



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

EPIDEMIOLOGÍA CLÍNICA

**“ECUACIONES DE PREDICCIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS SANOS Y ENFERMOS”**

TESIS

**QUE PARA OPTAR EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS**

PRESENTA

JIMENA FUENTES SERVÍN

TUTOR

**DRA. MARTHA GUEVARA CRUZ
INSTITUTO NACIONAL DE
CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
“SALVADOR ZUBIRÁN”**

CO-TUTOR

**DRA. ISABEL MEDINA VERA
INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRÍA**

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Con dedicatoria especial a mi madre, mi mayor ejemplo, mi guía y luz. Gracias por motivarme e impulsarme para alcanzar cada sueño y recorrer este camino conmigo. Te amo infinito.

Gracias a mi padre por ser ejemplo de constancia y dedicación, virtudes que, me dieron la fuerza necesaria para cumplir mis metas. Gracias por todo tu apoyo.

A mi querido hermano, por ser la alegría de mi vida, haces que todo proyecto y momento sea divertido. Siempre juntos.

Anita, mi amiga, cómplice y segunda madre, gracias por estar siempre a mi lado, nunca soltarme y por tu amor incondicional.

Frank gracias por llegar a mi vida en uno de mis mejores momentos. Por tu cariño, escucharme, ayudarme y ser parte de este ciclo.

A mis tutoras, la Dra. Martha Guevara y la Dra. Isabel Medina por su guía, apoyo, tiempo, dedicación y confianza en todo este trayecto. Gracias por enseñarme lo bonito y gratificante que es la investigación. Mi admiración y agradecimiento eterno.

A Dios y a la vida por darme tanto, por la felicidad de concluir un proyecto más y abrirme siempre los caminos. Gracias también a quien no están físicamente pero que llevo en mi corazón, sé que me guían y cuidan siempre.

Agradezco también, al Consejo de Ciencia y Tecnología, a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Programa de Maestría en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud por el apoyo recibido para mi formación académica.

Índice

1.	Abreviaturas	5
2.	Resumen	7
3.	Introducción	8
4.	Marco teórico.....	9
4.1	Gasto energético.....	9
4.2	Variables que influyen en el gasto energético en reposo.....	11
4.3	Medición del gasto energético	12
4.4	Calorimetría indirecta.....	13
5.	Antecedentes.....	15
6.	Planteamiento del problema	17
7.	Justificación	18
8.	Pregunta de revisión sistemática	18
9.	Objetivos.....	18
9.1	General	18
9.2	Específicos	18
10.	Material y métodos.....	19
10.1	Estrategia de búsqueda	19
10.2	Selección de estudios.....	20
10.3	Criterios de selección	20
10.3.1	Criterios de inclusión.....	20
10.3.2	Criterios de exclusión.....	20
10.4	Extracción de datos	21
10.5	Evaluación de calidad y sesgo	21
11.	Resultados	22
11.1	Evaluación de riesgo de sesgo.....	24
11.1.1	Concordancia.....	24

11.1.2	Calificación de calidad	24
11.2	Ecuaciones de predicción de gasto energético.....	25
11.2.1	Ecuaciones de predicción en población pediátrica sana	25
11.2.2	Ecuaciones de predicción en población pediátrica con sobrepeso y obesidad.....	31
11.2.3	Ecuaciones de predicción en población pediátrica con situaciones clínicas específicas.....	41
12.	Discusión	52
13.	Conclusión	55
14.	Anexos.....	56
	Anexo 1. Formato de la herramienta de evaluación de la calidad para estudios de cohortes observacionales y transversales	56
	Anexo 2. Herramienta de evaluación de la calidad para estudios de cohortes observacionales y estudios transversales.....	57
	Anexo 3. Análisis de acuerdo de evaluación de sesgo.....	63
	Anexo 4. Calificación de calidad de los estudios incluidos.....	64
	Anexo 5. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica sana	65
	Anexo 6. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con sobrepeso y obesidad.....	68
	Anexo 7. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con situaciones clínicas específicas	71
15.	Referencias.....	74

1. Abreviaturas

Abreviatura	Significado
ASC	Área de superficie corporal
BIA	Análisis de bioimpedancia eléctrica
CI	Calorimetría indirecta
CC	Circunferencia de cintura
CD	categoría de diagnóstico
CDP	Categoría del diagnóstico + peso
CenI	Índice de centralidad
CMMB	Circunferencia muscular de la parte media del brazo
ConI	índice de conicidad
CO₂	Dióxido de carbono
CR	Coeficiente respiratorio
DEIMC	Desviación estándar de IMC
DEXA	Absorciometría de rayos X de energía dual
ETA	Efecto térmico de los alimentos
FIO₂	Fracción inspiratoria de oxígeno
G3	Estado puberal gonadal 3
%GC	Porcentaje de grasa corporal
GC	Grasa corporal
GE	Gasto energético
GET	Gasto energético total
GEB	Gasto energético basal
GER	Gasto energético en reposo
HB	Harris Benedict
Hb	Hemoglobina
H₂O	Agua
IMC	Índice de masa corporal
IOM	Instituto de medicina
MG	Masa grasa
MLG	Masa libre de grasa

NET	Necrólisis epidérmica tóxica
NPT	Nutrición parenteral total
NU	Nitrógeno ureico
O₂	Oxígeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
PEEP	Presión positiva al final de la espiración
PGEB	Predicción del gasto energético basal
PPQ	Peso Previo a Quemadura
Q	Quemadura en porcentaje
QTG	Quemadura Tercer Grado en porcentaje
R	Correlación
R²	Coefficiente de determinación
SNC	Sistema nervioso central
SSJ	Síndrome de Stevens-Johnson
VO₂	Volumen de oxígeno
VCO₂	Volumen de dióxido de carbono
%PIC	% de peso ideal corporal

2. Resumen

Antecedentes y objetivo: La determinación de los requerimientos energéticos es necesaria para favorecer un adecuado crecimiento y estado nutricional en la población pediátrica sana y enferma. Actualmente se han diseñado y modificado varias ecuaciones predictivas con la finalidad de estimar el gasto energético en reposo en poblaciones pediátricas en diversas situaciones clínicas. Nuestro objetivo fue identificar las ecuaciones, sus componentes y características métricas que han sido diseñadas para la predicción del gasto energético basal y en reposo en pacientes pediátricos sanos y enfermos.

Métodos: Se realizó una búsqueda sistemática de estudios observacionales publicados en inglés que reportaran el diseño de una ecuación predictiva para estimar el gasto energético en reposo en población pediátrica sana y enferma en las bases de datos de MEDLINE/Pubmed, EMBASE y LILACS publicados hasta enero 2021. La extracción de los datos, la evaluación de los estudios y la síntesis de los resultados se realizaron de acuerdo con las directrices de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Resultados: De un total de 769 estudios identificados en la búsqueda, 39 de ellos cumplieron los criterios de inclusión y fueron analizados. Ocho de ellos establecen ecuaciones predictivas para población sana, diecisiete para población con sobrepeso y obesidad y catorce para población pediátrica en situaciones clínicas específicas. En población pediátrica sana las ecuaciones de la FAO/OMS y de Schofield presentaron los valores coeficiente de determinación más altos, mientras que en población con obesidad la ecuación de Molnár et al es recomendada por su simplicidad y buena correlación.

Conclusión: Se ha publicado una gran variedad de ecuaciones predictivas del gasto energético en población pediátrica, que son muy heterogéneas. Esta revisión es un compendio de la mayoría de ellas para poder realizar una evaluación crítica para su elección en la práctica clínica pediátrica.

3. Introducción

La energía es vital y necesaria para mantener las funciones metabólicas de un organismo (1). La determinación de los requerimientos energéticos en niños y adolescentes es importante para su adecuado crecimiento (2) así como, para evitar los efectos de la sobrealimentación o la alimentación insuficiente. Para establecer estos requerimientos de energía es necesario determinar el gasto energético total (GET) el cuál es la cantidad de energía utilizada diariamente por el individuo (3), el mayor componente de este GET (60-70%) es el gasto energético basal (GEB), que representa la integración de la actividad mínima de todos los tejidos del cuerpo en condiciones de estado estacionario (4); determinar el GET es poco accesible y costoso, por lo tanto, estimarlo a partir del conjunto del GEB, termogénesis de los alimentos y la actividad física es lo más común. Debido a que las técnicas para medir GEB son poco factibles, estimarlo a través del gasto energético en reposo (GER) es lo más factible y lo comúnmente utilizado. El método de referencia ampliamente utilizado para determinar el GER es la calorimetría indirecta (CI) (5), sin embargo, el uso de esta técnica no es práctica debido a su costo, disponibilidad, tiempo de medición y necesidad de un ayuno apropiado (6), es por ello que para la práctica clínica habitual a lo largo del tiempo se han desarrollado o modificado diversas ecuaciones predictivas del gasto energético, con la finalidad de determinar los requerimientos calóricos en niños y adolescentes en diversas situaciones clínicas. La mayoría de estas ecuaciones fueron obtenidas de grupos heterogéneos de niños, por lo tanto, el objetivo de la presente revisión fue identificar las ecuaciones, sus componentes y características métricas que han sido diseñadas para la predicción del GEB y GER en pacientes pediátricos sanos y enfermos.

4. Marco teórico

4.1 Gasto energético

Una evaluación precisa de las necesidades energéticas es necesaria para complementar la evaluación nutricional individual, además para poder determinar la eficacia de las intervenciones nutricionales que han sido prescriptas. Esta evaluación de las necesidades energéticas cobra especial importancia en el paciente pediátrico debido a su reserva energética menor (7) y a la etapa de crecimiento que si no se tiene un balance energético adecuado se podría ver mermado.

El concepto tradicional de balance energético tanto en la desnutrición como en el sobrepeso y la obesidad se desarrolla cuando la ingesta energética es menor o excede a la energía gastada. A largo plazo, mantener un peso normal requiere que la ingesta energética sea igual al gasto energético (GE) y cuando los macronutrientes, componentes de la dieta son modificados, el sustrato oxidado puede ser ajustado para lograr un nuevo equilibrio, para ello, es necesario conocer el gasto energético total de cada paciente, el cual se define de la siguiente manera:

El GET es la cantidad de energía usada por el cuerpo humano para las funciones diarias y en el paciente pediátrico lo conforman estos cuatro componentes principales (8).

- a) Gasto energético basal
 - b) Efecto térmico de los alimentos (ETA)
 - c) Actividad física
 - d) Crecimiento
- **Gasto energético basal:** es la energía requerida para mantener las funciones básicas del cuerpo, actividades metabólicas celulares y las funciones de los órganos, tales como la respiración, el mantenimiento de la temperatura corporal, en las actividades físicas diarias y el estrés fisiológico. El GEB es el principal componente del GET y su determinación no es fácil, su evaluación debe realizarse por la mañana posterior a 12-18 horas de

ayuno cuando el individuo se ha despertado y antes de realizar las actividades diarias, se debe permanecer en una posición reclinada en un ambiente termo-neutral es decir, bajo condiciones ambientales controladas de temperatura, humedad, luz y ruido (8).

- **Gasto energético en reposo:** debido a que la evaluación del GEB puede complicarse en la práctica clínica, se ha utilizado como opción la medición GER, este se ha evaluado mediante la utilización de la CI, la cual evalúa el GER bajo condiciones ambientales confortables y difiere muy poco con respecto al GEB (no sobrepasa del 3%) (8).
- **Efecto térmico de los alimentos:** representa el costo metabólico de la digestión de alimentos, absorción y síntesis de tejidos. Se ve afectada por el tipo y cantidad de macronutrientes consumido (hidratos de carbono, proteína y grasa) (9) y por la vía de administración del sustrato (oral, enteral o parenteral) y representa alrededor del 5 al 10% del GET (10).
- **Actividad física:** es la cantidad de energía utilizada para los movimientos diarios y la actividad física (8, 10). Para considerar la actividad dentro del requerimiento energético, se han sugerido constantes metabólicas (niveles de actividad) los cuales se multiplican al GEB (8).
- **Gasto energético relacionado al crecimiento:** debido al incremento en la velocidad de crecimiento durante los primeros 2 años de vida y la adolescencia, es necesario adicionar energía para lograr mantener un crecimiento adecuado. (8, 10), es decir, se requiere de un 35% aproximadamente de los requerimientos energéticos diarios en los primeros 3 meses de vida disminuyendo progresivamente a: 6 % a los 6 meses, 5 % a los 12 meses y 3 % en el segundo año de vida, posteriormente permanece entre el 1 a 2 % hasta la adolescencia (11).

Es importante considerar que, los requerimientos energéticos en los niños se ven afectados por diversos factores, el estado nutricional, la ingesta de energía, la edad, el sexo, la composición corporal, las hormonas, la actividad física, la temperatura corporal y ambiental y la farmacoterapia, así como por las enfermedades subyacentes, estrés quirúrgico, infecciones, inflamación, fiebre o trauma (8, 12).

4.2 Variables que influyen en el gasto energético en reposo

Existen múltiples factores que juegan un papel importante en la variabilidad y determinación del GE, estas variables pueden ser tanto antropométricas como clínicas. Dentro de las antropométricas encontramos que, al peso, la estatura y la composición corporal las cuales se correlacionan de manera significativa con el GE mientras que en el caso de las variables clínicas las variables como la edad y el sexo. Es por ello, que se han publicado diversas ecuaciones de predicción GE utilizando dichas variables o combinación de ellas para la predicción del GE.

Dentro de las variables de simple obtención se encuentra el peso, la cual es probablemente la más utilizada en los diferentes modelos ecuaciones de predicción del GE tanto en niños como en adultos (13-15). Se ha documentado que el peso presenta una relación lineal con el GE y que a mayor masa corporal se va incrementando el GE (16). Los estudios desarrollados por Harris y Benedict, en 1918, confirman que el peso es de las variables que se asocian directamente con el GE (17). En relación a la estatura, se ha documentado que aquellos con mayor altura presentan incremento en los requerimientos energéticos en comparación a aquellos con estatura baja, es decir, a mayor tejido corporal mayor actividad metabólica, es decir, un tamaño corporal más grande implica una masa libre de grasa (MLG) mayor (18, 19).

Referente a la composición corporal se ha descrito dos compartimientos importantes, la MLG y la masa grasa (MG), las cuales pueden ser determinado mediante diferentes métodos como el análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA), la absorciometría dual de rayos X (DEXA) o por la toma de pliegues cutáneos. En la práctica clínica, no siempre es posible su determinación debido a al alto costo del equipo o en su caso requerir de personal capacitado para su medición. Sin embargo, a pesar de las dificultades que pudiera tener su determinación, la MLG es una de las variables comúnmente utilizadas en ecuaciones de predicción, esto debido a que la MLG es el tejido metabólicamente activo (20) y es el principal determinante del GER (17, 21, 22), documentándose que presenta valores altos de correlación con el GE (23-25).

En cuanto a las variables clínicas del sexo y la edad, se ha documentado que el sexo es también un determinante significativo del GE, ya que los hombres tienen un GE mayor que las mujeres después del ajuste de la composición corporal, principalmente MLG (1, 22). Un estudio realizado por Rodríguez y cols. (26) afirma que la MLG constituye el 73,1% de la variedad entre sexo y el GE niños y adolescentes con y sin obesidad. Se han desarrollado diferentes ecuaciones de predicción con base en el sexo ya que, se asume que la composición corporal entre hombres y mujeres son diferente ya que, los hombres tiene mayor músculo esquelético (1) Por otro lado, la edad está relacionada el GE, diversas ecuaciones de predicción del GE proponen la estratificación de los modelos con base a rangos de edad como el caso de FAO/OMS (27), Schofield (28) y Henry (4) entre otros. Así mismo se documentó que la pendiente de regresión entre GE y MLG disminuye con el aumento de MG, este proceso se puede explicar por un aumento relacionado con la edad en la relación masa muscular/masa de órganos dentro de la MLG. Se documentaron que los coeficientes de regresión ente GE y MLG fue de: 79.2 kcal/kg entre el nacimiento y los 2 años y medio, 28.3 kcal/kg durante la adolescencia y 21.0 kcal/kg en la edad adulta (29).

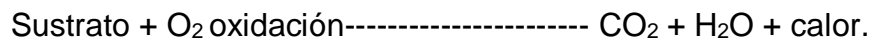
4.3 Medición del gasto energético

La medición del GE es el método más preciso para evaluar los requerimientos energéticos. A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes técnicas para estimarlo como el caso del agua doblemente marcada, la cual estima el GET mediante la diferencia entre las tasas de rotación aparente del hidrógeno y el oxígeno del agua corporal en función de la producción de dióxido de carbono (30) su aplicación en la clínica está limitada a la utilización de isótopos estables y espectrómetro de masas además de que para analizar las muestras y obtener resultados se requiere de varios días (31). Por otro lado, la calorimetría directa, la cual mide la producción de calor producido por procesos metabólicos para determinar el GET, esto mediante la estimación del calor corporal a través de una cámara sellada térmicamente (32). Si bien ambos métodos son muy exactos presentan la desventaja de que su determinación es costosa, poco accesible y requiere de personal capacitado por lo cual se ha preferido la determinación del GE mediante la CI (31, 32).

4.4 Calorimetría indirecta

Actualmente, uno de los métodos más precisos y utilizados para medir el GER es por medio de la CI, también denominado “estándar de referencia”, método que basa en el intercambio de gases respiratorios, consumo de oxígeno y bióxido de carbono producido (32) mediante el siguiente principio:

La energía humana proviene de la energía liberada mediante la oxidación de los nutrientes de los alimentos. Los nutrientes a base de carbono son convertidos en dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O), y calor cuando hay oxígeno (O₂). La IC evalúa la cantidad de calor que se genera de manera indirecta. Específicamente, el gasto de energía puede calcularse midiendo la cantidad de oxígeno utilizado y el dióxido de carbono liberado por el cuerpo (32).



La cantidad específica de oxígeno utilizada se puede medir y se denomina consumo de oxígeno (VO₂), mientras que la cantidad de gas de dióxido de carbono producida por las células se llama producción de dióxido de carbono (VCO₂). El cálculo de dichos valores se puede realizar a través de la técnica de termodilución y cuantificación de parámetros hemodinámicos o midiendo el intercambio de gases pulmonares, es decir la CI (32).

El promedio del GE por día en kilocalorías (kcal) se puede calcular mediante la ecuación de Weir, sustituyendo los valores de VO₂ y VCO₂ medidos por la CI, considerando que un litro de O₂ consumido genera 3.9 kcal en comparación a un litro de CO₂ de 1.1 kcal (32).

Ecuación de Weir

$$\text{Gasto energético (kcal/día)} = ([\text{VO}_2 \times 3.941] + [\text{VCO}_2 \times 1.11] + [\text{NU} \times 2.17]) \times 1440$$

(33)

Dentro de los componentes de la ecuación de Weir se encuentra el nitrógeno urinario (NU), el cual se puede excluir de la ecuación ya que, representa alrededor del 4% del GE real. Aportando un error mínimo del 1 al 2% en el cálculo del GE final. (34) Además, de que la recolección de orina puede presentar un error intrínseco al

no representar con precisión la producción total de nitrógeno del paciente (32). Por lo anterior es posible utilizar la ecuación de Weir simplificada para la determinación del GE.

Ecuación de Weir simplificada

$$\text{Gasto energético (kcal/día)} = ([\text{VO}_2 \times 3.941] + [\text{VCO}_2 \times 1.11]) \times 1440 \quad (33)$$

Por otro lado, en la determinación del GE se incluye a medición del coeficiente respiratorio (CR), que es la relación entre el consumo VO_2 y la excreción de VCO_2 ($\text{VO}_2 / \text{VCO}_2$) reflejando el tipo de sustrato utilizado. Un valor de CR de 1 refleja la cantidad de hidratos de carbono oxidados, cercano a 0.7 de grasas y de 0.8 a proteínas respectivamente (32, 34) (tabla 1).

Dentro de las limitaciones de la CI se encuentran su alto costo para la población, la disponibilidad y mantenimiento del equipo del equipo, su uso debe ser realizado por técnicos especializados (35), por lo que se ha optado por utilizar ecuaciones que predicen el GER cuyo uso es simple, sin costo e implica actividades mínimas tanto del personal de la salud como para el paciente (36).

Tabla 1. Comparación del consumo de oxígeno, liberación de dióxido de carbono, coeficiente respiratorio y generación de calor durante la oxidación de los tres principales sustratos biológicos				
Sustrato	Consumo de oxígeno	Producción de dióxido de carbono	Coeficiente respiratorio	Calor producido por g oxidado (Kcal)
Glucosa	0.746	0.746	1.00	3.75
Lípido	2.029	1.430	0.69	9.30
Proteína	0.966	0.782	0.81	4.30
Traducido al español de: Nutr ClinPract. 2007 Aug;22(4):377-88.				

5. Antecedentes

Al momento, no se han identificado revisiones sistemáticas que mencionen el desarrollo de las diversas ecuaciones predictivas del GE utilizadas en pediatría tanto en población sana como enferma, sin embargo, se han desarrollado dos revisiones sistemáticas que han comparado diferentes ecuaciones comúnmente utilizadas en el ámbito pediátrico evaluado su exactitud y/o precisión en condiciones clínicas específicas (tabla 2).

