

La investigación en el campo de la fisiología humana en el marco de la Educación Física en Argentina.

Desarrollo de ecuaciones de predicción de masa grasa para antropometría utilizando deuterio como patrón.

Dr. Gabriel Tarducci (gtarducci@hotmail.com)^{1,2}, Amalia Paganini (elmer1963@hotmail.com)^{1,3}, Sofía Gárgano (gargano.sofia@gmail.com)^{1,2}, Luciano Bacca (lucianobacca2@gmail.com)^{2,3}, Nadia Ramos (nadia.g.ramos@gmail.com)², Valentín Gibert (vagibert@gmail.com)², Daniela Pacheco Agrelo (daniela.pacheco.agrelo@gmail.com)², Nicolás Tauber (tauber102@gmail.com)², Dra. Anabel Pallaro (apallaro@gmail.com)⁴.

1. AEIEF IdIHCS UNLP CONICET
2. Cátedra de Fisiología Humana, FAHCE UNLP
3. CIC Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires
4. Cátedra de Nutrición, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.

Resumen

El trabajo persigue mostrar un recorte de investigación que ejemplifica estos avances. La investigación es la primera en su tipo en Argentina y representa un avance inédito en el campo de la fisiología humana. Se obtuvo una ecuación de predicción de MG en niños de 6 a 9 años para antropometría. Los resultados son de aplicabilidad directa en la evaluación de la composición corporal. La simplicidad del modelo obtenido lo hace fácil de instrumentar en el campo de la práctica y la investigación en fisiología humana.

Palabras clave: investigación, salud, composición corporal, educación física, tecnología.

Introducción

La fisiología humana es un área de especial interés y aplicabilidad en el área de la Educación Física a nivel global. El siglo XXI trajo nuevos desafíos de la mano del desarrollo tecnológico que facilitó la producción y el acceso al conocimiento. La EF como disciplina y ciencia, no estuvo al margen y, en este sentido, se insertó en nuevos campos de investigación.

Los hábitos y estilos de vida modernos, especialmente en las últimas décadas, suponen una disminución de los niveles de actividad física que se traducen en cambios en la composición corporal (CC) que predispone a la pérdida de capacidades y funciones, disminución del rendimiento humano y aumento de años de vida enfermos y mortalidad prematura. Todo ello configura una problemática compleja que conlleva una enorme carga social en términos de

La aplicación de tecnología nuclear en el campo de la EF vinculada, en este caso, al estudio de la fisiología humana resulta un tema especialmente interesante y que abre un enorme desafío para los profesionales del área.

Para desarrollar el modelo antropométrico (ecuación de predicción de masa grasa) se procedió de manera similar al modelo para BIA y se obtuvieron los siguientes resultados.

El objetivo de este trabajo es fortalecer y promover las líneas de investigación vinculadas a la fisiología humana, dando a conocer investigación inédita para la especialidad y con proyección internacional dado que se realizó en el marco de la IAEA ONU.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en 152 niños y niñas entre 6 y 9 años, de la ciudad de La Plata, Argentina. Para la obtención del modelo o ecuación de predicción de MG, se siguió la metodología que se describe a continuación.

Paso 1: control de outlier.

A partir de una base general de 152 niños evaluados se procedió a identificar outliers metodológicos identificándose 12 registros y se procedió a su eliminación de la base de datos.

Paso 2: aleatorización de la muestra

Aleatorización de la muestra utilizando la función *Aleatorización* de Excel.

Paso 3: control de outliers de las variables.

Para identificar outliers se procedió a calcular la mediana y el rango intercuartilo tomando como parámetro el percentilo 25 y el percentilo 75, mínimo y máximo respectivamente. De esta manera el rango intercuartilo se obtiene como la diferencia entre el percentilo 75 y el 25. Se utilizó la fórmula: $\text{Mediana} \pm 2 * (\text{rango intercuartilo})$.

Este procedimiento se realiza para mantener la distribución de las variables lo más cercana a la normal. Se eliminaron outliers de peso, de perímetro de cintura y de pliegues cutáneos, quedando una base A para la obtención del modelo con 62 registros.

