

Fórmula predictiva para estimar el porcentaje de grasa corporal a partir de mediciones antropométricas simples como método de facilitación en la práctica clínica.

Predictive formula to estimate body fat percentage from simple anthropometric measurements as a facilitation method in clinical practice.

CARRASCO N. FERNANDO A.
Profesor Titular,
Facultad de Medicina
Universidad de Chile
Santiago de Chile.

CORNEJO L. SEBASTIÁN I.
Carrera de Nutrición,
y Dietética
Facultad de Medicina
Universidad de Chile
Santiago de Chile.

DELGADO D. CAROLINA.
Carrera de Nutrición
y Dietética.
Facultad de Medicina.
Universidad de Chile,
Santiago de Chile.

GAJARDO F. SABRINA C.K.
Carrera de Nutrición,
y Dietética
Facultad de Medicina
Universidad de Chile
Santiago de Chile.

Recibido: 15/04/2021. Aceptado para publicación: 27/05/2021.

RESUMEN

Objetivo: desarrollar una fórmula predictiva, usando el peso, talla, circunferencia de cintura, sexo y edad, para estimar el porcentaje de masa grasa (%MG), y evaluar su exactitud usando absorciometría dual de rayos X (DEXA) como referencia, en comparación con ecuaciones predictivas publicadas.

Métodos: se realizó un estudio transversal en sujetos sanos de 18-69 años, de ambos sexos y en amplio rango índice de masa corporal, con registro de circunferencia de cintura (CC), peso, talla y edad. Se utilizó DEXA para la medición del %MG (Lunar Prodigy Advance). Se desarrollaron ecuaciones mediante análisis de regresión múltiple y se estimó el %MG con la nueva ecuación y con 3 ecuaciones publicadas (Woolcott, Al-Gindan y CUN-BAE). Se analizó la concordancia con el %MG medido por DEXA, utilizando el método de Bland y Altman.

Resultados: se incluyeron 271 participantes (46,1% mujeres; 44,3±16,1 años; IMC 26,9±5,0 kg/m²). Se generó la ecuación SCS con las variables sexo, IMC, edad y CC ($R^2=0,814$; $p<0,001$). La diferencia promedio con DEXA fue de -0,04% ($\pm 2DE$ -7,6-

7,5%), con sobreestimación en sujetos con bajo %MG y subestimación a mayor %MG. La ecuación CUN-BAE mostró un buen coeficiente de determinación para estimar el %MG ($R^2=0,79$; $p<0,001$), pero subestima el %MG en 1,32% ($\pm 2DE$ -9,7-7,0%), con similar error de estimación en niveles bajos y altos de %MG.

Conclusiones: la ecuación local (SCS) logró una mejor concordancia con la masa grasa medida por DEXA que las ecuaciones de Woolcott, Al-Gindan y CUN-BAE. La ecuación CUN-BAE ajustada podría también ser de utilidad para la población chilena.

PALABRAS CLAVE: Absorciometría dual de rayos X; Masa grasa corporal; Antropometría; Práctica clínica.

ABSTRACT

Objective: to develop a predictive formula, using weight, height, waist circumference, sex and age, to estimate body fat percentage (BF%), and to evaluate its accuracy using dual X-ray absorptiometry (DEXA) as a reference, in comparison with published predictive equations.

Methods: a cross-sectional study was carried out in healthy subjects aged 18-69 years, of both sexes and with a wide range of BMI, with record of waist circumference (WC), weight, height and age. DEXA was used to measure BF% (Lunar Prodigy Advance). Equations were developed by multiple regression analysis and BF% was estimated with the new equation and with 3 published equations (Woolcott, Al-Gindan and CUN-

BAE). Agreement with BF% measured by DEXA was analyzed using the Bland & Altman method.

Results: 271 participants were included (46.1% women; 44.3 ± 16.1 y.; BMI 26.9 ± 5.0 kg/m²). The SCS local equation was generated with the variables sex, BMI, age and WC ($R^2=0.814$; $p < 0.001$). The mean difference with DEXA was -0.04% ($\pm 2DE$ -7.6 - 7.5%), with overestimation in subjects with low BF% and underestimation at higher values. CUN-BAE equation showed a good coefficient of determination to estimate BF% ($R^2=0.79$; $p < 0.001$), but underestimated BF% by 1.32% ($\pm 2DE$ -9.7 - 7.0%), with a similar estimation error at low and high levels of BF%.

Conclusions: the local equation (SCS) achieved a better agreement with the percent of fat mass measured by DEXA than Woolcott, Al-Gindan and CUN-BAE equations. The adjusted CUN-BAE equation could also be useful for the Chilean population.