El estudio de Chima y cols. (13) realizado en el año 2020, evaluaron una población de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, el objetivo del estudio fue determinar que ecuaciones proporcionaron los valores más exactos y precisos del GER, definiendo exacto como la proximidad al GE medido y preciso como la proporción de participantes con valores pronosticados dentro del 10% de las estimaciones medidas. Las ecuaciones evaluadas fueron: FAO/OMS, Harris Benedict (HB), Henry (1999 y 2005), Instituto de Medicina (IOM por sus siglas en inglés), Lazzer (2006), Mifflin, Molnár (1990 y 1995), Müller, Schmelzle y Schofield. Concluyeron que ninguna ecuación dieron estimaciones exactas y/o precisas para la población pediátricas.

El segundo estudio es el de Chaparro y cols. (14) realizado en el año 2018, evaluaron niños críticamente enfermos con el objetivo de identificar el sesgo ($\leq 10\%$) de las ecuaciones específicamente diseñadas para aquellos con ventilación mecánica o desarrolladas en población sana pero frecuentemente utilizadas en la unidad de cuidados intensivos pediátricos. Las ecuaciones evaluadas fueron: HB, FAO/OMS, Fleisch, Mehta, Schofield y White concluyendo que, para niños críticamente enfermos con ventilación mecánica, ninguna de las ecuaciones estudiadas tendría que utilizarse.

Lo anterior, brinda un panorama general de las ecuaciones que son utilizadas con mayor frecuencia para la estimación de los requerimientos energéticos en la población pediátrica con sobrepeso y obesidad y críticamente enfermos, así como, la inclusión de la ecuación de HB, la cual fue diseñada en población adulta pero ampliamente utilizada en pediatría. Así como ratificar que al hasta el momento no

hay consenso sobre qué ecuación o ecuaciones son más apropiadas para la estimación precisa del GE en niños sanos y enfermos

Tabla 2. Revisiones sistemáticas de comparación de ecuaciones predictivas utilizadas en pediatría

Autor/año	Población	Objetivo	Ecuaciones utilizadas	
<p>Chima et al. 2020</p>	<p>Niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad</p>	<p>Determinar que ecuaciones proporcionan los valores más exactos y precisos del GER</p>	<ul style="list-style-type: none"> - HB - Henry (1999 y 2005) - IOM - Lazzer (2006) - Mifflin 	<ul style="list-style-type: none"> - Molnár (1990 y 1995) - Müller - Schmelzle - Schofield - FAO/OMS
<p>Chaparro et al. 2018</p>	<p>Niños críticamente enfermos</p>	<p>Evaluar la exactitud de varias ecuaciones predictivas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Schofield - FAO/OMS - HB 	<ul style="list-style-type: none"> - White - Mehta - Fleisch

6. Planteamiento del problema

La energía es vital y necesaria para mantener las funciones metabólicas de un organismo. La determinación de los requerimientos energéticos en niños y adolescentes es importante para su adecuado crecimiento, así como, para evitar los efectos de la sobrealimentación o la alimentación insuficiente. Para establecer estos requerimientos de energía es necesario determinar el GET del cuál, el mayor componente es el GEB, que representa la integración de la actividad mínima de todos los tejidos del cuerpo en condiciones de estado estacionario; determinar el GET es poco accesible y costoso, por lo tanto, estimarlo a partir del conjunto del GEB, termogénesis de los alimentos, la actividad física y el crecimiento es lo más común. Debido a que las técnicas para medir GEB son poco factibles, estimarlo a través del GER es lo más factible y lo comúnmente utilizado. Aunque desde hace años existen ecuaciones diseñadas para predecir las necesidades energéticas a partir de las características antropométricas, en algunos estados tanto fisiológicos como patológicos pueden causar importantes discrepancias entre los valores estimados y los reales; eso aunado a que existen diversas ecuaciones de predicción con diversas combinaciones de variables, a veces no está claro cuál o cuáles de ellas fueron más exactas en la estimación con respecto al estándar de referencia o cuáles son las más apropiadas para la estimación precisa del GE en niños sanos y enfermos.

7. Justificación

El método de referencia ampliamente utilizado para determinar el GET es la CI, sin embargo, el uso de esta técnica no es práctica debido a su costo, disponibilidad, tiempo de medición y necesidad de un ayuno apropiado, es por ello que a lo largo del tiempo se han desarrollado o modificado diversas ecuaciones predictivas del GE, con la finalidad de determinar los requerimientos calóricos en niños y adolescentes en diversas situaciones clínicas, sin embargo no existe un consenso y un compendio de las ecuaciones de predicción de GE en pacientes pediátricos sanos y enfermos en donde se describa las ecuaciones de predicción de esta población y que además se enfatice en las variables que las conforman, lo más importante es reconocer cuál o cuáles de estas ecuaciones tienen una mayor predicción de lo estimado con respecto al estándar de referencia, ya que esta información es muy valiosa en esta población debido a que de ello pudiera depender la selección de la ecuación a utilizar para evitar o disminuir un sesgo en la predicción del GE.

8. Pregunta de revisión sistemática

¿Cuál ecuación de predicción del GE de pacientes pediátricos sanos y enfermos, tendrá mejor predicción comparado con su estándar de referencia?

9. Objetivos

9.1 General

Determinar que ecuación o ecuaciones de predicción del GE de pacientes pediátricos tiene mejor predicción comparado con el estándar de referencia.

9.2 Específicos

- Identificar las ecuaciones que han sido diseñadas para la predicción del GE en pacientes pediátricos sanos y enfermos
- Evaluar el grado de correlación de las ecuaciones de predicción del GE en pediatría vs su estándar de referencia
- Evaluar el grado de coeficiente de determinación de las ecuaciones de predicción del GE en pediatría vs su estándar de referencia

- Describir las variables que conforman cada ecuación de predicción del GE en pediatría

10. Material y métodos

Se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada de acuerdo con la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis) (37). El protocolo se registró en PROSPERO (Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas) (38) con el número de referencia CRD42021226270.

10.1 Estrategia de búsqueda

Se realizó una estrategia de búsqueda bibliográfica exhaustiva y de forma independiente por dos investigadores Jimena Fuentes Servín (JFS) y Luis González Salazar (LGS) en la base de datos digitales de MEDLINE/Pubmed, EMBASE y LILACS. La búsqueda se realizó por artículos publicados hasta enero de 2021. La búsqueda electrónica se complementó con búsquedas manuales en las listas de referencias de artículos relevantes para identificar posibles estudios que no se hayan encontrado en la búsqueda electrónica. La descripción de la estrategia Población, Exposición, Comparador, Resultados (PECO) aplicada en la presente revisión sistemática; se basa en pacientes pediátricos sanos y enfermos (Población), ecuaciones predictivas del GE (Exposición), su estándar de referencia (Comparador) valor de correlación o coeficiente de determinación (Resultados) (Tabla 3). La búsqueda se realizó usando los siguientes términos: “energy expenditure” OR “energy metabolism” OR “resting energy expenditure”, OR “basal metabolic rate [MeSH Major Topic], “predictive equation”, “indirect calorimetry” y “child” OR “adolescent” OR “pediatrics” [MeSH Terms] NOT “adults” NOT “athletes” sin restricciones de diseño de estudio, fecha o idioma de publicación y se limitado a humanos.

Tabla 3. Criterios PECO para los criterios de selección de estudios.

Criterio		Característica
P	Población	Pacientes pediátricos sanos y enfermos
E	Exposición	Ecuaciones predictivas del GE
C	Comparador	Su estándar de referencia
O	Resultado	Valor de correlación y/o coeficiente de determinación

10.2 Selección de estudios

Después de eliminar los duplicados, se examinaron de forma independiente por dos evaluadores (JFS y LGS) los títulos y los resúmenes para la evaluación de la elegibilidad, según los criterios de inclusión. Se evaluaron los estudios publicados identificados en la búsqueda, inicialmente se utilizaron títulos y resúmenes. Sobre la base de la selección, los estudios se identificaron como "excluidos" o como "texto completo evaluado para determinar su elegibilidad".

10.3 Criterios de selección

10.3.1 Criterios de inclusión

Se incluyeron los estudios que presentaron los siguientes criterios: (1) población de estudio pacientes pediátricos (edad de 0 a 18 años), (2) aquellos cuya medición del GE fue evaluada por CI u otro método validado para determinar el GE, (3) estudios que desarrollaron ecuaciones del GEB y en reposo en diferentes condiciones clínicas.

10.3.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellos estudios que (1) la población de estudio fueran pacientes con problemas de tiroides o pacientes que tomarán medicamentos que alteraran el GE, (2) estudios que diseñaron ecuaciones para población pediátrica atleta, (3) estudios que diseñaron ecuaciones combinando población adulta con población pediátrica (4) estudios que diseñaron ecuaciones en una población diferente a la evaluada.

10.4 Extracción de datos

Los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión fueron examinados por dos investigadores, los datos fueron extraídos en un formato específico e incluyeron variables como 1). condición clínica de la población estudiada, 2). rango de edad de la población estudiada, 3). ecuaciones propuestas, 4) coeficiente de Pearson (correlación) (R) y/o coeficiente de determinación (R^2) reportado entre la nueva ecuación y el estándar de referencia utilizado, 5). el método empleado para determinar el GE, 6). país donde se desarrollaron los modelos, 7). en caso de medición de composición corporal se documentó el método para evaluar composición corporal. En caso de discrepancias, se resolvieron mediante discusión con un tercer autor.

10.5 Evaluación de calidad y sesgo

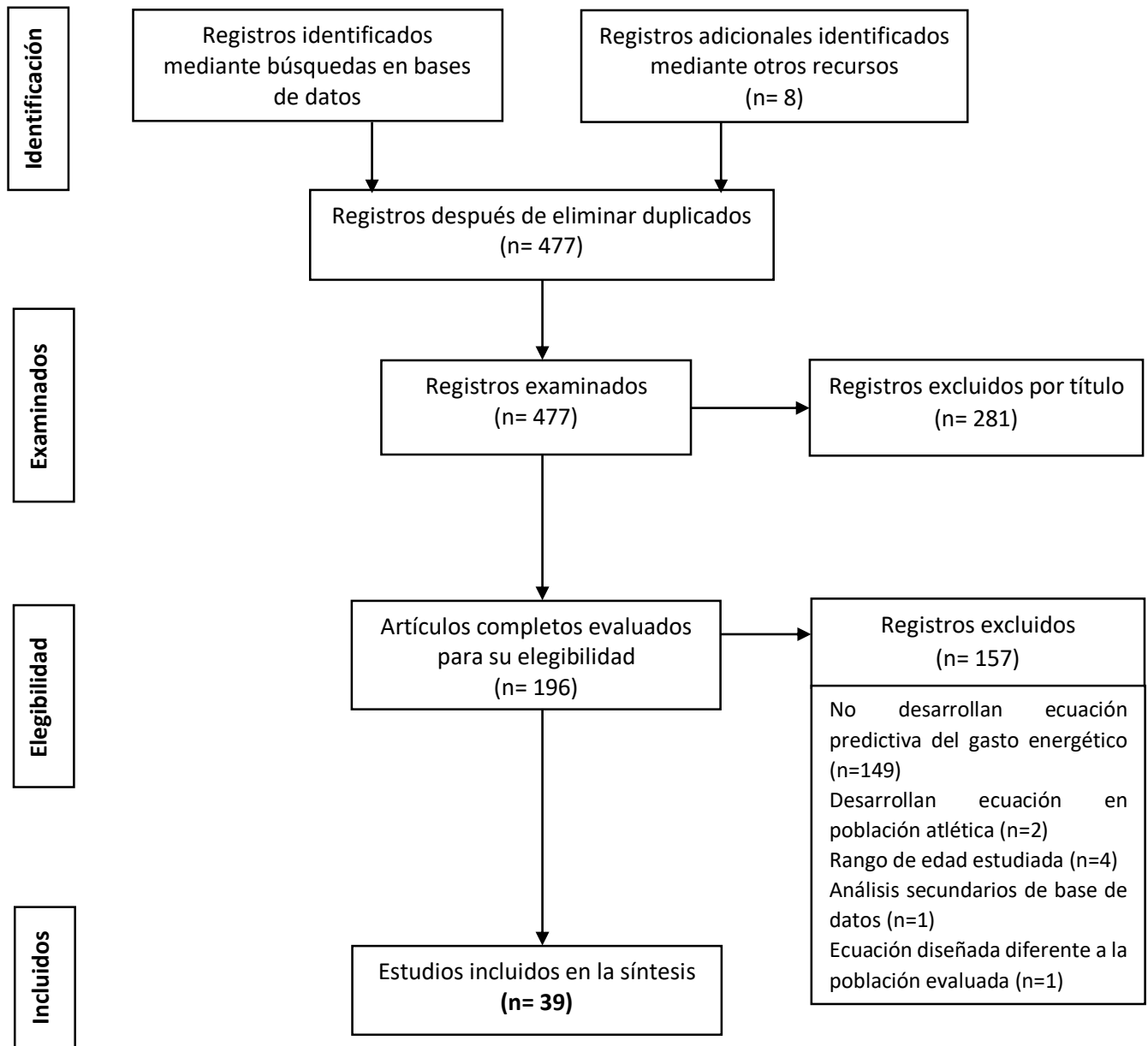
La validez de los estudios fue evaluada de forma independiente por dos investigadores (JFS y LGS), los posibles desacuerdos se resolvieron por consenso o en consulta con un tercer evaluador (IMV) utilizando la "Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies" (Herramienta de evaluación de calidad para estudios de cohortes observacionales y transversales) desarrollada conjuntamente con metodólogos del National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI) and Research Triangle Institute International (39) (anexo 1).

Las herramientas incluyeron catorce ítems para evaluar las fallas potenciales en la metodología del estudio, incluidas las fuentes de sesgo: selección de pacientes, desempeño, deserción y detección, confusión, poder del estudio y otros factores. Un juicio de "bueno" indicó un bajo riesgo de sesgo, "aceptable" significaba que el estudio era susceptible a algún sesgo considerado no suficiente para invalidar sus resultados y "deficiente" indicó un riesgo significativo de sesgo. (Anexo 1).

11. Resultados

La búsqueda identificó 769 posibles estudios, se excluyeron 300 estudios por ser duplicados y se identificaron 477 registros potenciales para entrar a la revisión, al analizar los estudios por título y resumen se eliminaron 281 por no cumplir con los criterios de selección. Se conservaron un total de 196 registros para la evaluación del texto completo, y 157 estudios fueron excluidos, la principal razón fueron estudios que no generaron una nueva ecuación predictiva (n=149), 2 estudios más se excluyeron por desarrollar ecuación en población de atletas, 4 estudios por no estar en el rango edad, un artículo que generaba una ecuación, pero con un análisis secundario de bases de datos y finalmente un artículo cuya ecuación fue diseñada en una población diferente a la estudiada. Así mismo, se identificaron y agregaron 8 publicaciones mediante referencia cruzada y cumplieron con los criterios de selección, ya que se consideraron relevantes para esta revisión, por lo que se incluyeron un total de 39 artículos, sin embargo, se analizaron 40 ecuaciones predictivas debido a que el artículo IOM) presenta ecuación para población sana y obesidad (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo (PRISMA) de los estudios incluidos



11.1 Evaluación de riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos en la revisión se llevó a cabo mediante la evaluación del análisis de acuerdo de evaluación de sesgo con la y con la calificación de la calidad de los estudios incluidos.

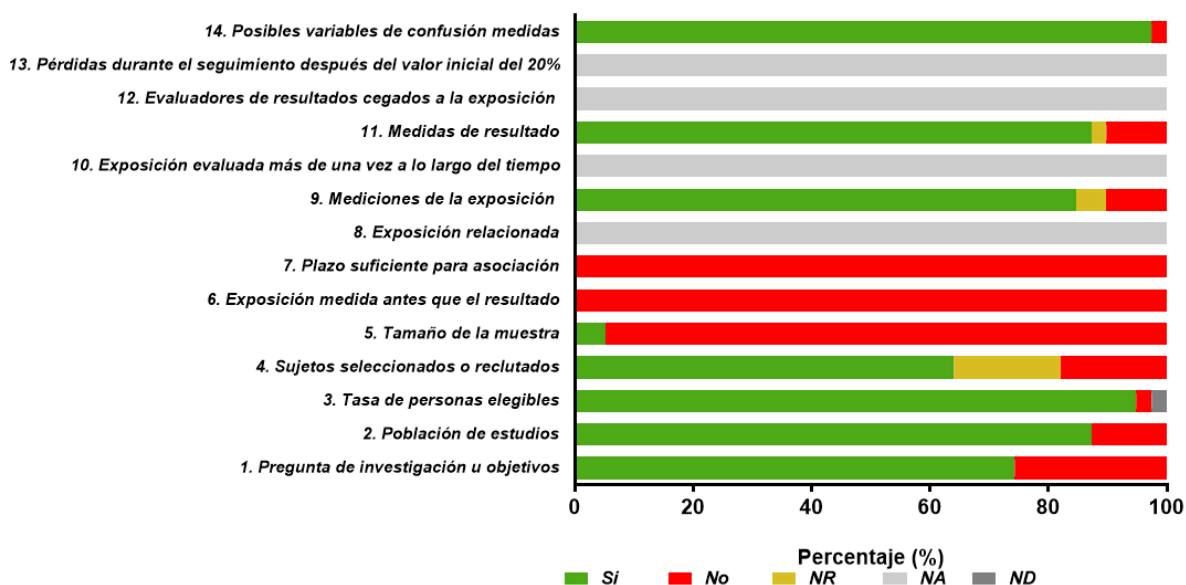
11.1.1 Concordancia

Se realizó el análisis de acuerdo de evaluación de sesgo mediante el análisis de concordancia de los artículos incluidos, los cuales fueron evaluados por dos evaluadores y las discrepancias resueltas por un tercer evaluador. Se encontró un coeficiente total de Kappa de 0.733, el cual representa una fuerza de la concordancia considerable mientras que para el análisis por cada artículo incluido se documenta que el 71.8% de ellos presenta una fuerza de concordancia casi perfecta, mientras que el 23.1% y 5.1% restantes presentaron una fuerza de concordancia de considerable y moderado respectivamente (anexo 3).

11.1.2 Calificación de calidad

La calificación de la calidad fue aceptable en veintiuno de los estudios evaluados con un riesgo moderado de sesgo, cinco estudios se calificaron como deficientes con un riesgo significativo de sesgo, mientras que trece estudios tuvieron una calificación general de buena calidad (Anexo 2 y 3). El 74.3% de los artículos evaluados (n=29) reportó en la pregunta de investigación y/u objetivo la generación de una ecuación predictiva, el 87.2 % definieron y especificaron claramente a la población de estudio, el 94.8% reportan que al menos utilizaron un 50% de la población elegible, solamente el 64% de los estudios documentaron claramente los criterios de inclusión y exclusión de la población de estudios, en general, el cálculo del tamaño de la muestra no fue documentado en los estudios a excepción de uno estudio en donde se reportó, así mismo, la cantidad de sujetos evaluados varió en los diferentes estudios, en relación a las variables dependiente e independientes se documentaron en un 84.6 y 87.2% respectivamente y finalmente en el 97.4% de los estudios se reportó el método estadístico para generación de la ecuación predictiva (Figura 2).

Figura 2. Informe de los componentes del índice de calidad de los estudios incluidos



11.2 Ecuaciones de predicción de gasto energético

Una vez que se analizó las condiciones clínicas de la población de los artículos, se decidió estratificar en tres grupos las ecuaciones para mejor comprensión de la revisión, y se estratificó en: (1) niños sanos que fueron descritos sin presentar problemas médicos significativos, (2) niños con sobrepeso u obesidad sin ninguna otra complicación y (3) pacientes con alguna situación clínica específica (anemia falciforme, atrofia muscular tipo 1, cuidados intensivos, procedimientos quirúrgicos y otros con terapia nutricional). A continuación, se describe en cada estrato cada una de las ecuaciones.

11.2.1 Ecuaciones de predicción en población pediátrica sana

Se encontraron 8 artículos con ecuaciones predictivas con referencia en población pediátrica sana, las ecuaciones de predicción, así como sus características se presenta en el anexo 5.

Ecuación de Harris-Benedict

La ecuación de Harris-Benedict (17) fue desarrollada en 1918 en Boston Massachusetts, a partir de un tamaño de muestra de 332 personas (136 hombres, 103 mujeres y 93 recién nacidos (4 días)) sanos, se incluyeron atletas y personas vegetarianas para representar a la población en general. Se determinó el GE mediante CI, las variables estudiadas fueron el peso, estatura, pulso y superficie corporal. Se documenta correlación entre la estatura y la producción de calor, el valor de R entre el peso corporal y la producción de calor fue de $R=0.80$ en recién nacidos y hombres y de $R=0.60$ en las mujeres. Determinaron que tanto la estatura como el peso corporal tienen una importancia independiente con base a la predicción del metabolismo basal.

