



ARTÍCULO ORIGINAL

Diferencias metabólicas entre adolescentes con índice de masa corporal adecuado y con sobrepeso/obesidad

Metabolic differences between adolescents with adequate body mass index and those with overweight/obesity

Rivera-Cisneros Antonio Eugenio,* Sánchez-González Jorge Manuel,†
Murguía Cánovas Gabriela,* Vargas Sánchez Gloria,*
Noriega Muro Itze,* Lara Mayorga Yesenia,* Fritzier Wolfgang,*
Portillo Gallo Jorge H,§ Franco Santillán Rafael¶

Palabras clave:

Sobrepeso, obesidad, futbolistas adolescentes, alteraciones metabólicas, evaluación médico-deportiva.

Keywords:

Overweight, obesity, adolescent soccer players, metabolic disorders, medical-sports evaluation.

* Universidad del Fútbol y Deporte. Pachuca, Hidalgo.
† Instituto Nacional del Aprendizaje de Habilidades para la Investigación de las Ciencias (INHIAC). Zapopan, Jalisco.
§ Laboratorio Clínico del Hospital Star Médica Chihuahua, Chihuahua.
¶ Instituto NIDIAC. Durango, Durango.

Correspondencia:

Antonio Eugenio Rivera-Cisneros
E-mail: antonio.rivera@ufd.mx / antonio.rivera.academico@gmail.com

Recibido: 04/02/2022
Aceptado: 17/02/2022

**RESUMEN**

Introducción: La práctica de la actividad física en su modalidad deportiva es deseable entre la población infantil y juvenil. El objetivo del presente trabajo fue identificar las diferencias en los niveles metabólicos sanguíneos entre varones con masa corporal adecuada y sobrepeso. **Material y métodos:** Participaron 74 adolescentes varones con peso normal y 72 con sobrepeso de acuerdo a su índice de masa corporal (IMC). Los participantes se asignaron a dos grupos: el grupo I (G1) con participantes con un IMC = 20 a 25 (kg/m²) y el grupo II (GII) con IMC > 25 (kg/m²). En todos los casos se midió la dimensión corporal y se analizaron los biomarcadores: glucosa (Gluc), colesterol total (CT), triglicéridos (TG) y lipoproteínas de alta (HDL-C), baja (LDL-C) y muy baja densidad (VLDL-C). **Resultados:** El peso corporal (G1 = 58.93 ± 7.82 vs el GII 75.7 ± 14.10 kg), el índice de masa corporal (kg/m²) (G1 = 21.80 ± 1.81 vs GII = 29.08 ± 4.07), los niveles de glucosa (mmol/L) (G1 = 4.70 ± 0.28 vs GII = 4.97 ± 0.41), los TG (mmol/L) (G1 = 1.09 ± 0.39 vs GII = 1.24 ± 0.38) y VLDL-C (mmol/L) (G1 = 0.46 ± 0.10 vs GII = 0.52 ± 0.2) fueron mayores en el grupo con sobrepeso/obesidad (p < 0.05). Se efectuó un análisis de variancia de una vía para valorar la diferencia entre grupos, con alfa al 95%. **Conclusión:** Se considera necesario incluir estudios que valoren el estado metabólico de los participantes en actividades deportivas, particularmente en adolescentes con peso elevado (IMC > 25 kg/m²).

