



**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO**

TÍTULO

**“CORRELACIÓN ENTRE ÍNDICE CINTURA CADERA Y CARACTERÍSTICAS
METABÓLICAS ASOCIADO A OBESIDAD EN POBLACIÓN INFANTIL.”**

**ARTÍCULO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN EPIDEMIOLOGÍA**

Miguel Trujillo Martínez

DIRECTORA DE TESIS
Dra. Ana Isabel Burguete García

ASESOR
Dr. Cidronio Albavera Hernández

Cuernavaca, Mor. Julio 2016

RESUMEN

“CORRELACIÓN ENTRE ÍNDICE CINTURA CADERA Y CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS ASOCIADO A OBESIDAD EN POBLACIÓN INFANTIL.”

Miguel Trujillo Martínez¹ Ana Isabel Burguete García² Cidronio Albavera Hernández³
(¹)INSP-IMSS (²) INSP (³) IMSS

ANTECEDENTES:

La obesidad infantil es un problema de salud pública que en los últimos años ha aumentado de manera exponencial, padecer obesidad en la niñez y la adolescencia predispone el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes en la edad adulta. Para su diagnóstico y clasificación se utiliza el índice de masa corporal (IMC), sin embargo el IMC no es un buen indicador de la distribución de la grasa corporal. El índice cintura cadera (ICC) es una medida confiable para evaluar la distribución de la grasa corporal además de ser un buen predictor de padecimientos como hipertensión y dislipidemia.

OBJETIVO: Evaluar la correlación entre en índice cintura cadera y las características metabólicas estratificadas por el grado de adiposidad en niños residentes de la Ciudad de México.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se llevará a cabo un estudio transversal con un análisis secundario del estudio “Evaluación de la interacción entre el consumo de macronutrientes y el perfil de microbiota del colon distal y su asociación con obesidad infantil”, aplicando medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas y medidas de frecuencia para las variables cualitativas, aplicando además pruebas de hipótesis y modelos de regresión múltiple.

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera obtener una correlación positiva entre el índice cintura cadera y las variables metabólicas en la población infantil, además de establecer puntos de corte del ICC para especificar el riesgo de padecer alteraciones metabólicas.

PALABRAS CLAVE: Obesidad infantil, índice cintura cadera, grado de adiposidad.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
DEFINICIÓN DE OBESIDAD:.....	4
EPIDEMIOLOGÍA.....	5
FISIOPATOLOGÍA.....	6
Factores genéticos	6
Influencia de la microbiota	7
Factores ambientales y sociales	7
INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS.....	8
ANTECEDENTES.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
OBJETIVOS.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
HIPÓTESIS.....	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
Diseño y población de estudio.....	16
Calculo de tamaño de muestra y poder estadístico del estudio.....	16
Criterios de selección.....	17
Mediciones bioquímicas y antropométricas.....	17
Cuadro de operacionalización de variables.....	18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	23
RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD.....	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil es un problema de salud pública que en los últimos años ha aumentado de manera exponencial, padecer obesidad en la niñez y la adolescencia predispone a padecerla en la adultez, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes entre otras enfermedades que antes se consideraban exclusivas de los adultos. Es por ello que se requiere de herramientas diagnósticas, rápidas efectivas y económicas para la detección temprana del problema en el primer nivel de atención que favorezcan su tratamiento oportuno. El índice cintura-cadera es utilizado comúnmente en adultos como una medida de distribución de grasa corporal y también ha demostrado ser eficaz en los niños, por lo que este estudio busca correlacionarlo con las variables metabólicas en este grupo de edad para utilizarlo como predictor de los desórdenes metabólicos.

MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE OBESIDAD:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la Obesidad como la acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud(1, 2), Mientras que para la guía de la práctica clínica para la prevención diagnóstico y tratamiento de la obesidad exógena (GPC) la define como una enfermedad sistémica, crónica, progresiva y multifactorial caracterizada por una acumulación anormal de grasa(3). De forma más simple, la obesidad es el exceso de grasa corporal y el sobrepeso el peso en exceso en un individuo, sin embargo, como la grasa corporal es más difícil de medir, se utiliza el peso corporal como indicador de la grasa corporal(4). El sobrepeso y la obesidad generalmente se acompañan de alteraciones metabólicas que incrementan el riesgo de comorbilidades tales como hipertensión arterial sistémica (HAS), diabetes mellitus

tipo 2 (DM2), enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, así como Cáncer de mama, endometrio, colon próstata entre otras(5).