Se establecieron 2 ecuaciones para determinar la producción de calor en 24 horas, una para hombres y otra para mujeres, las cuales incluyen las variables de peso, estatura y edad. Estas ecuaciones fueron tabuladas para valores de peso de 25.0 a 124.9 kg, para estatura de 151 a 200 cm y para edades de 21 a 70 años.

Así mismo, proponen una segunda ecuación para lactantes, que incluyen las variables de peso en kilogramos y estatura en centímetros, tabulada para peso entre 2 a 4 kg y estatura de 46 a 54 cm.

No se documenta el valor de R o R^2 de las ecuaciones.

Ecuación de FAO/OMS

Las ecuaciones de la FAO/OMS (27) fueron diseñadas en 1985. Mediante la compilación de la literatura (114 estudios), se obtuvo un tamaño de muestra aproximadamente de 7000 personas sanas de todos los grupos de edad de países desarrollados y subdesarrollados (Estados Unidos, Reino Unido, India, China, Suecia, Birmania, Holanda, Brasil, Nepal, Hawái, Japón, Filipinas, Corea, Jamaica, México, Dinamarca y Austria). Se incluyeron o una pequeña muestra de niños enfermos, la cual reportan no fue significativa. No se menciona el número de niños evaluados.

Se desarrollaron dos diferentes modelos de ecuaciones para la predicción del GEB, el primero toma en cuenta la variable de peso, se estratifica por sexo y a su vez se subdivide por edades (0-3, 3-10 y 10-18 años), el segundo modelo se considera el peso y la estatura como variables, se estratifica por sexo y es únicamente para el rango de edad de 10-18 años. No se menciona el valor de R de las variables con el GE. Las ecuaciones presentaron una R entre $R=0.97$ y $R=0.77$, los modelos de ecuación con mayor R reportada corresponden a las ecuaciones tanto de hombres y mujeres de las edades de 0-3 años que toman en cuenta la variable de peso; el modelo con la R más baja reportada fue para la ecuación de mujeres de 10-18 años de edad que toman en cuenta las variables peso y talla.

Los autores reportaron una variación significativa en el GEB relacionadas a las diferencias étnicas (población india variación del 10%) sin embargo, las ecuaciones siguen manteniéndose.

Ecuación de Schofield

Las ecuaciones de predicción del GEB diseñadas por Schofield en 1985 (28) derivadas de bases de datos que incluía población pediátrica y adulta de países desarrollados y subdesarrollados las cuales incluyeron sujetos europeos (principalmente italianos), americanos y asiáticos. A partir de una muestra de 2359 niños se desarrollaron dos diferentes modelos de ecuaciones para la predicción del GEB, el primero toma en cuenta la variable de peso y el segundo el peso y la estatura, ambos modelos se estratifican por sexo y a su vez se subdivide por edades (0-3, 3-10 y 10-18 años). No se reportan el valor de correlación de las variables utilizadas en los modelos en comparación con el GE. Las ecuaciones presentaron una R entre $R=0.97$ y $R=0.81$; los modelos con mayor correlación reportada son las que corresponden a las ecuaciones para hombres y mujeres de 0-3 años de edad y que en los modelos toman en cuenta el peso y talla; por otro lado, los modelos que reportan la correlación más baja fue el modelo para mujeres de 3-10 años de edad y que contempla las variables de peso y estatura.

Una pequeña parte de la base de datos incluía niños enfermos (sin especificar el número de sujetos, ni las enfermedades), reportando el autor que no fue una muestra significativa.

Ecuación de Henry y colaboradores, 1999

Henry y cols. (40) diseñaron en 1999, diversos modelos de ecuación de predicción del GEB para adolescentes tomando en cuenta el estado puberal, a partir de un tamaño de muestra de 195 adolescentes (78 hombres y 117 mujeres) de 10 a 15 años de edad, en Oxford Reino Unido. Se tomaron mediciones de pliegues cutáneos de 5 zonas: bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco y media pantorrilla los cuales, se utilizaron para establecer el porcentaje de grasa corporal (%GC), MLG y MG, así como, la medición de la circunferencia muscular de la parte media del brazo (CMMB) y el ancho de la muñeca. El desarrollo sexual fue evaluado por médicos, comparando las imágenes y descripciones descritas en la clasificación de pubertad de Tanner (vello púbico y desarrollo gonadal en varones y desarrollo de senos e inicio de menarca en las mujeres). El GE fue medido mediante CI.

Establecieron diversos modelos de ecuaciones. El modelo 1 esta estratificado por sexo, para hombres diseñaron 5 ecuaciones que incluyen variables como peso, MLG, estatura, MG y los pliegues cutáneos en combinaciones diferentes mientras que para mujeres se diseñaron 3 ecuaciones con variables de peso, estatura, MLG, edad y MG en diversas combinaciones. El modelo 2 se encuentra estratificado por sexo y por el estado puberal, para hombres se establecieron 2 ecuaciones que incluyen las variables de peso, edad, ancho de muñeca, CMMB y el logaritmo de la suma de los pliegues, para las mujeres se realizaron 4 ecuaciones con variables como el peso, el estatus de la menarca, MG y la edad.

Las ecuaciones que presentaron el mayor valor de R^2 con $R^2=0.69$ fueron la ecuación de hombres en estado puberal gonadal 3 (G3) en comparación a $R^2=0.52$ de las siguientes ecuaciones: modelo 1 de mujeres con la variable de peso, el modelo de ecuación 2 de la etapa puberal para mujeres de etapa 1 de mama y por último el modelo de mujeres de 10-15 años.

Los autores concluyeron que, la inclusión del estado de la menarca en las ecuaciones de regresión mejoró la estimación del GEB en las mujeres pre-menarca. Mientras que, en los varones, la etapa puberal según la evaluación del vello púbico y la etapa gonadal no contribuyeron a un mejoramiento significativo en la estimación del GEB, excepto en los niños de 11 años. Es decir, la inclusión de la etapa puberal proporcionó solo mejoras menores.

Ecuación del Institute of Medicine (IOM), 2002

El Instituto de medicina(41) en el año 2002 elaboró una ecuación del GEB para niños y adolescentes con peso normal a partir de una base de datos de 525 niños y adolescentes que incluyen 167 hombres (73 caucásicos, 13 afroamericanos, 4 hispanos y 62 indios americanos) y 358 mujeres (197 caucásicos 58 afroamericanos, 20 hispanos, 10 asiáticos y 60 indios americanos de 3 a 18 años de edad, sanos, a quienes se les realizó mediciones del GE mediante agua doblemente marcada, estableciendo dos ecuaciones, las cuales se estratificaron por sexo, dentro de las ecuaciones se contemplaron las variables de edad, estatura y peso. No se reporta el valor de correlación de las variables con el GE. La ecuación para hombres presenta el mayor valor R^2 con $R^2=0.89$ en comparación a $R^2=0.75$ de la ecuación para mujeres. Todos los datos fueron recabados en Estados Unidos.

Ecuación de Henry y colaboradores, 2005

A partir de una compilación de 116 investigaciones, Henry y cols. (4) en el año 2005 obtuvieron una base de datos de población europea, americana y asiática de diferentes rangos de edad. Evaluaron una población de 10,552 personas (5794 hombres y 4702 mujeres) incluyendo una población de 4018 sujetos del trópico y excluyeron a todos los sujetos italianos, no se especifica el número de niños y adolescentes incluidos en el estudio.

Diseñaron diferentes modelos de ecuaciones de predicción del GEB, conocidas como ecuaciones de Oxford. Específicamente para población pediátrica se derivan 2 modelos de ecuación, el primero toma en cuenta la variable de peso y el segundo el peso y la estatura, ambos modelos se estratifican por sexo y a su vez se subdivide por edades (0-3, 3-10 y 10-18 años). No reporta el valor de R entre las variables y

el GE. Las ecuaciones presentaron una R^2 entre $R^2=0.964$ y $R^2=0.752$ correspondiente a la ecuación de peso y talla de mujeres de edad entre 0-3 años y a la de peso de mujeres de edad entre 10-18 años respectivamente.

Ecuación de Lawrence y colaboradores

Lawrence y cols. (42) diseñaron en el 2009 diversos modelos de ecuaciones de predicción del GER, conocidas como las ecuaciones de Kim. Estudiaron un tamaño de muestra de 92 niños preescolares y estudiantes de tercero y quinto grado (38 niños y 54 niñas) aparentemente sanos, con edades entre 4 a 11 años de una zona rural de Corea del Sur. Ninguna de las niñas había comenzado con la menarca. La grasa corporal fue evaluada mediante análisis de impedancia bioeléctrica (BIA), la masa muscular se calculó utilizando la fórmula de Heymsfield (43) y el área de superficie corporal se calculó mediante la fórmula de Dubois (44). El GE fue medido mediante CI.

Diseñaron 4 ecuaciones de predicción del GER, con diferentes combinaciones de variables. La ecuación 1 utilizó el % de peso ideal, área de superficie corporal y GC, la segunda ecuación solo tomó en cuenta la variable de área de superficie corporal, la tercera ecuación edad y peso y la cuarta solo la variable de MLG. No se documenta el valor de R de cada variable con el GE. Las ecuaciones presentaron una R^2 entre $R^2=0.611$ y $R^2=0.556$ siendo la correlación más alta para el modelo de la ecuación 1 y la correlación más baja para el modelo que solo toma en cuenta las variables de MLG.

Kaneko y colaboradores

Kaneko y cols. (45) establecieron 2 modelos de ecuación del GER en el año 2013, modelos que fueron diseñados a partir de un tamaño de muestra de 221 niños y adolescentes (113 hombres y 108 mujeres) japoneses de edades entre 6 a 17 años, aparentemente sanos, sin ninguna condición que afectara el GE como la función anormal de la glándula tiroides. La grasa corporal (GC) fue determinada mediante dos formas: BIA y por mediciones de pliegues cutáneos. La MLG se calculó restando la GC del peso, sin embargo, esta variable no fue considerada en el modelo final. El GE fue medido mediante CI.

Se obtuvieron 2 ecuaciones, 1 para cada sexo las cuales tomaron en cuenta las variables de peso, estatura y edad. No reporta el valor de R entre las variables y el GE. La ecuación diseñada en hombres presenta el valor R^2 más alto con $R^2=0.861$ en comparación a $R^2=0.628$ de la ecuación para mujeres

11.2.2 Ecuaciones de predicción en población pediátrica con sobrepeso y obesidad

Se encontraron 17 artículos con ecuaciones predictivas con referencia en población pediátrica con sobrepeso y obesidad, las ecuaciones de predicción, así como sus características se presenta en el anexo 6.

Ecuación de McDuffie y colaboradores

McDuffie y cols.(46) diseñaron en 2004 ecuaciones de predicción del GER para niños con peso normal y sobrepeso. Se estudiaron un total de 502 niños (191 hombres y 311 mujeres) de entre 6 a 11 años de edad derivado de datos de Institutos Nacionales de Salud (176 sujetos Washington, DC) y de 4 autores (136 sujetos de Filadelfia, 69 de Pittsburgh y 121 de Baton Rouge, LA) de entre 6 a 11 años de edad, de los cuales 212 pertenecían a raza negra y 290 a raza blanca. De acuerdo al índice de masa corporal (IMC), el 37.6% tenían un peso normal (entre el percentil 5 al 84), el 10,9% tenían riesgo de sobrepeso (entre el percentil 85 al 95) y el 51,4% tenían sobrepeso (> percentil 95) para la edad y el sexo. Se descartó en los participantes alguna enfermedad. El GE se midió mediante CI. La composición corporal (MG y MLG) fue evaluado DEXA.

Se desarrollaron dos modelos diferentes de ecuaciones de predicción, estratificados por sexo. El primero toma en cuenta las variables de peso, estatura y raza y el segundo modelo considera la MLG, MG estatura y raza como variables. No se menciona el valor de R de las variables con el GE. Las ecuaciones presentaron una R^2 entre $R^2= 0.75$ y $R^2=0.69$, el R^2 más alto fue para la ecuación de hombres que toma en cuenta la composición corporal, y el R^2 más bajo fue la ecuación para mujeres que contempla solo las variables de peso y estatura.

Ecuación de Dietz y colaboradores

Dietz y cols. (47) realizaron una investigación en Boston, Massachusetts en el año de 1990 en donde, propusieron que la ecuación de la FAO/OMS de peso y talla del rango de edad de 10-18 años presenta mejor precisión del GEB en la población pediátrica con obesidad. Para ello analizaron una muestra de 54 adolescentes con (15 hombres y 13 mujeres) y sin obesidad (14 hombres y 12 mujeres) respectivamente. El grado de obesidad se encontró entre leve a grave, sin embargo, no se documentan dichos valores. El GE fue medido mediante CI.

Así mismo, diseñaron una ecuación para la predicción del GEB a partir de una muestra de 25 mujeres adolescentes con y sin obesidad, la cual toma la MLG como única variable, sin documentar cómo se realizó la evaluación de la misma. La ecuación presenta una $R=0.92$.

Ecuación de Tounian y colaboradores

Tounian y cols.(48) en 1993 en Paris, Francia establecieron diversas ecuaciones de predicción del GER para niñas con obesidad. Estudiaron 27 niñas (19 con obesidad y 8 controles). Del grupo con obesidad, la edad de la población estudiada fue de 11.8 a 17.1 años, en 13 de ellas se encontró con historia familiar para obesidad positiva (definido IMC >90th percentil para edad y sexo en uno o ambos padres). La obesidad fue determinada mediante curvas (no específica), la etapa pubertal se determinó según Tanner. El grupo con obesidad tuvo control dietético mientras que el grupo control tenían dieta libre. Se tomaron mediciones de pliegues cutáneos en 4 sitios (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco), la MLG y GC se calculó mediante la fórmula de Durnin y Rahaman para mujeres adolescentes (49). El GE fue evaluado mediante CI.

Se desarrollaron tres diferentes modelos de ecuaciones, 2 de ellas derivadas del grupo con obesidad las cuales utilizan las variables de MLG y la otra ecuación contempla MG con MLG respectivamente. Mientras que para el grupo control utiliza solo la variable de MLG, sin reportar el valor de R entre las variables y el GE. Estas últimas ecuaciones presentan una R de $R=0.71$ y $R=0.78$ respectivamente.

Ecuación de Maffei y colaboradores

Maffei y cols. (24) diseñaron en 1992 diferentes ecuaciones de predicción del GER para población pediátrica con obesidad en Italia. Evaluaron una población de 130 de niños blancos sanos en etapa prepuberal de entre de 6 a 10 años edad, divididos en 2 grupos: una muestra de 97 niños sin obesidad (peso corporal entre el 90% y 119% del peso esperado para la estatura) y otra con 33 niños con obesidad (peso del $\geq 20\%$ del establecido para la estatura). Se excluyeron a aquellos con diabetes mellitus o con otra enfermedad metabólica y/o endócrina. El estado prepuberal fue evaluado de acuerdo a Tanner. Se determinaron la toma de pliegues cutáneos (pliegue tricípital y subescapular en milímetros), las fórmulas de Lohman (50) se utilizaron para estimar la grasa corporal relativa. La MLG se calculó restando la MG del peso corporal. La MG se obtuvo multiplicando el %GC por el peso corporal. El GE fue evaluado mediante CI.

Se establecieron 2 modelos finales de ecuación, uno para cada sexo. En ambas, las variables que se consideraron y que tuvieran R con el GE fueron: peso ($R=0.725$ y $R=0.825$), estatura ($R=0.684$ y $R=0.722$), y edad ($R=0.480$ y $R=0.577$) para hombres y mujeres respectivamente. La ecuación que presentó el mayor R^2 fue la ecuación de mujeres con $R^2=0.69$ en comparación a $R^2=0.58$ de la ecuación para hombres.

Ecuación de Molnár y colaboradores

Molnár y cols. (23) establecieron 2 modelos de ecuación de predicción del GER en el año de 1994 en Hungría partir de una muestra de 371 adolescentes sanos, de los cuales 235 no presentaban obesidad (116 hombres y 119 mujeres) y 136 con obesidad (77 hombres y 59 mujeres) entre los 10 y 16 años de edad en etapa puberal y post puberal. Los participantes sin obesidad tenían un peso corporal $<120\%$ del peso esperado para estatura mientras que aquellos con obesidad excedían el peso previsto para la estatura en un 20% o más.

Evaluaron el estadio puberal según Tanner, sin embargo, esta variable no se incluyó en los modelos dado su bajo poder predictivo en el análisis de regresión. El GE se estimó mediante CI. Se tomaron mediciones de pliegues cutáneos de tríceps,

bíceps, suprailíaco, subescapular y de la pantorrilla. La grasa corporal relativa se estimó a partir de los cinco pliegues cutáneos según Parizkova y Roth (51). La MLG se calculó restando la masa de grasa corporal (porcentaje de GC x peso corporal) del peso corporal, sin embargo, ninguna de estas variables fue considerada en los modelos finales de las ecuaciones.

Diseñaron 2 modelos de ecuación, el modelo 1 estratificado por sexo y el modelo 2 para ambos sexos. Las variables que se correlacionaron con el GE y que se utilizan en el modelo 1 fueron: peso ($R=0.928$ y $R=0.862$), estatura ($R=0.707$ y $R=0.474$) edad ($R=0.431$ y $R=0.175$) y para hombre y mujer respectivamente. Así mismo, para el modelo 2 se utilizan: peso ($R=0.881$), estatura ($R=0.612$) edad ($R=0.294$) y sexo. La ecuación que presentó el mayor R^2 fue la ecuación para hombres con $R^2=0.884$ mientras que el valor más bajo lo obtuvo la ecuación para mujeres con $R^2=0.824$.

Se validaron las ecuaciones del modelo 1 en una segunda cohorte independiente de adolescentes (80 hombres y 61 mujeres) y se encontró que dan una estimación confiable del GER en adolescentes con obesidad y sin obesidad de 10 a 16 años, se reportó un error individual de la estimación del GER $<15\%$ para ambas ecuaciones.

Ecuación de Müller y colaboradores

A partir de una base de datos de 7 centros en Alemania, Müller y cols.(52) diseñaron dos modelos de ecuación para predecir el GER en el año 2004. Se estudió una población de 243 niños y adolescentes principalmente con sobrepeso y obesidad de edades entre 5 a 17 años. El peso se clasificó como normal, sobrepeso u obesidad mediante percentiles de IMC alemán (<10 , >90 y >97) respectivamente. La composición corporal fue evaluada mediante BIA y el GE mediante CI.

El modelo 1 utilizó las variables de peso, estatura, sexo y edad. El modelo 2, MLG, MG y sexo. No se menciona el valor de R entre cada una de estas variables con el GE. Ambas ecuaciones presentan una $R^2=0.72$.

Ecuación de Uemura y colaboradores

Uemura y cols.(53) diseñaron diversas ecuaciones predicción del GER en 2011. Estudiaron una población de 76 estudiantes de secundaria (35 con normo peso y 41 con obesidad) de edades de 12 y 13 años de edad, en Indonesia. La obesidad se estableció de acuerdo a los valores de corte del IMC desarrollados por el Grupo de Trabajo Internacional sobre Obesidad (54). Se excluyeron a aquellos con antecedentes de enfermedades metabólicas o endocrinas y que tomaran medicamentos con regularidad. El GE se evaluó mediante CI y la composición corporal mediante BIA.

Se establecieron tres ecuaciones predictivas, la ecuación general que incluye las variables de sexo, peso, estatura y MLG, la ecuación para obesidad con las variables de peso, estatura y MG mientras que la ecuación para la población normo peso utilizó únicamente MLG. No se documenta el valor de R de cada variable con el GE.

Las ecuaciones presentaron un R^2 entre $R^2=0.48$ y $R^2=0.65$ correspondiente a la ecuación de población normo peso y ecuación general respectivamente.

Ecuación del Institute of Medicine (IOM), 2002

El instituto de medicina (41) en el año 2002 elaboró una ecuación de predicción del GEB para niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, a partir de una base de datos de 319 niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, incluyendo 127 hombres (33 caucásicos, 20 afroamericanos, 2 hispanos y 71 indios americanos) y 192 mujeres (63 caucásicos, 48 afroamericanos, 6 hispanos, 68 indios americanos y 1 asiático). Evaluando niños y adolescentes de 3 a 18 años con de edad con IMC mayor percentil 85. Se excluyeron a aquellos con intervención de dieta y ejercicio. El GE fue evaluado mediante agua doblemente marcada estableciendo dos ecuaciones, las cuales se estratificaron por sexo, dentro de las ecuaciones se contemplaron las variables de edad, estatura y peso. No se reporta el valor de R de estas variables con el GE. La ecuación para hombres presenta el mayor valor de $R^2=0.88$ en comparación a $R^2=0.79$ de la ecuación para mujeres. Todos los datos fueron recabados en Estados Unidos.

