

Asociación de niveles de IgE sérica con el índice de masa corporal en alumnos de 14 a 17 años de edad en la ciudad de Campeche, México

Baldemar Ake-Canche ¹, Ligia Stella Guerrero-Orjuela ², Esther G. Estau-Chi ³, Eduardo J. Gutiérrez-Alcantara ³, Betty Sarabia-Alcocer ⁴, Tomas J. López-Gutiérrez ³, Josefina G. Ancona-León ³, Roman Pérez-Balan ³.

¹ Universidad Iberoamericana - Calle 15 num. 36, 24560 San Francisco de Campeche, Camp; ² Facultad de medicina - Departamento de nutrición humana- Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia; ³ Facultad de Ciencias Químico Biológicas- Universidad Autónoma de Campeche, campus V, Av. Ing. Humberto Lanz Cárdenas S/N Col. Ex Hacienda Kala. C.P. 24085; ⁴ Facultad de Medicina – Universidad Autónoma de Campeche - Av. Patricia Trueba de Regil S/N Colonia Lindavista Campeche. Camp. México.

Resumen

Fundamentos: La relación analítica entre el índice de masa corporal (IMC) y los niveles elevados de la inmunoglobulina E total sugieren la idea de que el aumento de peso puede estar asociado a una mayor susceptibilidad a desarrollar alergias. Este estudio proporciona información relevante sobre la relación entre el IMC y los niveles de IgE en estudiantes de Campeche.

Métodos: Se seleccionaron 203 estudiantes, 78 hombres y 125 mujeres, con edades comprendidas entre los 14 y 17 años. Los participantes fueron sometidos a mediciones antropométricas, incluyendo talla, peso, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera y longitud de pierna, así como la determinación de las concentraciones promedio de IgE sérica en cada categoría de IMC.

Resultados: Se detectaron 20 estudiantes con bajo peso, 120 en rango normal y 16 con obesidad. Se observó que los hombres pesaban significativamente más que las mujeres en todas las categorías de IMC, excepto en la de bajo peso, donde tenían un peso similar. De las mujeres participantes, el 34,8% tenía niveles elevados de IgE, mientras que el 65,2% tenía valores normales. Entre los hombres, el 17,6% mostró niveles altos de IgE, y el 82,4% valores normales.

Conclusiones: Las mujeres presentaron valores promedios de IgE significativamente más elevados que los hombres y la categoría de bajo peso, entre todas las categorías de hombres, tenía los valores de IgE significativamente más alta.

Palabras clave: Alergia; Obesidad; Adolescentes; Estudiantes.

Association between Ig E levels with bmi in adolescents from 14 to 17 years old in Campeche City , Mexico

Summary

Background: The analytical relationship between body mass index (BMI) and elevated levels of total immunoglobulin E suggests the idea that weight gain may be associated with increased susceptibility to developing allergies. This study provides relevant information on the relationship between BMI and IgE levels in students from Campeche.

Methods: A total of 203 new entry students, 78 males and 125 females, aged between 14 and 17 years, were selected. Participants underwent anthropometric measurements, including height, weight, waist circumference, hip circumference and leg length, as well as determination of average serum IgE concentrations in each BMI category.

Results: 20 students were found to be underweight, 120 in the normal range, and 16 obese. Men were found to be significantly heavier than women in all BMI categories except for underweight, where they had a similar weight. Of the participating women, 34.8% had elevated IgE levels, while 65.2% had normal values. Among men, 17.6% showed elevated IgE levels, and 82.4% normal values.

Conclusions: Women had significantly higher average IgE values than men, and among all categories of men, the underweight category had the significantly highest IgE values.

Key words: Allergy; Obesity; Adolescents; Students.

Correspondencia: Ligia Stella Guerrero-Orjuela, Román Pérez-Balan
E-mail: leguerrero@unal.edu.co, roaperez@uacam.mx

Fecha envío: 25/03/2024
Fecha aceptación: 09/09/2024

Introducción

La investigación sobre el impacto potencial de la obesidad y sus anomalías metabólicas en las concentraciones séricas totales de inmunoglobulina E (IgE) ha sido limitada. La obesidad, una epidemia en aumento, representa una carga significativa de morbilidad a nivel mundial.^{1,2} Los estudios científicos sobre el vínculo entre la dieta y la inmunología comenzaron a mediados de la década de 1990 cuando la obesidad y las enfermedades cardiovasculares, el hígado graso y la diabetes tipo 2 alcanzaron niveles de morbimortalidad similares al cáncer y las enfermedades degenerativas³.

