

ÍNDICE QUICKI EN PACIENTES JÓVENES OBESOS Y SU ASOCIACIÓN A SÍNDROME METABÓLICO Y PREDIABETES

QUICKI INDEX IN YOUNG OBESE PATIENTS AND ITS ASSOCIATION WITH METABOLIC SYNDROME AND PREDIABETES

Amir Duvivier Donoso Castro^{1*}

¹ Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Estatal Del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7025-3538>. Correo: donoso-amir7658@unesum.edu.ec

Cristhian Elian Zambrano Andrade²

² Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Estatal Del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3166-5040>. Correo: zambrano-cristhian6543@unesum.edu.ec

Nereida Josefina Valero Cedeño³

³ Magister en Biología, Mención Inmunología Básica, PhD. en Inmunología, Licenciada en Bioanálisis, Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Estatal Del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3496-8848>. Correo: nereida.valero@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: donoso-amir7658@unesum.edu.ec

Resumen

La obesidad y el sobrepeso son problemas de salud, desde inicios del siglo XXI, la Organización Mundial de la Salud la considero como epidemia mundial, presentando efectos negativos que causa al individuo, familia y comunidad y los gastos en relación a nivel de estado, son elementos para evitar el desarrollo de la enfermedad. La presente investigación tiene el objetivo de analizar el índice Quicki en pacientes jóvenes obesos y su asociación a Síndrome Metabólico y prediabetes, un estudio retrospectivo, transversal y nivel descriptivo-explicativo, diseño documental con una revisión sistemática. Se realizó una búsqueda amplia de base de datos: PubMed, SciELO, Google Académico, Scopus, EBSCO, ProQuest, Dialnet y Springer. Los resultados que mostraron: Ecuador arroja un 35.3% en prevalencia de obesidad juvenil, convirtiéndose en la más alta, en comparación con otros estudios seleccionados, número alarmante, motivando a la incidencia que hay y a las consecuencias que esta representa. Las principales conclusiones del estudio manifiestan que el índice QUICKI es un reemplazo simple, útil, económico y mínimamente invasivo para las mediciones de la sensibilidad a la insulina dependientes de la glucosa, siendo apropiado y eficaz para su uso en grandes estudios clínicos o epidemiológicos para monitorear los cambios después de la terapia.

Palabras clave: índice quicki; normopeso; obesidad; prediabetes; síndrome metabólico.

Abstract

Obesity and overweight are health problems, since the beginning of the XXI century, the World Health Organization considered it as a global epidemic, presenting negative effects on the individual, family and community and the costs in relation to state level, are elements to prevent the development of the disease. The present research has the objective of analyzing the Quicki index in young obese patients and its association to Metabolic Syndrome and prediabetes, a retrospective, transversal and descriptive-explanatory study, documentary design with a systematic review. A broad database search was conducted: PubMed, Scielo, Google Scholar, Scopus, EBSCO, ProQuest, Dialnet and Springer. The results showed that Ecuador has a 35.3% prevalence of juvenile obesity, making it the highest in comparison with other selected studies, an alarming number, motivating the incidence and the consequences it represents. The main conclusions of the study state that the QUICKI index is a simple, useful, inexpensive and minimally invasive replacement for glucose-dependent insulin sensitivity measurements, being appropriate and effective for use in large clinical or epidemiological studies to monitor changes after therapy.

Keywords: quicki index; normal weight; obesity; prediabetes; metabolic syndrome.

Fecha de recibido: 27/05/2022

Fecha de aceptado: 21/08/2022

Fecha de publicado: 22/08/2022

Introducción

La obesidad es un factor de riesgo importante para la salud y la enfermedad. Las complicaciones causadas por la obesidad tienen un costo enorme para los afectados, sus familias, el sistema de salud y el público en general. En particular la obesidad está fuertemente asociada con el desarrollo de resistencia a la insulina por lo que juega un papel importante en la patogénesis de las complicaciones cardiometabólicas incluidos los componentes del síndrome el metabolismo la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. La función deteriorada de los órganos adiposos puede desempeñar un papel patógeno importante una vez que se ha producido la acumulación de grasa. La regulación de la sensibilidad a la insulina parece estar relacionada al menos en parte con cambios en la homeostasis redox y el estrés oxidativo, así como con la inflamación que juegan un papel fundamental en la disfunción. Las mitocondrias pueden exacerbar estos cambios (Barazzoni et al., 2018).

El síndrome metabólico describe un conjunto de factores de riesgo cardiovascular típicos. Al cual se lo conoce como "síndrome de resistencia a la insulina" porque una parte sustancial de la fisiopatología se debe a la resistencia a los efectos metabólicos de la insulina. La principal causa de resistencia a la insulina en la infancia es un patrón de partición de lípidos típico caracterizado por un aumento de la deposición de lípidos en tejidos

sensibles a la insulina como el hígado y los músculos esqueléticos y en las vísceras. Este patrón de depósito de lípidos también se asocia con la infiltración de tejidos intraabdominales con células del sistema inmunológico, lo que induce una inflamación sistémica de bajo grado que se observa típicamente en niños y adolescentes obesos resistentes a la insulina (Ighbariya & Weiss, 2017).

Datos de la publicación en la revista Latinoamericana Enfermagem, en el año 2015 señala que el “Síndrome Metabólico está conformado por un grupo de cambios metabólicos y hormonales caracterizadas por obesidad central, presión sanguínea elevada, resistencia a la insulina y dislipidemias” de los cuales 86 (38,0%) trabajadores que tenían síndrome metabólico (MetS), la edad media fue de 45 años, con una desviación estándar de $(DE \pm 9,13)$ años (Ribeiro y otros, 2018).

La obesidad y el sobrepeso es uno de los principales problemas de salud, el cual se ha venido combatiendo (Delgado et al., 2020), conllevando un incremento de las enfermedades metabólicas como la resistencia a la insulina (RI) e hiperinsulinemia, siendo factores asociados al origen del síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2; su incremento con los años a nivel mundial es inevitable. En el Ecuador, el sobrepeso y la obesidad son condiciones que afectan a un porcentaje importante de adolescentes, relacionadas con la alimentación, la calidad de la alimentación y la inactividad física. Lo anterior lo confirma una investigación realizada en la parroquia Augusto Martínez, la cual reveló que entre los jóvenes estudiados, hasta los 17 años, ya se observa obesidad en un 5,1% (Hermosa-Escobar & Sánchez-Miño, 2021).

En Ecuador, en relación a la diabetes mellitus tipo 2, el artículo 36 de la Constitución de la República del Ecuador exige que los adultos mayores reciban tratamiento prioritario y especializado en los sectores público y privado. El Estado debe garantizar a las personas mayores el derecho a la atención médica gratuita y especializada y al acceso gratuito a los medicamentos (Álvarez et al., 2021). La obesidad y el sobrepeso constituyen el principal factor de riesgo para desarrollar resistencia a la insulina, convirtiendo a los jóvenes obesos en un grupo de riesgo para el progreso del síndrome metabólico (Salazar Villacís & Silva Villamar, 2020). Este documento tiene como objetivo demostrar la relación entre el síndrome metabólico y la sensibilidad de la insulina a sus posibles interrelaciones en el desarrollo de la resistencia a la insulina, Síndrome Metabólico y prediabetes.

Insulina

La insulina es un dipéptido que contiene 51 aminoácidos, que contiene una cadena A y una cadena B, conectadas por dos enlaces disulfuro derivados de residuos de cisteína (Rachdaoui, 2020). La insulina es una hormona peptídica endocrina que se une a los receptores de la membrana plasmática en las células diana para coordinar la respuesta anabólica integral a la disponibilidad de nutrientes (Petersen & Shulman, 2018). La insulina se produce cuando aumentan los niveles de glucosa en sangre; se une al receptor de insulina (IR) y activa los transportadores de glucosa en el tejido adiposo, músculo cardíaco y músculo esquelético, principalmente Glut4 (Selivanova et al., 2018). Se establecen niveles de insulinemia basal \leq a 15 uU/mL, para la pubertad media \leq a 30 uU/mL, postpuberal valores \leq a 20 uU/mL (Gutiérrez Rodelo et al., 2017).

