INSTITUTO DE SERVICIOS DE SALUD PÚBLICA

DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA Y VINCULACIÓN

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

Título de la investigación

"Relación entre índice de masa corporal e índice tobillo-brazo en niños y adolescentes de la consulta externa y urgencias pediátricas del Hospital General de Mexicali Durante el periodo de noviembre del 2018 a febrero del 2019."

Trabajo Terminal para obtener el Diploma de Especialidad en PEDIATRÍA

Presenta:
Dra. Diana Catalina Chico Ochoa

ASESOR TEMATICO:
Dr. Alfredo Fuentes Duarte

ASESOR METODOLOGICO:
Dr. David Rafael Cañez Martínez.

Mexicali, Baja California. Febrero del 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI

COORDINACIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Título de la investigación

"Relación entre índice de masa corporal e índice tobillo-brazo en niños y adolescentes de la consulta externa y urgencias pediátricas del Hospital General de Mexicali Durante el periodo de noviembre del 2018 a febrero del 2019."

Trabajo Terminal para obtener el Diploma de Especialidad en PEDIATRÍA

Presenta:
Dra. Diana Catalina Chico Ochoa

ASESOR TEMATICO:
Dr. Alfredo Fuentes Duarte

ASESOR METODOLOGICO:
Dr. David Rafael Cañez Martínez.

Mexicali, Baja California febrero de 2020

AGRADECIMIENTOS

Gracias primeramente a Dios por permitirme tener una familia que me apoya en cada decisión y proyecto, por el amor recibido, la dedicación y paciencia con la que cada día se preocupaban por mi avance y desarrollo en esta especialidad.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer más en mí que yo misma, por estar dispuestos a acompañarme en esta aventura, por entender cada ausencia en el hogar y tener siempre una palabra de apoyo para evitar que me rinda.

A la mayoría de mis adscritos por enseñarme el valor y cuidado del paciente pediátrico, por guiarme y escucharme, por enseñarme con dedicación como ejercer la profesión, dándome el mejor ejemplo de lo que quiero ser y no ser en mi vida profesional.

Al hospital general de Mexicali por recibirme como residente, por ser mi segunda casa, dándome amigos para toda la vida, pero sobre todo el conocimiento para abrirme paso en la vida.

No ha sido nada sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a su paciencia, bondad y aporte ha sido posible llegar a este día.

Con cariño y gratitud, gracias.

ÍNDICE

Parte	***Página***
Título	1
Agradecimientos	3
Índice	4
Abreviaturas, siglas y acrónimos	5
Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Resumen	8
Antecedentes científicos	9
Justifiación	24
Planteamiento del problema	25
Hipótesis	26
Objetivos	27
Material y metodos	28
Análisis estadístico	34
Apectos éticos	35
Recursos, financiamiento y factibilidad	36
Cronograma de actividades	37
Resultados	38
Discusión	47
Conclusiones	49
Referencias	50

ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

Siglas	***Descripción***
IMC	Índice de Masa Corporal
PAS	Presión Arterial Sistólica

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	*Descripción*	*Página*
Tabla 1	Criterios diagnósticos de síndrome metabólico en población pediátrica	14
Tabla 2	Recomendaciones para la medición del índice tobillo-brazo	18
Tabla 3	Morbilidad de los pacientes incluidos al momento de la participación en el estudio	39
Tabla 4	Características antropométricas de los pacientes incluidos	40
Tabla 5	Cifras de presión arterial y frecuencia cardiaca de los pacientes incluidos	41
Tabla 6	Comparación de los valores de referencia estimados por género	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	*Descripción*	*Página*
Figura 1	Porcentaje de pacientes masculinos y femeninos incluidos.	38
Figura 2	Comparación de los valores del índice tobillo-brazo entre pacientes femeninos y masculinos.	42
Figura 3	Distribución de los valores del índice tobillo-brazo en pacientes femeninos.	43
Figura 4	Distribución de los valores del índice tobillo-brazo en pacientes masculinos.	44
Figura 5	Coeficiente de correlación de Pearson de índice tobillo-brazo con peso y percentil IMC en masculinos.	44
Figura 6	Coeficiente de correlación de Pearson de índice tobillo-brazo con peso y percentil IMC en femeninos.	45
Figura 7	Coeficiente de correlación de Pearson de índice tobillo-brazo perímetro abdominal en individuos femeninos.	45
Figura 8	Comparación de los valores de ITB por categorías de índice de masa corporal.	44