La obesidad induce cambios inmunológicos los cuales conducen a una disminución de la tolerancia inmunitaria a antígenos sesgando al sistema inmunitario hacia el denominado perfil mediado por linfocitos T colaboradores tipo 2 (Th2), aumentando el riesgo tanto de alergias como otras enfermedades inmunitarias: Así la conexión analítica entre el índice de masa corporal (IMC), que relaciona la talla o estatura con el peso individual, y los niveles elevados de inmunoglobulina E (IgE) total sugieren que el aumento de peso puede estar asociado a una mayor susceptibilidad de desarrollar alergias³, debido quizás a la activación de los mastocitos para producir citoquinas, quimioquinas y factores de crecimiento involucrados en la expresión de otras moléculas de adhesión celular, reclutamiento, tráfico y regulación de la función que normalmente inducen una respuesta alérgica inflamatoria⁴.

La IgE es un tipo de anticuerpo implicado en la patogenia de las enfermedades alérgicas inmediatas especialmente en la hipersensibilidad tipo 1, que desempeña la principal defensa contra las enfermedades parasitarias, esencialmente las causadas por helmintos y algunos protozoos. La función de

la IgE implica las interacciones específicas con una variedad de antígenos capaces de desencadenar una respuesta diferente dependiente del lugar donde se encuentran las células efectoras que lo expresan⁵. Por ello, la IgE sérica total puede ser interpretada como la predisposición para desarrollar alergia⁶.

El sobrepeso y la obesidad global se consideran unos de los factores con mayor riesgo de desarrollar enfermedades renales, cardiovasculares, cáncer y diabetes tipo 2; mientras que el potencial alérgico, así como otros posibles efectos para la salud son objeto de investigaciones más recientes⁷, que buscan relacionar tanto la maduración de las células somáticas como dichas enfermedades con el estado nutricional.

La evidencia epidemiológica actual respalda que la obesidad aumenta el riesgo de padecer asma alérgica y enfermedades autoinmunes. En parte debido a cambios en las adipocinas (leptina y adiponectina), citocinas como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF α) secretado por el tejido adiposo blanco, lo que conduce a una disminución de la tolerancia inmunitaria⁸.

Sin embargo, aunque se ha analizado la concentración sérica de IgE total asociada a enfermedades alérgicas prevalentes con obesidad en infantes, aunque esta relación no está del todo clara^{9,10}.

En el presente trabajo se llevó a cabo un estudio observacional transversal, para determinar si existe o no, relación entre los niveles séricos de totales de IgE con las diferentes categorías de IMC como uno de los primeros indicadores empleados en la evaluación del estado nutricional del alumnado de 14 a 17 años de una escuela preparatoria de la Ciudad de San Francisco de

Campeche, México durante el segundo semestre del año 2022.

Material y métodos

La presente investigación se llevó a cabo durante el periodo de agosto-septiembre de 2022 en 537 alumnos con edades de entre 14 y 17 años, de nuevo ingreso al primer grado del ciclo escolar 2022 en una escuela preparatoria de Campeche, México.

De todos, 271 personas respondieron a la convocatoria, de los cuales se seleccionaron mediante cuestionario aquellas que cumplieron con los criterios de inclusión tales como la edad, ser alumno de nuevo ingreso al primer semestre de los estudios de preparatoria, contar con el consentimiento informado del padre o tutor además del del participante, no tener o presentar alguna enfermedad alérgica y/o parasitosis, tumoral, respiratoria y/o reumatológica, y no estar vacunado en los últimos 3 meses. Cabe mencionar que, en la República Mexicana, el segundo semestre del año del calendario corresponde al inicio del ciclo escolar.

Los datos fueron obtenidos por antropometría mediante la toma de la talla, para lo cual se utilizó cinta métrica (Orzely), que junto con el peso corporal fueron usados para obtener los valores del IMC (dado en kg/m^2), categorizando en bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad de acuerdo con lo establecido por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) el cual ajusta los percentiles de IMC según la edad y sexo ¹¹. También se determinó la masa libre de grasa y el porcentaje de grasa corporal mediante bioimpedancia con una balanza de control corporal digital (Omron HBF514 Body). Los datos obtenidos para cada participante fueron registrados en bitácoras y almacenados en una hoja de datos creada con el software Microsoft Excel para su posterior manejo y cálculo estadístico de

acuerdo con los parámetros del protocolo de ISAK¹².