Función de la Insulina

La glucosa es muy importante para que una persona realice propiedades vitales como:

- Proporciona energía, la descomposición de los monosacáridos libera ATP o Trifosfato de adenosina, una molécula de alta energía.
- Realiza propiedades de reserva y estructurales de los tejidos. células de organismos vivos (Chimbo-Yunga, 2017).

Secreción de insulina

Muchos factores endógenos contribuyen a la regulación de la actividad celular, ya sean excitadores, inhibidores o contextuales. Estos incluyen hormonas, neurotransmisores y mediadores inmunes (Kolb et al., 2020). La insulina se traduce primero en preproinsulina y luego se convierte mediante el retículo endoplasmático rugoso (RER) en proinsulina después de la escisión de la cadena señal por una peptidasa señal (Tokarz et al., 2018). La gluconeogénesis es una vía metabólica importante para que el cuerpo convierta metabolitos que no son carbohidratos (ácido láctico, glicerol, aminoácidos) en glucosa (Lee & Dong, 2017).

Metabolismo de la Insulina

Digestión de carbohidratos: comienza con enzimas selectivas, ocurre naturalmente en la boca, especialmente en la saliva llamada α -amilasa salival, que hidroliza los enlaces α 1-4 moléculas complejas tales como polisacáridos tales como almidón a oligosacáridos enzimas en la saliva compatibles para la hidrólisis de enlaces que tienen las amilasas, y glucógeno, eso nos deja solo con las dextrinas y el bolo alimenticio llega al estómago, donde el metabolismo de los carbohidratos se congelan por un momento cuando baja el pH, el estómago inactiva las enzimas salivales (Barazzoni et al., 2018).

Metabolismo de los hidratos de carbono: en esta parte el metabolismo es continuado por enzimas, proporcionado por las membranas mucosas del yeyuno degradando los disacáridos a monosacáridos (Krzymien & Ladyzynski, 2019).

Absorción de insulina del tejido subcutáneo

La concentración de cada oligómero de insulina se determinó mediante el hexámero y el dímero de insulina y las constantes de equilibrio KDH y KMD entre el dímero y el monómero, respectivamente (Gradel et al., 2018).

Resistencia a la insulina

La resistencia a la insulina es una condición en la que se reduce la respuesta biológica a la insulina. La creciente evidencia sugiere el papel de la inflamación crónica leve en la patogénesis de la resistencia a la insulina (Matulewicz & Karczewska-Kupczewska, 2017). Es necesario para la regulación de la vía el control de la insulina (Czech, 2017).

La resistencia a la insulina (RI) es un tema importante en la medicina moderna. Durante los últimos 30 años, se ha observado un aumento significativo en la detección de RII (Gołabek & Regulska-Ilow, 2019). El uso de drogas puede interrumpir la síntesis insulina (Brannick & Dagogo-Jack, 2018).

Síndrome Metabólico

El síndrome metabólico, también conocido como síndrome de resistencia a la insulina o síndrome X, representa un subconjunto de factores de riesgo cardiovascular (CVRFC) en un individuo en particular. La

razón para describirlos como síndromes más que como factores de riesgo independientes individuales es que se cree que son causados por un mecanismo fisiopatológico común. La importancia clínica de este síndrome está bien establecida en adultos y se ha confirmado que el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (DM2) y enfermedad coronaria aumenta drásticamente con el tiempo (Ighbariya & Weiss, 2017). Muchos factores del "síndrome metabólico", especialmente la prevalencia de la obesidad y la diabetes, han aumentado drásticamente en los países occidentales desde que Haller propuso el término por primera vez en 1977 (Myers et al., 2019). El término "síndrome metabólico" fue acuñado por primera vez en la década de 1970 por Herman Haller, quien estaba estudiando los diversos riesgos asociados con la aterosclerosis (Dabke et al., 2019). La función de las células beta (BCF) está estrechamente asociada con MetS (Xu et al., 2018). El mecanismo patogénico del MetS es complejo y aún no se ha dilucidado por completo (Rochlani et al., 2017). La obesidad es un problema de salud mundial, adiposidad visceral, y otros factores (Aguirre Heredia et al., 2020).

Incidencia y prevalencia del Síndrome Metabólico

La prevalencia del síndrome metabólico es muy similar a la prevalencia de la obesidad y la incidencia de diabetes tipo 2 (uno de los resultados del MetS). Entre 1988 y 2010, el IMC promedio en los Estados Unidos aumentó en un 0,37% por año tanto para hombres como para mujeres, y la circunferencia de la cintura (CC) aumentó en un 0,37% y un 0,27% por año para las mujeres (Saklayen, 2018). Los efectos del estilo de vida sobre el síndrome metabólico se describen brevemente en la sección sobre desarrollo y factores maternos, flora microbiana y desarrollo y uso de fármacos (Mendrick et al., 2018). Numerosos ensayos controlados aleatorios (ECA) han demostrado el potencial de prevenir la progresión de la prediabetes a la diabetes tipo 2 mediante intervenciones farmacológicas o de estilo de vida (Sallar & Dagogo-Jack, 2020). Además, el Programa de Prevención de la Diabetes de la India para los indios asiáticos encontró una reducción del 28,5% en el riesgo relativo de progresión de la diabetes relacionada con el estilo de vida, una reducción del 26% de metformina y una reducción del 28,5% en el estilo de vida relacionado con la metformina (Magge et al., 2020). La remisión de la diabetes, definida como una HbA1c < 6,5% tras 2 meses sin medicación antidiabética, es posible tras programas intensivos con dieta y ejercicio en pacientes con DM2 de pocos años de evolución, así como tras la cirugía metabólica (Álvarez-Guisasola et al., 2019).

Índice QUICKI

QUICKI es adecuado para monitorear la mejora en la sensibilidad a la insulina en diabéticos tipo 2 tratados con dieta y ejercicio, o en pacientes obesos tratados con sensibilizadores a la insulina (Calcaterra et al., 2021). Dado que los niveles de insulina en ayunas tienen una distribución asimétrica no normal, la transformación logarítmica mejora su correlación lineal con la pinza SI. Sin embargo, al igual que con 1/ (insulina en ayunas) y la relación G/I, esta correlación no se mantiene en los diabéticos con hiperglucemia en ayunas y alteración de la función de las células β , que es insuficiente para mantener la euglucemia (Muniyappa et al., 2021).

Un método muy utilizado para determinar la resistencia a la insulina (RI) es el índice QUICKI (Quantitative Insulin Sensitivity Check Index), que se basa en un modelo logarítmico, que también se calcula a partir de las concentraciones de glucosa e insulina en ayunas (Minh et al., 2021). Se emplea según la siguiente ecuación:

QUICKI= $1 / [(\log \text{ insulina plasmática en ayuno } (\mu\text{U/ml}) + \log \text{ glucosa plasmática en ayuno (mg/dl)})]$.

Los valores comúnmente asociados con el cálculo QUICKI de la resistencia a la insulina humana generalmente oscilan entre 0,45 para individuos inusualmente sanos y 0,30 para diabéticos. Por lo tanto, los números más bajos reflejan una mayor resistencia a la insulina (Gaggini et al., 2022). Como un reemplazo simple, útil, económico y mínimamente invasivo para las métricas de pinzamiento de la sensibilidad a la insulina dependiente de la glucosa, QUICKI es apropiado y efectivo para su uso en grandes estudios clínicos o epidemiológicos, para monitorear los cambios después de la intervención terapéutica (Rudvik & Månsson, 2018). Cabe señalar que, aunque el índice QUICKI y el índice HOMA-IR son modelos logarítmicos, son inversamente proporcionales entre sí, es decir, mientras que el índice HOMA-IR aumenta de valor, el índice QUICKI disminuye, pero ambos representan la misma deficiencia en el cuerpo que puede conducir a la resistencia a la insulina (Alzate & Jimenez, 2018).