RESUMEN

Antecedentes. En personas adultas, la obesidad se relaciona con alteraciones vasculares que condicionan un incremento de la morbi-mortalidad cardiovascular. Sin embargo, en niños y adolescentes poco se ha estudiado el índice tobillo-brazo y su relación con el IMC.

Objetivo. Determinar la relación que tiene el índice de masa corporal con el índice tobillo-brazo en niños y adolescentes de la Consulta del servicio de Pediatría del Hospital General de Mexicali.

Material y métodos. Se realizó un estudio observacional, transversal-analítico, prospectivo en pacientes pediátricos (niños y adolescentes) del Hospital General de Mexicali. Se registró IMC e índice tobillo-brazo. Se realizó un análisis descriptivo e inferencial de los datos en SPSS v.21 para Mac considerando significativa una $p<0.05$. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre índice tobillo-brazo y todas las variables cuantitativas. Se comparó el índice tobillo brazo según el grado de IMC.

Resultados. Se incluyeron un total de 159 niños y adolescentes de edad promedio 8.3±3.0 años (50.9% femeninos y 49.1% masculinos). El 33% presentaban peso normal, el 33.3% sobrepeso y 33.3% eran obesos. Los valores promedio del índice tobillo-brazo (ITB) en las pacientes femeninos fueron 0.98±0.07 y en los pacientes masculinos fue 0.98±0.08 ($p=1.000$). Los valores de normalidad fueron calculados con los percentiles 2.5 y 97.5, siendo para los pacientes masculinos de 0.83-1.13 y para las pacientes femeninas de 0.83-1.07. En masculinos se encontró una correlación negativa del ITB con el peso ($r= -0.253$) y con el percentil de IMC ($r= -0.519$); esta correlación fue más fuerte en pacientes femeninos ($r= -0.492$ y $r= -0.648$, respectivamente). En femeninos el ITB se correlacionó negativamente con el perímetro abdominal ($r= -0.338$, $p<0.01$). El promedio de ITB en pacientes con peso normal fue 1.0±0.05, en pacientes con sobrepeso 1.0±0.06 y en pacientes con obesidad 0.88±0.04 ($p<0.001$).

Conclusiones. A mayor IMC, peso y perímetro abdominal, es menor el ITB en niños y adolescente del Hospital de General de Mexicali. Se recomiendan intervenciones para disminuir peso y mejorar el ITB en población pediátrica.

MARCO TEÓRICO

Panorama sobre la enfermedad cardiovascular, sobrepeso, obesidad y su implicación en la población pediátrica.

Las enfermedades cardiovasculares son responsables de la muerte de hasta 17.7 millones de personas a nivel mundial representando el 31% de las muertes anuales. Múltiples son los generadores de este catastrófico resultado usualmente ejemplificado como infartos al miocardio o eventos vasculares cerebrales; entre ellos figuran la inactividad física, dieta inadecuada, uso indiscriminado de alcohol y tabaquismo. Todos los mencionados tienen un ventaja que pueden ser modificados. La educación de la población pediátrica para prevenir dichas conductas aunada a la identificación de factores de riesgos en este grupo etario puede generar cambios en la salud poblacional evitando las manifestaciones previas a la enfermedad cardiovascular derivadas de dichas conductas como lo son: sobrepeso, obesidad, hipertensión, e hiperglucemia (1).