Paso 4: división de la muestra.

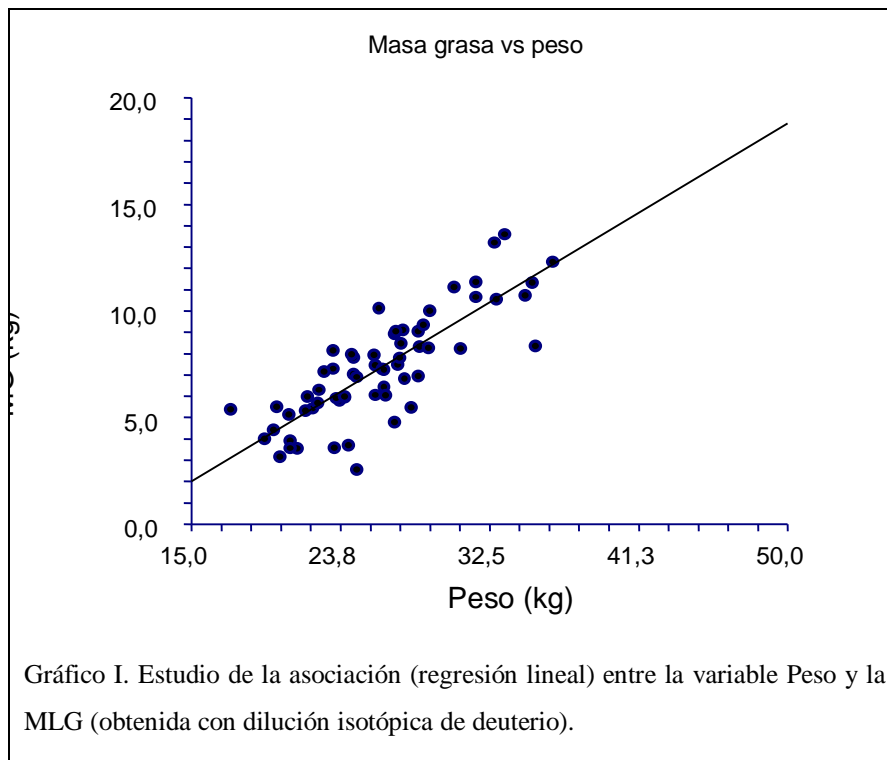
La muestra se dividió en dos partes iguales, una para la obtención del modelo (base A) y otra para la validación (base B).

Paso 5: estudio de la asociación de las variables con la MG.

Se buscó asociación entre diferentes variables y la MG. Las variables que muestran asociación se consideraron potencialmente útiles para obtener la ecuación.

Asociación de la masa grasa con el peso

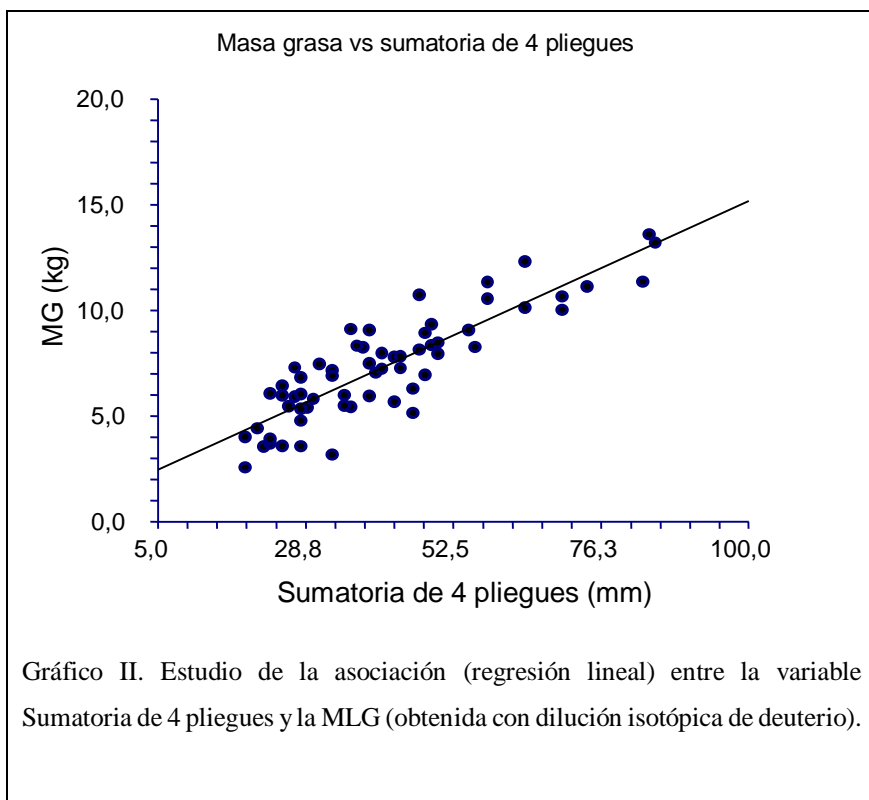
Cuando se aplica regresión lineal entre la MG por deuterio y el peso se observa que el intervalo de confianza de la pendiente no pasa por cero, por lo cual hay una asociación que es significativa según el test t ($r = 0,8160$; $p < 0,00001$; IC: $0,3958 - 0,56410$). Se muestran en el Gráfico I.