La muestra para la cuantificación de IgE se obtuvo mediante flebotomía a todos los participantes siguiendo todas las indicaciones para la toma de muestra de valor analítico. En este caso se utilizó suero sanguíneo, por lo que se usó un sistema de vacío en tubo (etiqueta color roja) con suero con activador de la coagulación (sílice). La cuantificación de IgE sérica se realizó mediante el método inmunoenzimático directo en fase sólida con los reactivos del Kit Quantia IgE ⁹ y el equipo analizador Abbott ARCHITECT c Systems. Los resultados se expresaron en unidades internacionales por mililitro (IU/mL) de IgE, según el segundo preparado internacional de referencia de la OMS.

Se usó el programa STATA 14 para determinar la asociación entre el IgE y el IMC ajustado por la edad, sexo, porcentaje de grasa, masa libre de grasa. Se usó la prueba Kolmogorov-Smirnov para evaluar el supuesto de normalidad en las variables, al no cumplir el supuesto de normalidad se utilizaron las pruebas no paramétricas de U de Mann-Whitney para la comparación entre sexos y la prueba de Kruskal-Wallis para la determinación de diferencias de valores de IgE entre las categorías de IMC por sexo, y correlación de Spearman.

El presente estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Internacional Iberoamericana (acta CR-162). Previo a su realización se obtuvo la autorización y el consentimiento informado por escrito de los padres de los participantes y de los mismos participantes.

Resultados

Inicialmente, se convocó a todo el alumnado de nuevo ingreso a la escuela preparatoria, que en total sumaban 537 estudiantes. De

estos, 271 estudiantes respondieron a la convocatoria y expresaron su interés en participar en el estudio. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión para seleccionar a los participantes del estudio. En total, se seleccionaron 203 estudiantes como participantes de los cuales 78 fueron varones y 125 mujeres, lo que constituye una muestra representativa.

En la tabla 1, se presentan los resultados de las mediciones antropométricas. En el análisis no paramétrico de correlación de rangos de Spearman para los valores antropométricos y de IgE no se detectó asociación significativa.

En lo que respecta al porcentaje de grasa corporal, se observó una media de 22,7 % en hombres y 36,5 % en mujeres, siendo significativamente mayor en el grupo de mujeres. En cuanto al peso, este fue significativamente mayor en hombres con 61,9 kg en comparación con el de las mujeres que tenían un promedio de 56,8 kg. El IMC promedio de los estudiantes varones fue de 22,8 Kg/m², mientras que en mujeres fue de 23,8 Kg/m², y no se detectaron diferencias significativas usando estos valores de tipo continuo entre estos grupos.

Tabla 1. Estadística descriptiva de variables obtenidas por antropometría (n=203).

Variable	Sexo	N	Media	D.E	Mínimo	Mediana	Máximo
Edad (Años)	Hombre	78	15,4	0,60	14,8	15,3	19,5
	Mujer	125	15,3	0,41	14,8	15,3	17,1
Talla (cm)*	Hombre	78	164,5	6,54	152,5	164,8	179,0
	Mujer	125	154,4	5,76	142,0	154,0	175,0
Talla sentado (cm)*	Hombre	78	90,4	4,6	78,0	90,0	100,0
	Mujer	125	85,9	3,7	78,0	86,0	97,0
Grasa (%)*	Hombre	78	22,7	8,8	6,0	21,0	42,5
	Mujer	125	36,5	8,5	9,1	36,8	54,9
Peso (kg)*	Hombre	78	61,9	13,04	41,7	58,7	103,0
	Mujer	125	56,8	12,28	35,7	53,9	102,4
IMC (kg / m ²)	Hombre	78	22,8	4,34	15,5	21,8	37,2
	Mujer	125	23,8	4,83	14,3	22,9	44,0
MLG (%)*	Hombre	78	25,0	4,3	18,0	24,7	39,0
	Mujer	125	19,0	3,2	13,0	18,7	34,7

N= cantidad de individuos, Media= promedio aritmético, D.E. = Desviación estándar, Mínimo= valor más bajo detectado, Máximo= valor más alto detectado, IMC= Índice de masa corporal, MLG= masa libre de grasa en porcentaje. * p<0,005 U Mann-Whitney.