La obesidad infantil se ha convertido en un problema de salud pública alarmante a nivel mundial el cual afecta a países de bajo y mediano ingreso siendo el aumento de su prevalencia hasta 30% mayor que en países desarrollados. Se estima que en 2016 existía un aproximado de 41 millones de niños menores de 5 años con obesidad y si no se toman medidas preventivas que frenen el desarrollo de esta condición para 2025 habrá hasta 70 millones de niños obesos (2,3). La presencia de obesidad en la edad pediátrica no sólo representa un problema de apariencia física, sino que indica un mayor riesgo de continuar siendo obeso en la edad adulta con los riesgos que esto conlleva como enfermedad cardiovascular, resistencia a la insulina, osteoartritis, cáncer (colon, endometrio, mama, entre otros) y discapacidad general que disminuyen la calidad de vida, así como la productividad del individuo (2). En México, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños se ha aumentado en las últimas dos décadas.

Entre 1988 y 1999, según los resultados de las encuestas nacionales de nutrición, la prevalencia de sobrepeso en niños menores de cinco años aumentó de 21.6 a 28.7%, un aumento de aproximadamente de 27%. En el caso de niños de 5 a 11 años la prevalencia de sobrepeso osciló entre 20 y 25% dependiendo de la clasificación diagnóstica (4). Datos más actuales reflejan el crecimiento exponencial de este problema en nuestro país. En 2007 se determinó la prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad extrema en escolares de entre 6 y 12 años de edad siendo éstas 21.1, 23.5 y 5%, respectivamente (5). Ante estas cifras, la identificación de marcadores clínicos sobre obesidad y riesgo cardiovascular es imperativa para crear estrategias diagnósticas y preventivas en favor de la salud de nuestra población.

La obesidad infantil como trastorno clínico

Definición

La obesidad, también conocida como adiposidad aumentada, se define teóricamente como el grado de sobrepeso corporal que significa consecuencias dañinas a la salud (6). En la práctica, utilizamos el índice de masa corporal (IMC) que funciona como un indicador sustituto del porcentaje de grasa corporal. Para su obtención se utiliza la fórmula: IMC = peso en kilogramos/(altura en metros)^2. En la población adulta el punto de corte para obesidad es ≥30; mientras que, en la niñez, los niveles de adiposidad tienen una cinética interesante donde el porcentaje de grasa corporal disminuye durante los primeros 5.5 años de vida hasta llegar a un nadir para después aumentar hasta la adultez temprana. Es a raíz de estas observaciones que se determina la presencia o ausencia de obesidad infantil utilizando percentiles. En niños mayores de 2 años se determina sobrepeso si su IMC está entre los percentiles 85 y 95; mientras que la obesidad se diagnosticará cuando se supere el percentil 95 (7).

Fisiopatología

Existe toda una serie de factores genéticos, neuroendocrinos, nutricionales y socioeconómicos que influyen en el desarrollo de la obesidad.

Sin embargo, y de manera muy simplista, podemos decir que la obesidad resulta del desbalance entre ingesta calórica y gasto energético (7).

El resultado de la obesidad impacta en muchas dianas metabólicas y cardiovasculares como: 1) resistencia a la insulina y 2) aumento en la aterogénesis (8). La resistencia a la insulina se define como la respuesta tisular disminuida a las acciones intracelulares de la misma al unirse con su receptor. Dicho término se usa a nivel global en términos de la economía corporal. Sin embargo, no todos los órganos demuestran los mismos efectos producto de una resistencia insulínica aumentada. A nivel del hígado, el cual es el órgano blanco más importante de la insulina, el resultado de la resistencia a dicha hormona se observa como un aumento en la producción de novo de glucosa así como un aumento en la síntesis de novo de ácidos grasos libres lo que genera, a parte de más resistencia a la insulina, un aumento en la producción de citocinas proinflamatorias, mayor gluconeogénesis y producción de metabolitos lipídicos tóxicos como el diacilglicerol y ceramidas que perpetúan el daño (9,10). El tejido adiposo juega dos papeles en la obesidad; como culpable al liberar ácidos grasos libres y moléculas proinflamatorias al torrente sanguíneo los cuales son hepatotóxicos y diabetogénicos; y como víctima, ya que el exceso de glucosa en sangre subsecuente y los cambios intracelulares del adipocito disminuyen la acción inhibitoria de lipólisis propia de la insulina con subsecuente generación de una mayor cantidad de ácidos grasos continuando así el círculo vicioso (11). Si bien es conocido que el músculo es de los pocos tejidos capaces de introducir glucosa al interior de la célula independiente de la insulina, siempre y cuando se cumpla la condición de ejercicio, éste no está libre de los efectos propios de la obesidad. El flujo incrementado de ácidos grasos libres inhibe el uso de la glucosa como combustible muscular, agravando así la hiperglucemia que por su parte aumenta la secreción de insulina y la resistencia a la misma. A su vez, se ha observado la inclusión intracelular de ácidos grasos (lípidos intramiocelulares) los cuales por sí mismos entorpecen la señalización intracelular de la insulina a nivel de músculo (12).