Ecuación de Tverskaya y colaboradores

Ecuación de predicción del GEB para población pediátrica con obesidad diseñada por Tverskaya cols. (55) en Brooklyn, New York en 1998. Evaluaron una población total 110 pacientes pediátricos (50 hombres y 60 mujeres) de edades entre 10 a 18 años que presentaron un IMC $>28 \text{ kg/m}^2$, de los cuales el 81% caucásicos, 11% hispanos y 8% Afroamericanos. De ellos una muestra de 100 sujetos se utilizaron para el diseño de la ecuación y los restantes 10 para validarla. El GE fue evaluado mediante CI y la composición corporal fue evaluada mediante BIA. Las variables que correlacionaron con el GE y que se toman en cuenta en la ecuación son: MLG y MG ($R^2= 0.749$ y $R^2= 0.833$), edad ($R^2= 0.811$) y sexo ($R^2= 0.843$), el modelo final de la ecuación presentó un valor de $R^2= 0.84$.

Ecuación de Derumeaux-Burel y colaboradores

Derumeaux-Burel y cols. (56) desarrollaron dos ecuaciones de predicción GER para niños y adolescentes con obesidad. Diseñadas en el año 2004 a partir de una muestra de 471 niños y adolescentes franceses (191 hombres y 28.0 mujeres) de 3 a 18 años de edad que presentaron un IMC puntuación $Z \geq 2$ y que visitaron al nutriólogo por primera vez y se excluyeron a aquellos con alguna enfermedad. La evaluación de la composición corporal (MG y MLG) se realizó mediante BIA y el GE mediante CI.

Derumeaux-Burel y cols. establecen dos ecuaciones, la primera para hombres con una única variable, MLG y la segunda para mujeres que incluye MLG y edad. No reporta el valor de R entre las variables y el GE. La ecuación para hombres presenta una $R^2=0.79$ y la de mujeres de $R^2=0.76$. Se validaron las ecuaciones con una cohorte independiente con 211 niños (62 hombres y 149 mujeres).

Ecuación de Schmelzle y colaboradores

Ecuaciones de predicción del GER para población pediátrica con obesidad. Diseñada en Alemania por Schmelzle y cols. (57) en el año 2004. Se estudió una población de 82 sujetos con obesidad sanos (49 hombres y 33 mujeres). La obesidad fue diagnosticada si el IMC individual excedía el percentil 95 según la edad y las tablas de IMC específicas de acuerdo al sexo. Se excluyeron a aquellos que

padecían enfermedades subyacentes como endocrinopatías o anomalías cromosómicas. El GE fue evaluado mediante CI, la composición corporal (MG y MLG) fue evaluado por DEXA. Debido a los cambios específicos de sexo en la composición corporal esperados durante la pubertad, el grupo de estudio se dividió en tres: el grupo 1, niños y niñas en etapa prepuberal (4 a 10 años), el grupo 2, niños de 11 a 15 años y el grupo 3 niñas de 11 a 15 años estableciendo diferentes modelos de ecuaciones del GER.

Schmelzle y cols. establecieron 6 ecuaciones estratificadas por grupos y por variables, las primeras 3 ecuaciones correspondientes al grupo 1, 2 y 3 utilizan únicamente la variable de MLG la cual correlacionó con el GE presentado una $R^2=0.60$, 0.63 y 0.55 en toda la población, hombres y mujeres respectivamente. Las otras 3 ecuaciones restantes utilizan las variables de peso y estatura, al evaluar el R^2 de estas variables con el GE se obtuvieron valores de $R^2= 0.58$ y $R^2= 0.50$ en toda la población, $R^2= 0.55$ y $R^2= 0.58$ en hombres y $R^2= 0.66$ y $R^2= 0.30$ en mujeres. Las ecuaciones presentaron valores de R que van de $R= 0.76$ a $R= 0.81$, siendo la R más alta en las ecuaciones de hombres tomando en cuenta la MLG, también en la ecuación para mujeres donde toman la variable de peso y por último la ecuación para mujeres donde toma en cuenta las variables peso y estatura.

Ecuación de Lazzer y colaboradores, 2006

Lazzer y cols. (58) en el año 2006 diseñaron y validaron dos ecuaciones de predicción del GER para niños y adolescentes con obesidad en Italia. A partir de una muestra de 574 niños y adolescentes caucásicos con obesidad (242 hombres y 332 mujeres) de edad entre 7 a 18 años. Se incluyeron a aquellos que presentaron un IMC por encima del percentil 97 para género y edad. Se excluyeron a aquellos que habían participado anteriormente en programas de control de peso, tenían enfermedades metabólicas y/o endocrinas y que tomaban medicamentos con regularidad o que tomaron algún medicamento que influyera en el metabolismo energético. La MLG y MG se estimaron utilizando las ecuaciones de predicción desarrolladas por Lazzer y cols. (59) de BIA, con un grupo de 143 adolescentes con

obesidad (puntuación Z del IMC: 3.2; % MG: 34.5) de 12 a 17 años y validado por DEXA. El GE mediante CI.

Se realizaron 2 modelos que incluyen parámetros antropométricos y de composición corporal. Las variables que se correlacionaron con el GE fueron: en el primer modelo, sexo ($R^2=0.19$), edad ($R^2=0.05$), peso ($R^2=0.74$) y estatura ($R^2=0.32$). El segundo modelo: sexo, edad, MLG ($R^2=0.66$ para cada una de las variables) y MG ($R^2=0.41$). Ambas ecuaciones presentan una $R^2=0.66$.

Las ecuaciones fueron validadas de manera interna y externa en un grupo independiente de 53 adolescentes con obesidad.

Ecuación de Chan y colaboradores

Ecuación de predicción del GER diseñada por Chan y cols.(60) en 2009 para población pediátrica con obesidad primaria en la cual evaluaron una población total de 100 niños Chinos (71 hombres y 29 mujeres) de edades entre 7 a 18 años de edad. Se incluyeron a aquellos niños con IMC por encima del percentil 95 de acuerdo con los rangos de referencia locales específicos por sexo y edad, sin evidencia de enfermedad subyacente que pudiera haber causado obesidad secundaria en la revisión de la historia y el examen clínico. Se excluyeron a niños con obesidad por causa secundaria.

El porcentaje de GC se determinó mediante pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaca). La evaluación de la obesidad incluyó las medidas de los cuatro pliegues y el IMC. La medida de la distribución de la grasa corporal central incluyó la relación cintura-cadera y el índice de conicidad (ConI) (función de la circunferencia de la cintura (CC), el peso y la altura) calculada de la siguiente manera: $CC (m) / 0.109 \text{ raíz cuadrada } [\text{peso (kg)}/\text{altura (m)}]$. La distribución de la GC superior se demostró mediante el índice de centralidad (CenI), que se calcula a partir de la relación entre los pliegues cutáneos subescapular y tríceps. Se consideró como IMC ideal en el percentil 50 según la referencia de edad y sexo por Cole mientras que el grado de obesidad se presentó en porcentaje por encima del IMC ideal. El sobrepeso y la obesidad se definieron como el IMC específico de la edad y

el sexo correspondiente al punto de cierre de 25 kg/m² y 30 kg/m² a la edad de 18 años. La MLG se midió mediante DEXA y el GE por CI.

Se estableció una ecuación predictiva con las variables de MLG, ConI y CenI, no se documentó el valor de R de cada variable con el GE, sin embargo, reportó de R²=0.7 para la ecuación.

Ecuación de Lazzer y colaboradores, 2010

Lazzer y cols. (22) en el año 2010 en Italia diseño ecuaciones de predicción del GEB para niños y adolescentes blancos con obesidad, en donde se evaluó una población de 1412 de niños y adolescentes de 7 a 18 años de edad. Se incluyeron a aquellos que presentaron un IMC mayor del percentil 97 para el género y edad utilizando valores de referencia italianos. Se excluyeron a quienes presentaron alguna enfermedad metabólica y/o endócrina, o que tomaron algún medicamento que influyera en el metabolismo energético. El GE fue valorado mediante CI, la composición corporal se evaluó mediante BIA, la MLG se estimó usando la ecuación de predicción de Lazzer y cols. (2008), la MLG se estimó utilizando las ecuaciones desarrolladas por Lazzer y cols.(61), la MG se obtuvo de la substracción de la MLG y el peso total (MG/ peso total) x 100.

Se realizaron 2 modelos, el primero toman las variables de: peso, edad y sexo y el segundo MLG, edad y sexo. No se reportan el valor de R de las variables utilizadas con el GE. Ambas ecuaciones presentan un R² ajustada= 0.59.

Ecuación de Lazzer y colaboradores, 2014

Lazzer y cols.(39) diseñaron en el año 2014 en Italia ecuaciones de predicción del GEB para niños y adolescentes con obesidad e incluyeron el estado puberal. Evaluaron una población de 1696 de niños y adolescentes (682 hombres y 1014 mujeres) caucásicos de edades entre 7 a 18 años. Se incluyeron a aquellos que presentaron un IMC mayor del percentil 97 para el género y edad. Se excluyeron a quienes habían participado previamente en programas de control de peso, o presentaron enfermedades metabólicas y/o endócrinas o que tomaron algún medicamento que influyera en el metabolismo energético.

El GE fue valorado mediante CI. Las etapas de pubertad (1=prepuberal a 5=completamente madura) fueron evaluadas por palpación durante un examen médico (etapas de vello púbico para ambos sexos, etapas de mama para niñas y etapas de genitales para niños). La composición corporal se evaluó mediante BIA, la MLG se estimó usando la ecuación de predicción de Lazzer y cols. (61), la MG se obtuvo de la substracción de la MLG y el peso total $(MG/\text{peso total}) \times 100$.

Se realizaron 2 modelos, a continuación, se mencionan las variables y el factor de determinación de estas con el GE, el primero modelo tomó las variables de peso ($R^2= 0.56$), estatura ($R^2= 0.38$), estado puberal ($R^2= 0.21$) y sexo ($R^2= 0.28$), y el segundo modelo las variables de MLG ($R^2= 0.55$), MG ($R^2= 0.41$), estado puberal en edad y sexo. El modelo 2 presentó mayor R^2 ajustada=0.70 en comparación a R^2 ajustada= 0.69 del modelo 1.

Ecuación de Acar-Tek y colaboradores

Ecuación de predicción del GER, diseñada por Acar-Tek y cols. (1) para población de niños y adolescentes con obesidad en Ankara, Turquía. Se estudió una muestra de 103 (57 hombres y 46 mujeres) de niños y adolescentes con obesidad (IMC para la edad por puntuación $Z \geq 2$ de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS)) de 7 a 17 años de edad, se excluyeron a aquellos con disfunción metabólica y tiroidea, enfermedades respiratorias (asma, influenza, resfriado) y con toma de medicamentos. La composición corporal (MG, % de grasa y MLG) fue evaluada mediante BIA mientras que el GE fue medido por CI.

La ecuación propuesta por Acar-Tek y cols en el 2017 considera la MLG como variable única y reporta un R^2 ajustada = 0.470 con GE. La ecuación presenta un valor $R^2 = 0.419$.

Se hizo un análisis de validación interna cruzada en donde la ecuación desarrollada para niñas y adolescentes mostró una diferencia entre el GE predicho y el medido de -42 ± 266 kcal/d y presentó una exactitud de la predicción en el 39.1% para esta población; en el caso de los niños la diferencia entre el GE predicho y el medido de -32 ± 329 kcal/d y presentó una exactitud de la predicción en el 43.9% para esta población.

Ecuación de Zhang y colaboradores

Ecuación de predicción del GER desarrollada por Zhang y cols. (62) en 2018 para niños Chinos con obesidad. Evaluaron una muestra de 248 niños, incluidos 148 con obesidad, de edades entre 7 a 13 años de edad. El grupo con obesidad se estableció de acuerdo a la puntuación de desviación estándar del índice de masa corporal (DEIMC) según lo establecido por la OMS. Se excluyeron a aquellos participantes que no cumplieron con el ayuno o se inquietaron durante la medición o que estuvieron tomando medicamentos como tiroxina y prednisona que podrían alterar potencialmente la tasa metabólica. El GE fue evaluado mediante CI. La composición corporal se midió con BIA. Los valores de IMC se transformaron en una puntuación de desviación estándar.

Se estableció una ecuación predicción con las siguientes variables y se reporta su de R con el GE: edad ($R=0.41$), DEIMC ($R=0.19$), y MLG ($R=-0.53$), la ecuación presentó un valor de $R= 0.401$.

Ecuación de Chu y colaboradores

Chu y cols.(63) diseñaron en Ontario, Toronto en 2019 una ecuación de predicción del GER para adolescentes con obesidad severa derivada de una muestra de 26 datos preoperatorios de cirugía bariátrica. El GE fue determinado mediante CI. La MG y MLG se estimó mediante BIA, no utilizaron la ecuación establecida en el software del dispositivo, sino que, utilizaron las mediciones de resistencia y reactancia para las ecuaciones desarrolladas por Gray y cols.(64) ya que, estas ecuaciones predijeron con mayor precisión la MG y MLG.

La ecuación desarrollada toma en cuenta las variables de MG y MLG, no se documenta el valor de R de cada variable con el GE y presenta un valor de $R^2= 0.730$.

11.2.3 Ecuaciones de predicción en población pediátrica con situaciones clínicas específicas

Se encontraron 14 artículos con ecuaciones predictivas con referencia en población con diversas situaciones clínicas y terapia nutricional, dentro de las que se encuentran anemia falciforme, anorexia, atrofia muscular tipo 1, cuidados intensivos

y procedimientos quirúrgicos, síndrome de Stevens-Johnson, necrólisis epidérmica tóxica y terapia nutricional, las ecuaciones de predicción, así como sus características se presenta en el anexo 7.

Ecuación de Williams y colaboradores

Ecuaciones de predicción del GER, elaborada por Williams y cols. (65) en el año 2002 en Memphis, Tennessee a partir de una modificación a las ecuaciones de Harris Benedict y FAO/OMS. Evaluaron una muestra de 20 de niños (6 hombres y 14 mujeres) entre 5 a 17 años de edad con anemia falciforme a quienes se les evaluó el GE mediante CI y la MG y MLG fue determinada mediante BIA.

Se reportaron 2 modelos a partir de las ecuaciones de Harris Benedict en donde se agregó la variable de hemoglobina (Hb) y en las ecuaciones de los modelos de FAO/OMS se modificaron las ecuaciones de los estratos de 3-10 años y de 10-18 años en donde también se incluye la variable de Hb. Sin embargo, en estos modelos no se reporta el valor de R o R^2 de las variables ni de los modelos de ecuaciones.

Ecuación de Buchowski y colaboradores

Buchowski y cols. (2) diseñaron ecuaciones de predicción del GER diseñada para pacientes adolescentes con anemia falciforme en Nashville, Tennessee. A partir de una muestra de 37 pacientes afroamericanos, (18 hombres y 19 mujeres) con diagnóstico confirmado de anemia caliciforme de edades entre 14 y 18 años que estuvieron estables, es decir, no presentaron crisis de células falciformes durante el estudio ni 28 días antes del mismo, así mismo que no presentaron alteraciones metabólicas, esqueléticas, hepáticas o renales. El GE fue evaluado mediante CI y la MG y MLG fue determinada mediante hidrodensitometría.

Se realizaron 2 modelos, el primero toman las variables de MLG y Hb y el segundo, la versión simplificada, estratifica 2 ecuaciones por sexo tomando en cuenta las variables de peso y Hb. El valor de R^2 del GE se documenta para las variables de MLG y peso con $R^2= 0.805$ y $R^2=0.702$ para hombres y $R^2=0.757$ y $R^2=0.825$ para mujeres respectivamente. No se documenta el valor de R^2 para la variable de hemoglobina. El valor del $R^2=$ más alto fue de $R^2=0.879$ para la ecuación que

considera MLG y Hb como variables y el más bajo para la ecuación simplificada en hombres con $R^2=0.760$.

Ecuación de Scalfi y colaboradores

Ecuación de predicción del GEB para adolescentes con anorexia nerviosa diseñada en Italia por Scalfi y cols.(66) en 2001. Se evaluaron una muestra de 34 adolescentes de entre 13 a 17 años de edad que cumplían los criterios establecidos para el diagnóstico de anorexia nerviosa (criterios DSM IV22) (67), amenorrea de al menos 6 meses antes de la prueba. No presentaron tabaquismo, consumo de anticonceptivo o drogas que pudieran afectar el GE así mismo, no recibieron ningún tratamiento psiquiátrico o dietético durante al menos 2 meses antes de la prueba.

El GE se midió por CI y se predijo de acuerdo con la fórmula de Schebendach y cols.(68) (corrección de la ecuación de HB para esta condición). Se realizaron medidas de peso y estatura.

Se establecieron 2 ecuaciones de predicción únicamente con la variable de peso, la primera ecuación presenta una $R=0.696$ y la segunda ecuación no reporta el valor de R.

Ecuación de Bertoli y colaboradores

Bertoli y cols. (69) en el año 2020 diseñaron diferentes ecuaciones de predicción del GER en población con atrofia espinal muscular tipo 1. Derivado de 5 centros de referencia en Italia, se evaluaron una muestra de 122 niños (49 hombres y 73 mujeres) caucásicos, menores de 10 años de edad con diagnóstico clínico y genético de atrofia muscular tipo 1. Se incluyeron a aquellos pacientes con un peso corporal mayor a 5 kg, con ausencia de infecciones agudas y que no estuvieran participando en protocolos farmacológicos experimentales. Los pacientes en tratamiento con nusinersen habían recibido más de 4 dosis de carga. Se excluyeron a los pacientes con inestabilidad hemodinámica o respiratoria, con apoyo ventilatorio con fracción inspiratoria de oxígeno (FIO_2) > 0.6 o presión positiva al final de la espiración (PEEP) >10 cm H₂O.

Las variables antropométricas evaluadas fueron: peso, longitud supina y de tibia e IMC. Mientras que las clínicas incluyeron el tipo de respiración: espontánea, ventilación mecánica (no invasiva o invasiva-traqueotomía), tipo de alimentación (oral, sonda nasogástrica o gastrostomía) y la presencia de tratamiento con nusinersen (sí: tratadas (≥ 4 infusiones) y no: sin tratar). El GE fue evaluado mediante CI.

El peso, la longitud y las puntuaciones Z del IMC específicos por sexo se obtuvieron utilizando los patrones de crecimiento de la OMS. Los valores de IMC para la edad de acuerdo con los puntos de corte por desviación estándar se clasificaron en: por debajo de -1,644 (percentil 5) bajo peso, entre -1,644 y +1,036 peso normal, entre +1,036 y +1,644 con sobrepeso y por encima de +1,644 obesidad.

Establecieron 4 modelos de ecuaciones los cuales, tienen el tratamiento con nusinersen como variable común, los primeros 3 modelos se establecieron para pacientes con respiración espontánea y consideran las variables de peso, longitud supina y longitud de tibia respectivamente. El cuarto modelo es para pacientes con ventilación mecánica y considera la variable de longitud de tibia. No reporta el valor de R entre las variables y el GE.

Las ecuaciones que presentaron el mayor valor R^2 con $R^2 = 0.63$ fueron los modelos que considera la variable de peso corporal, tratamiento con nusinersen y el modelo que considera longitud supina y tratamiento con nusinersen ambas para pacientes con respiración espontánea en comparación con la ecuación que presentó menor R^2 con $R^2 = 0.22$ del modelo para pacientes con ventilación mecánica.

Ecuación de Goran y colaboradores

Goran y cols.(25) en 1991 diseñaron ecuaciones de predicción para el GET y el GER para pacientes con quemaduras a partir de una base de datos con análisis retrospectivo del GER en 56 niños de edad entre 4 y 14 años en Texas. Las variables estudiadas para la predicción del GER fueron la predicción del gasto energético basal (PGEB), área de superficie corporal (ASC), edad, peso, % de ASC quemada y días después de la quemadura. El GEB se predijo a partir de las ecuaciones de HB, el ASC se calculó a partir de la altura y el peso, el % de ASC

quemada se calculó mediante la observación al ingreso. El GE se midió mediante CI en donde se continuó con alimentación continua y no se controlaron condiciones como: fiebre, infección, antibióticos, analgésicos, etc. en el momento de la medición para reflejar las condiciones clínicas habituales.

Se estableció que la variable de PGEB fue el mejor predictor para el GER con un coeficiente de determinación de ($R^2=0.76$). Se establecieron 2 ecuaciones una para predecir el GER, la cual consideran el PGEB como única variable; y la segunda ecuación para predecir GET considera de igual manera el PGEB, pero se agregó otra constante al PGEB del GET para predecir la energía requerida y asegurar que el 95% de los pacientes recibiera energía necesaria para alcanzar un balance de energía. La primera ecuación utiliza un factor de actividad 1.2 el cual se derivó de un estudio previo de los autores en donde se utilizó la técnica del agua doblemente marcada en pacientes quemados. No se menciona el valor de R o R^2 de los modelos finales.

Ecuación de Mayes y colaboradores, 1996

Mayes y cols.(38) diseñaron en 1996 diferentes ecuaciones de predicción del GER para niños con quemaduras en Cincinnati, Ohio. Evaluaron una muestra de 48 niños, los cuales fueron divididos por edad en dos grupos (menores de 3 años y entre 5 a 10 años), fueron aleatorizados de acuerdo al porcentaje de quemadura y porcentaje de quemadura de tercer grado. Se incluyeron a aquellos que cumplieron con la edad de cada grupo, que fueron admitidos dentro de los primeros 10 días posteriores a la lesión de quemadura, recibieron sonda de alimentación dentro de las 24 horas a la admisión y quienes tuvieron determinación de mediciones metabólicas al momento de la admisión y semanalmente. El GE se midió mediante CI.