KEYWORDS: Dual energy X-ray absorptiometry; Body fat mass; Anthropometry; Clinical practice.

INTRODUCCIÓN

En la práctica clínica y en la consulta nutricional es fundamental la evaluación del estado nutricional de los usuarios, ya que a partir de ello se pueden proyectar el riesgo de morbilidad y a su vez que se puede utilizar como predictor en la evolución de los mismos (1). Aunque una evaluación nutricional completa entrega valiosa información sobre la salud del paciente, lo más común es que debido al acortado tiempo existente para la realización de la consulta no es posible llevar a cabo una evaluación completa e integral a cada persona que recurre a un nutricionista. Tradicionalmente la forma más frecuentemente usada para evaluar el estado nutricional es el índice de masa corporal (IMC), por su rapidez, sencillez, bajo costo, y asociación epidemiológica con mortalidad y movilidad asociada al exceso de peso, aunque este presenta la principal limitación de no permitir una estimación individual confiable de la composición corporal de los individuos (2- 4). Es así como individuos con diagnóstico de estado nutricional normal

según IMC pueden presentar un porcentaje de masa grasa (%MG) elevado en rango de obesidad (falsos negativos), y otros con diagnóstico de obesidad pueden tener un %MG en rango normal (falsos positivos) (2). La relevancia clínica y de salud pública de conocer mas exactamente la composición corporal se basa en que un exceso de masa grasa y un inadecuado nivel de masa magra se asocian fuertemente a factores de riesgo y enfermedades crónicas no transmisibles (5,6).

Por lo anterior, en la práctica clínica y a nivel poblacional, sería ideal la aplicación de métodos específicos para evaluar la composición corporal como la bioimpedanciometría o la absorciometría dual de rayos X (DEXA), sin embargo, estos métodos no siempre están disponibles o por costo no son accesibles para la mayoría de las personas. Una alternativa ante la dificultad para aplicar estas técnicas es desarrollar ecuaciones para la predicción de la composición corporal, usando como método de referencia DEXA, método de permite evaluar 3 compartimentos (masa grasa, masa libre de grasa y contenido mineral óseo) con una alta exactitud y reproducibilidad (7).

Por lo antes expuesto es que se requiere de un indicador confiable y fácil de obtener en la práctica clínica, que se pueda calcular a partir de medidas antropométricas simples y de uso rutinario



como son el peso, la talla y la circunferencia de cintura, o de los índices derivados de dichas mediciones (IMC, índice cintura/talla u otros). En la literatura científica se encuentran numerosos estudios que validan distintas ecuaciones basadas en variables antropométricas simples entre las cuales destacan las publicadas por Woolcott et al. (8), Al-Gindan et al. (9), y Gómez-Ambrosi et al. (10), las que requieren ser validadas en la población a ser aplicada antes de recomendar su aplicación en la práctica clínica habitual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional de cohorte transversal en una muestra por conveniencia, en adultos sanos mayores de 17 años, de sexo femenino o masculino de un amplio rango de edad e índice de masa corporal. Los parámetros registrados de los sujetos del estudio fueron circunferencia de cintura, peso, talla, edad y sexo.

Los participantes fueron reclutados voluntariamente para formar parte de un estudio que busca medir la composición corporal, y específicamente el porcentaje de masa grasa. En primera instancia se presentó la metodología del estudio, para posteriormente firmar el formulario de consentimiento informado. Se respetaron los principios de ética para investigación en seres de humanos según la declaración de Helsinki. El estudio fue previamente aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Los criterios de exclusión fueron: mujeres embarazadas o con lactancia, también quienes presentaron patologías gastrointestinales, insuficiencia renal, hepática y/o cardíaca, diabetes tipo 2, hipo e hipertiroidismo o enfermedades endocrinológicas no diagnosticadas o no controladas. Tampoco se incluyeron sujetos amputados o con prótesis metálicas en extremidades o en columna vertebral.

El tamaño de la muestra se calculó considerando el número de variables dependientes e independientes (predictoras) a estudiar. La variable dependiente fue el porcentaje de masa grasa y las variables predictoras serán sexo, edad, índice de masa corporal, perímetro de cintura e índice cintura/talla. Aplicando el factor máximo de 10 recomendado por Norman y Streinner, con 5 variables predictoras y una variable dependiente, el N mínimo fue de 60 sujetos. Otros autores han estimado que entre 20 y 40 sujetos por cada variable predictiva aportaría una mayor confiabilidad,

Con los antecedentes expuestos se diseñó el presente estudio con el objetivo de determinar que ecuaciones publicadas muestran una mayor exactitud para predecir el porcentaje de masa grasa en comparación con una ecuación desarrollada a partir de parámetros antropométricos simples en una muestra de adultos chilenos sanos, usando DEXA como método de referencia.

con lo cual el cálculo del N fue de 100 a 200 sujetos. Para lograr una muestra con mayor amplitud en edad e índice de masa corporal, se determinó estudiar a un mínimo de 200 sujetos.