Los cambios vasculares asociados a la obesidad, los cuales serán tratados a mayor profundidad posteriormente, impactan negativamente en la salud futura de aquellos niños y adolescentes que la padecen, por su papel en la promoción del proceso aterogénico.

Factores biológicos

Existen ciertas situaciones biológicas que han demostrado ser de suma relevancia para el desarrollo de la resistencia insulínica como producto de la obesidad en niños y adolescentes. Una de ellas es la raza, donde los afroamericanos, los asiáticos, los indígenas pima y, de manera importante, los hispanos (englobando a México) desarrollan resistencia a la insulina con mucha mayor facilidad que otras razas, particularmente la caucásica, promoviendo así el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2 (13). La segunda condición es la pubertad donde ocurre fisiológicamente un descenso del 25 al 50% en la sensibilidad a la insulina global la cual resuelve una vez pasada esta etapa del desarrollo; esto significa que esta es una etapa clave para la planeación de estrategias preventivas para combatir el desarrollo de diabetes mellitus en la población (8).

Comorbilidades asociadas

Son varias las entidades clínicas asociadas con la obesidad que, si bien usualmente relacionadas con pacientes adultos, pueden ser observadas en la población pediátrica. El síndrome metabólico o síndrome X de Reaven se compone de la presencia de hipertensión, obesidad, dislipidemia y resistencia a la insulina. En la población pediátrica dicho diagnóstico no puede ser realizado sino hasta los 10 años de edad (14). Los puntos de corte se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Criterios diagnósticos de síndrome metabólico en población pediátrica
Edad de 6 – 10 años: No es posible hacer diagnóstico de síndrome metabólico en este grupo sin embargo en caso de existir obesidad (percentil ≥95) más historia familiar de síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, dislipidemia o enfermedad cardiovascular se recomienda el seguimiento estrecho.
Edad de 10 a 16 años, la presencia de obesidad abdominal más 2 criterios hacen diagnóstico • Obesidad (percentil ≥95 en medición de circunferencia de cintura) • Triglicéridos ≥150 mg/dL • Colesterol de alta densidad (HDL) <40 mg/dL • Presión arterial ≥130 mm Hg sistólica o ≥85 mm Hg • diastólica • Glucemia ≥100 mg/dL
Edad mayor de 16 años • Usar criterios de adultos
Modificado de: Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, et al. International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention of Diabetes. The metabolic syndrome in children and adolescents. Lancet 2007; 369: 2059-2061.

Como se puede observar, la obesidad abdominal es la piedra angular del síndrome metabólico ya que esto refleja los depósitos de grasa visceral los cuales juegan un papel muy importante en el desarrollo y perpetuación de la resistencia insulínica al ser ésta más proinflamatoria que la grasa subcutánea.

De igual forma el síndrome metabólico muestra una mayor prevalencia en nuestra población por lo que su identificación y corrección en la edad pediátrica es de suma relevancia (8). El síndrome metabólico se considera la antesala de tres importantes problemas de salud pública: la diabetes mellitus, la enfermedad cardiovascular y los accidentes cerebrovasculares.