ABSTRACT

Introduction: The practice of physical activity in its sports modality is desirable among the child and youth population. The objective of this study was to identify the differences in blood metabolic levels between men with adequate body mass and overweight. **Material and methods:** Participants were 74 male adolescents with normal weight and 72 with overweight according to their body mass index (BMI). The participants were assigned to two groups: group I (G1) with participants with a BMI = 20 to 25 (kg/m²) and group II (GII) with BMI > 25 (kg/m²). In all cases, body dimension was measured, and analyzed the biomarkers: glucose (Gluc), total cholesterol (TC), triglycerides (TG) and high (HDL-C), low (LDL-C) and very low density (VLDL-C) lipoproteins. **Results:** The body weight (G1 = 58.93 ± 7.82 vs GII = 75.7 ± 14.10 kg), the body mass index (G1 = 21.80 ± 1.81 vs GII = 29.08 ± 4.07), Gluc levels (mmol/L) (G1 = 4.70 ± 0.28 vs GII = 4.97 ± 0.41), TG (mmol/L) (G1 = 1.09 ± 0.39 vs GII = 1.24 ± 0.38) and VLDL-C (mmol/L) (G1 = 0.46 ± 0.10 vs GII = 0.52 ± 0.2), were higher in the overweight/obese group (p < 0.05). A one-way analysis of variance was performed to assess the difference between groups, with alpha at 95%. **Conclusion:** It is considered necessary to include studies that assess the metabolic status of participants in sports activities, particularly in adolescents with high weight (BMI > 25 kg/m²).

Citar como: Rivera-Cisneros AE, Sánchez-González JM, Murguía CG, Vargas SG, Noriega MI, Lara MY et al. Diferencias metabólicas entre adolescentes con índice de masa corporal adecuado y con sobrepeso/obesidad. Rev Mex Patol Clin Med Lab. 2021; 68 (3): 113-117. <https://dx.doi.org/10.35366/105028>

INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad son un problema de salud pública cada vez más importante en el mundo occidental y su prevalencia está aumentando en adolescentes. En México, desde el año 2016, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes ha escalado en la última década a cifras mayores de 33.6%. Esta prevalencia es hoy una carga significativa que incide negativamente en la morbimortalidad, la suma de comorbilidades repercute en los años de vida saludables e incrementa la carga y los costos a los sistemas de salud.^{1,2} Se asocia con inflamación metabólica de bajo grado, atribuido al aumento de la producción de proteínas proinflamatorias a través de citoquinas por grasa abdominal y se considera un factor de riesgo potencial para el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión, entre otros.³

El ejercicio físico genera también proteínas proinflamatorias cuya duración es de corta duración con retorno a la normalidad generalmente a las 48 horas. No obstante, la presencia de estos factores, cuando no se controlan, pueden generar a largo plazo alteraciones de la salud, incluyendo la muerte súbita.⁴

Diversos estudios han demostrado que niveles elevados de glucemia y lípidos séricos son frecuentemente encontrados en adolescentes con sobrepeso y obesidad en comparación con sus contrapartes con peso acorde al índice de masa corporal (IMC) para su edad y desarrollo.^{5,6} Estos resultados demuestran una asociación positiva entre sobrepeso/obesidad y marcadores de inflamación, estrés oxidativo, mayor resistencia a la insulina, así como un mayor riesgo cardiovascular. Estos resultados se han encontrado en estudios epidemiológicos desde hace una década.⁶⁻⁸

En un estudio del año 2012⁸ se encontró alta prevalencia de sobrepeso/obesidad y comorbilidades entre la población mexicana, incluyendo a la población joven. En la estadística publicada por la ENSANUT 2020, con los datos de 2018, se identificó que, en habitantes de poblaciones y áreas específicas de entre 12 y 19 años, los hombres presentaron 21% de obesidad y las mujeres 27% de sobrepeso.^{8,9}

De manera adicional, la encuesta modular de práctica deportiva y ejercicio físico (MOPRADEF) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), que levanta datos anuales estratificados desde 2013 y que permite conocer los patrones de actividad física en la población mexicana, indicó que seis de cada 10 mexicanos no practican ninguna actividad física y quienes lo hacen, en su mayoría, no lo realizan siguiendo los criterios

específicos de: tipo, frecuencia, intensidad, duración y volumen, que son los que permiten efectos benéficos en la salud.¹⁰