En cuanto a la concentración de Ig E, del total de 203 participantes, 145 presentaron valores por debajo de 200 UI/mL que son considerados como normales y 58 presentaron más de 200 UI/mL que se consideran como valores elevados o altos. La proporción de mujeres con valores por encima de 200 UI/mL fue más alta que la de

los hombres con 32% en comparación con el 23,1% respectivamente.

La concentración media de IgE sérica total en hombres fue de 186,9 UI/mL y de 278,6 UI/mL en mujeres (Tabla 2) con valores de mediana de 65,4 UI/mL y 105,4 UI/mL en hombres y mujeres respectivamente, cuya diferencia era estadísticamente significativa.

Tabla 2. Valor promedio de Inmunoglobulina E (IgE).

Variable	categoría	Hombres			Mujeres			Global		
		n	\bar{x}	DE	n	\bar{x}	DE	n	\bar{x}	DE
IgE	Bajo peso	10	348,00	470	10	262	341,00	20	305,10	402,10
	Normal	46	218,70	218,6	74	284,70	585,00	120	224,90	483,60
	Sobrepeso	18	277,30	359,2	29	262,90	310,70	16	268,40	326,30
	Obesidad	4	46,20	28,9	12	292,50	323,10	47	230,90	298,10
Total		78	186,9	301,0	125	278,6	491,0			

IgE: Inmunoglobulina E, n: Personas participantes, \bar{x} : Promedio de la media, DE: Desviación estándar.

En la figura 1 se muestran los valores de IgE de los alumnos varones, observándose que los que presentaban un estado ponderal de bajo peso tenían el valor promedio de IgE sérica más alto que los de las otras categorías de IMC. El valor promedio de IgE sérica disminuye entre los varones con sobrepeso, a los que presentan un estado ponderal normal y finalmente los que tienen obesidad poseían los niveles séricos más bajos.

Los valores de referencia IgE sérica total se consideran normales si están por debajo de 200 UI/mL, por encima de ese valor se consideran altos o elevados. En el caso de los hombres los valores promedio de las categorías de bajo peso y sobrepeso estaban por encima de los 200 UI/mL considerados normales, en tanto que los valores promedio de las categorías normal y obesidad eran normales (< 200 UI/mL).

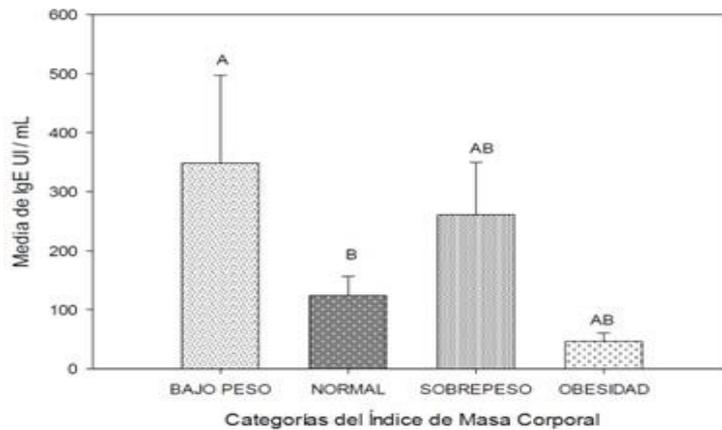


Figura 1. Concentración media de IgE por categoría de estado nutricional en hombres. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Con respecto a las mujeres, como ya se mencionó presentaban un valor promedio significativamente más alto que el de los hombres; sin embargo, el análisis para detectar diferencias entre los niveles de IgE entre categorías de IMC solo entre mujeres

no detectó diferencias significativas entre ellas (Figura 2). Cabe señalar que el valor promedio de cada una de las categorías de estado nutricional en mujeres supera el valor de referencia considerado normal de 200 UI/mL.