La enfermedad hepática grasa no alcohólica se define como la infiltración de lípidos en el parénquima hepático en ausencia de consumo de alcohol. No es una condición estática sino un espectro que va desde la esteatosis (infiltración de grasa sin daño celular) hasta la cirrosis pasando por daño inflamatorio, también conocido como esteatohepatitis no alcohólica, y fibrosis (15). No es de sorprender que en una cohorte prospectiva de Estados Unidos esta entidad haya sido encontrada con mayor prevalencia en hispánicos y afroamericanos siguiendo así la tendencia de la predisposición genética observada hasta el momento. Es importante recalcar que la enfermedad hepática grasa no alcohólica ya representa la enfermedad del hígado más común en población pediátrica en Norteamérica y se asocia a un aumento en grasa visceral producto de la exposición sostenida a ácidos grasos libres provenientes de este compartimento de adipocitos (16, 17).

El síndrome de ovario poliquístico, el cual es la causa de infertilidad más prevalente a nivel mundial, se define por la presencia de oligo/amenorrea, datos clínicos o laboratoriales de hiperandrogenismo y presencia de múltiples quistes en ovario. Si dos de los criterios se encuentran presentes se puede hacer el diagnóstico. A pesar de que el síndrome de ovario poliquístico representa un motivo de consulta más frecuente en la edad adulta, su presencia puede estar presente desde etapas infantiles (8). Se ha demostrado mediante observaciones poblacionales que el aumento de peso en la pubertad se asocia con un aumento proporcional de andrógenos y que la presencia de hiperinsulinemia puberal se asocia a un inicio temprano de la menarca. Es posible entonces indicar a la obesidad como un generador de síndrome de ovario poliquístico en la pubertad. Aún más importante es la repercusión metabólica propia de la obesidad en las adolescentes que padecen síndrome de ovario poliquístico ya que se ha observado que, si se

comparan acorde a peso, aquellas con obesidad tienen un 50% más de resistencia a la insulina que su contraparte con normopeso (18).

Existen otras complicaciones endocrinológicas asociadas a la obesidad como lo son aumento en la talla por disfunción de la secreción de hormona del crecimiento, ginecomastia en niños por hiperestrogenismo secundario a aromatización hormonal periférica, hipotiroidismo subclínico manifestado como niveles elevados de TSH y disminuidos de T4 libre, retraso en la aparición de características sexuales secundarias debida a disfunción de la hormona liberadora de gonadotrofinas secundario a apnea obstructiva, entre otros. De igual manera se pueden enlistar ciertas complicaciones no endocrinológicas como lo son a hipertensión intracraneal idiopática, apnea obstructiva del sueño, colelitiasis, problemas ortopédicos, entre otros. La aparición tiene una relación curvilínea con la puntuación z del IMC por lo que, a mayor grado de obesidad, mayor las probabilidades de que alguna de condiciones previamente mencionadas se presente en el niño o en el adolescente (8).

Cambios vasculares asociados a la adiposidad aumentada

Como es bien conocido en la actualidad la obesidad se considera un factor de riesgo no clásico para desarrollar enfermedad cardiovascular ya sea como enfermedad coronaria, enfermedad cerebrovascular o enfermedad arterial periférica. Los procesos involucrados en el desarrollo de enfermedad cardiovascular que parten de la obesidad serán discutidos en esta sección. Desde muy temprano, es posible detectar etapas precoces del proceso ateroesclerótico en niños obesos. La disfunción endotelial es claramente el evento inicial que genera toda la cascada que desembocará en la creación de una placa ateromatosa y el evento bioquímico que lo caracteriza es la alteración en la vasodilatación mediada por óxido nítrico. La producción endotelial de óxido sintasa se ve disminuida en respuesta a la presencia de ácidos grasos libres, así como por citocinas proinflamatorias como interleucina 6 y factor de necrosis tumoral tipo alfa, productos del exceso de la grasa visceral.