Los valores de estos índices establecidos para la resistencia a la insulina varían según la edad, el sexo, la población y la etnia (Placzkowska et al., 2019). El índice QUICKI se correlaciona bien con el clamp euglucémico hiperinsulinémico y tiene la ventaja de ser mejores predictores de riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 que el HOMA y la insulina en ayunas, lo que permite un diagnóstico más biológico de esta condición (Ter Horst et al., 2017).

Materiales y métodos

Diseño y tipo de estudio

Se trata de un estudio de nivel descriptivo-explicativo, de diseño documental a través de una revisión sistemática en el cual se manifiestan fenómenos y situaciones como el síndrome metabólico, la hiperglucemia, resistencia a la insulina y el índice QUICKI en sujetos jóvenes obesos.

Consideraciones éticas

Este es un estudio bibliográfico basado en la búsqueda de información veraz sobre un tema que no requiere la participación animal o humana y por lo tanto no considera cuestiones bioéticas en este proyecto. Además de comprender la información verificada, incluye consideraciones éticas que se aplican a todas las fases de la investigación, desde la planificación hasta la realización y evaluación de un proyecto de investigación. Se hace notar que este estudio no contiene conflictos de intereses y que la información proporcionada cumple con la ley de derechos de autor.

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión

- ✓ Artículos originales publicados durante el periodo 2017 a 2022.
- ✓ Artículos originales y meta-análisis tanto en español como en inglés.

Exclusión

- ✓ Artículos fuera de contexto de estudio.
- ✓ Artículos que estén fuera del rango de publicación 2017 a 2022.

Técnicas de recolección de datos

Se realizó y aplico una búsqueda de artículos científicos y libros, seleccionando aquellos que estén afines a la temática y publicados en fuentes confiables; recopilando 82 artículos publicados en los últimos años (2017-2022) y tomados de bases de datos como PubMed, Scielo, Google Académico, Latindex, Journals, PubAg y Springer; los cuales han sido seleccionados mediante el uso de las palabras clave o términos mesh: índice Quicki, Síndrome metabólico, prediabetes, jóvenes, obesidad, normopeso, solas o en combinación utilizando los booleanos “AND” y “OR”.

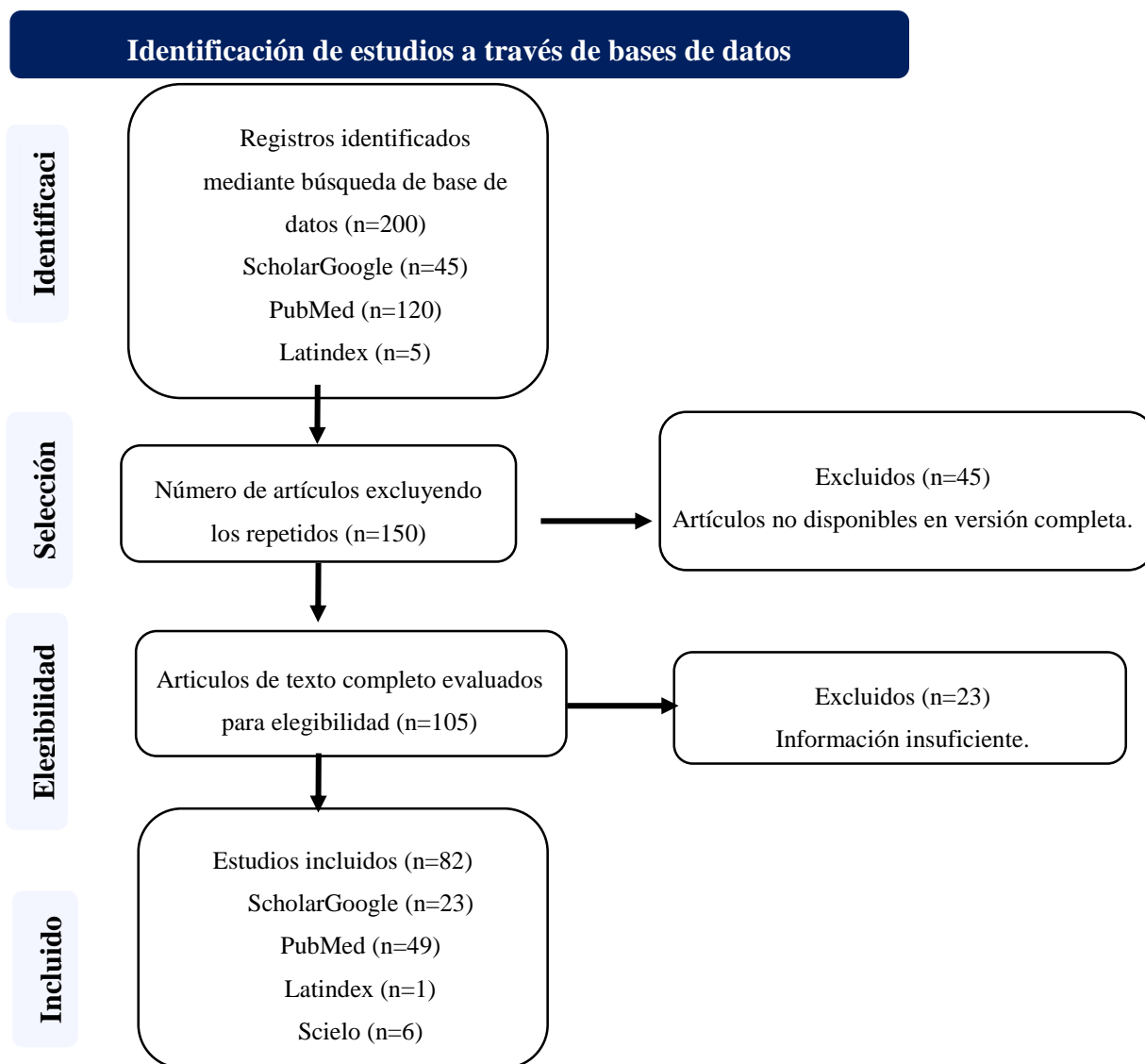


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA utilizado para la selección de artículos. Estrategia de búsqueda y selección del material científico para el desarrollo de la revisión

Resultados

Tabla 1. Estudios aleatorizados en relación a la prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes

Autor / Año	Muestra	País	Prevalencia (n)	prevalencia %
Ortiz et al., (2017)	374	Ecuador	132	35,3
Iparraguirre et al., (2020)	250	Perú	83	33,2
Castro et al., (2018)	515	Chile	154	30
Bozkurt (2021)	2668	Turquía	685	25,67
Diéguez, et al., (2017)	242	Cuba	54	22,3
Olivan, (2018)	274	España	61	22
Suh et al., (2021)	1216	Corea del Sur	194	15,9
Méndez et al., (2017)	155	Venezuela	21	13,5
Keliikoa et al., (2021)	7751	Estados Unidos	889	11,47
Valente et al., (2022)	181	Brasil	15	8,3
Menecier y Lomaglio (2018)	133	Argentina	7	5,3
Ramos et al., (2017)	378	Colombia	10	2,5

Como se puede observar en la presente tabla, la prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes conforme a los estudios seleccionados, indica valores importantes en cuanto a Ecuador arrojado un 35.3% de prevalencia según la masa de estudio seleccionada que fue conformada por 374 participantes paises como Perú y Chile comparten valores similares a los de Ecuador, es importante destacar que existe un nivel promedio significativo en cuanto a la prevalencia de obesidad en los jóvenes, según se observa en la totalidad de los estudios seleccionados (tabla 1).