Para la definición y clasificación de la obesidad se utiliza el índice de masa corporal (IMC), que es una relación entre el peso y la talla y se calcula dividiendo el peso en Kilogramos entre la talla al cuadrado (Kg/m^2)(1). Los puntos de corte de la OMS para los adultos, son los siguientes: Peso bajo $\text{IMC} < 18.5$ peso normal $\text{IMC} 18.5-24.9$, sobrepeso $\text{IMC} 25-29.9$ obesidad grado I $\text{IMC} 30-34.9$ obesidad grado II $\text{IMC} 35-39.9$, obesidad grado III $\text{IMC} 40$ o más(2).

En la población infantil y adolescente también se utiliza el IMC, por lo que la OMS creó un patrón de crecimiento en escolares y adolescentes en 2007 donde establece puntos de corte de IMC para la edad y sexo en población menor de 19 años(6). La norma oficial mexicana establece como obesidad en menores de 19 años, cuando el IMC se encuentra desde la percentila 95 en adelante, de las tablas de IMC para edad y sexo de la OMS, y al sobrepeso cuando el IMC se encuentra desde la percentila 85 y por debajo de la 95 de las mismas tablas(5). Aun cuando el IMC ha demostrado tener utilidad para la definición y clasificación de la obesidad se recomienda realizar otro tipo de mediciones antropométricas que midan la acumulación de grasa anormal(4).

EPIDEMIOLOGÍA

En la actualidad la obesidad es el principal problema de salud pública en México, y su incidencia y prevalencia han aumentado progresivamente en los últimos 60 años(5). Datos de la OMS demuestran que actualmente la prevalencia de obesidad en el mundo es más del doble de la que había en 1980, en 2014 más de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso de los cuales 600 millones eran obesos lo que significa el 39% y el 13 % de la población respectivamente. La mayoría de la población mundial vive en países donde el sobrepeso y la obesidad cobran más vidas que la desnutrición. En 2013 más de 42 millones de niños

menores de 5 años tenían sobrepeso(1). Estos datos son alarmantes sobre todo si consideramos que los niños y adolescentes con sobrepeso tienen mayor riesgo de padecer obesidad en la edad adulta(7).

En México la obesidad y el sobrepeso han demostrado un patrón ascendente en la población infantil y adolescente, pues en la población de 5 a 11 la prevalencia de sobrepeso y obesidad en 1999 fue de 26.9% (17.9 y 9% respectivamente), en 2006 fue de 34.8% (20.2 y 14.6% respectivamente) y en 2012 fue de 34.4% (19.8 y 14.6% respectivamente) predominando el problema en sexo masculino en las tres mediciones(8-10). Mientras que en la población de 12 a 19 años la prevalencia de sobrepeso y obesidad en 2006 fue de 33.2% (21.3 y 11.9% respectivamente) y en 2012 de 43.9% (21.6 y 13.3% respectivamente) predominando el problema en el sexo femenino(9, 10), revelando además que los padecimientos crónicos comienzan a manifestarse en los adolescentes (10-19 años) ya que en 2012 el 1.8% presentó diagnóstico de hipertensión arterial y 0.7% de diabetes predominando en ambos casos en el sexo femenino(10).

FISIOPATOLOGÍA

La obesidad y el sobrepeso son trastornos complejos y de etiología multifactorial, caracterizados por un desequilibrio energético entre las calorías consumidas y gastadas(1).

Factores genéticos

La existencia de uno o varios miembros con obesidad en una misma familia han planteado la probable implicación de factores genéticos en la aparición de este cuadro en edades tempranas(11). Estudios en gemelos idénticos han demostrado que la participación genética en la obesidad corresponde al 40% mientras que el 60% a factores ambientales, además los hijos de padres obesos tienen mayor riesgo de padecer obesidad(12).

Influencia de la microbiota

Aún existe controversia sobre la participación de la microbiota que coloniza el intestino humano en el desarrollo de la obesidad, sin embargo se sabe que estos microorganismos desarrollan tareas bioquímicas como la obtención de energía y síntesis de vitaminas y otros compuestos, por lo que desequilibrios en la composición de la microbiota intestinal se han asociado al desarrollo de resistencia a la insulina y aumento de peso(10). El equilibrio microbiano entre dos grupos de bacterias beneficiosas son dominantes en el intestino humano, la *Bacteroidetes* y *Firmicutes*. Las primeras se reduce en las personas obesas en comparación con las personas delgadas, y que esta proporción aumenta con la pérdida de peso en dos tipos de dieta baja en calorías(13). Además se ha visto que una dieta con alto consumo energético y una abundancia relativa alta de *Firmicutes* elevan el riesgo de padecer obesidad con respecto de los que tienen abundancia relativa baja (OR 1.53 IC 95% 1.16-2.01 p=0.003), mientras que una abundancia relativa alta de *Bacteroidetes* confiere un factor protector con respecto a los que tienen una abundancia relativa baja (OR 0.62 IC 95% 0.47-0.82 p=0.001), independientemente del patrón de consumo de alimentos(14).

