



Modelo de predicción de obesidad en niños a partir de variables dietéticas y actividad física

Alfredo Larrosa-Haro,^a Guillermo Julián González-Pérez,^b Edgar Manuel Vásquez-Garibay,^a Enrique Romero-Velarde,^a Clío Chávez-Palencia,^b Laura Leticia Salazar-Preciado,^b Elizabeth Lizárraga-Corona^c

Model for predicting childhood obesity from diet and physical activity

Background: If obesity results from the interaction of variables that involve the subject and his environment, the alternatives to face the problem could be very diverse. The objective of this study was to seek for the best predictive model of childhood obesity from energy ingestion, dietary habits and physical activity.

Methods: Case control study of 99 obese and 100 healthy weight children (Center for Diseases Control criteria). Energy ingestion was estimated by means of a 24-hour recall, dietary and physical activity habits by validated questionnaires. A logistic regression analysis was made.

Results: Variables independently associated to obesity were higher energy ingestion; lower frequency in mealtimes; having the afternoon lunch outside home; higher frequency of consumption of fat, junk food and sweetened beverages; lower time of moderate physical activity at school and at home; and increased time for homework and watching TV. The variables included in the regression model were energy intake; frequency of ingestion of fat, junk foods and sweetened beverages; and physical activity at home and at school.

Conclusion: The diversity of associated variables underlines the complexity and multi-causal condition of obesity.

Keywords Palabras clave

Obesity	Obesidad
Diet	Dieta
Physical activity	Actividad física

Introducción

La obesidad ocurre cuando la ingestión de energía excede el gasto energético.^{1,2} Sin embargo, este hecho aparentemente simple constituye un fenómeno complejo en el que intervienen aspectos biológicos, sociales, psicológicos y culturales. Si se considera a la obesidad como el resultado de la interacción compleja de variables que involucran tanto al sujeto como a su entorno, las alternativas para abordar el problema pueden ser muy diversas. Una de ellas es el enfoque clínico epidemiológico, cuya visión es la de la ecuación de la energía entre dos grupos de factores relacionados unos a la ingestión y otros al gasto de energía: el equilibrio entre ellos originaría una composición corporal estable y su desequilibrio conduciría a la obesidad.³⁻⁹ Los determinantes epidemiológicos de este equilibrio muy probablemente inicien su efecto en las etapas tempranas de la vida. En los últimos años, expertos en salud pública de diferentes países han consensuado la postura de que el trabajo prioritario de investigación en torno a la obesidad debería enfocarse en las edades pediátricas por un lado y en trabajos de intervención primaria y secundaria por el otro.¹⁰

El propósito de esta comunicación es mostrar el mejor modelo de predicción de obesidad obtenido en un estudio realizado en una escuela de educación primaria a partir de un enfoque de las variables ingestión de energía, hábitos de alimentación y actividad física.

Métodos

Se realizó un estudio de casos y controles incidentes, no pareado. La población del estudio fueron alumnos de la Escuela Urbana 225 "Porfirio Cortés Silva", del Municipio de Tlaquepaque, en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en un periodo de tres meses. La variable dependiente fue obesidad/peso saludable; el criterio para el diagnóstico del estado nutricional fue el percentil del índice de masa corporal (IMC) con la clasificación del Centro de Control de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés). Las variables independientes fueron ingestión de energía, hábitos de alimentación y actividad física.

En una primera etapa se realizó un estudio piloto en el que se tomó peso y talla a todos los alumnos de la escuela para estimar el IMC e identificar a los sujetos con obesidad y a aquellos con peso saludable. El cálculo del tamaño de la muestra se realizó con una fórmula para casos y controles no pareados con un nivel de confianza de 95 % y un poder de 80 %. De acuerdo con información publicada,¹¹⁻¹³ se consideró la probabilidad de exposición a ingestión incrementada de energía de 0.3 para los controles y de 0.5 para los

Resumen

Introducción: si la obesidad es el resultado de variables que involucran al sujeto y a su entorno, las alternativas para abordar el problema pueden ser diversas. El objetivo fue mostrar el mejor modelo de predicción de obesidad en escolares a partir de la ingesta de energía, hábitos de alimentación y actividad física.