Para conocer si la distribución del peso es normal se aplicó el test de Shapiro Wilk que no rechazó la normalidad, lo que supone que la relación entre la MG y el peso seguiría una distribución normal.

Asociación de la masa grasa con la sumatoria de 4 pliegues

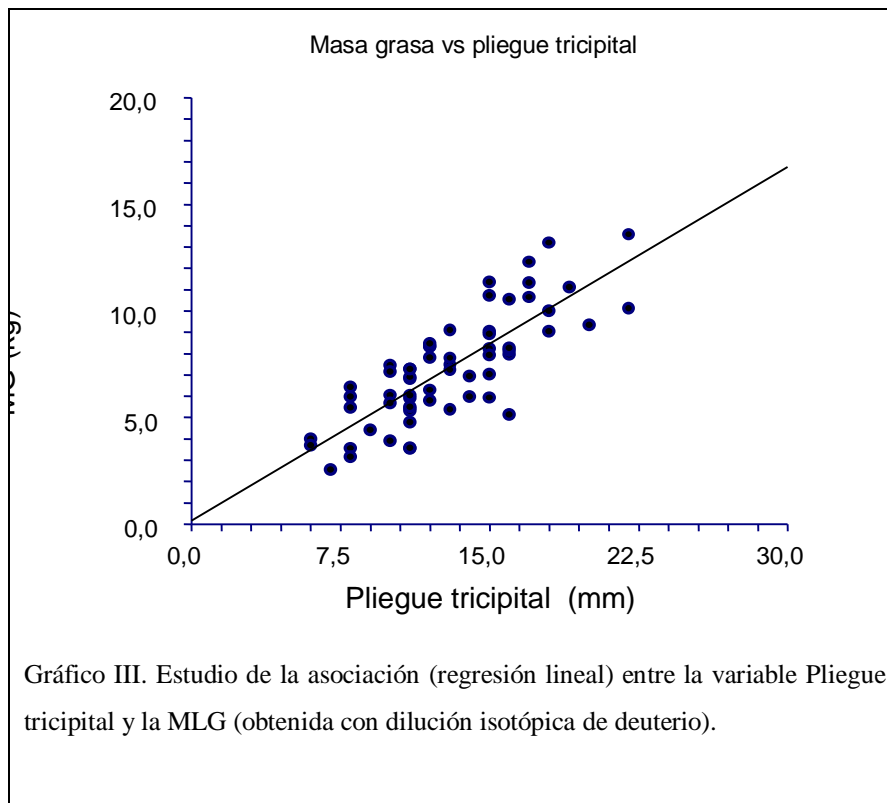
Cuando se aplica regresión lineal se observa que el intervalo de confianza de la pendiente no pasa por cero, por lo cual hay una asociación que es significativa según el test t ($r = 0,8715$; $p < 0,00001$; IC: $0,1153 - 0,1526$). Se muestra en el Gráfico II.