Factores ambientales y sociales

En el contexto social y ambiental, la globalización ha influido con las tendencias a consumir alimentos hipercalóricos, ricos en grasas, sal y azúcares pero pobres en vitaminas y micro nutrientes; además de un descenso en la actividad física como resultado de la naturaleza cada vez más sedentaria de muchas formas de trabajo, de los nuevos medios de transporte y de la creciente urbanización(1).

El cambio en las actividades recreativas deportivas por las sedentarias como los videojuegos y TV han contribuido también a la obesidad. La obesidad es más prevalente en los sujetos de nivel socioeconómico bajo aunque no se ha determinado la razón precisa de este hallazgo(12).

Fisiológicamente existen muchas hormonas y péptidos que actúan en un sistema de retroalimentación integrado por el sistema gastrointestinal, adipocito hipotálamo

e hipófisis. Donde los principales inhibidores del apetito a nivel gastrointestinal son el péptido glucanoide -1 el glucagón, la colecistocinina, la enterostatina, la GHrelina y el polipéptido Y. Mecánicamente con la distensión gástrica también se produce sensación de plenitud, todo influenciado por las concentraciones de glucosa en suero. La leptina secretada por el adipocito juega un papel importante en el metabolismo al estimular la termogénesis y supresión del apetito, solo por mencionar algunas(11, 12).

La grasa corporal en exceso causa desordenes metabólicos, así la obesidad abdominal es asociada con mayor frecuencia a síndrome metabólico. Se sabe que el aumento en el perímetro abdominal se correlaciona con hipertensión arterial, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, resistencia a la insulina y niveles bajos de colesterol HDL. La presencia de estos elementos incrementa el riesgo de desarrollar obesidad o alguna de las enfermedades asociadas(15).

INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS

Aun cuando el IMC es el indicador más utilizado para la definición y clasificación de obesidad aun en población infantil, no es el mejor indicador de la distribución de la grasa corporal especialmente en niños y adolescentes(4, 16). Es por ello que la OMS en su consulta de expertos de 2008 recomienda la medición de circunferencia de cintura (CC) e ICC para complementar el IMC y usarse como indicador específico de obesidad abdominal(17), el índice cintura/talla (ICT) también ha demostrado utilidad para este fin(18).

Para calcular el ICC se divide la circunferencia de la cintura o abdominal entre la circunferencia de la cadera. La medición de la circunferencia de la cintura se realiza con una cinta métrica flexible colocándola en el punto medio entre el borde de las costillas y la cresta iliaca pasando medio centímetro por debajo del ombligo mientras que la circunferencia de cadera, se mide a la altura de los trocánteres mayores(19). Para los adultos, un ICC mayor de 0.9 en hombres y 0.85 en mujeres nos indica obesidad abdominal, que está más asociado con

enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus y alteraciones metabólicas(17), dentro de sus limitaciones está la variabilidad en las mediciones pues estas están influenciadas por la postura de la columna vertebral el contenido del abdomen, los músculos de la pared abdominal, dimensiones óseas(16), y en niños depende estrechamente de la edad (20). Sin embargo algunos resultados de estudios con población pediátrica y adolescente colocan al índice de cintura cadera, como el indicador antropométrico más preciso para la valoración de la grasa corporal total y la masa grasa intra-abdominal. Su sencillez e inocuidad en su determinación, ha posibilitado su estandarización como procedimiento antropométrico para identificar el grado de adiposidad central (21).

ANTECEDENTES

La utilidad del ICC como indicador antropométrico de obesidad abdominal ha sido estudiada por diversos autores en el mundo, así la OMS recomienda la medición de CC e ICC debido a la evidencia de su utilidad para predecir riesgo cardiovascular, Diabetes mellitus y alteraciones metabólicas en adultos, sin embargo este documento no reporta estudios en niños(17).