Métodos: estudio de casos y controles en 99 escolares obesos y 100 con peso saludable (criterio del Centro de Control de Enfermedades). La ingestión de energía se estimó por medio de dos recordatorios de 24 horas; los hábitos de alimentación y de actividad física, con instrumentos validados. El análisis se hizo con regresión logística.

Resultados: las variables asociadas a obesidad

en forma independiente fueron mayor ingestión de energía; menor frecuencia en los tiempos de comida; colación vespertina fuera del hogar; mayor frecuencia de consumo de grasas, productos chatarra y bebidas endulzadas; menor tiempo de actividad física moderada en la escuela y en su casa, mayor tiempo en la realización de la tarea escolar y frente al televisor. Las variables incluidas en el modelo de regresión logística fueron: ingestión de energía, frecuencia de consumo de productos chatarra y bebidas endulzadas, y tiempo de actividad física moderada en la escuela y en casa.

Conclusión: la diversidad de variables asociadas identificadas muestra la complejidad y el carácter multifactorial de la obesidad.

casos. El resultado de este cálculo fue el de una muestra total de 206 sujetos: 103 casos y 103 controles. El muestreo fue probabilístico para cada intervalo de clase de 12 meses, de los 6 a los 11 años.

La ingestión de energía se estimó a través de una encuesta por recordatorio de 24 horas para un domingo (aplicada en lunes) y para un día entre semana;¹⁴ esta variable se definió como el promedio de kilocalorías obtenidas a partir de la ingestión de macronutrientes de los dos periodos de 24 horas. La información obtenida fue transformada a porciones, gramos y mililitros. Los datos de energía no ajustados se obtuvieron con el programa NutriKcal[®] VO y se ajustaron, a su vez, a parámetros de referencia para edad y sexo con el fin de estimar el porcentaje de adecuación.¹⁵ La ingestión de energía se evaluó como una variable cuantitativa continua a través de su valor crudo (kilocalorías totales) o como un valor ajustado (porcentaje de adecuación); además, fue evaluada como una variable cualitativa ordinal con el porcentaje de adecuación en cada intervalo de clase.

Los hábitos de alimentación se consideraron como el conjunto de conductas adquiridas por un individuo por la repetición de actos en cuanto a selección, preparación y consumo de alimentos.¹⁶ Su evaluación se planteó en cuatro diferentes dominios:

1. Tiempos de consumo de alimentos.
2. Acompañamiento durante el consumo de alimentos.
3. Relación entre consumo de alimentos y ver televisión.
4. Frecuencia de consumo de alimentos.

Para la evaluación de la actividad física se establecieron seis dominios:

1. Escuela.
2. Actividad vespertina en casa.

3. Transporte a la escuela y a otras actividades vespertinas.
4. Actividades deportivas, de recreación y de tiempo libre.
5. Actividad pasiva.
6. Actividad física.

Asimismo, esta variable se registró en cuatro niveles de actividad:

1. Actividad física vigorosa (“Te hace sudar y respiras mucho más rápido de lo normal; corres o subes escaleras cuando menos de 10 a 15 minutos”).
2. Actividad física moderada (“Te hace respirar un poco más rápido de lo normal, cuando menos por 10 o 15 minutos; no corres ni subes escaleras”).
3. Actividad física leve (“Caminas cuando menos 10 minutos continuos en la escuela”).
4. Inactividad (“Estás sentado o de pie, platicando, comiendo o solo; caminas menos de 10 minutos”).

A cada uno de los cuatro niveles de actividad se le asignó un valor del 0 al 4 utilizando el formato de una escala de Likert para preguntas cerradas; además, se les preguntó cuántas veces por semana realizaron esa actividad.

La variable dependiente se midió por antropometría con el indicador IMC (peso en kg/talla en m²), calculado con el patrón de referencia CDC 2000 y clasificado de acuerdo con el criterio del CDC: obesidad: percentil del IMC ≥ 95 y peso saludable: percentil del IMC entre los percentiles 5 y 84.¹⁷ No se incluyeron niños con sobrepeso o con peso bajo.