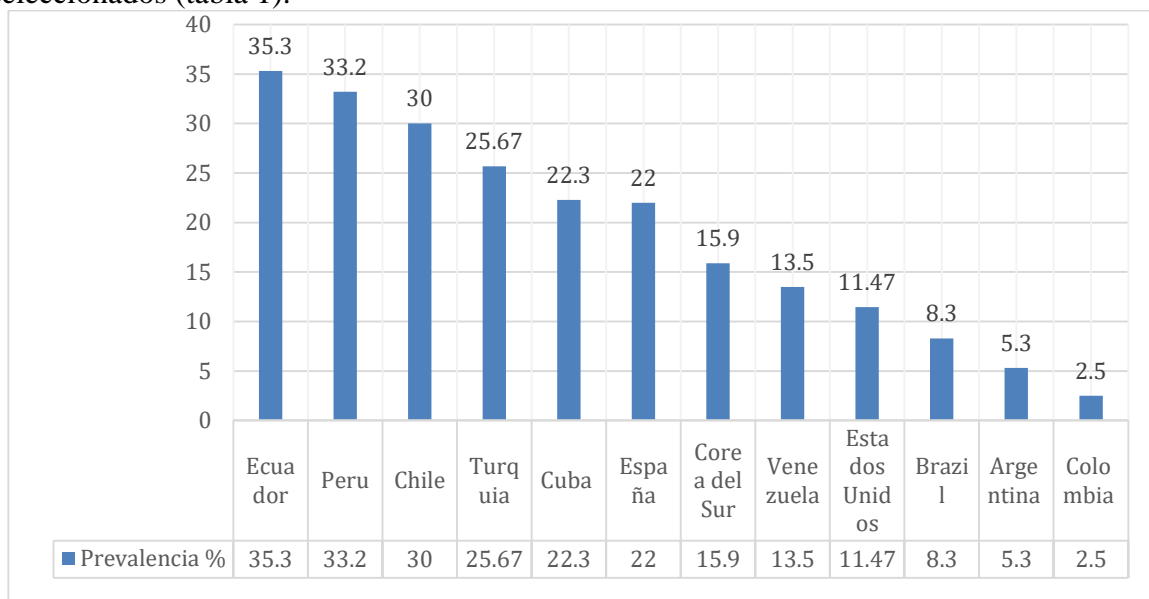


Figura 2. Estudios aleatorizados en relación a la prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes.

Por medio de la presente grafica se puede observar que Ecuador arroja un 35.3% en Prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes, lo que la convierte en la más alta, en comparación con el demás estudio seleccionados, número que representa una alerta, motivado a la incidencia que hay y a las consecuencias que esta representa.

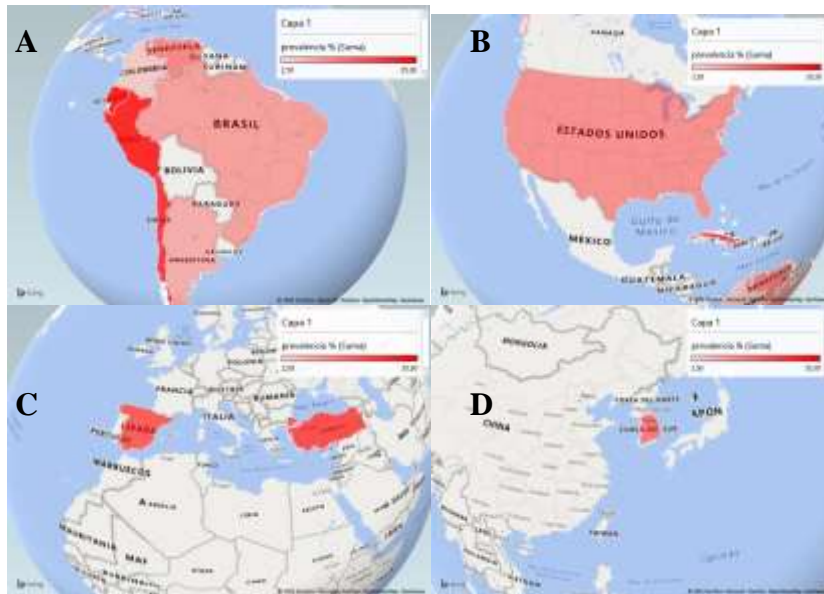


Figura 3. Mapamundi de prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes (Argentina, Ecuador, Colombia, Perú, Chile, Brasil, Venezuela, Estados Unidos, Cuba, España, Turquía Corea del Sur)

En estas secciones de gráficos representada por el mapamundi se indica la prevalencia de la obesidad en poblaciones jóvenes, el grafico A nos muestra la representación de esta prevalencia entre los países de Latinoamérica, estando en el más alto nivel, el país de Ecuador representado por un 35,3%, seguido de Perú con un 33,2%, el tercer lugar se ubica Chile con un 30%, mientras que países como Brasil, Argentina, Venezuela et alombia ocupan los menores lugares de la escala de prevalencia de la obesidad en las poblaciones jóvenes siendo Colombia el país con menor prevalencia representado con un 2, 5%.

Así pues, en el grafico B, representación del Mapamundi relacionado a los países de Estados Unidos y Cuba, siendo Cuba el país que ocupa y se encuentra en el 5to lugar de los países con mayor prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes con un 22,3% de prevalencia, mientras que Estados Unidos ocupa el 9no lugar con una incidencia de 11, 47% respectivamente, lo que da indicativo de ser países donde los jóvenes no se mantienen con mayores índices de obesidad, por otra parte se tiene en el grafico C, que España se mantiene en el 6to lugar de los países con mayor prevalencia de obesidad en los jóvenes representando un 22% , mientras que Turquía ocupa una posición más acercada a mayor nivel con un 25,67% de población joven con obesidad, ocupando este el 4to país, con mayor prevalencia en estas poblaciones y por último en el grafico D se aprecia que Corea del Sur se encuentra posicionado en el 7mo lugar con un 15, 9% de prevalencia en cuanto a lo que jóvenes obesos se refiere.

Tabla 2. Valores de índice QUICKI en poblaciones de jóvenes obesos.

Autor/Año	Tipo de estudio	Resultado	Población
Ávila et al. (2018)	Descriptivo y de corte transversal	Predominó la obesidad grado I (68%), el criterio principal para el diagnóstico de síndrome metabólico fue la obesidad abdominal en el 98,4% de los examinados; y se encontró asociación positiva entre puntajes glucémicos y el índice QUICKI (0,33).	122 adolescentes de nivel preparatoria
Gomes et al. (2022)	Estudio de casos	95 (25,9%) pacientes tenían sobrepeso/obesidad, en su mayoría mujeres. Estos pacientes eran mayores, tenían una diabetes de mayor duración, el valor del índice QUICKI no fue significativo.	50 pacientes de cada clínica pública (50*14) = 700 pacientes
Mirzaalian et al., (2019)	Transversal descriptivo-analítico	Existió una correlación negativa significativa con QUICKI (todos $p < 0,0001$). Además, el nivel de triglicéridos séricos tuvo una correlación negativa significativa con el índice QUICKI (-0,33).	80 adolescentes de 12 a 13 años
Karimi et al., (2021)	Descriptivo, transversal	En cuanto al índice de QUICKI, se detectó solo para los parámetros de la columna lumbar (LS) ($\beta = 0,062$ a $37,21$, $P = 0,0001$ a $0,026$) y el contenido mineral óseo del cuello femoral (FNBMC) ($\beta = 1,297$, $P = 0,013$).	423 participantes de 9 a 19 años
Sapunar et al., (2018)	Observación, de corte transversal	El 38% de los niños tenían sobrepeso y el 33,1% obesidad el valor del índice QUICKI (0,14) tuvo relación positiva.	208 participantes
Krawczyk et al., (2018)	Retrospectivo	Los niños obesos con el cociente TG/HDL-C ≥ 3 (47,5%) presentaron valores más altos de WHR y HOMA-IR, y más bajos de QUICKI, (0,14) e índice de Matsuda en comparación con sus pares obesos con el TG/ HDL-C < 3 .	180 participantes
Herrera et al., (2018)	No experimental y transversal	Mostró una buena sensibilidad diagnóstica usando QUICKI como referencia con un valor de (0,14).	181 participantes de 6 a 11 años
Álzate y Jiménez (2018)	Descriptivo de corte transversal	Se encontró que según el índice HOMA-IR y el 28,2% según el índice QUICKI % a valores $< 0,31$, indicando que esta población es resistente a la insulina	163 niños y adolescentes de 6 a 14 años
Aguirre (2020)	Casos y controles	HOMA-IR 3.0 y QUICKI 0.34 fueron más altos que los controles con un valor de $p < 0.05$.	70 pacientes con obesidad y grupo control de 27 niños sanos, de 5 a 17 años
Yeste et al., (2021)	Prospectivo de corte transversal	Según la distribución de los valores de la insulina, Fenotipo FOMS, $n = 90$ (HOMA $3,2 \pm 1,5$, Quicki $0,328 \pm 0,034$); Fenotipo FORM, $n = 149$ (HOMA $4,0 \pm 2,3$ Quicki $0,320 \pm 0,029$)	239 pacientes de 8 a 18 años
Solito et al., (2021)	Ensayo de control aleatorizado, cruzado, doble ciego	Para valor del QUICKI (0,013, $p < 0,05$) e ISI (0,654, $p < 0,097$) índices después de OGTT, Las citoquinas, GLP1 y los recuentos microbianos diana no variaron.	101 participantes (54 hombres y (47 mujeres) de 6-18 años
Šebeková et al., (2022)	Cohorte	El índice QUICKI: en hombres delgados sensibles a la insulina: $0,354 \pm 0,022$, delgados resistentes a la insulina: $0,304 \pm 0,013$, con sobrepeso/obesidades sensibles a la insulina: $0,343 \pm 0,019$,	2341 participantes de 16 a 23 años