La utilidad del ICC como predictor de desórdenes metabólicos en población infantil ha sido estudiada por diversos autores, Alejandrina Cabrera Hernández, et al. En su estudio “Relación entre los lípidos séricos y la distribución de la grasa corporal en un grupo de niños obesos” llevado a cabo en Cuba con 51 niños de ambos sexos entre 8 y 11 años, se encontró una correlación entre el ICC y el colesterol total, siendo estadísticamente significativa sobre todo en niños, pero no fue significativa con otras variables donde medidas como la relación pliegue sub escapular/suprailiaco y subescapular/tricipital si lo fue(22). Sin embargo en otro estudio con población cubana entre 4 y 19 años, el ICC demostró mayor utilidad que la circunferencia de cintura para predicción de síndrome metabólico (23), mientras que Emilio González et. al, demostraron la utilidad del ICC para la

predicción de riesgo de hipertensión arterial en población infantil y adolescente (21).

Con respecto de la utilidad del ICC como indicador de obesidad abdominal, Moreno, et. al. En su estudio “distribución de la grasa en niños y adolescentes ambos sexos” estudio a 1360 niños de entre 6 y 14.9 años, observando en el ICC un patrón descendente con la edad y que el ICC explica del 12-60% de la distribución de la grasa abdominal determinada por Tomografía, resonancia magnética y ecografía, y aunque pareciera poco útil, es recomendable su utilización por su sencillez y estrecha relación con alteraciones metabólicas(16).

Rachael W Taylor, et al en su estudio “Evaluación de la circunferencia de la cintura, índice cintura-cadera, y el índice de conicidad como herramientas de screening para la masa grasa del tronco, medido por absorciometría dual de rayos X, en niños de 3-19 años” llevado a cabo con 580 individuos (278 del sexo femenino y 302 del sexo masculino) donde midieron la grasa del tronco por medio con un scanner de absorciometría el índice cintura cadera tuvo menor correlación con la grasa del tronco ($r= 0.21$ y 0.34 para niñas y niños respectivamente) que el circunferencia de cintura ($r= 0.83$ y 0.44 para niñas y niños respectivamente) y el índice de conicidad ($r= 0.31$ y 0.46 para niñas y niños respectivamente), siendo la mejor medida la circunferencia de cintura probablemente porque el ICC depende de la estructura ósea y es más dependiente de la edad (20). Mientras que en otro estudio realizado por Hilda Ortiz-Pérez, et. al., titulado “Indicadores antropométricos de sobrepeso y obesidad en adolescentes” donde se a 487 adolescentes entre 16-19 años de edad correlacionando la CC, el índice cintura talla (ICT) y el ICC con IMC además de antecedentes familiares de obesidad diabetes e hipertensión, aun cuando los 3 indicadores resultaron útiles para evaluar la obesidad abdominal, los autores recomiendan a la CC e ICT como los mejores indicadores para el diagnóstico temprano de obesidad y sus comorbilidades asociadas(18).

Como ejemplo de algunos estudios relevantes en adultos tenemos el de Sánchez Castillo et al. Realizaron un estudio con base en la encuesta nacional de salud 2000, para evaluar puntos de corte para predecir enfermedades crónicas, calificando como mejor indicador a la circunferencia abdominal por arriba del IMC, sin embargo en este estudio no se realizó el ICC(24).

Gómez y Villareal en su estudio “Índice cintura cadera y perímetro abdominal: su relación con la hipertensión arterial y la diabetes mellitus en una población femenina” llevado a cabo en Perú con 126 mujeres, estableciendo un punto de corte para el ICC de 0.85 resultó ser mejor predictor del riesgo de Diabetes mellitus tipo 2 (DM2), OR 1.8. Hipertensión arterial sistémica (HAS), OR 1.48 y DM2+HAS (OR 2.6), que la circunferencia abdominal por lo que se recomienda su utilización en el primer nivel por su inocuidad y fiabilidad(19).

Otro estudio en población francesa titulado “Comparación de índice de masa corporal, circunferencia de cintura e índice cintura cadera, como herramientas de prescreening para diabetes y obesidad asociada a dislipidemia” incluyó 3574 hombres y mujeres entre 40 y 64 años de edad, el ICC de 0.95 mostró una sensibilidad y especificidad de 77 % y 65 % respectivamente y un ICC de 0.83 para mujeres mostro 77% y 70 % respectivamente para detección de diabetes. Y un punto de corte de ICC de 0.94 para hombres mostro una sensibilidad y especificidad de 63 y 63% respectivamente y un ICC de 0.83 mostro 67 y 74 respectivamente para la detección de dislipidemia. Siendo igual o superior al IMC y CC, por lo que es recomendado como una herramienta prescreening(25).