Se desarrollaron 4 ecuaciones de predicción, estratificados por edad (menores de 3 años y de 5 a 10 años). Se desarrolló una ecuación para cada estrato de edad antes mencionado considerando las variables de peso previo a quemadura y porcentaje de superficie de área corporal quemada, de igual forma se desarrolló otra ecuación en cada estrato de edad, pero esta vez considerando las variables de peso

previo a quemadura y porcentaje de quemadura de 3er grado (QTG). No se menciona el valor de R de las variables con el GE. Las ecuaciones presentaron un R^2 entre $R^2=0.71$ y $R^2=0.67$ siendo el R^2 más alto para pacientes menores de 3 años y con la variable de porcentaje de quemadura y el valor de coeficiente más bajo fue para la ecuación de pacientes de 5-10 años que toma en cuenta la variable de QTG. Las ecuaciones son aplicables para los pacientes con 10 al 50% de quemaduras.

Ecuación de White y colaboradores

Ecuaciones de predicción de la energía expirada diseñada por White y cols. (70) para pacientes en cuidados intensivos a partir de tamaño de muestra de 100 pacientes (58 hombres y 42 mujeres) críticos con ventilación mecánica de 54 meses +/- 53 meses de la unidad de cuidados intensivos pediátricos en Brisbane, Australia. Se excluyeron los pacientes que tuvieron cambios recientes (<90 min) en las variables del ventilador o en la administración de gases anestésicos o que estaban recibiendo diálisis. El motivo principal de ingreso se clasificó de acuerdo a la situación clínica: traumatismo craneoencefálico, procedimiento posquirúrgico, enfermedad respiratoria, sepsis y otros. El GE fue medido mediante CI.

White y cols. proponen en el año 2000 dos modelos de ecuación, las variables que correlacionaron con el GE y que se toman en cuenta son, para la primera ecuación reportando coeficientes de determinación acumulativos: edad ($R^2=0.804$), peso ($R^2=0.847$), puntaje z del indicador de peso para la edad ($R^2=0.867$), temperatura ($R^2=0.88$), días en la unidad de cuidados intensivos que es el número de días desde la admisión, si es >4, se debe de multiplicar por 4 ($R^2=0.902$) y la razón de admisión ($R^2=0.891$). Para la segunda ecuación, que representa la versión simplificada, toma en cuenta únicamente el peso y la temperatura. Las ecuaciones presentan una $R^2=0.898$ para la ecuación 1 y de $R^2=0.867$ para la ecuación simplificada.

Se incluyeron pacientes adicionales (n=25), 16 hombres y 9 mujeres para la validación en donde se concluyó que las ecuaciones no son adecuadas para niños menores de 2 meses de edad.

Ecuación de Meyer y colaboradores

Meyer y cols. (71) diseñaron diferentes modelos de ecuación para determinar el GER en niños en estado crítico admitidos en unidades de cuidados intensivos en Londres, Reino Unido. A partir de una base de datos de tres centros, dos de ellos especializados en desordenes cardiacos, enfermedades infecciosas, falla respiratoria y desordenes del neurodesarrollo y el tercero con base de datos de pacientes con falla hepática. Se incluyeron niños críticamente enfermos ventilados (parto a término hasta los 16 años) excluyendo a aquellos con alimentación enteral en bolo, en terapia de reemplazo renal, con fuga en el tubo endotraqueal de más del 10%, con un nivel de oxígeno inspirado fraccional (FiO_2) >0.6 y ventilados con heliox, óxido nítrico, o ventilación oscilatoria de alta frecuencia. Para su análisis se categorizaron la edad (<3 años, 3 - 10 años y de 11 – 18 años) y el diagnóstico a la admisión (falla multiorgánica, falla respiratoria, insuficiencia cardíaca, del sistema nervioso central (SNC), gastrointestinal, quirúrgica y hepática). Incluyeron una población de 175 niños con valoración del GE mediante CI, principalmente con diagnóstico respiratorio y del sistema nervioso central excluyendo enfermedad gastrointestinal por el tamaño de la muestra.

Meyer y cols. en 2012 establecen 3 modelos de ecuación (A, B y C), las variables que consideran para las ecuaciones son: peso, edad y diagnóstico, sin especificar el valor de R de cada uno de ellas con el GE. El valor de R^2 va de $R^2=0.829$ (simplificada modelo C) a $R^2=0.833$ (modelo B).

Ecuación de Mehta y colaboradores

A partir de un estudio multicéntrico, Mehta y cols.(72) en el año 2015, en Boston Massachusetts diseñaron una ecuación de predicción del GER a partir de una modificación en la ecuación Weir. Evaluaron una muestra de 72 pacientes pediátricos menores de 18 años de edad con ventilación mecánica. Se incluyeron a pacientes en la unidad de cuidados intensivos de dos centros a quienes se les realizó la medición intercambio de gases y la obtención del coeficiente respiratorio (CR) mediante CI, los pacientes recibían nutrición enteral o parenteral, la cual se suspendió al momento de la medición. Se excluyeron las pruebas de CI con CR

fuera del rango fisiológico (> 1.3 o <0.67). El estado estable se definió como un período de al menos 5 min con menos del 10% de fluctuación en el VO_2 y VCO_2 , y menos del 5% de fluctuación en el CR.

La ecuación de Weir modificada se utilizó para generar la ecuación simplificada. Se determinó el RQ medio del conjunto de datos de derivación. El VO_2 en la ecuación de Weir modificada se reemplazó luego con VCO_2/CR , para derivar la ecuación simplificada (VCO_2 -REE) que incluía solo el valor de VCO_2 . Se realizó la validación de la ecuación en una muestra de 94 pacientes. No se reporta valores de R o R^2 del modelo de la ecuación.

Ecuación de Jhang y colaboradores

Ecuación de predicción de la energía expedita diseñada por Jhang y cols.(73) en 2020 para pacientes en cuidados intensivos, a partir de una muestra de 70 niños coreanos (32 hombres y 38 mujeres) críticos con ventilación mecánica de 5 meses a 17 años de edad. Se excluyeron a aquellos con ventilación mecánica $FiO_2 > 60\%$, frecuencia respiratoria $>35/\text{min}$, volumen corriente <35 ml, existencia de fuga de aire, con tubo torácico, si recibían terapia de reemplazo renal continua o membrana extracorpórea de oxigenación, pacientes con pérdida severa de líquido por drenaje pleural o peritoneal, sí estuvieron en la unidad de cuidados intensivos menos de 1 día con medición de CI incompleta y pacientes menores de 1 mes o mayores de 18 años. El GE se midió mediante CI

Se estableció una ecuación de GE utilizando las variables de peso, estatura y disfunción de órganos (hematológico y neurológico), no se documenta el valor de R de cada variable con el GE, pero se documentó un valor de $R^2 = 0.865$ para el modelo final de la ecuación.

Se incluyeron 25 pacientes (14 hombres y 11 mujeres) de una cohorte para la validación de la ecuación, la cual mostró un menor sesgo (15.51 kcal/día); y mejor porcentaje de acuerdo en relación a la medición por CI ($102.30\% \pm 28.10\%$) cuando se comparó con otras ecuaciones de uso en pediatría como Schofield(28), ecuación de Oxford (4), ecuación FAO/WHO FAO (27).

Ecuación de Pierro y colaboradores.

Pierro y cols. (74) elaboraron una ecuación de predicción del GER para infantes quirúrgicos estables en Liverpool, Inglaterra; diseñada a partir de una muestra de 46 (24 hombres y 22 mujeres) menores de seis meses de edad que requirieron un procedimiento quirúrgico por anomalías gastrointestinales, alimentados por vía parenteral total (28 lactantes) y mixta, parenteral y enteral (18 lactantes). Se excluyeron a aquellos con sepsis, con trastornos metabólicos congénitos, defectos cardíacos congénitos y aquellos que requirieron soporte ventilatorio. Se realizó estudios adicionales en 9 infantes para validar el valor predictivo de la ecuación.

Las variables que correlacionaron con el GE y que se tomaron en cuenta en la ecuación son: peso ($R= 0.87$), latidos por minuto ($R=0.60$) y edad ($R=0.49$). La ecuación propuesta por Pierro y cols. en 1994 presenta un valor de $R=0.92$. El resultado es expresado en calorías por minuto, para realizar la conversión a kcal/kg/d, el resultado de la ecuación se multiplica por 1.44 y se divide por el peso.

La ecuación puede aplicarse para predecir los requerimientos basales de energía en infantes quirúrgicos estables a partir del nacimiento hasta los 5 meses de edad.

Ecuación de Mayes y colaboradores, 2008

Ecuación de predicción del GER diseñada por Meyes y cols.(75) en 2008 para pacientes con Síndrome de Stevens-Johnson (SSJ) y necrólisis epidérmica tóxica (NET), en Cincinnati, Ohio. A partir de datos retrospectivos, se evaluaron a 15 pacientes de entre 9 a 12 años de edad con diagnóstico de SSJ y NET, los cuales cubrieron el criterio de inclusión de ser admitidos dentro de los 10 días posteriores al inicio de la exfoliación. El GE se midió mediante CI.

Se estableció una ecuación predicción con las variables de peso previo a la lesión, tamaño de la herida en porcentaje en relación a la superficie corporal total, no se documenta el valor de R de cada variable con el GE, pero se documentó el valor de $R^2=0.73$ para el modelo final de la ecuación.

Ecuación de Salas y colaboradores

Salas y cols.(76) en 1990 en Paris, Francia diseñaron una ecuación de predicción del GER para niños con nutrición parenteral total (NPT). Estudiaron una muestra total de 37 niños con rango de edad entre 2 a 7 años, se dividió a la población en dos grupos, el A (n = 14) y el B (n = 23), los cuales se definieron de acuerdo a su índice de peso para la altura (peso/altura) como <90% y >90%, respectivamente (ideal = 100%). El índice peso / altura representa el peso como porcentaje de niños normales de la misma altura y es un índice preciso del estado nutricional. Ningún niño en este estudio tuvo un índice peso / altura > 110%.

Se incluyeron a aquellos con las siguientes patologías: diarrea intratable de la infancia, enfermedad de Crohn, enfermedad hepática, síndrome del intestino corto, y otras (sin especificar). Se excluyeron a aquellos con infección o insuficiencia renal. Realizaron mediciones de pliegues cutáneos en 4 regiones (tríceps, bíceps subescapular y suprailíaca). Utilizaron la ecuación de Brook (77) para determinar la densidad corporal a partir de la suma los pliegues cutáneos. El porcentaje de grasa corporal se derivó de la densidad corporal mediante el uso de las ecuaciones de Siri (78) (% de grasa corporal = $(4,95/densidad) - 4.5$), la masa grasa corporal (MGC) es producto del peso y el % de masa corporal. La MLG es la diferencia entre el peso corporal y MG. Se tomaron recolecciones de orina de 24 h el mismo día de la medición del GE. La producción de creatinina en orina de 24 h se midió mediante un procedimiento analítico basado en la reacción de Jaffe (79). El nitrógeno urinario (UN) de 24 horas se midió mediante el método Kjeldahl (80).

El GE se midió mediante CI, en donde se realizaron mediciones del GER continuas durante 5.9 ± 2.4 h en el grupo A y 5.5 ± 2.2 h en el grupo B. Durante los días registrados, se midió el GER de los niños con NPT continua durante tres períodos de 3 h cada uno. Para los pacientes con NPT cíclica, el registro se realizó durante 3-4 h, 6 h después de que se suspendió la NPT.

Se reportó las R de las variables con el GER, MLG (R=0.984) y creatinina/peso (R=0.394), para el modelo de la ecuación final se documentó un valor R=0.987.

Ecuación de Moukarzel y colaboradores

Ecuaciones de predicción del GER en pacientes con NPT diseñadas por Moukarzel y cols.(81) en 2003. Evaluaron una muestra de 26 niños (12 H y 14 M) del departamento de Pediatría en Paris, Francia. Los pacientes presentaron un rango de edad entre 38 a 62 meses, con tratamiento nutricional de NPT (al menos 3 meses), indicada por diarrea (n=20) y síndrome de intestino corto (n=6). Los pacientes se encontraron estables y en buen estado nutricional (peso para la estatura). Se tomaron mediciones de pliegues cutáneos en 4 regiones (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco).

Realizaron mediciones de pliegues cutáneos en 4 regiones (tríceps, bíceps subescapular y suprailíaca). Utilizaron la ecuación de Brook (77) para determinar la densidad corporal a partir de la suma los pliegues cutáneos. El porcentaje de la grasa corporal se derivó de la densidad corporal mediante la ecuación de Siri (78). La MLG es la diferencia entre el peso y la MG. El GE se evaluó mediante CI.

Establecieron 3 modelos de ecuaciones, el primer modelo utiliza la variable de MLG, el segundo modelo la variable de peso y el tercer modelo el conjunto de las variables de MLG y MG. No reporta el valor de R entre las variables y el GE. Las ecuaciones que presentó el valor de R^2 más alto, fue la que utilizó la combinación de las variables MLG y MG con un $R^2=0.985$.

12. Discusión

Nosotros presentamos una revisión de 39 artículos, en los cuales se diseñaron ecuaciones de predicción del GE en pacientes pediátricos. En donde, consideramos la evaluación de la R^2 como parámetro para determinar el mejor modelo. Se demostró que, en niños sanos que fueron descritos sin presentar problemas médicos significativos, la ecuación de la FAO/OMS y Schofield presentaron los valores más altos de R^2 , así como ser ecuaciones sencillas de aplicar, para un rango de edad amplio (3 a 18 años). Para la ecuación de FAO/OMS su población de estudio fue derivada de países desarrollados y subdesarrollados, incluyendo base de datos de países latinoamericanos a diferencia de Schofield que fue derivada en su mayoría de población italiana (27, 28).

En niños adolescentes con obesidad, se recomienda la ecuación de Molnár y cols.(23). por su simplicidad, ya que solo requiere de peso, talla y edad. Así mismo, la ecuación de Dietz y cols.(47) es para un rango de edad mayor (10 a 18 años), con variables simples (peso y estatura) con buena correlación. Otras ecuaciones como la de Tverskaya y cols.(55) reportaron un alto R^2 sin embargo utiliza variables como MLG y MG las cuales requieren de un instrumento difícil de conseguir.

Por otra parte, en el estrato de condiciones clínicas específicas, la ecuación simplificada de Meyer y cols.(71) demostró ser mejor en pacientes con ventilación mecánica, ya que presenta un buen valor de R^2 , para pacientes en estado crítico de 3 a 18 años de edad, por su simplicidad, ya que solo requiere peso. Otros autores proponen dos ecuaciones para anemia falciforme, Buchowski y cols.(2) proponen 2 modelos, una es una ecuación simple con buen valor de R^2 y la otra agregando masa libre de grasa. Por otro lado, en niños posquirúrgicos se observó un buen coeficiente de determinación para la ecuación de Pierro y cols.(74), con variables fáciles de obtener, sin embargo, su principal limitación es el rango de edad (5 meses). Existen dos ecuaciones planteadas en pacientes con soporte nutricional de nutrición parenteral Salas y cols.(76) y Moukarzel y cols.(81) ambas presentando altos valores de R^2 .

Revisando las ecuaciones, de los 91 modelos, 53 de ellos coincide en utilizar el peso corporal. En 26 la talla, 26 la edad y en 13 modelos el sexo. Estas se consideran que son fáciles de obtener en un consultorio o cualquier hospital. Otros parámetros que son considerados en las ecuaciones son: área de superficie corporal, circunferencia de muñeca, circunferencia muscular de la parte media del brazo, estatus de menarca, grasa cutánea, temperatura corporal, porcentaje de peso ideal corporal, peso para la edad en z score, días de estancia en la unidad de cuidados intensivos, categoría o coeficiente de diagnósticos, hemoglobina y latidos por minuto, que se pueden obtener sin ningún instrumento caro. En cuanto a la composición corporal, 30 modelos utilizan la variable de MLG y 11 de MG, sin embargo, estas mediciones se realizaron por pliegues cutáneos, BIA o DEXA estos últimos son poco accesible y pueden requerir personal capacitado.

Es de importancia señalar que, dentro de las diversas variables que se pueden utilizar en la generación de ecuaciones GE, algunas de ellas, principalmente antropométricas, presentan los valores más altos de correlación respecto al GE, es decir, el peso, el IMC, la MG y la MLG presentan, en términos generales valores de correlación arriba del 0.6 como se documenta en los análisis de correlación de los estudios de Maffeis y cols (24), Molnár y cols (23) y Scalfi y cols (66). cabe destacar que dentro de ellos, la variable de MLG, es quien presenta el valor de correlación más alto, aproximadamente de 0.8, explicando más del 60% al 80% (23, 24) de la variabilidad del GE, esto se puede deber a que la masa muscular es la parte más metabólicamente activa del cuerpo (17, 21), sin embargo, por su dificultad en la toma de medición no siempre es utilizado en los modelos de ecuación además de que se busca tener ecuaciones con parsimonia, es decir que con pocas variables explique el desenlace.

Por otro lado, es importante considerar el posible sesgo que representa el utilizar variables cuya estimación o mediciones, en la práctica clínica, pueden ser distintas a las planteadas y realizadas en la metodología del diseño de la ecuación, es decir, utilizar la variable de composición corporal (MG y/o MLG) evaluada por DEXA como en la ecuación de Schmelzle y cols. (57) y en la práctica utilizar pliegues cutáneos

para su estimación y la posterior aplicación en la ecuación. Futuros estudios pudieran plantear la validez externa de dicha adaptación.

Es importante señalar que la ecuación de Harris-Benedict, la cual fue desarrollada en población adulta, se incluyó en la presente revisión debido a que es de las primeras ecuaciones generadas (1918) además de que es la más ampliamente utilizada, aún en el campo pediátrico. Se han documentado dos revisiones sistemáticas que la incluyen para la evaluación de la exactitud y precisión en población pediátrica con obesidad y críticamente enfermos (13, 14). Incluso se han tomado de base para diseñar nuevas ecuaciones realizando modificaciones de ella (65).

Un proceso importante en la generación de ecuaciones de predicción del GE, es la validación de la ecuación, la cual debe realizarse en una población diferente a la que se hizo, pero que comparta las características de la población a la que va dirigida, lo que permitirá tener validez externa; de los estudios de la revisión sólo 9 mencionaron el desarrollo en conjunto con la validación de la ecuación (Acar-Tek y cols.(1), White y cols.(70), Jhang y cols.(73), Lazzer 2006 y cols.(58), Pierro y cols.(74), Molnár y cols.(23), Mehta y cols.(72), Tverskaya y cols.(55) y Derumeaux-Burel y cols.(56); sin embargo, ecuaciones como la de FAO/OMS, Schofield, Harris y Benedict y Henry han sido validadas posterior a su publicación y en diversas poblaciones pediátricas(4). Por otro lado, después de llevar a cabo la revisión sistemática no se encontraron ecuaciones enfocada a población con cáncer, con enfermedad renal o enfermedad hepática, cuestión importante por ejemplo en población con cáncer por qué se ha documentado que algunas de las ecuaciones utilizadas en esta población podrían presentar un sesgo importante al ser utilizadas (82).

13. Conclusión

Se han publicado una gran variedad de ecuaciones de predicción del GEB y GER en población pediátrica, las cuales son muy heterogéneas por el tipo de población en la que se realizó, así como las variables que se utilizan en los modelos de predicción, aunque la mayoría utiliza variables como peso corporal, talla, edad, sexo; otras ecuaciones tienen variables con una menor accesibilidad como lo es composición corporal y hemoglobina. En la práctica clínica es más importante la precisión sobre la exactitud de las ecuaciones, sobre todo cuando se realizan mediciones de manera longitudinal, sin embargo, no se debe dejar de lado la magnitud de la exactitud de las ecuaciones. Un punto importante que ofrece esta revisión de ecuaciones predictivas de GEB y GER en población pediátrica, es el compendio de la mayoría de ecuaciones, en donde se puede observar la población en la que se construyó la ecuación (características), además de las variables de cada ecuación así como los valores de ajuste con el estándar de referencia, de tal forma que se puede realizar una evaluación crítica de cuál ecuación podría utilizar dependiendo del tipo de paciente que se va a evaluar en la parte clínica, permitiendo con esto mejorar las estimaciones de los requerimientos de energía.