Índice Quicki en pacientes jóvenes obesos y su asociación a síndrome metabólico y prediabetes

			sobrepeso/obesidad insulinoresistente: $0,299 \pm 0,015$.	
Urganci, Kalyoncu y Geylani (2021)	Cuantitativo, observacional, descriptivo longitudinal	y	No hubo diferencias significativas entre los pacientes con y sin respuesta al tratamiento con respecto a los niveles de glucosa en ayunas, insulina y péptido C o los valores de HOMA-IR, HOMA-B y QUICKI ($p > 0,05$).	26 pacientes
Anoop et al., (2020)	Cohorte		HOMA-IR (0,47), QUICKI (0,26) Para el cociente Tg/Glu, un valor de corte $\geq 1,19$ tuvo valores altos de sensibilidad (80%).	105 pacientes
Gabay et al., (2022)	Descriptivo, observacional corte longitudinal	de	Los participantes se clasificaron como sensibles a la insulina (QUICKI $\geq 0,350$) o IR (QUICKI $< 0,350$). Las mujeres tenían asociaciones positivas entre QUICKI y el volumen de la corteza cingulada anterior. En las adolescentes, la resistencia a la insulina puede afectar negativamente la estructura y función del cerebro.	125 adolescentes

Tabla 3. Índice QUICKI en el síndrome metabólico y prediabetes en jóvenes obesos.

Autor / Referencia	Índice QUICKI	Síndrome metabólico 3 o más factores de riesgo	Prediabetes/glucosa en ayunas (100 a 125 mg/dl)
Mirzaalian et al., (2019)	0,38	No se evidencio síndrome metabólico.	Ningún paciente evidencio valores indicativos de prediabetes.
Sapunar et al., (2018)	0,33	De 208 participantes el 12% (n:24) cumplió criterios para síndrome metabólico.	El 2% de los participantes (3) presento prediabetes >10
Herrera et al., (2018)	0,32	No hubo incidencia de síndrome metabólico	Ninguno de los participantes presento índices asociados a la prediabetes; (91 mg/dl)
Álzate y Jiménez (2018)	0,31	No demuestra incidencia de síndrome metabólico, sin embargo, la resistencia a la insulina, glucemia elevada, y obesidad abdominal son indicativos para dicho síndrome	El 13,5 % (22) presento valores superiores a 100 mg/dl indicativo para prediabetes
Yeste et al., (2021)	0,32	En el fenotipo FORM al no incluir como criterio diagnostico la medida del perímetro de cintura no se obtuvo parámetros necesarios para síndrome metabólico, ya que, es criterio principal para definir el síndrome	No hubo índices suficientes para ser considerados dentro del rango prediabetes; (81 mg/dl)
Urganci, Kalyoncu y Geylani (2021)	0,36	No se conoce síndrome metabólico registrado en el estudio	Sin prediabetes puesto que, la glucosa en ayunas estuvo alrededor de 93,3 mg/dl
Serrano et al., (2018)	0,33	A pesar de presentar resistencia a la insulina según QUICKI no se evidencia otro índice significativo para síndrome metabólico	No hubo existencia de prediabetes en este grupo etario (91 mg/dl)

Índice Quicki en pacientes jóvenes obesos y su asociación a síndrome metabólico y prediabetes

Vizzuso et al., (2021)	0,32	De los 637 individuos 79 de ellos (12.4%) presentaron síndrome metabólico según los parámetros respectivos.	A pesar del síndrome metabólico existente, la glucosa en ayunas no fue indicativo de prediabetes (85 mg/dl)
Krawczyk et al., (2018)	0.14	El 20,2% (n:17 niños) cumplieron los criterios para síndrome metabólico	Los pacientes obesos con MetS no calificaron para el índice de prediabetes; (84 mg/dl)
Prado Aurora (2022)	0.35	Los biomarcadores junto a las medidas antropométricas mostraron un riesgo para el desarrollo y padecimiento de síndrome metabólico.	La concentración sérica media de glucosa fue de 89.84+8.16 mg/dL.
Érica Forcadell (2021)	0.14	Existe una muy elevada cifra de infradiagnóstico del síndrome metabólico	A pesar de las diferentes evaluaciones a los pacientes con síndrome metabólico, no se obtuvieron cifras para que clasificaran para el índice de prediabetes.
Sanchez Veronica et al., (2021)	0,48	Un 5% de los pacientes (3 casos) fue diagnosticado de síndrome metabólico, aunque un 33,3% del global presentaba al menos una de las alteraciones metabólicas/cardiovasculares	Se objetivó una glucemia en ayunas ≥ 100 mg/dL en el 13,3%; triglicéridos ≥ 150 mg/dL en el 5,4%; HDL ≤ 40 mg/dL en el 13,3% y tensión arterial sistólica ≥ 130 mmHg en el 6,6% de los casos.
Martí Miguel Et al., (2020)	0,72	El percentil 90 para todas las variables fue el siguiente: insulina 15,05 mcU/mL.	Los valores de glucosa en ayunas, insulina, péptido C e índice HOMA aumentaron significativamente con la edad y el estadio puberal.
Herrera Alba. (2017)	0.32	El índice HOMA-IR como el QUICKI, resultaron ser indicadores claves para la determinación de resistencia a la insulina y sensibilidad a la insulina en niños obesos.	La insulina sérica resultó con mayor capacidad para resistencia a la insulina y sensibilidad a la insulina; el punto de 16,1 μ UI/L de corte de insulina para predecir resistencia a la insulina con mejor sensibilidad (93,2%) y especificidad (100%).

Discusión de los resultados

En relación a los valores del índice QUICKI claramente se evidencia que mientras el índice sea menor, la resistencia a la insulina será mayor y, por tanto, aumenta la probabilidad de ser diagnosticado con síndrome metabólico e índices de prediabetes en las pruebas de glucosa en sangre. Es decir que el índice QUICKI $\geq 0,45$ se considera normal; entre 0,44 y 0,31 se considera una probable resistencia a la insulina, para índices menores o iguales a 0,30 son indicativos de diabetes. De igual forma se puede ver que a medida que el índice QUICKI incrementa disminuye la probabilidad de presentar factores de riesgo al síndrome metabólico y prediabetes, así mismo lo demostró Mirzaalian et al., (2019) donde a pesar de mostrar un índice QUICKI alejado del parámetro normal (0,38), no se evidenció síndrome metabólico o valores indicativos de prediabetes.

Por otra parte en cuanto a la prevalencia de obesidad de poblaciones jóvenes dentro de los estudios aleatorizados de esta revisión sistemática se encontró que, según Ortiz et al., (2017) y un estudio ejecutado en Ecuador evidenció la mayor incidencia entre los países de esta revisión, con una muestra de 374 participantes el 35.3% según medidas antropométricas estudios de laboratorio fueron obesos; Iparraguirre et al., (2020) coincide con Ortiz et al., (2017) con una prevalencia similar con un diferencial del 3,1% en Perú, siendo datos preocupantes en una población bastante joven con factores de riesgo de síndrome metabólico y

altos índices de glucosa en sangre en ayunas. Sin embargo, Ramos et al., (2017) al tener una muestra similar a la de Ortiz et al., (2017) e Iparraguirre et al., (2020), su incidencia fue muchísimo más baja en Colombia con solo diez participantes con obesidad 2,5%; Por su parte Menecier y Lomaglio, (2018) a pesar de tener una muestra 50% menor que la de Ramos et al., (2017) la incidencia mostrada en un estudio en Argentina fue significativamente baja con solo el 5,3% de prevalencia.