Gustavo José Mora García, et. al. En su estudio puntos de corte y valor predictivo de los parámetros antropométricos para síndrome metabólico en mujeres de Cartagena Colombia, donde se estudiaron a 434 mujeres entre 20-80 años de edad estudiando la asociación entre las diferentes medidas antropométricas y el síndrome metabólico, sin embargo el ICC no se asoció significativamente al síndrome metabólico ni a otras variables, siendo en este estudio el mejor indicador para síndrome metabólico fue el índice cintura talla(26).

JUSTIFICACIÓN

La obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes es un problema de salud pública que enfrenta nuestro país y el mundo. Actualmente se sabe que este problema predispone a trastornos metabólicos que conllevan al aumento de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares diabetes mellitus e hipertensión arterial e la edad adulta. Por esto es muy importante contar con herramientas inocuas, económicas, precisas y efectivas para el diagnóstico temprano, no solo de la obesidad si no de los desórdenes metabólicos.

El índice cintura cadera es una medida confiable para evaluar la distribución de la grasa corporal y ha demostrado su utilidad como predictor de riesgo metabólico y cardiovascular.

Evaluar la correlación del ICC con las variables metabólicas en la población infantil, proporcionará una herramienta clínica útil para identificar niños en riesgo de padecer alteraciones metabólicas mediante un método inocuo, económico y fácil de aplicar en el primer nivel de atención.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- ¿El índice cintura cadera correlaciona directamente con las variables metabólicas estratificado por el grado de adiposidad en los niños residentes del D.F.?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar si El índice cintura cadera correlaciona directamente con las variables metabólicas estratificado por el grado de adiposidad en los niños residentes del D.F.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características generales de la población infantil de estudio.
- Evaluar el ICC por grado de adiposidad en la población de estudio
- Evaluar cada una de las variables metabólicas por grado de adiposidad en la población de estudio
- Evaluar la interacción del grado de adiposidad con el índice cintura cadera sobre las variables metabólicas de la población de estudio.
- Establecer puntos de corte del ICC para predecir riesgo de alteraciones metabólicas.

HIPÓTESIS

- El índice cintura cadera se correlaciona directamente con las variables metabólicas estratificado por el grado de adiposidad en los niños residentes del D.F.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio.

Se realizará un estudio transversal mediante un análisis secundario de la base de datos del estudio “Evaluación de la interacción entre el consumo de macronutrientes y el perfil de microbiota del colon distal y su asociación con obesidad infantil” realizado en el Instituto Nacional de Salud Pública. El estudio original incluía 1119 niños de 6 a 14 años de edad de ambos sexos, residentes de cuatro zonas geográficas de la ciudad de México. A quienes junto con sus padres se realizó el proceso de asentimiento informado y consentimiento informado respectivamente previa explicación del estudio. Posteriormente se aplicó un cuestionario para obtener variables sociodemográficas antecedentes personales patológicos y heredofamiliares así como el consumo de alimentos y actividad física, posteriormente se tomaron muestras biológicas de sangre.

Calculo de tamaño de muestra y poder estadístico del estudio

Como el estudio se realizará mediante el análisis secundario de base de datos con 1119 individuos, se incluirán al estudio los individuos que cumplan con los criterios de inclusión; por lo que no se calculará tamaño de muestra, únicamente se calculará al final del estudio el poder estadístico tomando en cuenta un nivel de confianza de 95% para una hipótesis unidireccional bajo la siguiente fórmula(27).

$$z_{1-\beta} = \sqrt{n-3} \frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right) - z_{1-\alpha}$$

Con fines del presente protocolo se espera alcanzar un poder estadístico mínimo del 80%, para calcular el mínimo de pacientes requerido para alcanzar dicho poder, se tomó como referencia el valor más bajo del coeficiente de correlación entre el índice cintura cadera y las variables metabólicas encontrado en la literatura consultada ($r=0.21$)(18). Como resultado del cálculo, necesitamos un mínimo de 154 pacientes para alcanzar un poder estadístico de 80%.

Criterios de selección

El estudio original cuenta con 1119 niños de 6-14 años, sin embargo para el presente estudio únicamente se seleccionarán aquellos con edades entre 6 y 12 años, de ambos sexos, el único criterio de no inclusión será la el registro incompleto de la base de datos original.