En este caso el test de Shapiro Wilk rechazó la normalidad, lo que indica que la relación entre la MG y la sumatoria de 4 pliegues no seguiría una distribución normal.

Asociación de la masa grasa con el pliegue tricaptal

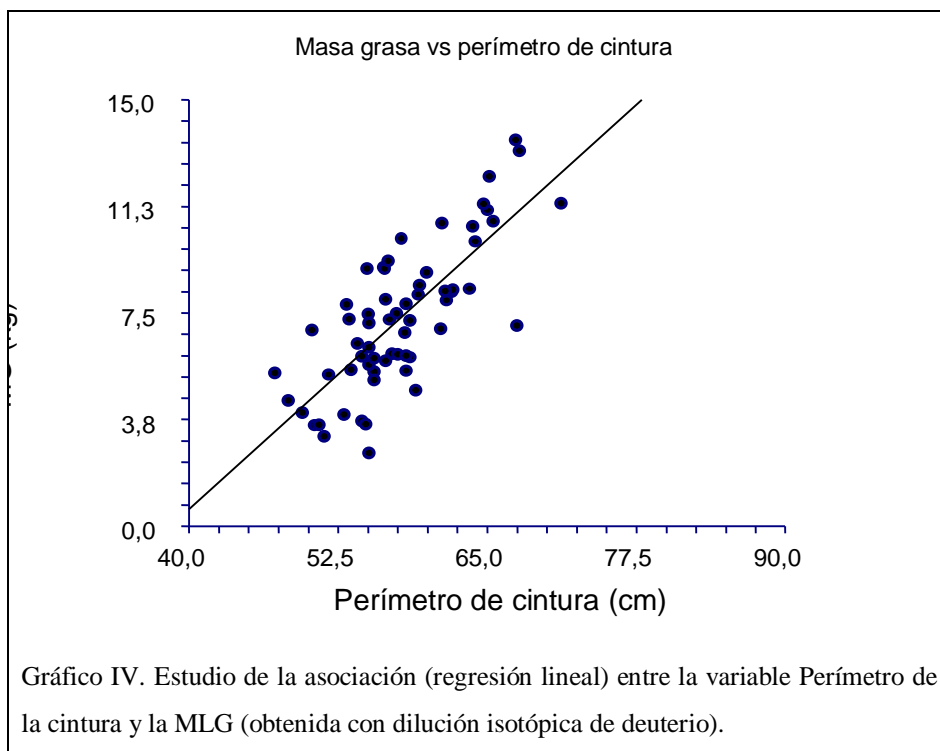
Cuando se aplica regresión lineal se observa que el intervalo de confianza de la pendiente no pasa por cero, por lo cual hay una asociación que es significativa según el test t ($r = 0,8026$; $p < 0,00001$; IC: $0,45153 - 0,6551$). El resultado se puede observar en el Gráfico III.



En este caso el test de Shapiro Wilk no rechazó la normalidad lo que indica que la relación entre la MG y el pliegue del tríceps seguiría una distribución normal.

Asociación de la masa grasa con el perímetro de cintura

Se procedió de igual manera que con las variables. Cuando se aplica regresión lineal se observa que el intervalo de confianza de la pendiente no pasa por cero, por lo cual hay una asociación que es significativa según el test t ($r = 0,7644$; $p < 0,00001$; IC: $0,3002 - 0,4585$). El resultado se puede observar en el Gráfico IV.



El test de Shapiro Wilk rechazó la normalidad, lo que indica que la relación entre la MG y el perímetro de cintura no seguiría una distribución normal. En conclusión, los análisis mostraron asociación de la MG con el peso, la sumatoria de pliegues, el pliegue tricípital y el perímetro de la cintura, por lo que estas variables fueron utilizadas en la elaboración de los modelos de predicción de MG.

Paso 6: obtención de los modelos o ecuaciones de predicción.