Es importante señalar que la prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes, se ve directamente relacionada en la mayoría de los casos a los estilos de vidas y al sedentarismo que llevan los individuos, los cuales son los principales factores de riesgos para la obesidad, y en estudios realizados por Herrera et al., (2018) se señala que debido a estos cambios antes mencionados, las cifras están aumentando de forma alarmante. En los últimos años tras el mayor conocimiento y estudio de la obesidad en poblaciones jóvenes se han implementado medidas preventivas y terapéuticas con las cuales parece que se está llegando a una fase de estabilización en su prevalencia.

En relación a la resistencia de la insulina en ayunas índice QUICKI es considerado por los siguientes parámetros: $\geq 0,45$: normal, entre 0,31 y 0,44 probable resistencia a la insulina, $\leq 0,30$: posible diabetes. En poblaciones jóvenes los autores Álzate y Jiménez (2019) identificaron valores de QUICKI $<0,31$ en niños y adolescentes de 6 a 14 años estableciéndola como población resistente a la insulina datos similares en Yeste et al., (2021) con un ligero diferencial de edad, pero con valores QUICKI similares 0,32 develando resistencia a la insulina. Sin embargo, en la población descrita por Anoop et al., (2020) el índice QUICKI fue bastante alarmante 0,26 ubicándose en el rango de diabetes según a la prueba de resistencia a la insulina en ayunas.

Está claro que, el metabolismo glucémico alterado es uno de los criterios diagnósticos del síndrome metabólico y, como tal, el síndrome en sí puede considerarse una condición prediabética, ya que clínicamente aumenta el riesgo de desarrollar Diabetes Mellitus incluso en aquellos pacientes que cumplen criterios de síndrome metabólico sin prediabetes. En la contratación de QUICKI con el síndrome metabólico y prediabetes se asocian directamente, confirmado por Sapunar et al., (2018) donde se identificó un índice QUICKI de 0,33 indicando resistencia a la insulina de los cuales el 12% de la población total padecía síndrome metabólico y el 2% de los valores mayores de 100 mg/dl en pruebas glucosa en ayunas indicando prediabetes en 3 de ellos; Álzate y Jiménez (2019) coincide con el estudio anteriormente mencionado ya que QUICKI mostro un índice de 0,31 y el 13 % de la población estudiada mostró indicativos de prediabetes al sobrepasar los 100 mg/dl en su prueba de glucosa en ayunas, los autores no develaron incidencias de síndrome metabólico, sin embargo, la resistencia a la insulina, glucemia elevada, y obesidad abdominal son claros indicativos para síndrome metabólico.

Se sugiere realizar investigaciones a futuro con el fin de establecer los niveles de valores como de insulina y el resto de índices anexos tales como el HOMA y QUICKI, para establecer un programa de carácter nacional que identifique los principios de la sensibilidad y/o resistencia a la insulina, para combatir enfermedades que se desprenden de esta.

Conclusiones

La prevalencia de obesidad en poblaciones jóvenes de estudios aleatorizado se encontró mayormente en Ecuador con un 35,5%, seguido por Perú, Chile, Turquía, Cuba, España, Corea del Sur, Venezuela, Estados

unidos, Brasil, Argentina et alombia quien este último presento la incidencia más baja de obesidad en jóvenes con un 2,5%. La contrastación establece una relación significativa entre el índice QUICKI para resistencia a la insulina ($<0,44$), la prediabetes (>100 mg/dl) y el síndrome metabólico al cumplir 2 o más criterios como: glucosa en sangre en ayunas ≥ 100 mg/dL; TG ≥ 150 mg/dL; C-HDL < 40 mg/dL; PAS ≥ 130 mmHg o PAD ≥ 85 mm Hg. Sin embargo, en varios estudios con índice en un rango de posible resistencia a la insulina, no evidenciaron un nivel de glucosa en sangre suficiente como para estar en presencia de prediabetes. Cabe resaltar que, el índice QUICKI es un reemplazo simple, útil, económico y mínimamente invasivo para las mediciones de la sensibilidad a la insulina dependientes de la glucosa, siendo apropiado y eficaz para su uso en grandes estudios clínicos o epidemiológicos para monitorear los cambios después de la terapia.

Referencias

- Aguirre Heredia, S. I., Nicolalde Cifuentes, T. M., & Amoroso Moya, A. E. (2020). Marcadores indirectos para predicción de síndrome metabólico en población adulta ecuatoriana. *La Ciencia al Servicio de la Salud* , 100-10.
- Aguirre, J. (2020). Determinación de la asociación del polimorfismo a223g del gen receptor de leptina con la obesidad en la población infanto-juvenil de las ciudades de La Paz y El Alto - Bolivia. *Universidad Mayor de San Andres, Facultad de ciencias Farmaceuticas y Bioquímicas* .
- Álvarez-Guisasola, F., Orozco-Beltrán, D., Cebrián-Cuenca, A., Ruiz Quintero, M., Angullo Martínez, E., Ávila Lachica, L., Ortega Millán, C., Caride Miana, E., Navarro-Pérez, J., Sagredo Perez, J., Barrot de la Puente, J., & Cos Claramunt, F. (August de 2019). Manejo de la hiperglucemia con fármacos no insulínicos en pacientes adultos con diabetes tipo 2 [Management of hyperglycaemia with non-insulin drugs in adult patients with type 2 diabetes]. *Aten Primaria*, 51(7), 442-451.
- Álvarez, E., Mejía, T., Aveiga Hidalgo, M. V., & Villa Shagñay, E. T. (2021). Resultados de una investigación en personas adultas mayores con diabetes mellitus tipo II en el centro Casa del Diabético en la ciudad de Tena 2019. *Dilemas Comtemporáneos*.
- Alzate, P., & Jimenez, M. (2018). Evaluación de resistencia a la insulina como factor de riesgo en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes de 6 a 14 años de instituciones educativas de Bogotá y Soacha. *Universidad Colegio Mayor de Cundi*.
- Anoop, S., Jebasingh, F., Rebekah, G., Kurian, M., Mohan, V., Finney, G., & Thomas, N. (2020). The triglyceride/glucose ratio is a reliable index of fasting insulin resistance: Observations from hyperinsulinaemic-euglycaemic clamp studies in young, normoglycaemic males from southern India. *Diabetes Metab Syndr*, 14(6), 1719-1723.
- Ávila-Alpirez, H., Gutiérrez-Sánchez, G., Guerra-Ordoñez, J., Ruíz-Cerino, J., & Martínez-Aguilar, M. (2018). Obesidad en adolescentes y criterios para el desarrollo de síndrome metabólico. *Enferm. univ*, 15(4), 352-360.
- Barazzoni, R., Gortan Cappellari, G., Ragni, M., & Nisoli, E. (April de 2018). Insulin resistance in obesity: an overview of fundamental alterations. *Eat Weight Disord*, 23(2), 149-157.
- Brannick, B., & Dagogo-Jack, S. (March de 2018). Prediabetes and Cardiovascular Disease: Pathophysiology and Interventions for Prevention and Risk Reduction. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 47(1).