Antropometría

Se midió el peso en una balanza electrónica SECA® (precisión de 0,1 kg), ropa ligera y sin calzado, y la estatura con un estadiómetro adosado a la balanza (precisión de 0,1cm), previamente calibrada. La talla se obtuvo con un tallímetro adosado a la mencionada balanza, de precisión 0,5 cm, con el sujeto de pie, sin zapatos con la espalda erguida, la cabeza y la espalda apoyadas en este. Se midió además la circunferencia de cintura con una cinta métrica SECA® (precisión 0,1 cm). El procedimiento para la medición de circunferencia de cintura se realizó con el sujeto de pie, en el punto medio entre el reborde costal inferior y la cresta ilíaca, sin comprimir la piel con la cinta de medida y efectuando la lectura al final de una espiración normal (11).

Absorciometría dual de rayos X (DEXA)

Se efectuó un barrido de cuerpo entero con equipo Lunar Prodigy Advance® (General Electric, Medical Systems Corporation, Madison, WI, USA), con el sujeto en posición decúbito supino en la mesa de exploración, el cual requirió entre 15 y 30 minutos. Con un

software para análisis de tejidos blandos, se midió el porcentaje de masa grasa (kg y %), masa libre de grasa (kg) (7).

Con los datos de peso (kg) y talla (m) obtenidas de los sujetos se realizarán los cálculos descritos a continuación: índice de masa corporal (IMC = peso (kg) / talla (m)²; índice de masa corporal con estatura al cubo (IMC3 = peso (kg)/talla (m)³); índice de cintura /talla (IC/T = circunferencia de cintura (cm) / talla (cm).

Plan de análisis estadístico:

Para la selección de las variables se consideraron criterios biológicos y datos obtenidos de la literatura publicada. Se comprobó el cumplimiento de los supuestos de linealidad, ausencia de colinealidad y de valores extremos o atípicos definidos como aquellos que distan más de 3 desviaciones estándar (DE) del promedio muestral de la variable. Se desarrolló un análisis de regresión múltiple con el método de pasos sucesivos para buscar el modelo con el mayor coeficiente de determinación y el menor error estándar de estimación. Posteriormente, se estimó el porcentaje de masa grasa calculado por la ecuación. Se analizó la concordancia del porcentaje de masa grasa estimado con la nueva ecuación, con las mediciones efec-

tuadas con DEXA, utilizando el método de Bland y Altman, con el que se establece el promedio de la diferencias individuales (residuos) y el rango de dispersión de las diferencias en ± 2 DE. Para todas las pruebas se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Las ecuaciones seleccionadas de la literatura que se utilizaron para la estimación del porcentaje de masa grasa en la población de estudio fueron las de Woolcott et al. (8), Al-Gindan et al. (9) y Gomez-Ambrosi et al. (CUN-BAE) (10), las cuales se describen a continuación:

• Woolcott & Bergman: (W & B):

Ecuación simplificada: $64 - (20 \times \text{talla (m)} / \text{CC}) + (12 \times \text{sexo})$; sexo (mujer=1; hombre=0)

Ecuaciones con mayor correlación por sexo: Mujeres: $\text{talla}^3 / (\text{cintura} \times \text{peso})$; Hombres: $\sqrt{\text{talla}/\text{cintura}}$

• Al-Gindan:

Hombres: $\text{Masa grasa (kg)} = (\text{peso (kg)} \times 0,198) + (\text{cintura (cm)} \times 0,478) - (\text{talla (cm)} \times 0,147) - 12,8$

Mujeres: $\text{Masa grasa (kg)} = (\text{peso (kg)} \times 0,789) + (\text{edad (años)} \times 0,079) - (\text{talla (cm)} \times 0,342) + 24,5$

• CUN-BAE:

$\text{MG\%} = -44,988 + (0,503 \times \text{edad}) + (10,689 \times \text{sexo}) + (3,172 \times \text{IMC}) - (0,026 \times \text{IMC}^2) + (0,181 \times \text{IMC} \times \text{sexo}) - (0,02 \times \text{IMC} \times \text{edad}) - (0,005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) + (0,00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{edad})$; mujer = 1; hombre = 0.