Por ello, es comprensible que los participantes en programas habituales de actividad física, así como la población en general, presenten potenciales alteraciones metabólicas, particularmente en la glucemia y lípidos séricos, lo cual se hace más evidente en los ejercitantes con sobrepeso/obesidad. Bajo esta condición, generar estados proinflamatorios sostenidos, particularmente en esfuerzos intensos como es la práctica del fútbol soccer, significan un riesgo.¹¹

A pesar de su importancia, se reconoce la falta de mayores estudios que permitan identificar el riesgo cardiovascular y metabólico de los deportistas y ejercitantes regulares en general, así como valores de referencia, particularmente en el fútbol soccer, que sin duda es el deporte más practicado en México y a nivel mundial. El propósito del presente trabajo fue comparar los niveles de glucemia y lípidos séricos en adolescentes practicantes de fútbol soccer de forma regular estandarizada y relacionarlos con el índice de masa corporal (IMC) e ir estableciendo valores de referencia para la población mexicana.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo observacional, prospectivo, transversal y comparativo entre dos grupos, perteneciente a la escuela del Club Deportivo Fútbol León, en conjunto con la entidad municipal del deporte de la ciudad de León, unos con peso adecuado y otros con sobrepeso de acuerdo al punto de corte de Cole.¹²

Participaron 74 adolescentes con peso normal y 72 con sobrepeso/obesidad, con edades promedio de 16 años (*Tabla 1*), pertenecientes a la escuela de iniciación deportiva mencionada y quienes aceptaron el consentimiento informado o el asentimiento de participación por parte de padres o tutores. Los participantes se asignaron a dos grupos: el grupo I formado por participantes con un peso adecuado e IMC entre 20-25 (kg/m²) y el grupo II considerados con sobrepeso/obesidad, con un IMC > 25 (kg/m²).

Los criterios de inclusión fueron etapa 5 de la escala de Tanner;¹³ sin antecedentes de enfermedades renales, hormonales, desequilibrio hídrico, terapia con esteroides u hormona de crecimiento y sin evidencia de ninguna infección aguda.

En la visita inicial, a todos los participantes se les efectuó una historia clínica y exploración física, se les tomó una muestra de sangre (acorde a los procedimien-

tos estándar) de la vena cefálica o basílica con ayuno de 8 a 10 horas y sin haber practicado ninguna actividad física 24 horas antes. El suero/plasma se procesó (conforme a los procedimientos del laboratorio) el mismo día para analizar: glucosa (Gluc), triglicéridos (TG), colesterol total (CT), lipoproteínas de alta (HDL-C) y baja densidad (LDL-C). El valor de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-C) se calculó con la fórmula de Friedewald ($VLDL-C = TG/2.2$). El coeficiente de variación de las determinaciones intraensayo fue menor de 4% de acuerdo con los valores propuestos por el *National Cholesterol Education Program* (NCEP).¹⁴ En esa sesión se midió el peso (kg) y la estatura (m) y se calculó el índice de masa corporal ($IMC = \text{peso [kg]} / \text{estatura [m}^2\text{]}$).

En ambos grupos, el tipo de entrenamiento fue mixto (aeróbico y anaeróbico), con cargas de entrenamiento basados en la intensidad del ejercicio.¹⁰ Se programaron sesiones: dos de intensidad alta con al menos un día de intervalo y dos días de intensidad moderada, correspondientes a entrenamiento aeróbico, por debajo de 80% de su máxima intensidad. Los ejercicios complementarios fueron de flexibilidad y habilidades técnicas y tácticas. Tuvieron un día de descanso a la semana y juego (partido) habitualmente los fines de semana. La duración total de la práctica deportiva fue de 90 a 120 minutos. Se les brindó orientación nutricional y se aplicó la encuesta.

Los resultados se capturaron en una base de datos y fueron procesadas con el programa Statistica 7 software (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA), analizando medidas de

tendencia central como la media y desviación estándar. Se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para probar la distribución de normalidad de los datos. Diferencias entre los grupos fueron analizadas por la prueba t de Student y se realizó también análisis de variancia con *post hoc* de Tukey y Newman-Keuls en todas las variables significativas. Se efectuó un coeficiente de correlación de Pearson entre el IMC y todas las variables metabólicas. El nivel de significancia estadística se estableció a un alfa de 95%.