Para la medición del peso se utilizó una báscula de palanca que se colocó en una superficie plana, horizontal y firme. Para la realización de la medición, el sujeto estuvo con el mínimo de ropa posible y sin zapatos. La medición de la talla se realizó con un estadiómetro de pared, con el sujeto de pie, sin zapatos ni

adornos en la cabeza que dificultaran la medición. Se utilizaron las técnicas de medición de peso y talla descritas por Frisancho.¹⁸

La variable dependiente se analizó como variable dicotómica por medio de la prueba de χ^2 , razón de momios e intervalo de confianza contra las variables de ingestión de energía, hábitos de alimentación y de actividad física, clasificadas como variables dicotómicas. Los promedios de las variables cuantitativas relacionadas con la ingestión de energía y la actividad física se compararon entre casos y controles por medio de la prueba *t* de Student. Se realizó correlación de Pearson de las variables antropométricas con las variables cuantitativas ingestión de energía y actividad física. Se elaboraron diferentes modelos de regresión logística con las variables identificadas como significativas en el análisis crudo.

Resultados

En relación con las variables demográficas, se estudiaron 199 sujetos, 99 casos y 100 controles. La muestra correspondió a 27.9 % de los 714 niños que conformaban la población de la escuela. La edad promedio del grupo total fue 119.6 meses (DE 18.9); el promedio de edad en las niñas fue 119.8 meses (DE 19) y en los niños 119.4 (DE 18.8), sin diferencia estadística. Eran del sexo femenino 96 sujetos (48.2 %).

En cuanto a la antropometría el promedio del peso en los casos fue 53.6 kg (DE 12.8) y en los controles 32.8 (DE 6.6), con diferencia de medias de 20.8 kg ($p < 0.001$). El promedio de IMC en los casos fue 25.5 (DE 3.7) y en los controles 17.1 (DE 1.8), con diferencia significativa ($p < 0.001$).

El promedio de la ingestión de energía en los casos fue de 1975 kcal (DE 383) y en los controles 1779 kcal (DE 345), con una diferencia de medias de 196 kcal (figura 1). El cálculo del porcentaje de adecuación en relación con la ingestión diaria recomendada de energía¹⁵ se muestra en la figura 1; mostró que en los casos era 104.9 (DE 11.4) y en los controles 91.5 (DE 11.2), con diferencia de 13.4 puntos porcentuales. La ingestión de energía fue mayor en el fin de semana que en un día hábil (cuadro I).

Hábitos de alimentación

La frecuencia de los tiempos de comida al día fue menor en los casos que en los controles (cuadro II), con diferencia estadística.

No se observó diferencia en el sitio de realización de las comidas, con excepción de la colación vespertina fuera del hogar (cuadro II).

En cuanto a estar acompañados por miembros de la familia nuclear, por otros familiares o por amigos durante las comidas, no hubo diferencia entre los miembros de los grupos de estudio, con excepción de una proporción de niños obesos que ingerían su colación matutina sin acompañamiento (cuadro II).

En 59.2 % de las entrevistas se recabó el dato de que el niño veía televisión en algún tiempo de comida. En 24.9 % era con la familia completa, en 14.4 % con la madre y los hermanos y en 14.4 % con los hermanos; en 5.5 % los niños veían televisión solos en algún tiempo de comida. No se demostró asociación entre la presencia de obesidad y ver televisión durante las comidas. El tiempo promedio frente al televisor durante las comidas fue 36 minutos (DE 40) en los obesos y 34 (DE 54) en los controles ($p = 0.778$).