RESULTADOS

Entre octubre de 2020 y enero de 2021 se reclutaron 271 participantes, de estos un 46,1% (n=125) son mujeres y un 53,9% (n=146) corresponde a hombres. La distribución de los participantes por rango etáreo y categorías de IMC se muestra en la tabla 1. La edad de los participantes, se encontraban en un rango de 18 a 69 años, con un

promedio de $44,3 \pm 16,1$ años. El IMC promedio de la muestra fue de $26,9 \pm 5,0$ kg/m², con un rango entre 17,5 y 40,3 kg/m². En el caso de la clasificación bajo peso y normal, se destaca que 3 de los 108 participantes se encontraban bajo peso.

A partir de la muestra se incluyeron las variables en un análisis de regresión lineal para desarrollar una ecuación local (SCS) para predecir el %MG. El mejor modelo de predicción incluyó las varia-

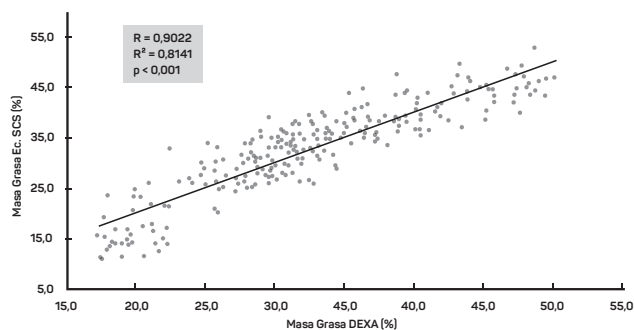


FIGURA 1.
Correlación entre el % de masa grasa estimado por la ecuación SCS y el valor medido por DEXA.

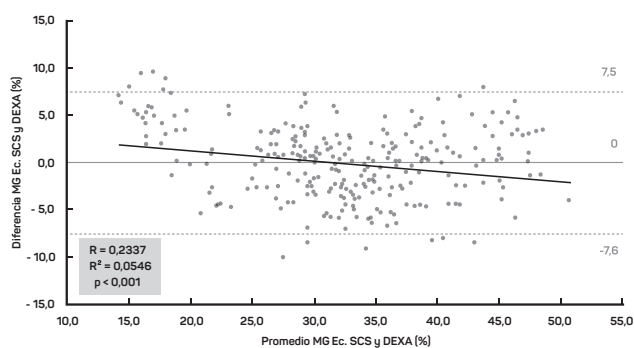


FIGURA 2.
Gráfico de Bland & Altman para la diferencia entre el porcentaje de masa grasa estimado por ecuación SCS y el medido por DEXA.

bles sexo (S; masculino=0; femenino=1), IMC (kg/m²), edad (años) y CC (circunferencia de cintura, cm):

$$\%MG = (S \times 13,2) + (IMC \times 0,596) + (E \times 0,086) + (CC \times 0,178) - 9,28$$

Con esta ecuación se obtuvo un coeficiente de determinación (R²) de 0,814, y un coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0,902 (p < 0,001). En la figura 1 se observa la correlación entre el %MG estimado por la ecuación SCS y el valor medido por DEXA.

En el gráfico de Bland-Altman (Figura 2), se muestra la diferencia del %MG entre la ecuación SCS y DEXA, según el %MG promedio. La diferencia promedio fue de -0,04%, con un rango de 2 DE entre 7,5 y -7,6%. La correlación entre la diferencia de %MG y el %MG promedio tuvo un R de -0,23 (p < 0,001), por lo tanto hay sobreestimación en sujetos con menor %MG y subestimación en aquellos con mayor %MG. Además, se realizó el mismo método de análisis pero considerando el IMC3 (kg/m³) como una variable que podría aumentar la capacidad de predicción, sin embargo, se obtuvo un R² de 0,815, el que no muestra superioridad con respecto a la ecuación de predicción SCS.