Se probaron varios modelos diferentes ingresando combinaciones de variables como peso, talla, pliegue tricípital, sumatoria de cuatro pliegues y perímetro de cintura.

Modelo bivariado de predicción de MG en función del peso y la sumatoria de 4 pliegues cutáneos.

La Tabla I muestra los parámetros que permiten determinar cuáles son las mejores asociaciones entre variables. Se observa que cuando se trabaja con una sola variable el R^2 es relativamente bajo, el S es alto y, sobre todo, el C_p es muy alto. En cambio cuando se ingresan las dos variables, peso y sumatoria de 4 pliegues o peso y pliegue de tríceps, el C_p baja considerablemente. Esto determina que la combinación de estas dos variables sería la mejor para incorporarlas al modelo.

Tabla I. Parámetros del método de todas las posibles regresiones para las variables sumatoria de 4 pliegues, peso y pliegue tricípital.

Tamaño del modelo	R^2	S	C_p	Variables del modelo
1	0,759562	1,251858	53,495571	G (SUMA_4PL)
1	0,665790	1,47592	96,979185	A (Peso)
1	0,644161	1,522931	107,009134	D (PL_TRI)
2	0,853717	0,9846922	11,834338	AG
2	0,838935	1,033246	18,688963	AD
3	0,875075	0,9177826	3,930090	ADG

El C_p correspondiente a las variables analizadas es elevado, pero cuando se probó el ingreso de más variables tampoco mejoró y tampoco mejoró el R^2 , lo cual permite tomar la decisión de desarrollar el modelo con las variables peso y sumatoria de 4 pliegues sin necesidad de incorporar un mayor número de ellas, lo que haría más compleja y menos aplicable la ecuación.

Se observa que en el modelo bivariado aumenta el R^2 y paralelamente baja el S y se obtiene un C_p de 18,68. Esto también se observa en los gráficos, cuando entran ambas variables. Cuando se incorporan en el modelo las variables peso, pliegue tricpital y sumatoria de 4 pliegues, el C_p es de 3,93, lo cual mejora desde el punto de vista estadístico.

Resultados

Modelo (ecuación) obtenido para antropometría.

En este modelo se utilizaron como variables la sumatoria de 4 pliegues y el peso, y se obtuvieron los resultados recogidos en la Tabla II.

Tabla II. Parámetros del método de todas las posibles regresiones para las variables sumatoria de 4 pliegues y peso.

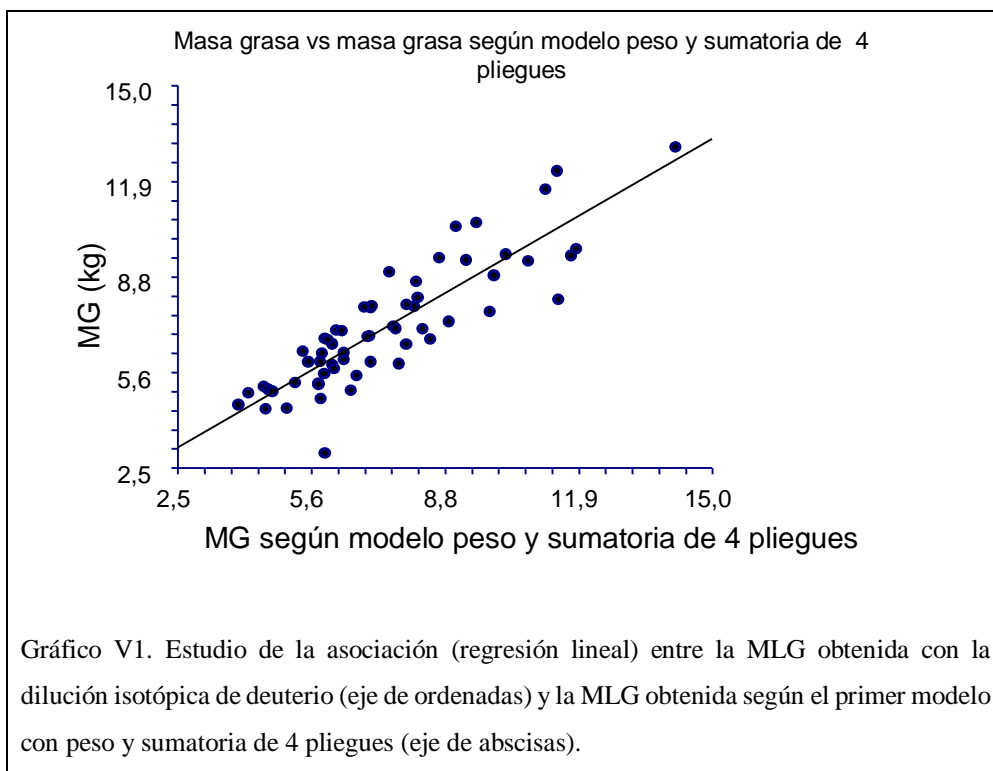
Tamaño del modelo	R^2	S	C_p	Variables del modelo
1	0,759586	1,251795	38,968637	B (SUMA_4PL)
1	0,665790	1,47592	76,800175	A (Peso)
2	0,853721	0,9846756	3,000000	AB