Mediciones bioquímicas y antropométricas

Las mediciones bioquímicas fueron hechas en sangre venosa obtenida tras 12 horas de ayuno estas fueron glucosa colesterol total colesterol HDL colesterol LDL triglicéridos y niveles de insulina, Las muestras fueron analizadas en un equipo Clinical Chemistry Sistem ILAB 300 plus[®] posteriormente se realizaron perfiles bioquímicos de acuerdo a los criterios de la American Heart Association /National Hearth Lung and Blod Institute Scientific Srarement (AHA/NHLBI), construyendo posteriormente el índice alergénico de Castelli(28), dividiendo el colesterol total /colestrol HDL, clasificando además por riesgo bajo (menor a 4.5) riesgo moderado (4.5-7) o riesgo alto (>7)(29). Se construirá además el índice HOMA (homeostasis model assessment) de resistencia a la insulina con la fórmula: $\text{insulina } (\mu\text{U/ml}) \times [\text{glucosa (mmol/L)} / 22,5]$ (30), para transformar los valores de glucosa de miligramos por decilitro a milimoles por litro se usara la formula siguiente:

$\text{Glucosa en milimoles/L} = [\text{glucosa (mg/dL)} / 180] \times 10$.

Las mediciones antropométricas se realizaron por personal estandarizado, midiendo peso en Kilogramos (Kg) con una báscula con precisión de 0.1 Kg marca SECA de Alemania, talla en metros (m) con un estadímetro portátil marca SECA, circunferencia de cintura con una cinta métrica flexible colocándola en el punto medio entre el borde de las costillas y la cresta iliaca pasando medio centímetro por debajo del ombligo, circunferencia de cadera, con la misma cinta métrica a la altura de los trocánteres(19). Todas las medidas se realizaron en los pacientes descalzos y con la menor ropa posible.

Una vez teniendo dichas medidas se procederá a calcular el índice de masa corporal a partir de la fórmula peso (Kg)/ talla² (m) y el índice cintura cadera dividiendo la circunferencia de cintura entre la circunferencia de cadera.

Para clasificación de acuerdo a grado de adiposidad se utilizarán las curvas de puntaje z de la OMS para IMC para edad y sexo tomando como desnutrición por debajo -2 desviaciones estándar (DE), normal entre -2 y 1 DE, sobrepeso los que se encuentren entre 1 y 2 DE y como obesidad los que se encuentren por arriba de 2 DE(5).

Se realizó además la medición de la presión arterial posterior a 5 minutos de estar sentados con un esfigmomanómetro calibrado, realizando dos mediciones para obtener un promedio.

Cuadro de operacionalización de variables				
Variable	Definición teórica	Operacionalización	Tipo de variable	Unidad de medición
Variables dependientes				
Glucosa	Concentración plasmática de glucosa en sangre	Con el paciente con 12 horas de ayuno se procesó la muestra sangre para determinarla en un equipo Clinical Chemistry Sistem ILAB 300 plus®	Cuantitativa continua	mg/dL
Colesterol total	Concentración plasmática	Con el paciente con 12 horas de	Cuantitativa continua	mg/dL

	de colesterol total en sangre	ayuno se procesó la muestra sangre para determinarla en un equipo Clinical Chemistry Sistem ILAB 300 plus®		
Colesterol HDL	Concentración plasmática de colesterol de alta densidad en sangre	Con el paciente con 12 horas de ayuno se procesó la muestra sangre para determinarla en un equipo Clinical Chemistry Sistem ILAB 300 plus®	Cuantitativa continua	mg/dL
Colesterol LDL	Concentración plasmática de colesterol de baja densidad en sangre	Con el paciente con 12 horas de ayuno se procesó la muestra sangre para determinarla en un equipo Clinical Chemistry Sistem ILAB 300 plus®	Cuantitativa continua	mg/dL
Triglicéridos	Concentración plasmática de triglicéridos en sangre	Con el paciente con 12 horas de ayuno se procesó la muestra sangre para determinarla en un equipo Clinical Chemistry Sistem ILAB 300 plus®	Cuantitativa continua	mg/dL
Índice aterogénico	Indicador de riesgo cardiovascular en un individuo	Se realizó con el cociente entre el colesterol total /colesterol HDL	Cuantitativa continua	Riesgo: Bajo <4 Moderado 4-7 Alto >7
Insulina	Concentración plasmática de la hormona en sangre	Con el paciente con 12 horas de ayuno se procesó la muestra sangre para determinarla en un equipo Clinical Chemistry	Cuantitativa continua	µU/L