Adicionalmente se desarrollaron modelos de predicción separando por sexo. En mujeres, el mejor modelo incluyó IMC y CC y en hombres incluyó las variables I C/T, edad e IMC. Las ecuaciones obtenidas fueron las siguientes:

Mujeres (SCS M): $\%MG = (IMC \times 0,594) + (CC \times 0,154) + 9,5$

Hombres (SCS H): $\%MG = (I C/T \times 31,7) + (E \times 0,137) + (IMC \times 0,733) - 16,1$

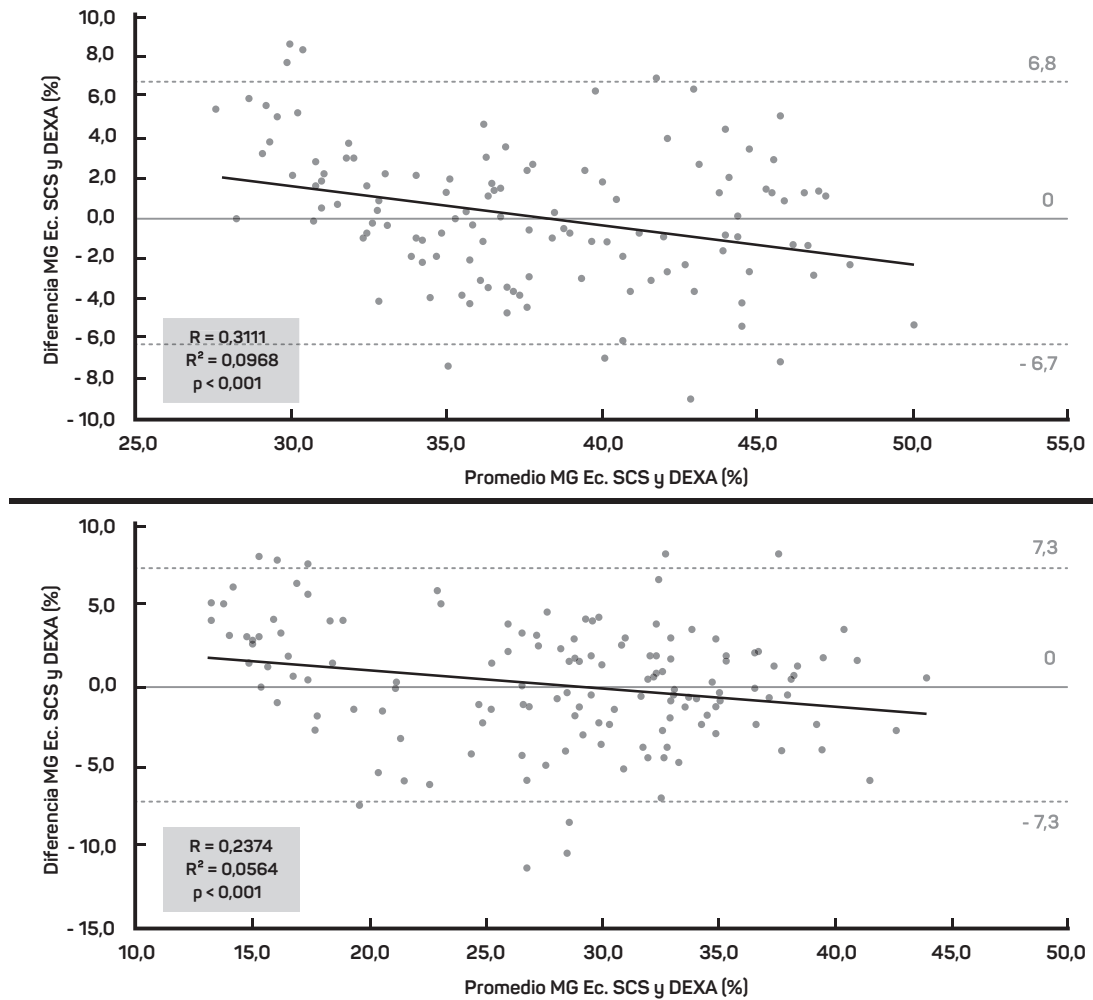
**FIGURA 3.**

Gráfico de Bland & Altman para la diferencia entre el porcentaje de masa grasa estimado por ecuación SCS y el valor medido por DEXA, en mujeres (gráfico superior) y en hombres (gráfico inferior).

En la figura 3 se muestran los gráficos de Bland-Altman para mujeres (gráfico superior) y hombres (gráfico inferior). La diferencia promedio del %MG contra DEXA fue de 0,02% en mujeres (± 2 DE: -6,7 - 6,7%) y 0,01% en hombres (± 2 DE: -7,3 - 7,3%).

El %MG estimado con la ecuación de W&B mostró una correlación significativa con el medido por DEXA ($R = 0,877$; $R^2 = 0,77$; $p < 0,001$).