- Calcaterra, V., Verduci, E., Cena, H., Magenes, V., Todisco, C., Tenuta, E., Gregorio, C., De Giuseppe, R., Bosetti, A., Di Profio, E., & G, Z. (28 de May de 2021). Polycystic Ovary Syndrome in Insulin-Resistant Adolescents with Obesity: The Role of Nutrition Therapy and Food Supplements as a Strategy to Protect Fertility. *Nutrients*, 13(6), 1848.
- Castro, M., Muros, J., Cofre, C., Zurita, F., Chacon, R., & Espejo, T. (2018). Indices de sobrepeso y obesidad escolar en santiago (Chile). *Res Journal of Sport and Health Research*, 10(2), 251-256.
- Chimbo-Yunga, J. (2017). Síndrome metabólico y actividad física en adultos mayores de la sierra ecuatoriana. *Revista de Salud Pública*.
- Czech, M. (11 de July de 2017). Insulin action and resistance in obesity and type 2 diabetes. *Nat Med*, 23(7), 804-814.
- Dabke, K., Hendrick, G., & Devkota, S. (1 de October de 2019). The gut microbiome and metabolic syndrome. *J Clin Invest*, 129(10), 4050-4057.
- Delgado, L., Ramos Padilla, D., Hernández, P., & Villavicencio, B. (2020). Ingesta proteica y composición corporal en adultos jóvenes que asisten a consulta externa a un Centro de Salud. . *La Ciencia al Servicio de la Salu*, 11.
- Diéguez, M., Soca, P., Rodríguez, R., Lopez, J., & Ponce, D. (2017). Prevalence of abdominal obesity and associated cardiovascular risk factors in young adults. .*Revista Cubana de Salud Pública*, 43(3), 610-616.
- Forcadel, E. (2021). Aplicacion de las graficas de control CUSUM en el analisis de los diversos componentes del sindrome metabolico. *Universitat Jaume, Programa de Doctorado en ciencias medicas*.
- Gabay, A., London, S., Yates, K., & Convit, A. (Jan de 2022). Does obesity-associated insulin resistance affect brain structure and function of adolescents differentially by sex? *Psychiatry Res Neuroimaging*, 319, 111417.
- Gaggini, M., Tomaino, L., Turolo, S., Moroncini, G., Ospedaliera, A., & Riuniti, O. (2022). Article Insulin resistance and cardiometabolic indexes: a comparison of gender-related differences in working-age subjects with overweight and obesity. *Endocrine*.
- Gołabek, K., & Regulska-Ilow, B. (November de 2019). Dietary support in insulin resistance: An overview of current scientific reports. *Adv Clin Exp Med*, 28(11), 1577-1585.
- Gomes, M., Conte, D., Drummond, K., Mallmann, F., Pinheiro, A., & Leal, F. (2022). Sobrepeso/obesidad en adolescentes con diabetes tipo 1 pertenecientes a una población mixta. Un estudio multicéntrico brasileño. *Diabetology and Metabolic Syndrome*, 14(1), 1-10.
- Gradel, A., Porsgaard, T., Lykkesfeldt, J., Seested, T., Gram-Nielsen, S., Kristensen, N., & Refsgaard, H. (4 de July de 2018). Factors Affecting the Absorption of Subcutaneously Administered Insulin: Effect on Variability. *J Diabetes Res*, 2018.
- Gutiérrez Rodelo, C., Roura Guiberna, A., & Olivares Reyes, J. (2017). Mecanismos Moleculares de la Resistencia a la Insulina: Una Actualización [Molecular Mechanisms of Insulin Resistance: An Update]. *Gac Med Mex*, 153(2), 214-228.
- Hermosa-Escobar, G. S., & Sánchez-Miño, J. I. (2021). Correlación entre la incidencia de obesidad y el cáncer de tiroides. *Polo del Conocimiento* , 407-419. .
- Herrera Araujo, A. (2017). Índice Homa y Quicki en niños obesos en edad escolar . *Universidad de Carabobo*.

- Herrera, M., Gonzalez, D., Angulo, N., & Acosta, E. (2018). Sensibilidad diagnóstica de variables antropométricas y bioquímicas empleando los índices HOMA-IR y QUICKI, para la determinación de resistencia a la insulina en un grupo de escolares obesos prepúberes. *Salus*, 22(2), 21-27.
- Ighbariya, A., & Weiss, R. (2017). Insulin Resistance, Prediabetes, Metabolic Syndrome: What Should Every Pediatrician Know? *J Clin Res Pediatr Endocrinol*, 9 (2), 49-57.
- Iparraguirre, R., Porrás, M., De La Cruz, A., & Días Bonilla, M. (1 de September de 2020). Prevalence of overweight and obesity in Young Peruvian students at National University of Center of Peru-Region Junin-Huancayo. *Obesity Medicine*, 19.
- Karimi, F., Ranjbar, O. G., & Dabbaghmanesh, M. (10 de April de 2021). Insulin resistance and bone health in adolescents. *Arch Osteoporos*, 16(1), 66.
- Keliikoa, L., Choi, S., Beckelman, T., Chase-Brunelle, T., Cacal, S., Ching, L., Sentell, T., & Pirkle, C. (2021). Racial and ethnic disparities in obesity prevalence among children, adolescents, and young adults receiving inpatient care in Hawai'i, 2015-2016. *Prev Med Rep*, 101-542.
- Kolb, H., Kempf, K., Röhling, M., & Martin, S. (21 de August de 2020). Insulin: too much of a good thing is bad. *BMC Med.* , 18(1), 224.
- Krawczyk, M., Rumińska, M., Witkowska-Sędek, E., Majcher, A., & Pyrzak, B. (19 de November de 2018). Usefulness of the Triglycerides to High-Density Lipoprotein Cholesterol ratio (TG/HDL-C) in prediction of metabolic syndrome in Polish obese children and adolescents. *Acta Biochim Pol*, 65(4), 605-611.
- Krzymien, J., & Ladyzynski, P. (March de 2019). Insulin in Type 1 and Type 2 Diabetes-Should the Dose of Insulin Before a Meal be Based on Glycemia or Meal Content? *Nutrients*, 11(3), 60.
- Lee, S., & Dong, H. (May de 2017). FoxO integration of insulin signaling with glucose and lipid metabolism. *J Endocrinol*, 233(2), R67-R79.
- Magge, S., Silverstein, J., Elder, D., Nadeau, K., & Hannon, T. (April de 2020). Evaluation and Treatment of Prediabetes in Youth. *J Pediatr*, 219, 11-22.
- Martí-Masanet, M., Codoñer-Franch, P., Orden, S., Álvarez, Á., Esplugues, J. V., & Martí-Cabrera, M. (2020). Leukocyte-Endothelium Interaction Is Associated with Fat Mass in Children. *The Journal of Pediatrics*, 221, 181-187.
- Matulewicz, N., & Karczewska-Kupczewska, M. (2017). Insulin resistance and chronic inflammation. *Postepy Hig Med Dosw*, 70(0), 1245-1258.
- Melih, B. (2021). Metropolitan Children's Physical Fitness: The Relationship Between Overweight and Obesity Prevalence, Socioeconomic Status, Urban Green Space Access, and Physical Activity. *Urban forestry & urban greening*, 64, 127-272.
- Mendez, B., Martin, J., Castro, V., Herrera, M., Landaeta, M., Ramirez, G., & col, y. (2017). Estudio Venezolano de Nutrición y Salud: Perfil antropométrico y patrón de actividad física. Grupo del Estudio Latinoamericano de Nutrición y Salud. *An Venez Nutr*, 30(1), 53-6.
- Mendrick, D., Diehl, A., Topor, L., Dietert, R., Will, Y., La Merrill, M., Bouret, S., Varma, V., Hastings, K., Schug, T., Emeigh Hart, S., & Burleson, F. (1 de March de 2018). Metabolic Syndrome and Associated Diseases: From the Bench to the Clinic. *Toxicol Sci*, 162(1), 36-42.
- Menecier, N., & Delia, L. (2018). Biochemical indicators of cardiometabolic risk, excess weight and blood pressure in university students. Catamarca, Argentina. *Nutr. clín. diet. hosp*, 38(2), 57-63.