		Sistem ILAB 300 plus®		
Índice de resistencia a la insulina	Indicador indirecto de la insulino resistencia	Se realizó con la fórmula: insulina ($\mu\text{U/ml}$) \times [glucosa (mmol/l) /22,5]	Cuantitativa continua	Valor numérico
Peso	Masa en Kilogramos que posee un individuo	Con el paciente descalzo y con la menor ropa posible se pesó en una báscula marca SECA	Cuantitativa continua	Kg
Talla	Longitud que tiene un individuo en posición anatómica de la plata del pie a la parte más alta de la cabeza	Con el paciente descalzo se realiza la medición con un estadímetro portátil marca SECA	Cuantitativa continua	m
IMC	Indicador para clasificación del grado de adiposidad de un individuo	Se construye a parir de la siguiente fórmula: $\text{Peso(Kg)}/\text{Talla}^2(\text{m})$	Cuantitativa continua	Kg/m^2
Presión arterial	Presión que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias	Después de 5 minutos de reposo se toma la presión con un esfignomanometro calibrado en 2 ocasiones y se toma el promedio.	Cuantitativa continua	mm/Hg
Circunferencia de cintura	Circunferencia que posee un individuo en la región de la cintura	Con una cinta métrica flexible se realiza la medición del perímetro de cintura	Cuantitativa continua	cm
Circunferencia de cadera	Circunferencia que posee un individuo en la región de la cadera	Con una cinta métrica flexible se realiza la medición del perímetro de la cadera	Cuantitativa continua	cm
Variable independiente				
Índice cintura	Cociente	Cociente entre la	Cuantitativa	Valor

cadera	entre la circunferencia de cintura y la circunferencia de cadera	circunferencia de cintura y la circunferencia de cadera	continua	numérico
VARIABLES DE AJUSTE				
Edad	Tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de realización de la medición.	Se registró en el cuestionario en el momento del estudio	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Cualidad biológica que distingue entre hombres y mujeres	Se registró en el cuestionario en el momento del estudio	Cualitativa dicotómica	Hombre Mujer
Antecedentes familiares de obesidad	Presencia de personas con obesidad y sobrepeso en la familia	Se registró en el cuestionario en el momento del estudio	Cualitativa dicotómica	Si, No
Actividad física	Realización de actividad física	Se registró en el cuestionario en el momento del estudio	Cualitativa dicotómica	Si, No

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizará un análisis primario de limpieza donde se checarán los datos faltantes, aberrantes y/o biológicamente no plausibles. Con la base de datos limpia y completa se procederá a realizar un análisis descriptivo que incluye para las variables cuantitativas medidas de tendencia central y de dispersión; para las variables cualitativas medidas de frecuencia tales como porcentaje. Posteriormente se llevará a cabo un análisis bivariado de correlación entre la variable independiente especificada previamente y las variables dependientes, estratificando a la muestra por grado de adiposidad y estableciendo puntos de corte para considerar riesgo alteraciones metabólicas. Finalmente se llevara a cabo un modelo de regresión múltiple ajustando por potenciales confusores y evaluando interacciones. Para todas las pruebas de hipótesis se tomará un valor $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio obedece a una causa de investigación médica que busca el beneficio de pacientes en edad infantil, está elaborado con base en la ley general de salud vigente en México y con base en los principios básicos estipulados en el informe Belmont los cuales son: respeto beneficencia y justicia. Al ser una investigación que se realizará mediante un análisis secundario de base de datos, donde no se tendrá contacto con los pacientes ni se realizará intervención de ningún tipo, no requiere carta de consentimiento informado. Sin embargo como la intervención fue hecha con anterioridad y si se requirió de carta de consentimiento informado por parte de los padres y de asentimiento informado por parte de los pacientes; se anexarán dichos formatos al presente protocolo. Los investigadores se comprometen a mantener los datos en estricta confidencialidad.