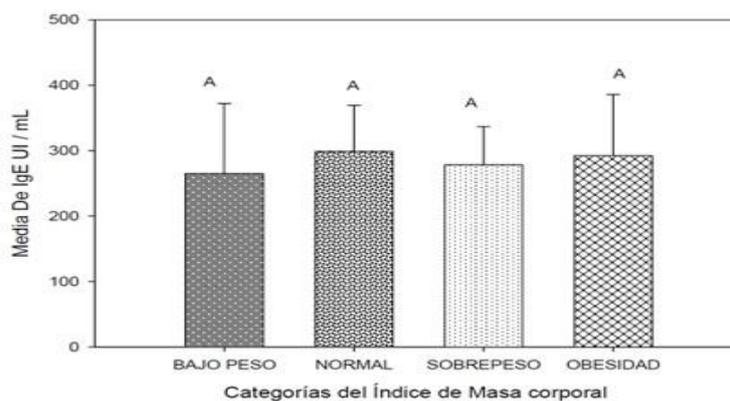


Figura 2. Concentración promedio de Inmunoglobulina E en mujeres.

Discusión

En este estudio se pretendió determinar si existe asociación entre los niveles de IgE con categorías de bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad según el IMC ajustado por edad y sexo.

Con el uso de los criterios de inclusión y exclusión se cuidó que la presencia de valores de IgE sérica total en los sujetos de estudio no se relacionase previamente a la existencia de enfermedad alérgica, inmunodeficiencias primarias, infecciones parasitarias y virales, y/o alguna enfermedad respiratoria o tumor maligno. Los niveles de IgE suelen estar elevados en personas con otras patologías como infecciones por parásitos, inmunodeficiencias, enfermedades reumatológicas, patología tumoral, enfermedad de Hodgkin, leucemia mieloide crónica, leucemia linfoblástica aguda ¹⁴.

La diferencia de los niveles de IgE por sexo biológico, permitió observar que las mujeres tenían significativamente niveles más altos de IgE séricas que los hombres, lo que quizás podría deberse a que la actividad metabólica del tejido adiposo difiere por género, ya que algunas hormonas como la leptina se encuentra más elevada en mujeres y la cantidad de grasa corporal es mayor y se

distribuye de manera diferente en las mujeres en comparación con los hombres^{15,16}.

Con respecto a la diferencia por sexo biológico y categoría de IMC, en términos globales no se detectaron diferencias significativas. Sin embargo, en el abordaje de la comparación por sexo biológico, se identificó que, en el caso de los hombres, aquellos que presentan bajo peso tenían significativamente una concentración de IgE sérica superior que el resto categorías, probablemente como consecuencia de que en estos individuos el bajo peso puede deberse a un proceso de desnutrición, que a su vez puede estar afectando en la actividad del sistema inmunológico ^{17,18}. Sin embargo, también podría haber otras patogenias involucradas en este aumento, lo que constituye una de las debilidades de este estudio ya que no se puede determinar las patogenias asociadas al aumento de IgE sérica que no sean posibles determinar mediante el cuestionario administrado.

La IgE sérica total es una medida diagnóstica común en clínicas de alergia, particularmente relevante en individuos atópicos¹. Se ha descrito que el sexo masculino está asociado con mayores concentraciones de IgE, especialmente en individuos a los que se les

realizó pruebas cutáneas como prueba de atopía y que resultaron no atópicos^{2,19}.

Por otra parte, la obesidad y el síndrome metabólico, caracterizado por resistencia a la insulina y otras anormalidades, estimulan un estado proinflamatorio que afecta las citocinas involucradas en la síntesis de IgE, como las interleucinas 4 y 13 (IL-4 e IL-13)²⁰⁻²².

Estudios previos, como el de Kim *et al*²³, han encontrado correlaciones débiles pero significativas entre las concentraciones séricas totales de IgE y el IMC, circunferencia de la cintura, presión arterial sistólica y niveles de triglicéridos en adultos coreanos. Otros estudios previos, también en poblaciones adultas asiáticas, han reportado una asociación entre diversas medidas de obesidad y niveles elevados de IgE destacándose principalmente la asociación con síndrome metabólico, del mismo modo en niños y adolescentes estadounidenses²⁴⁻²⁶. Sin embargo, también se reporta que no se encontraron asociaciones entre el IMC y la IgE total en una encuesta transversal multicéntrica con participantes de Europa, EE. UU. y Australia-Nueva Zelanda, aunque no proporcionaron datos más detallados²⁷.

Los resultados del presente estudio describen de manera semejante lo reportado por otras investigaciones²⁸⁻³¹. Si bien, en este estudio se han detectado diferencias significativas entre los varones con distinto estado ponderal, esto no se ha replicado en las mujeres, las cuales presentan valores más elevados de IgE que los hombres.