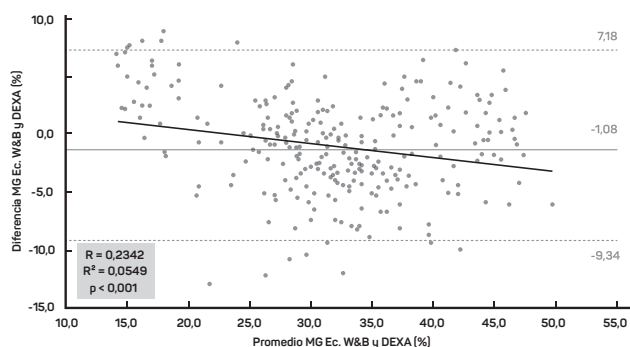

FIGURA 4.

Gráfico de Bland & Altman para la diferencia entre el porcentaje de masa grasa estimado por ecuación de Woolcott & Bergman (W&B) y la medición por DEXA.

En el gráfico de Bland-Altman de la figura 4 se muestra la diferencia del %MG entre la ecuación W&B y DEXA, según el %MG promedio. La diferencia promedio fue de -1.08%, con un rango de 2 DE entre -9,3 y 7,2%.

La correlación entre la diferencia de %MG y el %MG promedio tuvo un R de -0,234 ($p < 0,001$), por lo tanto hay sobreestimación en sujetos con menor %MG y subestimación en aquellos con mayor %MG.

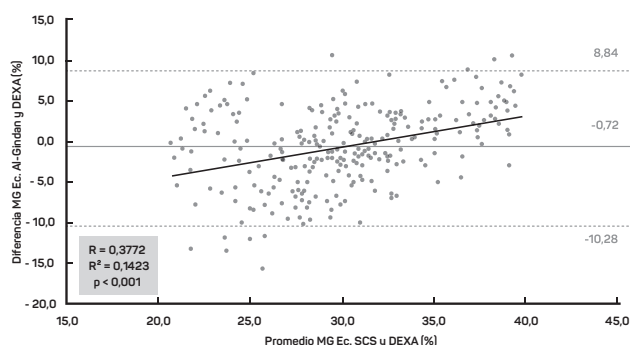

FIGURA 5.

Gráfico de Bland & Altman para la diferencia entre el porcentaje de masa grasa estimado por ecuación de Al-Gindan y la medición por DEXA.

El %MG estimado con la ecuación de Al-Gindan mostró una correlación significativa con la medición por DEXA ($R = 0,86$; $R^2 = 0,74$; $p < 0,001$).

En la figura 5 se muestra el gráfico de Bland-Altman entre la diferencia del %MG de Al-Gindan y DEXA, según %MG. La diferencia promedio fue de -0,72%, con un rango de 2 DE entre -10,3 y 8,8%. La correlación entre la diferencia de %MG y el %MG promedio fue estadísticamente significativa ($R = 0,377$; $p < 0,001$), por lo tanto hay mayor sobreestimación a mayor %MG de los sujetos.

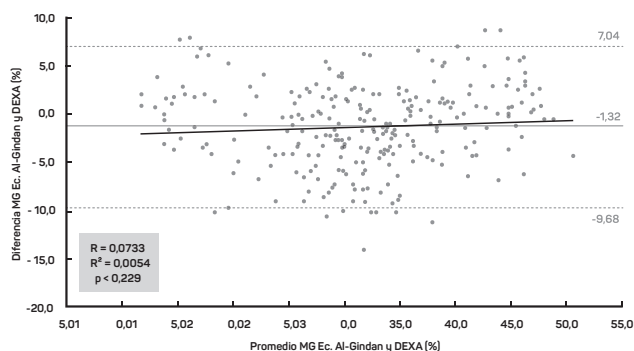

FIGURA 6.

Gráfico de Bland & Altman para la diferencia entre el porcentaje de masa grasa estimado por ecuación CUN-BAE y la medición por DEXA.

La estimación del %MG con la ecuación de CUN-BAE mostró una correlación significativa con el %MG por DEXA ($R = 0,89$; $R^2 = 0,79$; $p < 0,001$).

La figura 6 muestra el gráfico de Bland-Altman. Observándose un promedio de diferencia del %MG CUN-BAE menos DEXA, de -1,32%, con un rango de 2 DE entre -9,7 y 7,0%.