RESULTADOS

La *Tabla 1* muestra las características clínicas de los participantes. El peso, la cintura, el índice de masa corporal, la Gluc, los TG y las VLDL-C fueron mayores en los participantes con sobrepeso.

Los valores de HDL-C y LDL-C no presentaron diferencias significativas entre ambos grupos. El IMC estuvo positivamente correlacionado con los TG ($r = 0.33$; $p < 0.05$) y las VLDL-C ($r = 0.34$; $p < 0.05$). La correlación fue mayor entre la medida de la cintura con los TG ($r = 0.42$; $p < 0.05$) y con las VLDL-C ($r = 0.43$; $p < 0.05$).

En cuanto a la encuesta de orientación nutricional se encontró que 80% de los participantes no manifestaron seguir una dieta prescrita. Los datos sobre el contenido de alimentación indicaron que consumían globalmente entre 2,200 y 2,600 kcal, con una distribución de 55% de hidratos de carbono, 30% de grasas y 15% de proteínas. Frecuentemente no comían bajo un horario regular por tener actividades escolares simultáneas.

Tabla 1: Características antropométricas y metabólicas de los participantes.

Variable	Grupo I Peso adecuado	Grupo II Sobrepeso/obesidad	p
Edad (años)	16.01 ± 02.51	16.00 ± 02.80	0.810
Peso (kg)	58.93 ± 07.82	75.70 ± 14.10	0.001
Estatura (cm)	164.12 ± 00.08	163.10 ± 00.07	0.390
Cintura (cm)	78.11 ± 09.51	84.11 ± 11.20	0.001
Índice de masa corporal (kg/m ²)	21.80 ± 01.81	29.08 ± 04.07	0.001
Glucosa (mmol/L)	4.70 ± 00.28	4.97 ± 0.41	0.010
Colesterol total (mmol/L)	3.9 ± 0.6	3.70 ± 0.7	0.180
Triglicéridos (mmol/L)	1.09 ± 00.39	1.24 ± 0.38	0.030
HDL-C (mmol/L)	1.69 ± 0.18	1.65 ± 0.22	0.200
LDL-C (mmol/L)	1.70 ± 0.52	1.80 ± 1.62	0.660
VLDL-C (mmol/L)	0.46 ± 0.10	0.52 ± 0.20	0.010

Abreviaturas, por sus siglas en inglés: HDL-C = colesterol de lipoproteínas de alta densidad; LDL-C = lipoproteínas de baja densidad; VLDL-C = lipoproteínas de muy baja densidad.

DISCUSIÓN

Los niveles de glucosa y triglicéridos presentaron mayores valores en el GII de sobrepeso/obesidad ($p < 0.05$), resultados acordes con otros estudios de practicantes de actividad física de su edad. Los participantes con sobrepeso manifestaron valores de VLDL-C mayores hasta 28%, datos que también son consistentes con estudios similares.^{5,15,16} La diferencia de peso entre ambos grupos fue cercano a los 18 kg y el diámetro de la cintura fue mayor en 6 centímetros, lo cual se asoció con un IMC superior. Estos hallazgos son similares con otros autores mexicanos que han demostrado que las principales dislipidemias encontradas en niños y jóvenes mexicanos corresponden a la hipertrigliceridemia y se asocia con niveles no ideales de glucemia. Esta condición parece reproducirse en ejercitantes que no vigilan su peso corporal y su alimentación.^{16,17}

Es notorio que en niños mexicoamericanos se han encontrado valores elevados de glucosa sanguínea además de colesterol. Diferentes autores lo atribuyen al tipo de alimentación de aquellos que viven en Norteamérica a diferencia de los residentes en México, en quienes la alimentación no proviene fundamentalmente de productos refinados.¹⁸⁻²⁰