A su vez existen otras alteraciones bioquímicas como la hiperuricemia y el exceso de especies reactivas de oxígeno que también disminuyen la producción de óxido nítrico. La disponibilidad baja de óxido nítrico genera un desbalance en el tono del vaso sanguíneo donde la vasoconstricción mediada por endotelina lleva a una relajación incompleta del vaso sanguíneo (8). Como resultado, sobreviene un aumento en la adhesión de células inflamatorias, producción de moléculas procoagulantes como lo es el inhibidor de la activación del plasminógeno 1 y proliferación de las células endoteliales. En resumen, la biodisponibilidad disminuida del óxido nítrico crea un ambiente protrombótico que promueve la aterosclerosis (19). Existen técnicas no invasivas para evaluar la función endotelial como ultrasonidos vasculares de alta definición que valoran la dilatación dependiente de endotelio mediada por flujo. En niños y adolescentes obesos una disminución en estas mediciones se correlaciona con rigidez de la pared vascular y disfunción endotelial demostrado una predisposición para el desarrollo de ateroesclerosis (20). A su vez, el grosor de la íntima carotídea, un marcador que predice la incidencia de eventos cardiovasculares adversos, se ha visto aumentado en niños y adolescentes obesos lo que traduce en un posible desarrollo temprano de enfermedad coronaria (20).

El índice tobillo-brazo y su papel en la identificación y predicción de enfermedad cardiovascular

El índice tobillo-brazo es la relación entre la presión sistólica determinada en el tobillo y la presión sistólica determinada en la arterial braquial. Otros nombres que recibe esta medición son: índice de presión tobillo-braquial, relación tobillo-brazo o índice de Winsor en honor a Travis Winsor, el médico que describió su uso en 1950 (21). Esta medida utiliza el fenómeno normalmente observado en las mediciones de presión sanguínea progresivamente más distales al corazón. Con cada latido, la sangre expulsada al cayado aórtico lleva una onda de presión la cual se amplifica mientras viaja más distalmente reflejándose en un aumento de la presión sistólica con una disminución en la diastólica, esto es, normalmente la presión sistólica en miembros inferiores es mayor que en miembros superiores.

El cambio en el grosor de las arterias de las piernas resultado del cambio de posición (bipedestación) ocurre en el segundo año de vida; esto explica por qué el índice tobillo-brazo es <1.00 en los recién nacidos y aumenta a valores de adulto a partir de los 2 – 3 años de edad (22).

Para la medición del índice tobillo-brazo se deben de seguir ciertos lineamientos recomendados por la Asociación Americana del Corazón (Tabla 2), puesto que posición del cuerpo inadecuada, ingesta de sustancias potencialmente vasoactivas, temperatura ambiente elevada, entre otras pueden cambiar el resultado. De igual manera se recomienda el uso de un sistema Doppler de 8 a 10 MHz para la identificación de la presión sistólica. El numerador es la presión sistólica del tobillo y el denominador la presión sistólica del brazo siendo los rangos normales de 1.0 a 1.4 y aceptables de 0.90 a 1.00 . En casos de valores menores a 0.9 se sospecha de enfermada aterosclerótica mientras que cuando hay rangos mayores a 1.4 se define como un índice no compresible el cual puede ser producto de calcificación de la capa media vascular también conocida como arterioesclerosis de Monckeberg. Esta condición se observa más frecuentemente en diabetes mellitus y enfermedad renal crónica avanzada.

Tabla 2: Recomendaciones para la medición del índice tobillo-brazo
El paciente debe descansar de 5 a 10 min en posición supina, relajado con soporte en cabeza y tobillos a una temperatura ambiente confortable (19°C–22°C).
El cojinete para la medición debe de ser seleccionado acorde al tamaño del miembro donde se determinará la presión con una anchura del 40% de la circunferencia del miembro.
Cualquier lesión cutánea debe de ser cubierta con un vendaje impermeable.
El paciente debe mantenerse quieto durante la medición.
Para la medición en el tobillo se debe de colocar el cojinete aproximadamente 2 cm por arriba del aspecto superior del maléolo lateral.

Se debe utilizar un equipo Doppler de 8 a 10 MHz para la detección del pulso con ayuda de gel aplicado sobre el sensor.
Una vez encendido el aparato, colocar el sensor en el área de pulso a un ángulo de 45 o 60° de la piel hasta encontrar el lugar donde la señal sea escuchada con mayor claridad.
Inflar el cojinete 20 mm Hg por encima de donde se deje de percibir el flujo y desinflar el cojinete lentamente para determinar la presión sistólica. La inflación máxima no debe exceder los 300 mm Hg.
Tanto la presión braquial como la del tobillo deben de ser determinadas por Doppler.
Siempre se debe utilizar la misma secuencia de medición (tobillo, brazo ó brazo, tobillo) y se deberá de repetir la medición realizada en el miembro inicial para evitar el fenómeno de bata blanca.