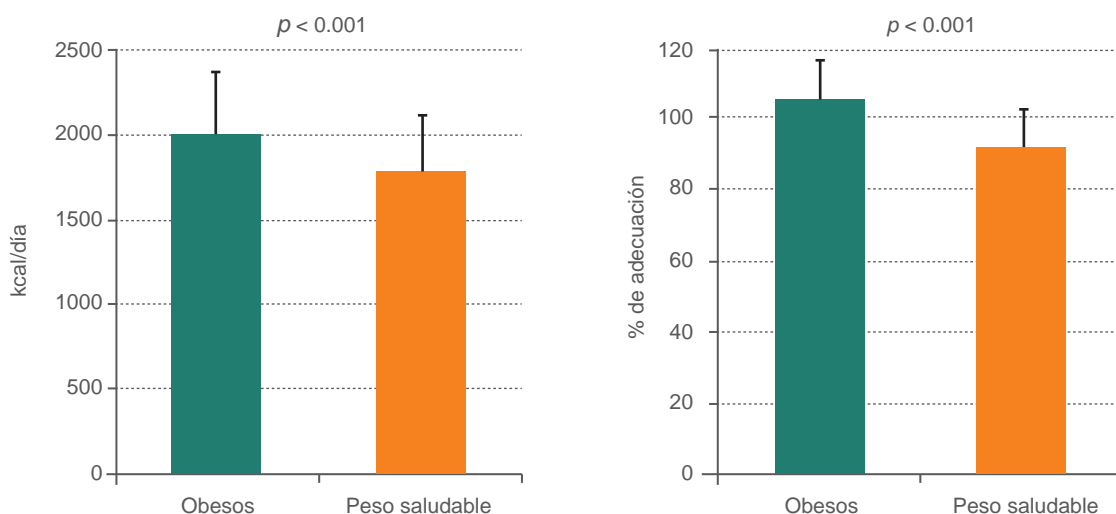


Figura 1 Comparación de la ingestión de energía (kcal/día) y del porcentaje de adecuación de la ingestión de energía entre 99 niños obesos y 100 con peso saludable. Estadístico: *t* de Student

Cuadro I Comparación de la ingestión de energía (kcal/día) en 99 niños con obesidad (casos) y en 100 con peso saludable (controles) en un día hábil y en domingo

Día de la encuesta	Casos		Controles		Diferencia de medias	<i>p</i>
	Promedio	(DE)	Promedio	(DE)		
Día hábil	2004	-437	1887	-473	116	0.074
Domingo	2031	-484	1699	-433	331	< 0.001

El análisis estadístico se hizo con *t* de Student

La frecuencia en el consumo de lácteos, productos cárnicos, leguminosas, oleaginosas, verduras, frutas, cereales y tubérculos no mostró diferencia significativa entre los casos y los controles. Los productos o alimentos que mostraron diferencia en la frecuencia de consumo entre los grupos de estudio fueron las grasas, los productos chatarra y las bebidas endulzadas (cuadro II).

Actividad física

La actividad física en la escuela se registró en la suma de los periodos “llegada a la escuela al inicio de clases”, “recreo” y “lapso entre el fin de clases y el momento en que los niños abandonan la escuela”. El puntaje obtenido por actividad física vigorosa fue de 2.3 para los casos y 1.4 para los controles, con tendencia no significativa ($p = 0.065$). El puntaje obtenido por actividad física moderada fue 3.4 (DE 3.7) para los casos y 5.9 (DE 4.4) para los controles, con diferencia estadística (cuadro III). El puntaje obtenido por

actividad física leve fue 4.1 (DE 3.5) para los casos y 3.6 (DE 3.6) para los controles ($p = 0.360$).

En cuanto a la actividad física vespertina, el puntaje obtenido por actividad física vigorosa vespertina (entre 16 y 20 horas) fue 2.9 para los casos y 2.0 para los controles ($p = 0.263$). El puntaje obtenido por actividad moderada vespertina fue 5.1 para los casos y 7.0 para los controles, con diferencia significativa (cuadro III). La puntuación de actividad física leve fue de 4.7 para los casos y 5.7 para los controles ($p = 0.184$).

Transporte

En relación con el transporte a la escuela, casi cuatro quintas partes de niños estudiados (78.9 %) eran llevados a la escuela en coche. No se encontró diferencia estadística entre los casos y los controles en cuanto a su modo de transporte a la escuela ($p = 0.409$).

