuesta, Valladolid2008. ISBN 978-84-691-2185-6.
http://www.nutricionhospitalaria.com/LIBRO_FRANCIS_MOORE.pdf
7. Moore FD, Lister J, Boyden CM, Ball MR, Sullivan N, Dagher FJ. The skeleton as a feature of body composition: values predicted by the isotope dilution and observed by cadaver dissection in an adult female. Hum Biol 1968; 40: 135-188