La correlación entre la diferencia de %MG y el %MG promedio no fue estadísticamente significativa ($R=0,073$; $p=0,229$), por lo que no hay diferencia en el error de estimación según el %MG de cada sujeto. La ecuación de CUN-BAE ajustada por la diferencia promedio de subestimación (1,32%), se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{MG\%} = & -43,7 + (0,503 \times \text{edad}) + (10,689 \times \text{sexo}) + (3,172 \times \text{IMC}) - (0,026 \times \text{IMC}^2) + \\ & (0,181 \times \text{IMC} \times \text{sexo}) - (0,02 \times \text{IMC} \times \text{edad}) - (0,005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) + (0,00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{edad}) \end{aligned}$$

DISCUSIÓN

En el presente estudio se desarrollaron ecuaciones con la muestra total y categorizando por sexo, y además se desarrolló una ecuación que usó el índice de masa corporal con la estatura cubo, sin embargo, no se observó mayor capacidad predictiva con estas últimas, respecto de la ecuación general. Además, en términos prácticos resulta de mucho más utilidad usar la ecuación SCS con el IMC tradicional, por ser un indicador de más fácil cálculo y que se utiliza normalmente en contexto de la práctica clínica.

Las estimaciones de masa grasa obtenidas en la muestra con la ecuación SCS mostraron en promedio una diferencia mínima en comparación con los valores obtenidos por DEXA, no así con las estimaciones obtenidos con las ecuaciones de Al-Gindan, CUN-BAE y W&B. En el caso de la ecuación de W&B se utilizan las variables, edad, peso, talla, IMC, circunferencia de cintura, además de la etnicidad, la cual fue dividida en africanos-americanos, europeos-americanos, mexicanos-americanos, aspecto que puede explicar en parte la diferencia de estimación al comparar con la ecuación local (8).

El mejor comportamiento de la ecuación SCS debiera ser explicado principalmente porque las otras ecuaciones se han originado en poblaciones de estudio con diferentes características socio-demográficas, y especialmente las características raciales. Otro hallazgo importante fue que el

porcentaje de masa grasa obtenido por la ecuación SCS tuvo una mayor exactitud en la estimación en hombres que en mujeres, al igual que lo observado con las ecuaciones CUN-BAE y W&B. En contraste, con la ecuación generada por Al-Gindan se observa una mayor correlación en mujeres (9).

Al igual que con la ecuación local, CUN-BAE utilizó las variables peso, talla, IMC, y sexo, pero lo interesante es que además el %MG fue correlacionado con parámetros metabólicos y de riesgo cardiovascular, tales como HOMA-IR, colesterol total, insulina, glucosa y presión arterial (10). Por otro lado, la ecuación CUN-BAE, aún cuando en promedio subestima el %MG en 1,32%, este error es similar al amplio rango de %MG de los participantes, lo que permite realizar un ajuste matemático a la ecuación. A pesar de lo anterior, esta ecuación muestra una mayor dispersión del error de estimación del %MG individual, en comparación con la ecuación SCS. Por otro lado, las estimaciones del %MG por ecuaciones de W&B y Al-Gindan muestran una mayor diferencia promedio con las mediciones por DEXA, con una amplia dispersión de las diferencias, además de mostrar errores que varían según el %MG de los sujetos.

Con la ecuación local generada en este estudio, se logra explicar un 81,4% de la variabilidad en el % de masa grasa medido por DEXA, y a pesar de que este valor no resulta ser óptimo, es similar a lo encontrado con otras ecuaciones antropométricas descritas en la literatura para predecir el %MG. Por ejemplo, las ecuaciones de Durnin y Womersley (12), que utilizan la sumatoria de 4 pliegues explican un 81% de variabilidad del %MG y con la ecuación de Deurenberg et al. (13), que incluye peso, talla, sexo y edad, se logra explicar un 79% de la variabilidad del %MG.

La muestra utilizada para la realización de la ecuación SCS incluyó un 60,1% de sujetos con sobrepeso y obesidad, cifra no muy alejada de la distribución observada en Chile en la Encuesta Nacional de Salud del año

2017, donde un 74,2% de la población presentó exceso de peso (14). Además, la muestra contenía a un reducido grupo de escaladores hombres (10,7%), motivo por el cual se decidió evaluar el comportamiento de la ecuación excluyendo a este grupo en particular. Sin embargo, los resultados obtenidos no presentaron mayor correlación con el porcentaje de masa grasa medido por DEXA, en comparación con la ecuación general, por lo que finalmente estos deportistas se incluyeron como parte de la muestra para el desarrollo de la ecuación final (SCS) (datos no mostrados en resultados). Otra razón para incluir a este sub-grupo de deportistas es que, de acuerdo a los datos nacionales de la "Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deporte 2018 en Población de 18 años y más" (15), existe un 18,7% de personas que realizan actividad física con frecuencia, por lo que se estima que la ecuación SCS podría ser extrapolable a nuestra población general, teniendo en cuenta distintos rangos de IMC y niveles de actividad física.