A partir de los hallazgos detectados en este estudio se puede concluir que los adolescentes hombres con bajo peso tienen niveles más altos de IgE, debido quizás al ajuste por la edad y la distribución de grasa

que podrían presentar en específica comparación con la grasa de las mujeres.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo por parte de los alumnos de la Facultad de Medicina, específicamente de la Carrera de Nutrición y a los pasantes de Químico Farmacéutico Biólogo de la UNACAM por su apoyo en el muestreo y sobre todo a la escuela Preparatoria "Nazario Víctor Montejo Godoy" de la Universidad Autónoma de Campeche por su apoyo incondicional, cuya colaboración fue fundamental para la realización exitosa de esta investigación.

Referencias

- (1) Stokes J, Casale T, Bochner B The Biology of IgE. En: Bochner B, Feldweg A, editores. UpToDate. Wolters Kluwer; 2022.
- (2) Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *New England Journal of Medicine*. 2017;377(1):13-27, doi: 10.1056/NEJMoa1614362.
- (3) Bernal RTI, Iser BPM, Malta DC, Claro RM, Bernal RTI, Iser BPM, et al. Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel): mudança na metodologia de ponderação. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2017;26(4):701-12, doi: 10.5123/S1679-49742017000400003.
- (4) Acosta-Andrade AD, Solorzano-Solorzano SE, Bravo-Bonoso DG, Bazurto-García JK, Cedeño-Holguin DM, Hurtado-Aponte RC Factores de riesgo de obesidad en empleados públicos. *Dominio de las Ciencias*. 2019;5(1):91, doi: 10.23857/dc.v5i1.852.
- (5) Soto Muñoz A Análisis de la producción de IgE sérica y mucosal en respuesta al polen de *Phleum pratense* en un modelo porcino de hipersensibilidad respiratoria. Maestría en Ciencias, CINVESTAV-IPN, Mexico city, 2019.

- (6) Cárdenas D, Montufar S IgE: Utilidad en el diagnóstico de la enfermedad alérgica. *Recimundo*. 2019;297-313.
- (7) Furman D, Campisi J, Verdin E, Carrera-Bastos P, Targ S, Franceschi C, et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nat Med*. 2019;25(12):1822-32, doi: 10.1038/s41591-019-0675-0.
- (8) Saltiel AR, Olefsky JM Inflammatory linking obesity and metabolic disease and metabolic disease. *Journal of Clinical Investigation*. 2017;127(1):1-4, doi: 10.1172/JCI92035.systems.
- (9) Río Navarro BE Asma y obesidad (editorial). *Alergia (Méx)*. 2016;(Cdc):36-7.
- (10) Rosado Aspiazu IA, Veliz Bermeo DA, Fuentes Sánchez E Concentración de Ige total asociada a enfermedades alérgicas prevalentes en niños. *MQRInvestigar*. 2023;7(1):1695-719, doi: 10.56048/mqr20225.7.1.2023.1695-1719.
- (11) Secretaria de Salud, Gobierno de México Cartilla Nacional de Salud. *DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN*. 2002.
- (12) Carmenate Milián L, Moncada Chévez FA, Borjas Leiva EW Manual de Medidas Antropométricas. 2014.
- (13) Abbott Laboratories Quantia IgE - Architect. Barcelona; 2020.
- (14) ADEA Información de utilidad-preguntas mas frecuentes. ADEA WEB.ORG. [accedido 10 julio 2023]. Disponible en: <https://www.adeaweb.org/04informaciondeutilidad/preguntasmfrecuentes/31.htm>.
- (15) Kupelian V, Chiu GR, Araujo AB, Williams RE, Clark R V., McKinlay JB Association of sex hormones and C-reactive protein levels in men. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2010;72(4):527-33, doi: 10.1111/j.1365-2265.2009.03713.x.
- (16) Clark DO, Unroe KT, Xu H, Keith NR, Callahan CM, Tu W Sex and race differences in the relationship between obesity and C-reactive protein. *Ethn Dis*. 2016;26(2):197-204, doi: 10.18865/ed.26.2.197.
- (17) Paes-Silva RP, de Macedo ÉMC, Tomiya MTO, de Castro CMMB Immune response of severe malnutrition children treated according to the protocol of the World Health Organization. *Nutr Hosp*. 2015;32(2):638-44, doi: 10.3305/nh.2015.32.2.9048.
- (18) Morales F, Montserrat-de la Paz S, Leon MJ, Rivero-Pino F Effects of Malnutrition on the Immune System and Infection and the Role of Nutritional Strategies Regarding Improvements in Children's Health Status: A Literature Review. *Nutrients*. 2024;16(1):1-16, doi: 10.3390/nu16010001.
- (19) Alvela-Suarez L, Campos J, Carballo I, Gomez-Rial J, Vidal C, Lombardero M, et al. False-positive results of serological tests for allergy in alcoholic patients. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2019;29(3):213-21, doi: 10.18176/jiaci.0309.
- (20) Binisor ID, Moldovan R, Moldovan I, Andrei AM, Banita MI Abdominal Obesity and Type 2 Diabetes Mellitus are Associated With Higher Seric Levels of IL 4 in Adults. *Curr Health Sci J*. 2016;42(3):231-7, doi: 10.12865/CHSJ.42.03.03.
- (21) Zhang X, Zheng J, Zhang L, Liu Y, Chen GP, Zhang HP, et al. Systemic inflammation mediates the detrimental effects of obesity on asthma control. *Allergy Asthma Proc*. 2018;39(1):43-50, doi: 10.2500/aap.2018.39.4096.
- (22) Duffen J, Zhang M, Masek-Hammerman K, Nunez A, Brennan A, Jones JEC, et al. Modulation of the IL-33/IL-13 Axis in Obesity by IL-13R α 2. *The Journal of Immunology*. 2018;200(4):1347-59, doi: 10.4049/jimmunol.1701256.
- (23) Kim MK, Jeong JS, Han K, Baek KH, Song KH, Kwon HS House dust mite and Cockroach specific Immunoglobulin e sensitization is associated with diabetes mellitus in the adult Korean population. *Sci Rep*. 2018;8(1):1-8, doi: 10.1038/s41598-018-20573-0.
- (24) Park HJ, Kim EJ, Yoon D, Lee JK, Chang WS, Lim YM, et al. Prevalence of self-reported allergic diseases and IgE levels: A 2010 KNHANES analysis. *Allergy Asthma Immunol*