- Minh, H., Tien, H., Sinh, C., Thang, D., Chen, C., Tay, J., Siddique, S., Wang, T., Sogunuru, G., Chia, Y., & Kario, K. (March de 2021). Assessment of preferred methods to measure insulin resistance in Asian patients with hypertension. *J Clin Hypertens*, 23(3), 529-5.
- Mirzaalian, Y., Nourian, M., Gholamalizadeh, M., Doaei, S., Hatami, M., Hassanzadeh, A., Askari, G., & Farahi, R. (2019). The association of quantitative insulin sensitivity indices (HOMA-IR and QUICKI) with anthropometric and cardiometabolic indicators in adolescents. *Arch Med Sci Atheroscler Dis*, e32-e37.
- Muniyappa, Ranganath, & col., y. (9 de August de 2021). Assessing Insulin Sensitivity and Resistance in Humans. *Endotext*.
- Myers, J., Kokkinos, P., & Nyelin, E. (19 de July de 2019). Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Nutrients*, 11(7), 1652.
- Oliván, G. G. (Marzo de 2018). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes inmigrantes. *Rev Pediatr Aten Primaria*, 20(77), 27-32.
- Ortiz, R., Torres, M., Peña Cordero, S., Palacio Rojas, M., Crespo, J. A., & Sánchez, J. F. (2017). Comportamiento epidemiológico de la obesidad y factores de riesgo asociados en la población rural de Cumbe, Ecuador. *AVFT*, 36(3), 88-96.
- Petersen, M., & Shulman, G. (1 de Octubre de 2018). Mechanisms of Insulin Action and Insulin Resistance. *Physiol Rev*, 98(4), 2133-222.
- Placzkowska, S., Pawlik-Sobecka, L., Kokot, I., & Piwowar, A. (September de 2019). Indirect insulin resistance detection: Current clinical trends and laboratory limitations. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 163(3), 187-199.
- Prado, A. (2022). Prevalencia de Síndrome Metabólico en niños de 8 a 15 años evaluado a través de indicadores bioquímicos en población del municipio de Huatusco, Veracruz. *Universidad Veracruzana, Facultad de Química Farmacéutica*.
- Rachdaoui, N. (2020). Insulin: The Friend and the Foe in the Development of Type 2 Diabetes Mellitus. *Int J Mol Sci*, 21(5), 1770.
- Ramos, O., Jaimes, M., Juajinoy, A., Lasso, A., & Jacome, S. (2017). Prevalencia y factores relacionados de sobrepeso y obesidad en estudiantes de una universidad pública. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 23(3), 1-12.
- Ribeiro, R., Marziale, M., Martins, J., Ribeiro, P., Robazzi, M., & Dalmas, J. (2018). Prevalence of Metabolic Syndrome among nursing personnel and its association with occupational stress, anxiety and depression. *Rev. Lat. Am Enfermagem.*, 23(3), 435-440.
- Rochlani, Y., Pothineni, N., Kovelamudi, S., & Mehta, J. (August de 2017). Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. *Ther Adv Cardiovasc Dis*, 11(8), 215-225.
- Rudvik, A., & Månsson, M. (26 de June de 2018). Evaluation of surrogate measures of insulin sensitivity - correlation with gold standard is not enough. *BMC Med Res Methodol*, 18(1), 64.
- Saklayen, M. (26 de February de 2018). The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep*, 20(2), 12.
- Salazar Villacís, L., & Silva Villamar, I. (2020). El índice homa como predictor de riesgo en el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos jóvenes.

- Sallar, A., & Dagogo-Jack, S. (May de 2020). Regression from prediabetes to normal glucose regulation: State of the science. *Exp Biol Med (Maywood)*, 245(10), 889-896.
- Sánchez-Escudero, V., García Lacalle, C., González Vergaz, A., Remedios, M. L., & Marqués Cabrero, A. (May de 2021). The triglyceride / glucose index as an insulin resistance marker in the pediatric population and its relation to eating habits and physical activity. *Endocrinol Diabetes Nutr*, 68(5), 296-303.
- Sapunar, J., Aguilar-Farías, N., Navarro, J., Araneda, G., Chandía-Poblete, D., Manríquez, V., Brito, R., & Cerda, A. (2018). Alta prevalencia de trastornos nutricionales por exceso, resistencia insulínica y síndrome metabólico en escolares de la comuna de Carahue, Región de la Araucanía. *Rev Med Chil*, 146(9), 978-986.
- Šebeková, K., Gurecká, R., Csongová, M., Koborová, I., Repiská, G., & Podracká, L. (March de 2022). Lean insulin-resistant young adults display increased cardiometabolic risk: A retrospective cross-sectional study. *Diabetes Res Clin Pract*, 185, 109217.
- Selivanova, O., Grishin, S., Glyakina, A., Sadgyan, A., Ushakova, N., & Galzitskaya, O. (January de 2018). Analysis of Insulin Analogs and the Strategy of Their Further Development. *Biochemistry (Mosc.)*, 83(1), S146-S162.
- Serrano, N., Robles, S. A., Suárez, D. P., Gamboa-Delgado, E., & Quintero-Lesmes, D. C. (Oct de 2018). Relación entre la lactancia materna exclusiva los primeros seis meses de vida y el desarrollo de resistencia a la insulina en niños y adolescentes de Bucaramanga, Colombia. *Nutr. Hosp*, 35(5), 1042-1048.
- Solito, A., Bozzi, C. N., Calgaro, M., Caputo, M., Vannini, L., Hasballa, I., Archero, F., Giglione, E., Ricotti, R., Walker, G., Petri, A., Agosti, E., Bellomo, G., Aimaretti, G., Bona, G., Bellone, S., Amoroso, A., Pane, M., Di Gioia, D., Vitulo, N., & Prodam, F. (July de 2021). Supplementation with *Bifidobacterium breve* BR03 and B632 strains improved insulin sensitivity in children and adolescents with obesity in a cross-over, randomized double-blind placebo-controlled trial. *Clin Nutr*, 40(7), 4585-4594. doi: 10.1016/j.c.
- Suh, J., Jeon, Y., Lee, J., Song, K., Choi, H., Kwon, A., Chae, H., Kim, H., Kim, H., & Suh, I. (October de 2021). Annual incidence and prevalence of obesity in childhood and young adulthood based on a 30-year longitudinal population-based cohort study in Korea: the Kangwha study. *Ann Epidemiol*, 52, 1-6.
- Ter Horst, K., Van Galen, K., Gilijamse, P., Hartstra, A., De Groot, P., Van der Valk, F., Ackermans, M., Nieuworp, M., Romijn, J., & Serlie, M. (August de 2017). Methods for quantifying adipose tissue insulin resistance in overweight/obese humans. *Int J Obes*, 41(8), 1.
- Tokarz, V., MacDonald, P., & Klip, A. (2 de July de 2018). The cell biology of systemic insulin function. *J Cell Biol*, 217(7), 2273-2289.
- Urganci, N., Kalyoncu, D., & Geylani-Gulec, S. (Apr-Jun de 2021). Insulin resistance in children with chronic hepatitis C and its association with response to IFN-alpha and ribavirin. *Rev Gastroenterol Mex (Engl Ed)*, 86(2), 140-144.
- Valente, F., Valente, T., Crispim, F., Bittencourt, C., Piveta, V., Moises, R., de Sá, J., & Dib, S. (January de 2022). Parents' cardiovascular risk factors are related to overweight and obesity in young Brazilians with type 1 diabetes. *J Diabetes Complications*, 36(1), 108082.

- Vizzuso, S., Del Torto, A., Dilillo, D., Calcaterra, V., Di Profio, E., Leone, A., Gilardini, L., Bertoli, S., Battezzati, A., Zuccotti, G., & Verduci, E. (28 de Jan de 2021). Visceral Adiposity Index (VAI) in Children and Adolescents with Obesity: No Association with Daily Energy Intake but Promising Tool to Identify Metabolic Syndrome (MetS). *Nutrients*, 13(2), 413.
- Xu, H., Li, X., Adams, H., Kubena, K., & Guo, S. (31 de December de 2018). Etiology of Metabolic Syndrome and Dietary Intervention. *Int J Mol Sci*, 20(1), 128.
- Yeste, D., Clemente, M., Campos, A., Fábregas, A., Mogas, E., Soler, L., & col, y. (2021). Precisión diagnóstica del índice de masa triponderal (kg/m³) para identificar el fenotipo de riesgo metabólico en pacientes obesos. *Anales de Pediatría*, 94(2), 68-74.