14. Anexos

Anexo 1. Formato de la herramienta de evaluación de la calidad para estudios de cohortes observacionales y transversales



Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies

Criteria	Yes	No	Other (CD, NR, NA)*
1. Was the research question or objective in this paper clearly stated?			
2. Was the study population clearly specified and defined?			
3. Was the participation rate of eligible persons at least 50%?			
4. Were all the subjects selected or recruited from the same or similar populations (including the same time period)? Were inclusion and exclusion criteria for being in the study prespecified and applied uniformly to all participants?			
5. Was a sample size justification, power description, or variance and effect estimates provided?			
6. For the analyses in this paper, were the exposure(s) of interest measured prior to the outcome(s) being measured?			
7. Was the timeframe sufficient so that one could reasonably expect to see an association between exposure and outcome if it existed?			
8. For exposures that can vary in amount or level, did the study examine different levels of the exposure as related to the outcome (e.g., categories of exposure, or exposure measured as continuous variable)?			
9. Were the exposure measures (independent variables) clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?			
10. Was the exposure(s) assessed more than once over time?			
11. Were the outcome measures (dependent variables) clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?			
12. Were the outcome assessors blinded to the exposure status of participants?			
13. Was loss to follow-up after baseline 20% or less?			
14. Were key potential confounding variables measured and adjusted statistically for their impact on the relationship between exposure(s) and outcome(s)?			

Quality Rating (Good, Fair, or Poor) (see guidance)
Rater #1 initials:
Rater #2 initials:
Additional Comments (If POOR, please state why):

*CD, cannot determine; NA, not applicable; NR, not reported

Anexo 2. Herramienta de evaluación de la calidad para estudios de cohortes observacionales y estudios transversales

Criterios	Acar-Tek et al. 2017	Bertoli et al. 2020	Buchowski et al. 2002	Chan et al. 2009	Chu et al. 2019	Derumeaux-burel et al.2004	Dietz et al. 1991	FAO/OMS 1985	Goran et al. 1991	Harris Benedict 1918	Henry et al. 1999	Henry et al. 2005	IOM 2002
1. ¿Se expresó claramente la pregunta de investigación o el objetivo de este artículo?	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No
2. ¿Se especificó y definió claramente la población de estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3. ¿La tasa de participación de las personas elegibles fue al menos del 50%?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4. ¿Todos los sujetos fueron seleccionados o reclutados de la misma población o de poblaciones similares (incluido el mismo período de tiempo)? ¿Los criterios de inclusión y exclusión para participar en el estudio se preespecificaron y se aplicaron de manera uniforme a todos los participantes?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	NR	NR	NR	No	No	Si	No
5. ¿Se proporcionó una justificación del tamaño de la muestra, una descripción de la potencia o estimaciones de varianza y efecto?	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
6. Para los análisis en este documento, ¿se midieron las exposiciones de interés antes de que se midieran los resultados?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
7. ¿Fue suficiente el plazo para que uno pudiera esperar razonablemente ver una asociación entre la exposición y el resultado si existiera?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
8. Para exposiciones que pueden variar en cantidad o nivel, ¿examinó el estudio diferentes niveles de exposición en relación con el resultado (por ejemplo, categorías de exposición o exposición medida como variable continua)?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9. ¿Las medidas de exposición (variables independientes) estaban claramente definidas, eran válidas, confiables y se implementaron de manera consistente en todos los participantes del estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	NR	Si	Si	Si	NR	Si
10. ¿Se evaluaron las exposiciones más de una vez a lo largo del tiempo?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

11. ¿Las medidas de resultado (variables dependientes) estaban claramente definidas, eran válidas, confiables y se implementaron de manera consistente en todos los participantes del estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	NR	Si	Si	Si	No	No
12. ¿Los evaluadores de resultados estaban cegados al estado de exposición de los participantes?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
13. ¿Las pérdidas durante el seguimiento después del inicio del estudio fueron del 20% o menos?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
14. ¿Se midieron y ajustaron estadísticamente las posibles variables de confusión clave para determinar su impacto en la relación entre exposición (es) y resultado (s)?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Calificación de calidad (Bueno, Aceptable, o Deficiente)	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Aceptable	Bueno	Deficiente	Deficiente	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Deficiente
Comentarios (si es DEFICIENTE, indique por qué):							El objetivo y la población no estaban bien definidos	El objetivo y el tamaño de la muestra no estaban bien definidos					El objetivo y la población no estaban bien definidos

Iniciales del evaluador #1: JFS

Iniciales del evaluador #2: LGS

NA, no aplica y NR, no reporta. La calificación de calidad de cada estudio se calificó como bueno, aceptable o deficiente.

Anexo 2. Herramienta de evaluación de la calidad para estudios de cohortes observacionales y estudios transversales (continuación)

Criterios	Jhang et al. 2020	Kaneko et al. 2013	Lawrence et al. 2009	Lazzer et al. 2006	Lazzer et al. 2010	Lazzer et al. 2014	Maffeis et al. 1993	MaSi et al. 1996	MaSi et al. 2008	McDuffie et al. 2004	Mehta et al. 2015	Meyer et al. 2012	Molinár et al. 1995
1. ¿Se expresó claramente la pregunta de investigación o el objetivo de este artículo?	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si
2. ¿Se especificó y definió claramente la población de estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3. ¿La tasa de participación de las personas elegibles fue al menos del 50%?	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4. ¿Todos los sujetos fueron seleccionados o reclutados de la misma población o de poblaciones similares (incluido el mismo período de tiempo)? ¿Los criterios de inclusión y exclusión para participar en el estudio se preespecificaron y se aplicaron de manera uniforme a todos los participantes?	Si	NR	NR	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
5. ¿Se proporcionó una justificación del tamaño de la muestra, una descripción de la potencia o estimaciones de varianza y efecto?	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
6. Para los análisis en este documento, ¿se midieron las exposiciones de interés antes de que se midieran los resultados?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
7. ¿Fue suficiente el plazo para que uno pudiera esperar razonablemente ver una asociación entre la exposición y el resultado si existiera?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
8. Para exposiciones que pueden variar en cantidad o nivel, ¿examinó el estudio diferentes niveles de exposición en relación con el resultado (por ejemplo, categorías de exposición o exposición medida como variable continua)?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9. ¿Las medidas de exposición (variables independientes) estaban claramente definidas, eran válidas, confiables y se implementaron de manera consistente en todos los participantes del estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si
10. ¿Se evaluaron las exposiciones más de una vez a lo largo del tiempo?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

11. ¿Las medidas de resultado (variables dependientes) estaban claramente definidas, eran válidas, confiables y se implementaron de manera consistente en todos los participantes del estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si
12. ¿Los evaluadores de resultados estaban cegados al estado de exposición de los participantes?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
13. ¿Las pérdidas durante el seguimiento después del inicio del estudio fueron del 20% o menos?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
14. ¿Se midieron y ajustaron estadísticamente las posibles variables de confusión clave para determinar su impacto en la relación entre exposición (es) y resultado (s)?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
Calificación de calidad (Bueno, Aceptable, o Deficiente)	Bueno	Aceptable	Bueno	Aceptable	Aceptable	Bueno	Bueno	Deficiente	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Bueno	Bueno
Comentarios (si es DEFICIENTE, indique por qué):								El objetivo y el tamaño de la muestra no estaban bien definidos					

Iniciales del evaluador #1: JFS

Iniciales del evaluador #2: LGS

NA, no aplica y NR, no reporta. La calificación de calidad de cada estudio se calificó como bueno, aceptable o deficiente.

Anexo 2. Herramienta de evaluación de la calidad para estudios de cohortes observacionales y estudios transversales (continuación)

Criterios	Moukarzel et al. 2003	Müller et al. 2004	Pierro et al. 1994	Salas et al. 1990	Scaffi et al. 2001	Schmeizle et al. 2004	Schofield et al. 1985	Tounian et al. 1993	Tverskaya et al. 1998	Uemura et al. 2011	White et al. 2000	Williams et al. 2002	Zhang et al. 2018
1. ¿Se expresó claramente la pregunta de investigación o el objetivo de este artículo?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No
2. ¿Se especificó y definió claramente la población de estudio?	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
3. ¿La tasa de participación de las personas elegibles fue al menos del 50%?	Si	CD	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4. ¿Todos los sujetos fueron seleccionados o reclutados de la misma población o de poblaciones similares (incluido el mismo período de tiempo)? ¿Los criterios de inclusión y exclusión para participar en el estudio se preespecificaron y se aplicaron de manera uniforme a todos los participantes?	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	NR	NR	Si	No	No	Si
5. ¿Se proporcionó una justificación del tamaño de la muestra, una descripción de la potencia o estimaciones de varianza y efecto?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
6. Para los análisis en este documento, ¿se midieron las exposiciones de interés antes de que se midieran los resultados?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
7. ¿Fue suficiente el plazo para que uno pudiera esperar razonablemente ver una asociación entre la exposición y el resultado si existiera?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
8. Para exposiciones que pueden variar en cantidad o nivel, ¿examinó el estudio diferentes niveles de exposición en relación con el resultado (por ejemplo, categorías de exposición o exposición medida como variable continua)?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9. ¿Las medidas de exposición (variables independientes) estaban claramente definidas, eran válidas, confiables y se implementaron de manera consistente en todos los participantes del estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
10. ¿Se evaluaron las exposiciones más de una vez a lo largo del tiempo?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

11. ¿Las medidas de resultado (variables dependientes) estaban claramente definidas, eran válidas, confiables y se implementaron de manera consistente en todos los participantes del estudio?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
12. ¿Los evaluadores de resultados estaban cegados al estado de exposición de los participantes?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
13. ¿Las pérdidas durante el seguimiento después del inicio del estudio fueron del 20% o menos?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
14. ¿Se midieron y ajustaron estadísticamente las posibles variables de confusión clave para determinar su impacto en la relación entre exposición (es) y resultado (s)?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Calificación de calidad (Bueno, Aceptable, o Deficiente)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Comentarios (si es DEFICIENTE, indique por qué):													

Iniciales del evaluador #1: JFS

Iniciales del evaluador #2: LGS

NA, no aplica y NR, no reporta. La calificación de calidad de cada estudio se calificó como bueno, aceptable o deficiente.

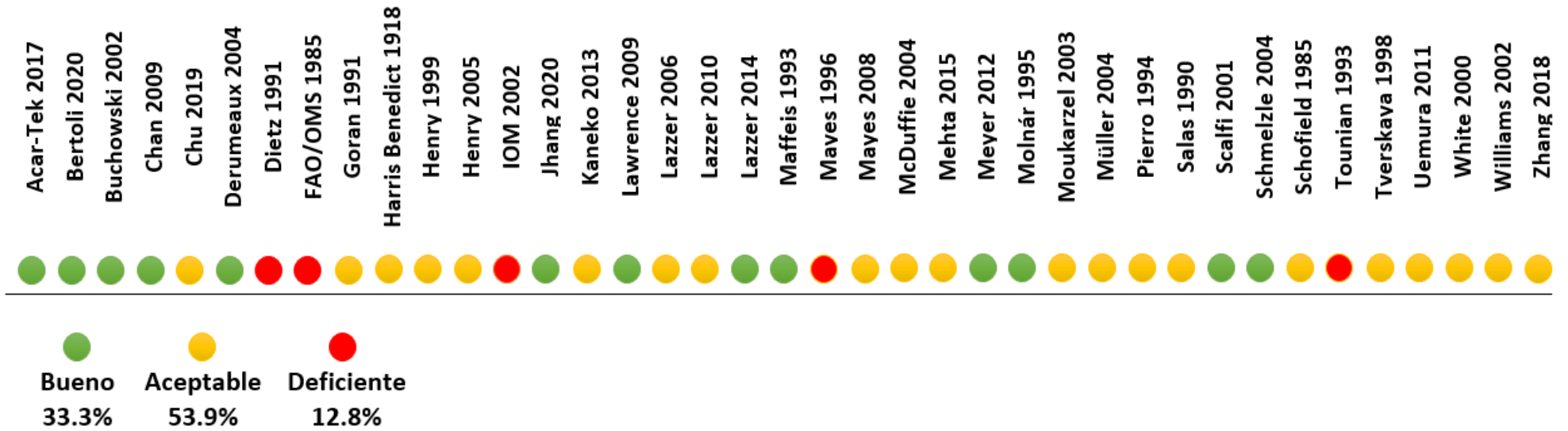
Anexo 3. Análisis de acuerdo de evaluación de sesgo

Análisis de acuerdo de evaluación de sesgo		
Ecuación	Valor de Kappa	p
Score total	0.733 (0.460-1.06)	<0.0001
Acar-Tek 2017	1 (0.620 – 1.3)	<0.0001
Bertoli 2020	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Buchowski 2002	0.775 (0.416 – 1.1)	<0.0001
Chan 2009	0.781 (0.408 – 1.1)	<0.0001
Chu 2019	1 (0.627 -1.3)	<0.0001
Derumeaux-burel 2004	0.888 (0.513- 1.2)	<0.0001
Dietz 1991	0.775 (0.416- 1.1)	<0.0001
FAO/OMS 1985	0.904 (0.598-1.2)	<0.0001
Goran 1991	0.790 (0.441-1.1)	<0.0001
Harris Benedict 1918	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Henry 1999	1 (0.627 – 1.3)	<0.0001
Henry 2005	0.505 (0.186-0.824)	0.002
IOM 2002	0.568 (0.196-0.939)	0.003
Jhang 2020	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Kaneko 2013	0.894 (0.543-1.2)	<0.0001
Lawrence 2009	0.782 (0.428-1.1)	<0.0001
Lazzer 2006	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Lazzer 2010	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Lazzer 2014	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Maffeis 1993	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Mayes 1996	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Mayes 2008	0.785 (0.413-1.1)	<0.0001
McDuffie 2004	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Mehta 2015	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Meyer 2012	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Molnár 1995	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Moukarzel 2003	0.892 (0.520-1.2)	<0.0001
Müller 2004	0.792 (0.461-1.1)	<0.0001
Pierro 1994	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Salas 1990	0.785 (0.413-1.1)	<0.0001
Scalfi 2001	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Schmelzle 2004	1 (0.627-1.3)	<0.0001
Schofield 1985	0.892 (0.520-1.2)	<0.0001
Tounian 1993	0.895 (0.546-1.2)	<0.0001
Tverskaya 1998	0.894 (0.543-1.2)	<0.0001
Uemura 2011	1 (0.627-1.3)	<0.0001
White 2000	0.888 (0.513-1.2)	<0.0001
Williams 2002	0.790 (0.441-1.1)	<0.0001
Zhang 2018	1 (0.627-1.3)	<0.0001

<0=pobre, 0-0.2=leve, 0.21-0.4=aceptable, 0.41-0.6=moderada, 0.61-0.8=considerable, and 0.81-1=casi perfecta

Anexo 4. Calificación de calidad de los estudios incluidos

Calificación de calidad de los artículos de la revisión



Anexo 5. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica sana

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Harris-Benedict (17) 1918	136 H 103 M 93 RN	Sanos	21 a 70 años	Hombres: • $h = 66.4730 + (13.7516 \times P) + (5.0033 \times T) - (6.7550 \times E)$ Mujeres: • $h = 655.0955 + (9.5634 \times P) + (1.8496 \times T) - (4.6756 \times E)$ Infantes: • $h = 22.104 + (31.049 \times P) + (1.162 \times T)$	No reporta	No reporta	• Boston, Massachusetts
FAO/OMS (27) 1985	7000	Sanos	3 a 18 años	Peso Hombres • 0-3 años → $GEB (kcal/d) = (60.9 \times P) - 54$ • 3-10 años → $GEB (kcal/d) = (22.7 \times P) + 495$ • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (17.5 \times P) + 651$ Mujeres • 0-3 años → $GEB (kcal/d) = (61 \times P) - 51$ • 3-10 años → $GEB (kcal/d) = (22.5 \times P) + 499$ • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (12.2 \times P) + 746$ Peso y estatura Hombres • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (16.6 \times P) + (77 \times T) + 572$ Mujeres • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (7.4 \times P) + (482 \times T) + 217$	$(R^2=0.94)$ * $(R^2=0.73)$ * $(R^2=0.81)$ * $(R^2=0.94)$ * $(R^2=0.72)$ * $(R^2=0.56)$ * $(R^2=0.79)$ * $(R^2=0.59)$ *	No reporta	• Países desarrollados y subdesarrollados
Schofield (28) 1985	2359	Sanos	3 a 18 años	Peso Hombres • 0-3 años → $GEB (kcal/d) = (59.51 \times P) - 30.33$ • 3-10 años → $GEB (kcal/d) = (22.706 \times P) + 504.3$ • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (13.384 \times P) + 692.6$ Mujeres • 0-3 años → $GEB (kcal/d) = (58.31 \times P) - 31.07$ • 3-10 años → $GEB (kcal/d) = (20.315 \times P) + 485.9$ • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (17.686 \times P) + 658.2$ Peso y estatura Hombres • 0-3 años → $GEB (kcal/d) = (0.167 \times P) + (1517.4 \times T) - 617.6$ • 3-10 años → $GEB (kcal/d) = (19.6 \times P) + (130.3 \times T) + 414.9$ • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (16.25 \times P) + (137.2 \times T) + 515.5$ Mujeres • 0-3 años → $GEB (kcal/d) = (16.25 \times P) + (1023.2 \times T) - 413.5$ • 3-10 años → $GEB (kcal/d) = (16.97 \times P) + (161.8 \times T) + 371.2$ • 10-18 años → $GEB (kcal/d) = (8.365 \times P) + (465 \times T) + 200$	$(R^2=0.90)$ * $(R^2=0.68)$ * $(R^2=0.86)$ * $(R^2=0.92)$ * $(R^2=0.65)$ * $(R^2=0.64)$ * $(R^2=0.94)$ * $(R^2=0.68)$ * $(R^2=0.86)$ * $(R^2=0.94)$ * $(R^2=0.65)$ * $(R^2=0.67)$ *	No reporta	• Italianos, americanos y asiáticos

Anexo 5. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica sana (continuación)

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Henry, et al. (40) 1999	78 H 117 M	Sanos	10 a 15 años	<p>Ecuación 1</p> <p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (Kj/d) = (66.9 x P) + 2876 GEB (Kj/d) = (105.4 x MLG) + 2230 GEB (Kj/d) = (54.6 x P) + (18.8 x T) + 576 GEB (Kj/d) = (91.1 x MLG) + (29.4 x MG) + 2422 GEB (Kj/d) = (78.5 x P) + (suprailiaco x 45.3 – tríceps x 54.99 – subscapular x 38.3) + 294 <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (Kj/d) = (47.9 x P) + 3230 GEB (Kj/d) = (21.0 x P) – (11.0 x T) + (80.7 x MLG) – (154.6 x E) + .5319 GEB (Kj/d) = (96.77 x MLG) – (383.9 x sexo) + (21.4 x MG) – (136.0 x E) + .3949 <p>Ecuación 2 (etapa puberal)</p> <p>Edad de desarrollo</p> <p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> PH1 → GEB (Kj/d) = (60.0 x P) – (194 x E) + (50.7 x ancho de muñeca) + 2892 G3 → GEB (Kj/d) = (270 x MUAMC) + log de la suma de 5 pliegues x 1450) - 1803 <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> Etapa de mama 1 → GEB (Kj/d) = (69.9 x P) - 5230 10-15 años → GEB (Kj/d) = (50.6 x P) – (170.9 x status menarca) + 3161 <p>Pre- menarca</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (Kj/d) = (53.6 x P) + 3031 GEB (Kj/d) = (97.07 x P) – (74.6 x MG) – (121.2 x E) + 3452 	<p>(R²=0.61)</p> <p>(R²=0.62)</p> <p>(R²=0.62)</p> <p>(R²=0.63)</p> <p>(R²=0.67)</p> <p>(R²=0.52)</p> <p>(R²=0.57)</p> <p>(R²=0.60)</p> <p>(R²=0.61)</p> <p>(R²=0.69)</p> <p>(R²=0.52)</p> <p>(R²=0.52)</p> <p>(R²=0.57)</p> <p>(R²=0.61)</p>	Ventilated hood system (Datex Deltatrac, Datex Instrumentation Corp., Helsinki, Finland)	<ul style="list-style-type: none"> Oxford, Reino Unido Sexo: 1 hombre y 0 mujer Pliegues en milímetros (mm) Composición corporal evaluada por pliegues <ul style="list-style-type: none"> Ancho de muñeca en milímetros (mm) MUACMC: circunferencia muscular de la parte media del brazo (cm); Status de menarca: Pre-menarca=0; post-menarca=1 PH1: (Vello púbico) G3: desarrollo gonadal
IOM (41) 2002	167 H 358 M	Sanos	0 a 18 años	<p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (kcal/d) = 68 – (43.3 x E) + 712 x T) + (19.2 x P). <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (kcal/d) = 189 – (17.6 x E) + (625 x T)) + (7.9 x P) 	<p>(R²=0.89)</p> <p>(R²=0.75)</p>	Agua doblemente marcada	<ul style="list-style-type: none"> Caucásicos, Afroamericanos, Hispanos e indios americanos Estatura en metros (m)

Anexo 5. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica sana (continuación)