Asimismo, el transporte a actividades vespertinas fuera de casa se hizo en coche en 75 % del grupo total, sin diferencia entre casos y controles.

Cuadro II Resultados crudos de las variables independientes ingestión de energía y hábitos de alimentación que resultaron significativas al comparar 99 niños con obesidad y 100 con peso saludable

Variable	Factor de riesgo	Factor de protección	RM	(IC 95 %)
Lugar de colación vespertina	Fuera de casa	En casa	7.1	(2.1-24)
Porcentaje de adecuación de energía	> 100 %	≤ 100 %	5.4	(2.9-12.0)
Frecuencia de consumo de productos chatarra	16-90 al mes	2-12 al mes	3.7	(2.1-6.8)
Frecuencia de consumo de bebidas endulzadas	4-21 a la semana	0-3 a la semana	3.4	(1.6-7.3)
Tiempos de comida	≤ 4 al día	5 al día	3.1	(1.5-5.9)
Frecuencia de consumo de grasas	≥ 2 al día	≤ 1 al día	2.7	(1.1-6.3)
Acompañamiento en la colación matutina	Solo	Acompañado	2.4	(1.0-5.7)

El análisis estadístico se hizo con χ^2 , razón de momios (RM) e intervalo de confianza (IC) al 95 %

El promedio de horas por semana frente al televisor en los casos fue de 17.6 horas (DE 9.7) y en los controles 15.6 (DE 9.8), con diferencia estadística ($p = 0.001$).

El tiempo semanal dedicado a videojuegos fue de dos horas 47 minutos en los casos y dos horas con 20 minutos en los controles, sin diferencia significativa.

Asimismo, el promedio de tiempo semanal dedicado a la Internet por los niños con obesidad fue de una hora con 20 minutos (DE dos horas 56 minutos) y por los niños con peso saludable de una hora con 44 minutos (DE tres horas con 16 minutos), con diferencia de medias de 24 minutos ($p = 0.360$).

Actividad deportiva sistemática

En cuanto al tipo de actividad deportiva sistemática, 82 niños del grupo total (42.4 %) realizaban actividad física regular en un club privado, en el parque de la colonia o en un parque público deportivo. Las variedades más frecuentes de actividad deportiva fueron fútbol, *tae-kwon-do*, *jazz* y *ballet*. La comparación de este tipo de actividad física entre los grupos de estudio no mostró diferencia estadística con excepción del fútbol, que era practicado por 29.3 % de los controles frente a 15.8 % de los casos ($p = 0.06$). La aplicación del instrumento para clasificar la actividad física en vigorosa, moderada y leve de este subgrupo de actividad deportiva sistemática no mostró diferencias entre los casos y los controles.

Actividad sedentaria

El tiempo promedio semanal para realizar la tarea escolar en los casos fue de siete horas con 15 minutos (DE cuatro horas con 53 minutos) y en los controles de cinco horas con 47 minutos (DE cuatro horas 19 minutos), con diferencia significativa (cuadro III).

El promedio de horas por semana que los niños obesos pasaron frente al televisor fue 19.7 horas (DE 9.4)

y en los controles 15.2 horas (DE 8.8) con significación estadística ($p = 0.011$).

Regresión logística

Las variables identificadas como significativas en el análisis crudo se transformaron en variables dicotómicas para ser incluidas en un análisis de regresión logística. En el cuadro IV se presenta el modelo seleccionado como el mejor predictor; en él se incluyeron el porcentaje de adecuación de la ingestión de energía, el consumo de productos chatarra y bebidas endulzadas, así como la actividad física moderada realizada en la escuela y en la casa.