$$MG \text{ (kg)} = -3,2120 + 0,2829 \text{ (Peso)} + 0,0796 \text{ (Sumatoria de 4 pliegues)}$$

El modelo cumple con el test de normalidad de Shapiro Wilk, es decir que no se rechaza la posibilidad de que la distribución de la grasa evaluada por esta ecuación siga una curva normal. El R^2 fue de 0,9143 y el S de 0,7388.

Validación del modelo.

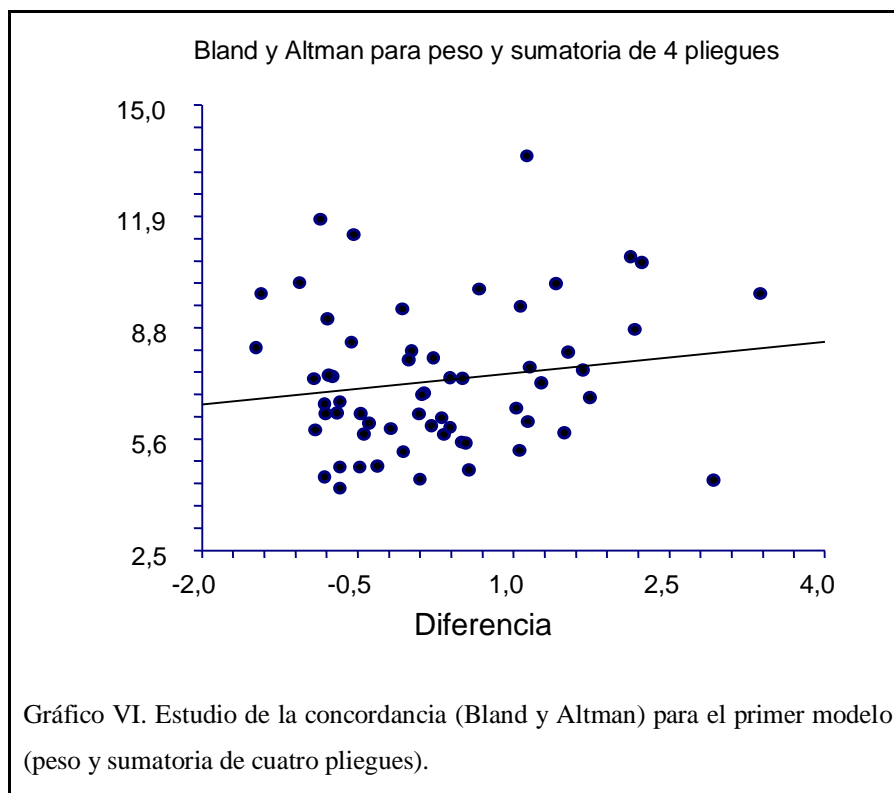
El paso siguiente fue realizar la validación del modelo obtenido en la base A utilizando la base B ($n = 60$) cuyo gráfico de regresión lineal se presenta a continuación.