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Henry, et al. (4) 2005	5794 H 4702 M	Sanos	3 A 18 años	Oxford con peso Hombres <ul style="list-style-type: none"> 0-3 años → GEB (Kcal/d)= (61.0x P) – 33.7 3-10 años → GEB (Kcal/d)= (23.3 × P) + 514 10-18 años → GEB (Kcal/d)= (18.4 × P) + 581 Mujeres <ul style="list-style-type: none"> 0-3 años → GEB (Kcal/d)= (58.9 x P) – 23.1 3-10 años → GEB (Kcal/d)= (20.1 × P) + 507 10-18 años → GEB (Kcal/d)= (11.1 × P) + 761 Oxford con peso y estatura Hombres <ul style="list-style-type: none"> 0-3 años → GEB (Kcal/d)= (28.2 × P) + (859 × T) - 371 3-10 años → GEB (Kcal/d)= (15.1 x P) + (74.2 x T) + 306 10-18 a → GEB (Kcal/d)= (15.6 × P) + (266 × T) + 299 Mujeres <ul style="list-style-type: none"> 0-3 años → GEB (Kcal/d)= (30.4 × P) + (703 × T) – 287 3-10 años → GEB (Kcal/d)= (15.9 x P) + (210 x T) + 349 10-18 años → GEB (Kcal/d)= (9.40 × P) + (249 × T) + 462 	 (R ² =0.91) * (R ² =0.68) * (R ² =0.74) * (R ² =0.92) * (R ² =0.67) * (R ² =0.56) * (R ² =0.91) * (R ² =0.69) * (R ² =0.74) * (R ² =0.92) * (R ² =0.68) * (R ² =0.57) *	No reporta	<ul style="list-style-type: none"> Europea, americana y asiática Conocida como la ecuación Oxford Composición corporal evaluada por BIA
Lawrence, et al. (42) 2009	38 H 54 M	Sanos	4 a 11 años	Ecuación 1 <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (5.38 x %PIC) + (824.39 x ASC) – (22.47 x GC) - 201.91 Ecuación 2 <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = 448.48 + (588.43 x ASC) Ecuación 3 <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = 632.40 + (15.66 x E) + (9.53 x P) Ecuación 4 <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d)= REE = 581.57 + (20.19 x MLG) 	(R ² =0.61) (R ² =0.56) (R ² =0.56) (R ² =0.55)	TrueOne 2400 metabolic cart (ModelQMC, ParvoMedics Corp. UT, USA). After	<ul style="list-style-type: none"> Coreanos Conocida como ecuación Kim %PIC= % de peso ideal corporal (%) ASC= área de superficie corporal (m²) ASC= (0.007184 x T^{0.725} x P^{0.425})
Kaneko, et al. (45) 2013	113 H 108 M	Sanos	6 a 17 años	Hombre <ul style="list-style-type: none"> GER (kcal/d) = (14.4 x P) + (5.09 x T) – (34.0 x E) + 403 Mujer <ul style="list-style-type: none"> GER (kcal/d) = (7.64 x P) + (4.22 x T) – (22.5 x E) + 526 	(R ² =0.86) (R ² =0.62)	Model AR-1, ARCO System Co., Chiba	<ul style="list-style-type: none"> Japoneses

GEB= gasto energético basal; GER= gasto energético en reposo; h= producción de calor; H= hombres, M= mujeres; RN: recién nacidos; P= peso (kg); T= estatura (cm); E= edad (años); MLG= masa libre de grasa (kg); MG= masa grasa (kg); GC= grasa corporal (kg); kcal= kilocalorías; Kj= kilojoules; BIA= Bioimpedancia eléctrica

* Se hizo la conversión de las ecuaciones que mostraron R de Pearson a R² elevando su valor al cuadrado con la finalidad de unificar los valores

Anexo 6. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con sobrepeso y obesidad

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
McDuffie, et al. (46) 2004	191 H 311 M	Normo peso y sobrepeso	6 a 11 años	<p>Peso y estatura</p> <p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (0.037 x P) - (4.67 x 1/T²) - (0.159 x R) - 6.792. Ajuste. Si GER es ≤ 6.0 MJ, entonces GER = - 0.217; sino + 0.277 <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (0.046 x P) - (4.492 x 1/T²) - (0.151 x R) + 5.841. Ajuste. Si GER es ≤ 5.0 MJ, entonces GER = - 0.457; sino + 0.244 <p>Composición corporal</p> <p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (0.078 x MLG) + (0.026 x MC) - (2.646 x 1/T²) - (0.244 x R) + 4.8. Ajuste. Si GER es ≤ 6.0 MJ, entonces GER = - 0.255; sino + 0.251 <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (0.101 x MLG) + (0.025 x MC) + (0.293 x T²) - (0.185 x R) + 1.643. Ajuste. Si GER es ≤ 5.0 MJ, entonces GER = - 0.355; sino + 0.251 	<p>(R²=0.72)</p> <p>(R²=0.69)</p> <p>(R²=0.75)</p> <p>(R²=0.71)</p>	Sensor-Medics 2900 or Deltatrac; SensorMedics Corp, Yorba Linda, CA	<ul style="list-style-type: none"> Datos de Institutos Nacionales de Salud Washington, DC, Filadelfia, Pittsburgh y Baton Rouge, LA R= Raza (Negro = 1 / Blanco = 0) Composición corporal por DEXA
Dietz, et al. (47) 1991	Sin obesidad 14 H 12 M Obesidad 15 H 13 M 25 M	Normo peso y obesidad	10 a 18 años	<p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (kcal/d) = (16.6 x P) + (77 x T) + 572 <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB (kcal/d) = (7.4 x P) + (482 x T) + 217 <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GEB= 25.438 + (34.913 x MLG) 	<p>(R²=0.79) *</p> <p>(R²=0.59) *</p> <p>(R²= 0.84) *</p>	No reporta	<ul style="list-style-type: none"> Boston, Massachusetts Ecuación de la FAO/OMS de peso y estatura de edades de 10-18 años No se documenta como se midió la composición corporal
Tounian, et al. (48) 1993	Sin obesidad 8 Obesidad 19	Normo peso y obesidad	11 a 17 años	<p>Grupo control (sin obesidad)</p> <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (23.2 x MLG) + 726 <p>Obesidad</p> <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = (18.1 x MLG) + 872.2 GER (Kcal/d) = (24.7 x MLG) - (8.92 x MC) + 841 	<p>(R²= 0.60) *</p> <p>(R²= 0.50)*</p>	MMC Horizon-Beckman gas analyzer (Sensor Medics Corp, Anaheim, CA)	<ul style="list-style-type: none"> Paris, Francia La composición corporal se calculó por formula de Durnin y Rahaman
Maffeis, et al. (24) 1995	Sin obesidad 97 Obesidad 33	Normo peso y obesidad	6 a 10 años	<p>Hombres</p> <ul style="list-style-type: none"> 6-10 años → GER (kJ/d) = 1287 + (28.6 x P) + (23.6 x T) - (69.1 x edad) <p>Mujeres</p> <ul style="list-style-type: none"> 6-10 años → GER (kJ/d) = 1552 + (35.8 x P) + (15.6 x T) - (36.3 x edad) 	<p>(R² = 0.58)</p> <p>(R² =0.69)</p>	Deltatrac calorimeter; Instrumentarium Oy, Datex Division, Helsinki, Finland	<ul style="list-style-type: none"> Italia La composición corporal se calculó por formula de Lohman

Anexo 6. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con sobrepeso y obesidad (continuación)

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Molnár, et al. (23) 1995	Sin obesidad 116 H 119 M Obesidad 77 H 59 M	Normo peso y obesidad	10 a 16 años	Hombres • GER (kJ/d) = (50.0 x P) + (25.3 x T) – (50.3 x E) + 26.9 Mujeres • GER (kJ/d) = (51.2 x P) + (24.5 x T) – (207.5 x E + 1629.8 Hombre y mujer • GER (kJ/d) = (50.2 x P) + (26.9 x T) – (144.5 x E) – (550 x sexo) + 594.3	(R ² = 0.88) (R ² = 0.82) (R ² = 0.85)	Deltatrac indirect calorimeter (Datex, Instrumentarium OY, Helsinki, Finland)	• Hungría • Sexo: 0 Hombre y 1 mujer • La composición corporal por pliegues cutáneos según Parizkova y Roth
Müller, et al. (52) 2004	243	Normo peso y obesidad	5 a 17 años	• GER (MJ/d) = (0.02606 x P) + (0.04129 x T) + (0.311 x sexo) – (0.08369 x edad) – 0.808 • GER (MJ/d) = (0.07885 x MLG) + (0.02132 x MG) + (0.327 x sexo) + 2.694	(R ² = 0.72) (R ² = 0.72)	Deltatrac, TM MBM-100; Hoyer, Bremen, Germany/	• Alemania • Sexo: 1 hombre y 0 mujer • Composición corporal por BIA
Uemura, et al. (53) 2011	76	Normo peso y obesidad	12 a 13 años	Ecuación total • GER (Kcal/d) = (40.2 x sexo) + (11.2 x P) + (9.6 x T) + (10.3 x MLG) – 767 Ecuación con obesidad • GER (Kcal/d) = (23.7 x P) + (11.3 x T) – (10.7 x MG) – 1162.3 Ecuación con peso normal • GER (Kcal/d) = (40.4 x MLG) + 146.4	(R ² = 0.65) (R ² = 0.55) (R ² = 0.48)	(Douglas 1911; Yamauchi and Ohtsuka 2000).	• Indonesia • Sexo: 0 hombre y 1 mujer • Composición corporal por BIA
IOM (41) 2002	127 H 192 M	Sobrepeso y obesidad	3 a 18 años	Hombres • GEB (kcal/d) = 419.9 – (33.5 x E) + (418.9 x T) + (16.7 x P) Mujeres • GEB (kcal/d) = 515.8 – (26.8 x E) + (347 x T) + (12.4 x P)	(R ² = 0.88) (R ² = 0.76)	Agua doblemente marcada	• Caucásicos, Afroamericanos, Hispanos e indios americanos • Estatura en metros (m)
Tverskaya, et al. (55) 1998	50 H 60 M	Obesidad	6 a 10 años	• GEB (Kcal/d)= 775 + (28.4 x MLG) - (37 x E) + (3.3 x MG) + (82 x sexo)	(R ² = 0.84)	Deltatrac (Model MBM-100, Sensor Medics Corporation, Yorba Linda, CA)	• Brooklyn, New York • Sexo: 1 hombre y 0 mujer • Composición corporal por BIA
Derumeaux-Burel, et.al (56) 2004	191 H 280 M	Obesidad	3 a 18 años	Hombres • GER (Kcal/d) = (0.1096 x MLG) + 2.8862 Mujeres • GER (Kcal/d)= (0.1371 x MLG) – (0.1644 x E) + 3.3647	(R ² = 0.79) (R ² = 0.76)	Deltatrac II apparatus (Datex Engström, Helsinki)	• Franceses • Composición corporal por BIA
Schmelzle, et.al. (57) 2004	49 H 33 M	Obesidad	4 a 15 años	Ecuación 1 (grupo 1 ambos) • 4-10 años → GER (kcal/d)= (38.8 x MLG _{DEXA}) + 505 Ecuación 2 (grupo 2 Hombres) • 11-15 años → GER (kcal/d)= (27.2 x MLG _{DEXA}) + 766) Ecuación 3 (grupo 3 Mujeres) • 11-15 años → GER (kcal/d)= (12.1 x P) + 689 Ecuación 4 (grupo 1 ambos) • 4-10 años → GER (kcal/d)= (15.0 x P) + (5.3 x T) - 3 Ecuación 5 (grupo 2 Hombres) • 11-15 años → GER (kcal/d)= (6.6 x P) + (13.1 x T) - 794 Ecuación 6 (grupo 3 Mujeres) 11-15 años → GER (kcal/d)= (11.9 x P) + (0.84 x T) + 579	(R ² =0.64) * (R ² =0.65) * (R ² =0.65) * (R ² =0.59) * (R ² =0.57) * (R ² =0.65) *	Deltatrac I1 metabolic monitor (Datex, Finland)	• Alemania • Composición corporal por DEXA

Anexo 6. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con sobrepeso y obesidad (continuación)

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Lazzer, et al. (58) 2006	242 H 332 M	Obesidad	7 a 18 años	<ul style="list-style-type: none"> GER (kJ/d) = (Sexo x 892.68) – (E x 115.93) + (P x 54.96) + (T x 1816.23) + 1484.50 GER (kJ/d) = (Sexo x 909.12) – (E x 107.48) + (MLG x 68.39 + (MG x 55.19) + 3631.23 	(R²=0.66) (R²=0.66)	Vmax 29; Sensor Medics, Yorba Linda, CA, USA	<ul style="list-style-type: none"> Italia, Caucásicos Estatura en metros (m) Sexo: 1 hombre y 0 mujer Composición corporal por ecuación de Lazzer
Chan, et al. (60) 2009	71 H 29 M	Obesidad	7 a 18 años	GER (kcal/d) = (17.4 x logMLG) + (11.4 x Conl) – (2.4 x Cenl) – 31.3.	(R² = 0.7)	Deltatrac II MBM-200; Instrumentarium Corp, Helsinki, Finland	<ul style="list-style-type: none"> Chinos Conl (índice de conicidad) = circunferencia de cintura (m) / 0.109 √ [P/T (en metros)] Cenl (índice de centralidad = razón del pliegue cutáneo subescapular/triceps). Composición corporal por DEXA
Lazzer, et al. (22) 2010	1412	Obesidad	7 a 18 años	Ecuación 1 <ul style="list-style-type: none"> GEB (kcal/d) = (12 x P) – (14 x E) + (241 x Sexo) + 909 Ecuación 2 <ul style="list-style-type: none"> GEB (kcal/d) = (24 x MLG) – (7 x E) + (179 x Sexo) + 870 	(R²=0.59) ajustada (R²=0.59) ajustada	Vmax 29; Sensor Medics, Yorba Linda, CA.	<ul style="list-style-type: none"> Italia Sexo: 1 hombre y 0 mujer Composición corporal por BIA, la MLG se estimó usando la ecuación de predicción de Lazzer y cols.
Lazzer (39) et al. 2014	682 H 1014 M	Obesidad	7 a 18 años	<ul style="list-style-type: none"> GEB (Mj/d) = (P x 0.044) + (T x 2.836) – (etapa puberal x 0.148) + (sexo x 0.781) – 0.551 GEB (Mj/d) = (MLG x 0.082) + (MG x 0.037) - (etapa puberal x 0.125) + (sexo x 0.706) + 2.528 	(R² =0.69) (R² =0.70) ajustadas	Vmax29, Sensor Medics, Yorba Linda, CA, USA	<ul style="list-style-type: none"> Caucásicos Italia Estatura en m Etapa de Puberal:(1= prepuberal a 5= completamente madura) Sexo: 1 hombre y 0 mujer Composición corporal por BIA, la MLG se estimó usando la ecuación de predicción de Lazzer y cols.
Acar-Tek, et.al. (1) 2017	57 H 46 M	Obesidad	7 a 17 años	GER (Kcal/d) = 451.722 + (23.202 x MLG)	(R² = 0.41) ajustada	COSMED, FitMatePro, Rome, Italy	<ul style="list-style-type: none"> Ankara, Turquía Composición corporal por BIA
Zhang, et al. (62) 2018	148	Obesidad	7 a 13 años	GER (Kcal/d) = 54.41 – (1.36 x E) – (2.25 x DEIMC) – (0.16 x MLG)	(R² = 0.40)	No menciona	<ul style="list-style-type: none"> Chinos DEIMC= Desviación estándar de IMC Composición corporal por BIA
Chu et al. (63) 2019	26	Obesidad	Adolescentes	GER (Kcal/d) = (10.733 x MG) + (12.727 x MLG) + 595.071	(R² = 0.73)	(Vmax Encore V29C; Sensormedics Corp., Yorba Linda, CA).	<ul style="list-style-type: none"> Ontario, Toronto Reactancia y reactividad por BIA, composición corporal por ecuaciones de Gray y cols.

GEB= gasto energético basal; GER= gasto energético en reposo; H= hombres; M= mujeres; P= peso (kg); T= estatura (cm); E= edad (años); MLG= masa libre de grasa (kg); MG= masa grasa (kg); MC= Masa corporal (Kg); DEXA: absorciometría de rayos X de energía dual; kcal= kilocalorías; KJ= kilojoules; Mj= Megajoules; BIA= Bioimpedancia eléctrica

* Se hizo la conversión de las ecuaciones que mostraron R de Pearson a R² elevando su valor al cuadrado con la finalidad de unificar los valores

Anexo 7. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con situaciones clínicas específicas

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Williams, et al. (65) 2002	6 H 14 M	Anemia falciforme	5 a 17 años	Harris Benedict modificada Hombres: • GER (kcal/d) = [66.5 + (13.75 x P) + (5 x T) – (6.76 x E)] x (1.3278 – 0.0242 x Hb) Mujeres: • GER (kcal/d) = [655 + (9.56 x P) + (1.85 x T) – (4.68 x E)] x (13595 – 0.0242 x Hb) FAO/OMS modificada Hombres • 3-10 años → GER (kcal/d)= [(22.7 x P) + 495] x (1.3074 – 0.0309 x Hb) • 10-18 años → GER (kcal/d)= [(17.5 x P) + 651] x (1.3074 – 0.0309 x Hb) Mujeres • 3-10 años → GER (kcal/d)= [(22.5 x P) + 499] x (1.4775 – 0.0309 x Hb) • 10-18 años → GER (kcal/d)= [(12.2 x P) + 746] x (1.4775 – 0.0309 x Hb)	No reporta	CPX-MAX-D cardiopulmonary gas exchange system (Medical Graphics)	<ul style="list-style-type: none"> Memphis, Tennessee Composición corporal por BIA c (g/dl);
Buchowski, et al. (2) 2002	18 H 19 M	Anemia falciforme	14 a 18 años	Ecuación 1 Ambos • GER (kJ/d) = 3882 + (101 x MLG) – (439.8 x sexo=femenino=) – (112.9 x Hb) Ecuación 2 (simple) Hombre • GER (kcal/d) = 1305 + (18.6 x P) – (55.7 x Hb) Mujer • GER (kcal/d) = 1100 + (13.3 x P) – (30.2 x Hb)	(R²= 0.87) (R²=0.76) (R²=0.85)	No reporta	<ul style="list-style-type: none"> Nashville, Tennessee Sexo: 0 hombre y 1 mujer Composición corporal por hidrodensitometría. Hb= hemoglobina (g/dl);
Scalfi, et al. (66) 2001	36	Anorexia nerviosa	13 a 17 años	Adolescentes • GEB (kcal/d) = 313.4 + (100.8 x P) • GEB (kcal/d) = 92.8 x P	(R= 0.48) * (no reporta)	(canopy system: MMC Horizon, Sensor Medics, Anaheim, USA)	<ul style="list-style-type: none"> Italia
Bertoli, et al. (69) 2020	49 H 73 M	Atrofia espinal muscular tipo 1	Menores de 10 años	Respiración espontánea • GER (kcal/d) = (35 x P) + (75 x tx nusinersen) +219 • GER (kcal/d) = (6 x LS) + (75 x tx nusinersen) +10 • GER (kcal/d) = (24 x LT) + (97 x tx nusinersen) +179 Ventilación mecánica • GER (kcal/d)= (14 x LT) +200 x tx nusinersen) +190	(R²=0.63) (R²=0.63) (R²= 0.62) (R²=0.22)	VMAX Sensor Medics 29	<ul style="list-style-type: none"> Caucásicos Tx nusinersen: 1 = Si LS = longitud supina en centímetros (cm) LT=longitud de tibia en centímetros (cm)
Goran et al. (25) 1991	56	Quemadu,ras	4 a 14 años	Gasto Energético en Reposo • GER (kcal/d) = 1.29 x PGEB Balance de energía requerido para el 95% de los pacientes • GET (kcal/d) = (1.55 x PGEB) + (2.39 x PGEB ^{0.75})	No reporta	carro metabólico Beckman (Fullerton, CA)	<ul style="list-style-type: none"> Texas PGEB= predicción del gasto energético basal (kcal)

Anexo 7. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con situaciones clínicas específicas

(continuación)