Discusión

Es conocida la vulnerabilidad de las encuestas retrospectivas por recordatorio de 24 horas para la estimación de energía,¹⁴ pues son indicadores indirectos en los que el dato cuantitativo final ha pasado por una serie de procesos y transformaciones que incluyen la entrevista, la captura con el instrumento de colección de datos (que implica la transformación en porciones que el entrevistador hace de los datos brindados por los entrevistados), el cálculo crudo de la ingestión de energía, los micro y macronutrientes y la estimación de su adecuación. La estimación de la ingestión de energía en el grupo control (cuya adecuación fue de 90 a 100 % en relación con el parámetro y con una varianza pequeña) permite asumir que los resultados de la encuesta de la dieta fueron aceptables de acuerdo con el instrumento empleado. Los resultados de este trabajo sugieren que la ingestión de energía por el grupo de niños obesos fue significativamente mayor a la del grupo de niños con peso saludable, aunque sin relación con una mayor ingestión de energía por medio de los alimentos

Cuadro III Resultados crudos de los dominios de la variable independiente actividad física que resultaron significativos al comparar 99 niños con obesidad y 100 con peso saludable

Variable	Factor de riesgo	Factor de protección	RM	(IC 95 %)
Actividad moderada en la escuela	≤ 1 día/semana	2-5 días a la semana	4.1	(2.2-7.9)
Actividad moderada en casa	≤ 1 día/semana	2-5 días a la semana	2.8	(1.5-5.1)
Tiempo en realizar la tarea	> 2 horas/día	1-2 horas al día	2.2	(1.2-4.3)
Horas frente al televisor	> 2 horas/día	1-2 horas al día	2.1	(1.1-3.8)

El análisis estadístico se hizo con χ^2 , razón de momios (RM) e intervalo de confianza (IC) al 95 %

de la pirámide básica, en la que no hubo diferencia entre los grupos de estudio, sino de alimentos o productos específicos, como los productos chatarra, las bebidas endulzadas y las grasas. Estas tres variables de los hábitos de alimentación permanecieron como variables significativas en diversos modelos de regresión logística, por lo que, desde el punto de vista de las variables estudiadas, son las que mejor explican la asociación significativa con la variable dependiente obesidad. Una explicación lógica de esta asociación es la elevada densidad energética de estos productos, concepto que ha cobrado fuerza en los últimos años y que se ha propuesto como uno de los mecanismos centrales en la acumulación de grasa en sujetos genéticamente susceptibles.¹⁹⁻²⁴ En este mecanismo está implícita la ingestión de una elevada cantidad de energía obtenida de grasas o de hidratos de carbono simples en un pequeño volumen de un producto sólido o líquido.

El instrumento para estimar la actividad física se basó en el Cuestionario Global de Actividad Física,²⁵ aunque adaptado a una población pediátrica en situaciones como *escuela* en lugar de *trabajo*. Debido a que el diseño del estudio es de casos y controles, se decidió evaluar y ponderar por separado cada uno de los dominios propuestos en dicho instrumento, lo que permitió realizar un análisis independiente para cada componente de cada dominio y, finalmente, integrar las variables significativas al proceso de análisis multivariado. En los dominios escuela y casa la

variable actividad física moderada fue realizada con menor frecuencia por los niños obesos al ser comparados con los controles. Esta conducta motora que no corresponde a ejercicio sistemático ha sido descrita como actividad física espontánea y es una característica motora familiar que parece tener componentes biológicos y ambientales.²⁶ Este tipo de actividad física es intermitente y parece contribuir significativamente al gasto energético; en estudios transversales y longitudinales se ha demostrado como una variable inversamente proporcional al peso o a la ganancia de peso respectivamente.²⁷⁻³⁰ En contraste, es interesante el hecho de que la asistencia a centros deportivos privados o públicos y el hecho de llevar a cabo actividad deportiva organizada en equipos, con entrenamientos y competencias, no se identificaran como variables significativas asociadas a obesidad o a peso saludable.

Otra variable del dominio actividad pasiva que se encontró con menor fuerza de asociación fue el tiempo empleado en hacer la tarea. La variabilidad en el tiempo en realizar la tarea en los obesos en el subgrupo de más de dos horas fue muy grande y en algunos casos los niños pasaban prácticamente toda la tarde en esta actividad. Una posibilidad es que esta condición se pudiera asociar a algún problema de lectura y aprendizaje que condicionara un tiempo mayor de tarea escolar en casa; sin embargo, debido a que no fue incluido un instrumento para identificar problemas de lectura y aprendizaje, estos datos se desconocen.