Por otra parte, se encontró correlación significativa y positiva entre el IMC y el diámetro de cintura con los niveles de glucosa y triglicéridos. Vázquez y Salinas-Martínez^{19,20} encontraron mayores niveles de insulina y alteraciones en el metabolismo de los azúcares en la transformación hepática de los triglicéridos en el hígado y en tejidos periféricos, particularmente en las personas con mayor grasa abdominal. Si bien el ejercicio favorece el consumo de glucosa y de ácidos grasos libres en una actividad deportiva, así como el glicerol, la deficiente alimentación que los jugadores presentan, derivado de la falta de cultura alimentaria y costumbres, les hace cometer errores en el contenido, tipo e ingesta de sus alimentos.

El estudio de Hidalgo y Terán²¹ fortalece el conocimiento de que los jugadores de soccer de diferentes edades, particularmente en su etapa infantil y juvenil, afecta de manera trascendente el riesgo cardiometabólico, que se encuentra asociado al tipo de alimentación, de lo cual se destaca un desbalance entre el gasto de energía producido por el entrenamiento deportivo y la ingesta de alimentos.

Deberán efectuarse en el futuro estudios que incluyan la determinación programada de biomarcadores químicos, dirigidos a encontrar la asociación en el balance de energía y su asociación con el sobrepeso/obesidad y alteraciones metabólicas, para asegurar la salud me-

tabólica de los jugadores y ejercitantes recreacionales, particularmente desde etapas tempranas de la vida. En el mismo estudio,²¹ los autores también señalan que otras investigaciones demuestran que el ejercitante, en particular el jugador de soccer, ingiere mayor cantidad de proteínas en la dieta habitual con la intención de aumentar su masa muscular.

Lamentablemente los estudios de laboratorio e ingestas de alimentos no se consideran dentro de un examen de preparticipación deportiva en niños y adolescentes para permitir contar con una evaluación integral del deportista. El examen debe incluir, además de identificar sus antecedentes clínicos, exploración antropométrica detallada, estudios de función cardiovascular y la caracterización de variables hemáticas necesarias y acordes con su condición, así como la asociación o no de factores heredofamiliares que permitan identificar su riesgo metabólico.

CONCLUSIÓN

Los datos del presente reporte destacan la necesidad de contar con valores de referencia en las diferentes disciplinas y edades, además de incluir los estudios que valoren el estado metabólico de los participantes en actividades deportivas, particularmente en adolescentes con sobrepeso y obesidad. Esto podrá prevenir que en etapas posteriores de la vida se presente mayor riesgo de padecer enfermedades cardíacas y metabólicas y coadyuvar a evitar el riesgo de estados proinflamatorios y una práctica segura del deporte.

REFERENCIAS

1. World Health Organization (WHO). Noncommunicable diseases: Childhood overweight and obesity. Geneva: WHO; 2020. Available in: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/>
2. Rivera-Dommarco J, Colchero A, Fuentes M, Aguilar-Salinas C, Hernández-Licona G, Barquera S et al. La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2018. Disponible en: <https://www.slaninternacional.org/publicaciones/docs/LaObesidadenMexico.pdf>
3. Lumeng CN, Saltiel AR. Inflammatory links between obesity and metabolic disease. *J Clin Invest*. 2011; 121 (6): 2111-2117.
4. Christensen DL, Espino D, Infante-Ramírez R, Cervantes-Borunda MS, Hernández-Torres RP, Rivera-Cisneros AE et al. Transient cardiac dysfunction but elevated cardiac and kidney biomarkers 24 h following an ultra-distance running event in Mexican Tarahumara. *Extrem Physiol Med*. 2017; 6: 3. doi: 10.1186/s13728-017-0057-5.
5. Sebeková K, Somoza V, Jarcusková M, Heidland A, Podracká L. Plasma advanced glycation end products are decreased in obese children compared with lean controls. *Int J Pediatr Obes*. 2009; 4 (2): 112-118.