Los valores de regresión obtenidos en la validación fueron: $r = 0,8717$; $R^2 = 0,7598$; $b = 0,8071$ y el valor de intercepto = 1,1577. Éste último implicaría una desviación de 1,2 kg si se aplicara el modelo.

La correlación de concordancia (r_c) de la ecuación obtenida es 0,7861, lo que significaría que la validación del primer modelo es correcta y su reproductibilidad es alta.

Para conocer la concordancia y el posible sesgo se realizó el test de Bland y Altman (Gráfico VI).



El análisis de la regresión arrojó un valor no significativo ($p = 0,2368$). El resultado del test de Bland y Altman muestra que el modelo obtenido no presenta sesgo.

Discusión

Se presentó un recorte de una investigación con el fin de ejemplificar cómo la investigación en el campo de la fisiología humana desarrollada por la EF puede seguir líneas novedosas a nivel local y regional.

Se obtuvo una ecuación de predicción de MG utilizando diferentes variables, todas ellas de aplicación clínica, epidemiológica y deportiva.

La primera ecuación o modelo desarrollada en Argentina para antropometría utiliza el peso y la sumatoria de 4 pliegues (bicipital, tricípital, subescapular y abdominal), en una fórmula que queda de la siguiente manera:

$$MG \text{ (kg)} = -3,2120 + 0,2829 \text{ (Peso)} + 0,0796 \text{ (Sumatoria de 4 pliegues)}$$

El modelo tiene un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 0,91$) y un error estándar del evaluador (S) de 0,74. La validación mostró un r de 0,87, un R^2 de 0,76, una pendiente de 0,81 y un intercepto de 1,5. La correlación de concordancia fue de 0,78, lo que permite asegurar que tiene un alto grado de reproducibilidad.

El modelo no presenta sesgo significativo según el test de Bland y Altman, con una pendiente diferente de cero ($p = 0,2368$). Esta cualidad, no está presente en ninguna otra ecuación de las que habitualmente se utilizan en Argentina.

Desde el punto de vista de su aplicabilidad, sólo se necesita contar con una balanza y un compás de pliegues cutáneos; el tiempo requerido para completar las mediciones es relativamente corto. La sumatoria de 4 pliegues, además, provee información sobre la grasa subcutánea de diferentes segmentos corporales. Los únicos inconvenientes son que la determinación de pliegues cutáneos necesita del entrenamiento previo del evaluador, a fin de evitar un error considerable, y que la ecuación podría desviarse del patrón en unos 1,5 kg.

Conclusión

Se han obtenido y validado, utilizando como patrón la medida del agua corporal a través de la dilución isotópica con deuterio, las siguientes ecuaciones para estimar la masa grasa con diferentes variables antropométricas:

- Usando el peso y la sumatoria de cuatro pliegues (bicipital, tricípital, subescapular y abdominal): $MG \text{ (kg)} = -3,2120 + 0,2829 \text{ (Peso)} + 0,0796 \text{ (Sumatoria de 4 pliegues)}$; con una desviación de 1,5 kg respecto al patrón.

Referencias

- Andreoli, A., Melchiorri, G., De Lorenzo, A., Caruso, I., Sinibaldi Salimei, P., & Guerrisi, M. (2002). Bioelectrical impedance measures in different position and vs dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(2), 186–9.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1(8476), 307–10.
- Chertow, G. M., Lazarus, J. M., Lew, N. L., Ma, L., & Lowrie, E. G. (1997). Development of a population-specific regression equation to estimate total body water in hemodialysis patients. *Kidney international*, 51(5), 1578–82.
- Eckhardt, C. L., Adair, L. S., Caballero, B., Avila, J., Kon, I. Y., Wang, J., & Popkin, B. M. (2003). Estimating body fat from anthropometry and isotopic dilution: a four-country comparison. *Obesity research*, 11(12), 1553–62.
- Fomon, S. J., & Nelson, S. E. (2002). Body composition of the male and female reference infants. *Annual review of nutrition*, 22, 1–17.