Cuadro IV Análisis crudo y ajustado elaborados con variables de la dieta y actividad física como variables independientes que resultaron significativas en 99 niños con obesidad y 100 con peso saludable

Variables independientes		Análisis crudo		Análisis ajustado	
Variable	Valor de corte	RM	(IC 95 %)	RM	(IC 95 %)
Ingestión de energía	≤ 100 % IDR				
	>100 % IDR	5.4	(2.9-9.9)	6.1	(2.9-12.9)
Productos chatarra	2-12 veces al mes				
	16-90 veces al mes	3.7	(2.1-6.8)	3.9	(1.9-8.3)
Actividad física moderada en la escuela	2 a 5 días				
	Ninguno a 1 día	4.1	(2.2-7.9)	3.7	(1.8-8.6)
Bebidas endulzadas	2-12 veces al mes				
	16-90 veces al mes	3.4	(1.6-7.3)	3.7	(1.5-9.5)
Actividad física moderada en casa	De 2 a 7 días				
	Ninguno a 1 día	2.8	(1.5-5.1)	3.4	(1.6-7.1)

El análisis estadístico se hizo con regresión logística. RM = razón de momios; IC = intervalo de confianza

Conclusiones

A pesar de las limitaciones metodológicas referidas, los instrumentos empleados permitieron identificar una gran variedad de asociaciones significativas en las variables evaluadas entre los dos grupos de estudio, asociaciones que se pueden considerar como razonables y lógicas.

El mejor modelo de predicción de obesidad incluyó y ponderó la ingestión de energía, los hábitos de alimentación y la actividad física; sin embargo, la diversidad de los modelos de regresión y las interacciones que pudieron ser conformadas a partir de las varia-

bles evaluadas reflejan la complejidad y el carácter multifactorial de la presencia de obesidad en el grupo estudiado. La validez del presente trabajo —por su diseño— es fundamentalmente interna, ya que las asociaciones encontradas se refieren específicamente a la población escolar evaluada.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no ha sido reportado alguno que esté relacionado con este artículo.

^aInstituto de Nutrición Humana, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Departamento de Clínicas de la Reproducción Humana, Crecimiento y Desarrollo Infantil, Universidad de Guadalajara

^bDepartamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara

^cDepartamento de Nutrición, Universidad Marista de Guadalajara

Guadalajara, Jalisco, México

Comunicación con: Alfredo Larrosa-Haro

Correo electrónico: alfredolarrosaharo@hotmail.com

Referencias

1. American Academy of Pediatrics. Pediatric obesity. In: Kleinman RE, editor. Pediatric nutrition handbook. 5th ed. [Washington, D.C.]: American Academy of Pediatrics; 2004. p. 551-554.
2. Baker S, Barlow S, Cochran W, Fuchs G, Klish W, Krebs N, et al. Overweight in children and adolescents: a clinical report of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;40(5):533-43.
3. Brockway JM. Derivation of formulae used to calculate energy expenditure in man. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1983;41(6):463-71.
4. Luke A, Schoeller DA. Basal metabolic rate, fat-free mass, and body cell mass during energy restriction. *Metabolism.* 1992;41(4):450-6.
5. Stubbs CO, Lee AJ. The obesity epidemic: both energy intake and physical activity contribute. *Med J Aust.* 2004;181(9):489-91.
6. Newby PK. Are dietary intakes and eating behaviors related to childhood obesity? A comprehensive review of the evidence. *J Law Med Ethics.* 2007;35(1):35-60.
7. Levine JA. Nonexercise activity thermogenesis--liberating the life-force. *J Intern Med.* 2007;262(3):273-87.
8. Goris AH, Westerterp KR. Physical activity, fat intake and body fat. *Physiol Behav.* 2008;94(2):164-8.
9. Popkin BM. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. *Proc Nutr Soc.* 2011;70(1):82-91.
10. Heart and Stroke Foundation of Canada. Addressing obesity in Canada: a think tank on selected policy research priorities. Proceedings report. Toronto, Ontario: Heart and Stroke Foundation of Canada; 2005 Oct 6-7.
11. Gillis L, Gillis A. Nutrient inadequacy in obese and non-obese youth. *Can J Diet Pract Res.* 2005;66(4):237-42.
12. Grant AM, Ferguson EL, Toafa V, Henry TE, Guthrie BE. Dietary factors are not associated with high levels of obesity in New Zealand Pacific preschool children. *J Nutr.* 2004;134(10):2561-5.
13. Epstein LH, Paluch RA, Consalvi A, Riordan K, Scholl T. Effects of manipulating sedentary behavior on physical activity and food intake. *J Pediatr.* 2002;140(3):334-9.
14. Madrigal-Fritsch H, Martínez-Salgado H, editores. Manual de encuestas de dieta. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública; 1996.
15. World Health Organization. Food and Agriculture organization of the United Nations, United Nations University. Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome, Italy; 2001 Oct 17-24.
16. Álvarez-Rivero JC, Bourges-Rodríguez H, Casanueva E, Kaufer M, Morales de León J, Plazas M et al. Glosario de términos para la orientación alimentaria. Cuadernos de Nutrición. 2001;24(1):7-43.
17. Kuczumski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data.* 2000 Jun 8;(314):1-27.
18. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. United States of America: The University of Michigan Press; 1993.
19. Macías-Rosales R, Vásquez-Garibay EM, Larrosa-Haro A, Rojo-Chávez M, Bernal-Virgen A, Romo-Rubio H. Secondary malnutrition and overweight in a pediatric referral hospital: associated factors. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009;48(2):226-32.
20. Gutiérrez-Ruvalcaba CL, Vásquez-Garibay E, Romero-Velarde E, Troyo-Sanromán R, Cabrera-Piva-

- ral C, Ramírez-Magaña O. Consumo de refrescos y riesgo de obesidad en adolescentes de Guadalajara. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2009;66:522-8
21. Kral TV, Berkowitz RI, Stunkard AJ, Stallings VA, Brown DD, Faith MS. Dietary energy density increases during early childhood irrespective of familiar predisposition to obesity: results from a prospective cohort study. *Int J Obes.* 2007;31(7):1061-7.
 22. Johnson L, Mander AP, Jones LR, Emmet PM, Jebb, SA. Energy-dense, low-fiber, high-fat dietary pattern is associated with increased fatness in childhood. *Am J Clin Nutr.* 2008;87(4):846-54.
 23. Villa I, Yngve A, Poortvliet E, Grijbovski A, Liiv K, Sjöström M, et al. Dietary intake among under-, normal- and overweight 9- and 15-year-old Estonian and Swedish schoolchildren. *Public Health Nutr.* 2007;10(3):311-22.
 24. ESPGHAN Committee on Nutrition, Agostoni C, Braegger C, Decsi T, Kolacek S, Koletzko B, et al. Role of dietary factors and food habits in the development of childhood obesity: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2011;52(6):662-9.
 25. Armstrong T, Bull F. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *J Public Health.* 2006;14(2):66-70.
 26. Johannsen DL, Ravussin, E. Spontaneous physical activity: relationship between fidgeting and body weight control. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2008;15(5):409-15.
 27. Eisenmann JC. Insight into the causes of the recent secular trend in pediatric obesity: Common sense does not always prevail for complex, multi-factorial phenotypes. *Prev Med.* 2006;42(5):329-35.
 28. Tremblay MS, Esliger DW, Copeland JL, Barnes JD, Bassett DR. Moving forward by looking back: lessons learned from long-lost lifestyles. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(4):836-42.
 29. Chaput JP, Lambert M, Mathieu ME, Tremblay MS, O'Loughlin J, Tremblay A. Physical activity vs. sedentary time: independent associations with adiposity in children. *Pediatr Obes.* 2012;7(3):251-8.
 30. Kwon S, Burns TL, Levy SM, Janz KF. Which contributes more to childhood adiposity-high levels of sedentarism or low levels of moderate-through-vigorous physical activity? The Iowa Bone Development Study. *J Pediatr.* 2013;162(6):1169-74.