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

El presente estudio se realizará mediante un análisis secundario de base de datos, por lo que los recursos serán financiados por el alumno y el comité de tesis, debido a que solo requerirá de lápiz, papel y equipo de cómputo, el presente protocolo es factible ya que la base de datos se encuentra en el instituto nacional de salud pública sede Cuernavaca, el alumno realiza sus estudios de posgrado (Maestría en ciencias en Epidemiología) y cuenta con la autorización de la autora del estudio original, Dra. Ana Isabel Burguete García, quien también es directora de tesis y proporcionará libre acceso a la base de datos para su análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Centro de prensa, Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva No. 311. Organización Mundial de la Salud (OMS)2015.
- [2] Moreno GM. Definición y clasificación de la obesidad. *Rev Med Clin Condes.* 2012; 23(2):124-8.
- [3] Ávila-Jiménez L, Cano-Pérez E, Molina-Ayala M, et al. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento del Sobrepeso y la Obesidad Exógena. Guía de Práctica Clínica. Evidencias y Recomendaciones. México, D. F.: Consejo de Salubridad General. Catálogo maestro de guías de práctica clínica: IMSS-046-08; 2012.
- [4] Ogden CL, Flegal KM. Changes in terminology for childhood overweight and obesity. *Natl Health Stat Report.* 2010(25):1-5.
- [5] NOM-008-SSA3-2010, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. In: Federación DODI, ed. México, D. F.2010.
- [6] Departamento de nutrición para la salud y el desarrollo, Patrones de crecimiento infantil. Organización Mundial de la Salud (OMS); 2007.
- [7] Thomas NR. The epidemic of pediatric obesity. *West J Med.* 2000; 173:220-1.
- [8] Rivera-Domarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, et al. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2001.
- [9] Olaiz-Fernández G, Rivera-Domarco J, Shamah-Levy T, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006.
- [10] Gutiérrez JP, Rivera-Domarco J, Shamah-Levy T, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012.
- [11] González JE. Análisis etiopatogénico y fisiopatológico. *Endocrinología y Nutrición.* 2013; 60(1):17-24.
- [12] Hernández JS. Fisiopatología de la obesidad. *Gac Med Mex.* 2004; 140(2).
- [13] Ley RE, Turnbaugh PJ, Klein S, et al. Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity. *Nature.* 2006; 444(7122):1022-3.
- [14] Estrada VB, Cruz M, García MJ, et al. La obesidad infantil como consecuencia de la interacción entre firmicutes y el consumo de alimentos con alto contenido energético. *Nutr Hosp.* 2015; 31(3):1074-81.
- [15] Amancio CO, Ortigoza RJ, Durante MI. Ejercicio actual de la medicina: Obesidad. Universidad Nacional Autónoma de México: UNAM; 2007.
- [16] Moreno Altamirano L, Fleeta ZJ, Mur FL, et al. Distribución de la grasa en niños y adolescentes de ambos sexos. *Anales Españoles de Pediatría.* 1998; 49(2):135-9.
- [17] Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation. Genova: Organización Mundial de la Salud (OMS); 2008.
- [18] Ortiz PH, Molina FN, Castañeda CE. Indicadores antropométricos de sobrepeso-obesidad en adolescentes. *Rev Mex Pediatr.* 2010; 77(6):241-7.

- [19] Gómez BA, Villareal MJ. Índice cintura cadera y perímetro abdominal: su relación con la Hipertensión Arterial y la Diabetes Mellitus en una población femenina. *Rev Per Soc Med Intern.* 2002; 15(3).
- [20] Taylor RW, Jones IE, Williams SM, et al. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(2):490-5.
- [21] González JE, Montero AM, Rio VJ. Estudio de la utilidad del índice de cintura cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr Hosp.* 2013; 28(6):1993-8.
- [22] Cabrera HA, Damiani RA, Chiong MD, et al. Relación entre los lípidos séricos y la distribución de grasa corporal en un grupo de niños obesos. *Revista Cubana Aliment Nutr.* 1996; 10(2).
- [23] Cabrera RE, Bioti TY, Marichal M, et al. Índice cintura-cadera contra perímetro cintura para el diagnóstico del síndrome metabólico en niños y adolescentes con familiares de primer grado diabéticos tipo 1. *Revista Cubana de Endocrinología.* 2011; 22(3):182-95.
- [24] Sánchez CC, Velázquez MO, Berber A, et al. Anthropometric cutoff points for predicting chronic diseases in the Mexican National Health Survey 2000. *Obes Res.* 2003; 11(3):442-51.
- [25] Balkau B, Sapinho D, Petrella A, et al. Prescreening tools for diabetes and obesity-associated dyslipidaemia: comparing BMI, waist and waist hip ratio. The D.E.S.I.R. Study. *Eur J Clin Nutr.* 2006; 60(3):295-304.
- [26] Mora-Garcia GJ, Gomez-Camargo D, Mazonett E, et al. Anthropometric parameters' cut-off points and predictive value for metabolic syndrome in women from Cartagena, Colombia. *Salud Publica Mex.* 2014; 56(2):146-53.
- [27] Díaz SP, Fernández SP. Cálculo del poder estadístico de un estudio. *Cad Aten Primaria.* 2003; 10:59-63.
- [28] Castelli WP. Epidemiology of coronary heart disease: the Framingham study. *Am J Med.* 1984; 76(2A):4-12.
- [29] Chávez GE, Romero RN, Pardo MR. Índice aterogénico en pacientes perimenopáusicas. *Arch Inv Mat Inf.* 2011; 3(2):73-6.
- [30] Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985; 28(7):412-9.