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Mayes et al.(38) 1996	48	Quemaduras	Menores de 3 años y de 5 a 10 años	<p>Pacientes menores de 3 años</p> <ul style="list-style-type: none"> GER = 108 + (68 x PPQ) + (3.9 x Q) GER = 179 + (66 x PPQ) + (3.2 x QTG) <p>Pacientes de 5 a 10 años</p> <ul style="list-style-type: none"> GER = 818 + (37.4 x PPQ) + (9.3 x Q) GER = 950 + (38.5 x PPQ) + (5.9 x QTG) 	<p>(R²=0.71) (R²=0.68)</p> <p>(R²=0.70) (R²=0.67)</p>	Delta Trac, SensorMedics, Yorba Linda, Calif)	<ul style="list-style-type: none"> Cincinnati, Ohio Aplicable para quemaduras del 10 al 50% Q= Quemadura en porcentaje (%) PPQ = Peso Previo a Quemadura en kg QTG = Quemadura Tercer Grado en porcentaje (%)
White, et.al. (70) 2000	58 H 42 M	Paciente crítico con ventilación	54 meses +/- 53 meses	<p>Ecuación 1</p> <ul style="list-style-type: none"> EE (kJ/d) = (20 x E) + (31 x P) + (151 x puntaje Z P/Edad) + (279 x Temp) + (122 x días en UCI) – 9200 + constante <p>Ecuación 2 (simplificada)</p> <ul style="list-style-type: none"> EE (kJ/d)= (17 x edad) + (48 x P) + (292 x Temp) – 9677 	<p>(R² = 0.89)</p> <p>(R² = 0.86)</p>	Deltatrac II (Datex-Engstrom, Helsinki, Finland)	<ul style="list-style-type: none"> Brisbane, Australia Constante= + 0 (lesión craneal); + 105 (procedimiento postquirúrgico); - 512 (enfermedad respiratoria); + 98 (otro); - 227 (sepsis) Edad en meses Puntaje Z P/Edad= peso para la edad en puntaje z Días UCI= el número de días desde la admisión a la UCI, si >4 se multiplica por 4 Temp= temperatura corporal (°C)
Meyer, et.al. (71) 2012	175	Paciente crítico con ventilación	3 a 16 años	<p>Ecuación A</p> <ul style="list-style-type: none"> <3 años → GER (kcal/d)= 309 + (48.4 x P) + (1.22x E) – (0.377 x P²) – 283.7 + (6.2 x E) + CD – (CDP x P) 3–10 años → GER (kcal/d)= 309 + (48.4 x P) + (1.22x E) – (0.377 x P²) + 259 – (7.6 x E) + CD – (CDP x P) 11–18 años → GER (kcal/d)= 309 + (48.4 x P) + (1.22x E) – (0.377 x P²) + coeficiente diagnóstico* – (coeficiente diagnóstico x P) <p>Ecuación B</p> <ul style="list-style-type: none"> < 3 años → GER (kcal/d)= (87.5 x P) – 66 + CD – (0.727 x P²) – (33 x P) 3–10 años → GER (kcal/d)= (87.5 x P) + 20 + CD – (0.727 x P²) – (37.4 x P) 11–18 años → GER (kcal/d)= (87.5 x P) – 984 + CD – (0.727 x P²) <p>Ecuación C (simplificada)</p> <ul style="list-style-type: none"> <3 años → GER (kcal/d)= (88 x P) + 92 – (0.7 x P²) – (37 x P) 3–10 años → GER (kcal/d)= (88 x P) + 110 – (0.7 x P²) – (37 x P) 11–18 años → GER (kcal/d)= (88 x P) – 910 – (0.7 x P²) 	<p>(R² = 0.83)</p> <p>(R² = 0.83)</p> <p>(R² = 0.82)</p>	Deltatrac II NMN-200 (Datex Ohmeda, Helsinki, Finland)	<ul style="list-style-type: none"> Londres, Reino Unido. CD= categoría de diagnóstico CDP= Categoría del diagnóstico + peso (kg) <p>Ecuación A</p> <p>CD= Falla multiorgánica = 226; Falla respiratoria= 79; Sistema nervioso central= 33; Cirugía= 0; CDP= Falla multiorgánica= 18; Falla respiratoria= 8; Sistema nervioso central= 10; Cirugía= 0</p> <p>Ecuación B</p> <p>CD= Falla multiorgánica = 143; Falla respiratoria= 168; Sistema nervioso central= 114; Cardiovascular y cirugía= 142; Enfermedad hepática= 0</p>
Mehta, et al. (72) 2015	72	Paciente crítico con ventilación	Menores de 18 años	<ul style="list-style-type: none"> GER (Kcal/d) = 5.534 x VCO₂ x 1440 	No reporta	Vmax_ Encore (Viasys Healthcare, Loma Linda, CA)	<ul style="list-style-type: none"> Boston Massachusetts VCO₂: Volumen de dióxido de carbono (L/min)

Anexo 7. Ecuaciones de predicción del gasto energético en población pediátrica con situaciones clínicas específicas (continuación)

Fuente/ año	N	Condición clínica	Rango de edad	Ecuación	R ²	Calorímetro	Notas - País en donde se desarrolló y/o población - Codificación de variables de la ecuación - Método de valoración de composición corporal
Jhang, et al. (73) 2020	32 H 38 M	Paciente crítico con ventilación mecánica	5 meses a 17 años	Nueva ecuación predictiva para el GE • $EE \text{ (kcal/d)} = -321.264 + (72.152 \times P) - (1.396 \times (P^2)) + (5.668 \times T) + \text{disfunción de órganos}^*$	(R ² =0.86)	CARESCAPE Monitor B650; GE Healthcare Finland Oy, Helsinki, Finland	• Corea • * agregar la constante si es (hematológico= 76.699 o neurológico= 87.984)
Pierro, et al. (74) 1994	24 H 22 M	Quirúrgico gastrointestinal	Menores de 6 meses de edad	• $GER \text{ (cal/min)} = -74.436 + (34.661 \times P) + (0.496 \times \text{latidos por minuto}) + (0.178 \times E)$	(R ² = 0.84) *	Taylor Servomex, Sussex Uk	• Liverpool, Inglaterra • Edad en días • Conversión de cal/min a kcal/kg/d, el resultado de la ecuación se multiplica por 1.44 y se divide por el peso en kg.
Mayes(75) et al. 2008	15	Síndrome de Stevens-Johnson y necrólisis epidérmica tóxica	9 a 12 años	• $GER \text{ (kcal/d)} = (24.6 \times P) + (\% \text{ herida} \times 4.1) + 940$	(R ² =0.73)	DeltaTrac, Sensormedics, Yorba Linda, CA)	• Cincinnati, Ohio • P = Peso Corporal previo a la lesión (Kg) • % herida= Porcentaje de la herida con relación a la superficie corporal total
Salas et al. (76) 1990	37	Nutrición Parental total	Entre 2 a 7 años	• $GER \text{ (Kcal/d)} = (54.4 \times \text{MLG}) + (0.095 \times \text{Creatinina/P}) + 4.67$	(R ² =0.97) *	MMC-Horizon (SensorMedics Metabolic Measurement Cart, Beckman Instruments, Inc, Anaheim, CA)	• Paris, Francia • Composición corporal medida por ecuación de Brook y Siri a partir de los pliegues. • Creatinina/Peso en mmol/Kg/d
Moukarzel et al. (81) 2003	12 H 14 M	Nutrición parenteral total	Entre 38 a 62 meses	Ecuación 1 • $GER \text{ (Kcal/d)} = (56.6 \times \text{MLG}) + 97.9$ Ecuación 2 • $GER \text{ (Kcal/d)} = (45.6 \times P) + 136$ Ecuación 3 • $GER \text{ (Kcal/d)} = (68.9 \times \text{MLG}) + (3.3 \times \text{MG})$	(R ² =0.98) (R ² =0.92) (R ² =0.98)	MMC-Horizon metabolic car (Beckman Instuments Inc., Anaheim, CA)	• Paris, Francia • Composición corporal medida por ecuación de Brook y Siri a partir de los pliegues.

GER= gasto energético en reposo; EE= energía expedita, H= hombres; M= mujeres; P= peso (kg); T= estatura (cm); E= edad (años)*; MLG= masa libre de grasa (kg); kcal= kilocalorías; Kj= kilojoules; cal= calorías; EE= energía expedita

* Se hizo la conversión de las ecuaciones que mostraron R de Pearson a R₂ elevando su valor al cuadrado con la finalidad de unificar los valores

15. Referencias

1. Acar-Tek N, Agagunduz D, Celik B, Bozbulut R. Estimation of Resting Energy Expenditure: Validation of Previous and New Predictive Equations in Obese Children and Adolescents. *J Am Coll Nutr.* 2017;36(6):470-80.
2. Buchowski M, Chen K, Byrne D, Wang W. Equation to estimate resting energy expenditure in adolescents with sickle cell anemia. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(6):1335-44.
3. Henes ST, Cummings DM, Hickner RC, Houmard JA, Kolasa KM, Lazorick S, et al. Comparison of predictive equations and measured resting energy expenditure among obese youth attending a pediatric healthy weight clinic: one size does not fit all. *Nutr Clin Pract.* 2013;28(5):617-24.
4. Henry CJ. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr.* 2005;8(7A):1133-52.
5. Finan K, Larson DE, Goran MI. Cross-Validation of Prediction Equations for Resting Energy Expenditure in Young, Healthy Children. *Journal of the American Dietetic Association.* 1997;97(2):140-5.
6. Rodriguez G, Moreno LA, Sarria A, Fleta J, Bueno M. Resting energy expenditure in children and adolescents: agreement between calorimetry and prediction equations. *Clinical nutrition.* 2002;21(3):255-60.
7. Madden AM, Mulrooney HM, Shah S. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. *J Hum Nutr Diet.* 2016;29(4):458-76.
8. ESPGHAN. Energy. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition.* 2005;41:5-11.
9. Howell S, Kones R. "Calories in, calories out" and macronutrient intake: the hope, hype, and science of calories. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2017;313(5):E608-E12.
10. Joosten K, Embleton N, Yan W, Senterre T, nutrition EEECWgopp. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Energy. *Clinical nutrition.* 2018;37(6 Pt B):2309-14.
11. Sancho Martinez A, Dorao Martinez-Romillo P, Ruza Tarrio F. Evaluation of energy expenditure in children. Physiological and clinical implications and measurement methods. *An Pediatr (Barc).* 2008;68(2):165-80.
12. Bauer J, Jurgens H, Fruhwald MC. Important aspects of nutrition in children with cancer. *Advances in nutrition.* 2011;2(2):67-77.
13. Chima L, Mulrooney HM, Warren J, Madden AM. A systematic review and quantitative analysis of resting energy expenditure prediction equations in healthy overweight and obese children and adolescents. *J Hum Nutr Diet.* 2020;33(3):373-85.
14. Jotterand Chaparro C, Moullet C, Taffe P, Laure Depeyre J, Perez MH, Longchamp D, et al. Estimation of Resting Energy Expenditure Using Predictive Equations in Critically Ill Children: Results of a Systematic Review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2018;42(6):976-86.
15. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc.* 2005;105(5):775-89.
16. Owen O, Kavle E, Owen R, Polansky M, Caprio S, Mozzoli M, et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr.* 1986 Jul;44:1-19.
17. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci.* 1918;4(12):370-3.
18. Kleiber M. Body size and metabolic rate. *Physiol Rev.* 1947 Oct;27(4):511-41.
19. Westerterp KR. Control of energy expenditure in humans. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71(3):340-4.

20. Ravussin E, Lillioja S, Anderson T, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber. *J Clin Invest.* 1986 Dec;78(6):1568-78.
21. Cunningham J. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr.* 1991;54(6):963-9.
22. Lazzer S, Bedogni G, Lafortuna CL, Marazzi N, Busti C, Galli R, et al. Relationship between basal metabolic rate, gender, age, and body composition in 8,780 white obese subjects. *Obesity (Silver Spring).* 2010;18(1):71-8.
23. Molnár D, Jeges S, Erhardt E, Schutz Y. Measured and predicted resting metabolic rate in obese and nonobese adolescents. *J Pediatr.* 1995;127(4):571-7.
24. Maffei C, Schutz Y, Micciolo R, Zocante L, Pinelli L. Resting metabolic rate in six- to ten-year-old obese and nonobese children. *J Pediatr.* 1993;122(4):556-62.
25. Goran MI, LB N HD, J PE, R WR. Estimating energy requirements in burned children: a new approach derived from measurements of resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr.* 1991;54(1):35-40.
26. Rodríguez G, Moreno L, Sarría A, Pineda I, Fleta J, Pérez-González J, et al. Determinants of resting energy expenditure in obese and non-obese children and adolescents. *J Physiol Biochem.* 2002 Mar;58(1).
27. FAO/WHO/UNU. Expert Consultation. 1985. Energy and protein requirements, Technical Report Series 724. World Health Organization, Geneva.
28. Schofield W. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1985;39:5-41.
29. Goran M, Kaskoun M, Johnson R. Determinants of resting energy expenditure in young children. *J Pediatr.* 1994 Sep;125(3):362-7.
30. Westerterp KR. Doubly labelled water assessment of energy expenditure: principle, practice, and promise. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(7):1277-85.
31. Achamrah N, Delsoglio M, De Waele E, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry: The 6 main issues. *Clinical nutrition.* 2021;40(1):4-14.
32. Haugen H, Chan L, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract.* 2007 Aug;22(4):377-88.
33. De Weir J. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol.* 1949:109:1-9.
34. Gupta RD, Ramachandran R, Venkatesan P, Anoop S, Joseph M, Thomas N. Indirect Calorimetry: From Bench to Bedside. *Indian J Endocrinol Metab.* 2017;21(4):594-9.
35. Mtaweh H, Tuira L, Floh AA, Parshuram CS. Indirect Calorimetry: History, Technology, and Application. *Front Pediatr.* 2018;6:257.
36. Becerril-Sánchez ME, Flores-Reyes M, Ramos-Ibáñez N, Ortiz-Hernández L. Ecuaciones de predicción del gasto de energía en reposo en escolares de la Ciudad de México. *Acta Pediatr Mex.* 2015;36(147-57).
37. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group P. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097.
38. Mayes T, Gottschlich MM, Khoury J, Warden G. Evaluation of Predicted and Measured Energy Requirements in Burned Children. *Journal of the American Dietetic Association.* 1996;96(1):24-9.
39. Lazzer S, Patrizi A, De Col A, Saezza A, Sartorio A. Prediction of basal metabolic rate in obese children and adolescents considering pubertal stages and anthropometric characteristics or body composition. *Eur J Clin Nutr.* 2014;68(6):695-9.
40. Henry C, Dyer S, Ghosain-Choueiri A. New equations to estimate basal metabolic rate in children aged 10-15 years. *Eur J Clin Nutr.* 1999 134-42.

41. Institute of Medicine of the National Academies, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington DC: The National Academies Press; 2002 1-1331.
42. Lawrence J, Lee H, Kim J, Kim E. Variability in results from predicted resting energy needs as compared to measured resting energy expenditure in Korean children. *Nutrition Research*. 2009;29:777–83.
43. Heymsfield SB, McManus CB, Smith J, Stevens V, DW N. Anthropometric measurement of muscle mass, revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:680-90.
44. DuBois D, EF D. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Med*. 1916;17:863-71.
45. Kaneko K, Ito C, Koizumi K, Watanabe S, Umeda Y, K I-T. Resting energy expenditure (REE) in six- to seventeen-year-old Japanese children and adolescents. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2013;59(4):299-309.
46. McDuffie JR, Adler-Waile DCs, Elberg J, Steinberg EN, Fallon EM, Tershakovec AM, et al. Prediction equations for resting energy expenditure in overweight and normal-weight black and white children. *Am J Clin Nutr* 2004;80(2):365–73.
47. Dietz W, Bandini L, Schoeller D. Estimates of metabolic rate in obese and nonobese adolescents. *J Pediatr*. 1991;118(1):146-9.
48. Tounian P, Girardet JP, Carlier L, Frelut ML, Veinberg F, Fotaine JL. Resting energy expenditure and food-induced thermogenesis in obese children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1993;16(4):451-7.
49. Durnin J, Rahaman M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr*. 1967 Aug;21(3):681-9.
50. Lohman T, G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci Rev*. 1986;14:325-57.
51. Parizková J, Roth Z. The assessment of depot fat in children from skinfold thickness measurements by Holtain (Tanner-Whitehouse) caliper. *Hum Biol*. 1972 Dec;44(4):613-20.
52. Müller M, Bosy-Westphal A, Klaus S, Kreymann G, Luhrmann P, Neuhauser-Berthold M, et al. World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:1379–90.
53. Uemura A, Mexitalia M, Susanto JC, Yamauchi T. Validating predictive factors for resting energy expenditure of adolescents in Indonesia. *Int J Food Sci Nutr*. 2012;63(2):145-52.
54. Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000, May 6;320(7244):1240-3
55. Tverskaya R, Rising R, Brown D, Lifshitz F. Comparison of several equations and derivation of a new equation for calculating basal metabolic rate in obese children. *J Am Coll Nutr*. 1998;17(4):333-6.
56. Derumeaux-Burel H, Meyer M, Morin L, Y B. Prediction of resting energy expenditure in a large population of obese children. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:1544–50.
57. Schmelzle H, Schröder C, Armbrust S, Unverzagt S, Fusch C. Resting energy expenditure in obese children aged 4 to 15 years: measured versus predicted data. *Acta Paediatr*. 2004;93:739–46.
58. Lazzer S, Agosti F, De Col A, Sartorio A. Development and cross-validation of prediction equations for estimating resting energy expenditure in severely obese Caucasian children and adolescents. *Br J Nutr*. 2006;96(5):973-9.
59. Lazzer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Which alternative method to dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in overweight and obese adolescents? *Arch Pediatr*. 2005;12(7):1094-101.

- 60.Chan DFY, Li AM, Chan MHM, So HK, Chan IHS, Yin JAT, et al. Validation of prediction equations for estimating resting energy expenditure in obese Chinese children. *Asia Pac J Clin Nutr* 2009;18(2):251-6.
- 61.Lizzer S, Bedogni G, Agosti F, De Col A, Mornati D, Sartorio A. Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in severely obese Caucasian children and adolescents. *Br J Nutr*. 2008;100(4):918-24.
- 62.Zhang L, Chen R, Li R, Chen MY, Huang R, Li XN. Evaluating the predictive factors of resting energy expenditure and validating predictive equations for Chinese obese children. *World J Pediatr*. 2018;14(2):160-7.
- 63.Chu L, Steinberg A, Mehta M, O'Kane C, Toulany A, Langer JC, et al. Resting Energy Expenditure and Metabolic Adaptation in Adolescents at 12 Months After Bariatric Surgery. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019;104(7):2648-56.
- 64.Gray DS, Bray GA, Gemayel N, K K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr*. 1989 Aug;50(2):255-60.
- 65.Williams R, Olivi S, Mackert P, Fletcher L, Tian GL, W W. Comparison of energy prediction equations with measured resting energy expenditure in children with sickle cell anemia. *J Am Diet Assoc*. 2002 Jul;102(7):956-61.
- 66.Scalfi L, Marra M, De Filippo E, Caso G, Pasanisi F, Contaldo F. The prediction of basal metabolic rate in female patients with anorexia nervosa. *International Journal of Obesity* 2001;25:359-64.
- 67.American Psychiatric Association. DSM IV: diagnostic and statistical manual of mental disorders. American Psychiatric Association: Washington, DC; 1994.
- 68.Schebendach J, Golden NH, Jacobson MS AM, Pettei M, Hardoff D, Bauman N, et al. Indirect calorimetry in the nutritional management of eating disorders. *Int J Eat Disord*. 1995 Jan;17(1):59-66.
- 69.Bertoli S, De Amicis R, Bedogni G, Foppiani A, Leone A, Ravella S, et al. Predictive energy equations for spinal muscular atrophy type I children. *Am J Clin Nutr*. 2020;111(5):983-96.
- 70.White M, Shepherd R, McEniery J. Energy expenditure in 100 ventilated, critically ill children: improving the accuracy of predictive equations. *Crit Care Med* 2000 28(7):2307-12.
- 71.Meyer R, Kulinskaya E, Briassoulis G, Taylor RM, Cooper M, Pathan N, et al. The challenge of developing a new predictive formula to estimate energy requirements in ventilated critically ill children. *Nutr Clin Pract*. 2012;27(5):669-76.
- 72.Mehta NM, Smallwood CD, Joosten KF, Hulst JM, Tasker RC, Duggan CP. Accuracy of a simplified equation for energy expenditure based on bedside volumetric carbon dioxide elimination measurement--a two-center study. *Clin Nutr*. 2015;34(1):151-5.
- 73.Jhang WK, Park SJ. Energy Expenditure in Mechanically Ventilated Korean Children: Single-Center Evaluation of a New Estimation Equation. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;21(8):e522-e9.
- 74.Pierro A, Jones M, Hammond P, Donnell S, Lloyd D. A new equation to predict the resting energy expenditure of surgical infants. *J Pediatr Surg*. 1994;29(8):1103-8.
- 75.Mayes T, Gottschlich M, Khoury J, Warner P, Kagan R. Energy requirements of pediatric patients with Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis. *Nutr Clin Pract*. 2008;23(5):547-50.
- 76.Salas JS, Moukarzel E, Dozio E, Goulet OJ, Putet G, Ricour C. Estimating resting energy expenditure by simple lean-body-mass indicators in children on total parenteral nutrition. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(6):958-62.
- 77.Brook C. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child*. 1971 Apr;46(246):182-4.

78. Siri W. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J HA, eds, editor. Techniques for measuring body composition Washington: National Academy of Science 1961. p. 223-44.
79. Chasson A, Grady H, Stanley M. Automation of the creatinine technique. *Am J Clin Pathology*. 1931; 35:83-8.
80. Munro H, Fleck A. Analysis of tissues and body fluids for nitrogenous constituents. In: Munro, editor. *Mammalian protein metabolism*. 3: New York: Academic Press; 1969. p. 423-525.
81. Moukarzel AA, Salas JS, Goulet OJ, Ricour C. Estimate of specific energy expenditure of fat-free mass and fat mass in children receiving total parenteral nutrition. *J Med Liban*. 2003;51(4):206-10.
82. Ringwald-Smith K, Hobar A, Flowers C, Badgett K, Williams-Hooker R, Roach RR, et al. Comparison of Resting Energy Expenditure Assessment in Pediatric Oncology Patients. *Nutr Clin Pract*. 2018;33(2):224-31.