- Res. 2017;9(4):329-39, doi: 10.4168/aaair.2017.9.4.329.
- (25) Brożek JL, Bousquet J, Agache I, Agarwal A, Bachert C, Bosnic-Anticevich S, et al. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) guidelines—2016 revision. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2017;140(4):950-8, doi: 10.1016/j.jaci.2017.03.050.
- (26) Visness CM, London SJ, Daniels JL, Kaufman JS, Yeatts KB, Siega-Riz AM, et al. Association of obesity with IgE levels and allergy symptoms in children and adolescents: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2006. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2009;123(5):1163-1169.e4, doi: 10.1016/j.jaci.2008.12.1126.
- (27) Jarvis D, Chinn S, Potts J, Burney P Association of body mass index with respiratory symptoms and atopy: Results from the European Community Respiratory Health Survey. *Clinical and Experimental Allergy*. 2002;32(6):831-7, doi: 10.1046/j.1365-2222.2002.01380.x.
- (28) Chang L-S, Li J-H, Wang P-M, Huang C-F, Kuo H-C Association between Serum Total and Specific Immunoglobulin E Levels and Body Height: A Cross-Sectional Study of Children and Adolescents. *Children (Basel)*. 2022;9(5), doi: 10.3390/children9050661.
- (29) Mancuso P The role of adipokines in chronic inflammation. *Immunotargets Ther*. 2016;5:47-56, doi: 10.2147/ITT.S73223.
- (30) Coffey MJ, Torretti B, Mancuso P Adipokines and Cysteinyl Leukotrienes in the Pathogenesis of Asthma. *J Allergy (Cairo)*. 2015;2015:1-9, doi: 10.1155/2015/157919.
- (31) Papoutsakis C, Priftis KN, Drakouli M, Prifti S, Konstantaki E, Antonogeorgos G, et al. Childhood Overweight/Obesity and Asthma: Is There a Link? A Systematic Review of Recent Epidemiologic Evidence. *J Acad Nutr Diet*. 2013;113(1):77-105, doi: 10.1016/j.jand.2012.08.025.