Ya que el porcentaje de masa grasa es un complemento importante para el examen físico y diagnóstico nutricional de los pacientes, es relevante la implementación de una ecuación que permita estimar esta variable con menor costo y/o tiempo que el asociado a la toma de pliegues cutáneos, o a la realización de DEXA o bioimpedanciometría, y de tal forma optimizar el trabajo por parte de los profesionales de salud, con recursos limitados en el contexto de la práctica clínica y salud ambulatoria.

CONCLUSIONES

La ecuación SCS permitió predecir de manera eficaz y precisa el porcentaje de masa grasa en pacientes adultos chilenos en un amplio rango de índice de masa corporal a partir de medidas antropométricas de fácil obtención. La ecuación local logró una mejor concordancia con la masa grasa medida por DEXA en comparación con las ecuaciones de Woolcott, Al-Gindan y CUN-BAE encontradas en la literatura y aplicadas a la muestra del estudio. Para la estimación del porcentaje de grasa en pacientes adultos sanos chilenos idealmente se debieran utilizar ecuaciones predictivas formuladas y/o validadas en poblaciones con características similares a la población chilena, ya que las diferencias entre las variables sociodemográficas podrían ser un factor determinante en los resultados obtenidos. Aún así las ecuaciones de CUN-BAE, cuando se corrigen por la

diferencia promedio, presentan un buen desempeño, probablemente por el carácter multirracial de la muestra utilizada.

En conclusión, la ecuación CUN-BAE ajustada podría ser utilizada en población chilena al igual que la ecuación local (SCS). Es importante validar estas ecuaciones en otros grupos, ya sea de población chilena o latinoamericana, con el fin de evaluar su exactitud en poblaciones con características diferentes a la muestra original, antes de ser recomendada para uso general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Evaluación nutricional, Organización de las naciones unidas para nutrición y agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/nutrition/evaluacion-nutricional/es/>
- [2] Carrasco F, Reyes E, Rimler O, Ríos F. Predictive accuracy of body mass index in estimating body fatness measured by bioelectrical impedance. *Arch Latinoam Nutr.* 2004;54(3):280-6.
- [3] Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. In: StatPearls. Treasure Island (FL) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082114/>
- [4] Rothman KJ. BMI-related errors in the measurement of obesity. *Int J Obes (Lond).* 2008;32(Suppl 3):S56-9. doi: 10.1038/ijo.2008.87.
- [5] Bosy-Westphal A, Braun W, Geisler C, Norman K, Müller MJ. Body composition and cardiometabolic health: the need for novel concepts. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72:638-44.
- [6] Sedlmeier AM, Baumeister SE, Weber A, Fischer B, Thorand B, Ittermann T, et al. Relation of body fat mass and fat-free mass to total mortality: results from 7 prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr.* 2021;113:639-46.
- [7] Wang Z, Heymsfield SB, Chen Z, Zhu S, Pierson RN. Estimation of percentage body fat by dual-energy x-ray absorptiometry: evaluation by in vivo human elemental composition. *Phys Med Biol.* 2010;55(9):2619-35. doi: 10.1088/0031-9155/55/9/013.
- [8] Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage - A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep.* 2018;8(1):10980. doi: 10.1038/s41598-018-29362-1.
- [9] Al-Gindan YY, Hankey CR, Govan L, Gallagher D, Heymsfield SB, Lean MEJ. Derivation and validation of simple anthropometric equations to predict adipose tissue mass and total fat mass with MRI as the reference method. *Br J Nutr.* 2015;114(11):1852-67. doi: 10.1017/S0007114515003670.
- [10] Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, Rodríguez A, Galofré JC, Escalada J, et al. Clinical Usefulness of a New Equation for Estimating Body Fat. *Diabetes Care.* 2012;35(2): 383-8. doi: 10.2337/dc11-1334.
- [11] Lohman TG. Anthropometry and body composition. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign (IL): Human Kinetics; 1988. p. 125-9.
- [12] Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32:77-97. <https://doi.org/10.1079/bjn19740060>.
- [13] Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991;65(2):105-14. doi: 10.1079/bjn19910073.
- [14] Ministerio de Salud, Subsecretaría de Salud Pública. "Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Primeros resultados", Santiago (2017). https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
- [15] Ministerio del Deporte. Resumen Ejecutivo "Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deporte 2018 en Población de 18 años y más" [Internet]. 2018 Dec [cited 2021 Mar 29]. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/sigi/files/82933_encuesta_act_f_sica_y_deportes_2018_vf.pdf