6. Accacha S, Rosenfeld W, Jacobson A, Michel L, Schnurr FJ, Shelov S et al. Plasma advanced glycation end products (AGEs), receptors for AGEs and their correlation with inflammatory markers in middle school-age children. *Horm Res Paediatr.* 2013; 80 (5): 318-327.
7. Rowisha M, El-Batch M, El Shikh T, El Melegy S, Aly H. Soluble receptor and gene polymorphism for AGE: relationship with obesity and cardiovascular risks. *Pediatr Res.* 2016; 80 (1): 67-71.
8. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L et al. Encuesta nacional de salud y nutrición 2012. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2012.
9. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prevalencia de obesidad, hipertensión y diabetes para los municipios de México 2018. Estimación para áreas pequeñas. 2020. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/pohd/2018/doc/a_peq_2018_notas_met.pdf
10. INEGI. Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF) 2019 y 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/>
11. Rivera-Cisneros AE, Sánchez-González JM, Reinoso Vázquez V, Fritzier W, Martínez-Vega KR, Vargas-Sánchez G. Niveles plasmáticos de creatinfosfoquinasa y deshidrogenasa láctica en jugadores profesionales de fútbol. *Rev Mex Patol Clin Med Lab.* 2021; 68 (1): 4-10.
12. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000; 320 (7244): 1240-1243.
13. Tanner JM. *Growth at adolescence.* 2nd ed. Springfield: Thomas, Springfield, Illinois; 1962.
14. Summary of the second report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel II). *JAMA.* 1993; 269 (23): 3015-3023.
15. Accacha S, Rosenfeld W, Jacobson A, Michel L, Schnurr FJ, Shelov S et al. Plasma advanced glycation end products (AGEs), receptors for AGEs and their correlation with inflammatory markers in middle school-age children. *Horm Res Paediatr.* 2013; 80 (5): 318-327.
16. Mastroeni SS, Mastroeni MF, Goncalves Mde C, Debortoli G, da Silva NN, Bernal RT et al. Cardiometabolic risk markers of normal weight and excess body weight in Brazilian adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016; 41 (6): 659-665.
17. Escobedo-de la Peña J, De Jesús-Pérez R, Schargrodsky H, Champagne B. Prevalencia de dislipidemias en la ciudad de México y su asociación con otros factores de riesgo cardiovascular. Resultados del estudio CARMELA. *Gac Med Mex.* 2014; 150 (2): 128-136.
18. Ramírez GMM, Núñez PAB, Velázquez MH, Tejeda KOA, Cortés BB, Parra IA et al. Alteraciones cardiovasculares en una población infantil y su relación con trastornos metabólicos y antropométricos. *Rev Esp Med Quir.* 2011; 16 (4): 199-207.
19. Vázquez CC, Salinas OS, Gómez DRA, Rosso JMM, Jiménez VM, Argüero SR. What is the insulin level in a Mexican people with normal body mass index? *Rev Endocrinol Nutr.* 2003; 11 (1): 22-27.
20. Salinas-Martínez AM, Hernández-Herrera RJ, Mathiew-Quirós A, González-Guajardo EE. Obesidad central única y combinada con sobrepeso/obesidad en preescolares mexicanos. *ALAN.* 2012; 62 (4): 331-338.
21. Hidalgo y Teran Elizondo R, Martín Bermudo FM, Peñaloza Mendez R, Berná Amorós G, Lara Padilla E, Berral de la Rosa FJ. Nutritional intake and nutritional status in elite Mexican teenagers soccer players of different ages. *Nutr Hosp.* 2015; 32 (4): 1735-1743. doi: 10.3305/nh.2015.32.4.8788.

Conflicto de intereses: El investigador principal y los participantes declararon no tener conflicto de intereses durante el desarrollo del estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: Los autores declaran que en este estudio los datos fueron disociados de los pacientes, lo que impide su identificación, así como la obtención del consentimiento.