Modificado de: Aboyans V, Criqui M, Abraham P, Allison M, Creager M, Diehm C et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2012;126(24):2890-2909.

La utilidad clínica inicial de índice tobillo-brazo fue la identificación de pacientes con enfermedad arterial periférica, también conocida como insuficiencia arterial (22). Esta entidad clínica es exclusiva de la edad adulta sin embargo la alteración en el flujo vascular puede ser detectada desde la niñez y la adolescencia como se verá en la siguiente sección. Otro uso que se le ha dado a la determinación del índice tobillo-brazo es la de marcador de riesgo cardiovascular y aterosclerosis. Al estar alterado, el índice tobillo-brazo muestra la presencia de aterosclerosis en la circulación de miembros inferiores y como consecuencia refleja lo que está pasando en otros lechos vasculares. Un índice bajo se asocia transversalmente a múltiples condiciones que implican mayor riesgo cardiovascular como hipertensión, diabetes mellitus, dislipidemia, tabaquismo y varios marcadores relativamente nuevos como proteína c reactiva, interleucina 6 y homocisteína (22).

El punto de corte para determinar un riesgo aumentando en adultos se conserva en 0.90; sin embargo, puede ser que el riesgo se encuentre presente a partid de puntos superiores. De manera prospectiva, se ha demostrado que un índice tobillo-brazo bajo denota un mayor riesgo para el desarrollo de infarto al miocardio, eventos cerebrovasculares y muerte por causas cardiovasculares en general. Este riesgo es independiente de la presencia de otros factores asociados a enfermedad cardiovascular lo que vuelve al índice tobillo-brazo un candidato atractivo para el mejoramiento de los sistemas de predicción de eventos cardiovasculares futuros. De hecho, usando datos derivados de la cohorte de Framingham se demostró que un índice ≤0.90 aumenta al doble el riesgo de presentar un evento cardiovascular en los próximos 10 años (23). Aún más interesante es ver que este riesgo puede verse aumentado incluso con índices tobillo-brazo menores a 1.10 (22).

El índice tobillo-brazo representa un método de evaluación de ateroesclerosis útil y barato que lo vuelve atractivo para valorar riesgo cardiovascular en el primer nivel de atención. Si bien la gran mayoría de estudios se centran en población adulta, es posible inferir que la presencia de factores como obesidad y síndrome metabólico desde edades tempranas puede incidir en el desarrollo de futuras comorbilidades cardiovasculares en años posteriores por lo que una identificación temprana es primordial.

Estudios previos sobre la relación entre adiposidad e índice tobillo-brazo en niños y adolescentes

A pesar de ser un área relativamente inexplorada, existe cierta información sobre la relación entre el grado de adiposidad y el índice tobillo-brazo en población pediátrica. En 2008, Lee et. cols. estudiaron los efectos de un programa de ejercicio en variables antropométricas, metabólicas y cardiovasculares en un grupo de 54 niños con obesidad. A nivel basal el índice tobillo-brazo derecho de niños con un IMC por encima del percentil 95 fue de 100.86 ± 7.58 en el grupo de la intervención (ejercicio aeróbico) y de 101.56 ± 6.37 en el grupo control el cual estaba compuesto de niños con obesidad de igual manera.

Después de ejercitarse los índices tobillo-brazo no se modificaron (102.29 ± 9.94 en la intervención y 101.07 ± 13.78 en el grupo control). A pesar de que no se compara el índice tobillo-brazo entre niños con normopeso y niños con obesidad es importante recalcar que las medias obtenidas en este grupo están en el límite inferior de lo considerado normal (1.00 a 1.40) y deja un precedente sobre la importancia de usar este parámetro en la evaluación de la población pediátrica (24).

Por otra parte, Sundaram et. cols analizaron a un subgrupo de 647 participantes en la cohorte Heartwatch la cual reclutó 3106 menores de 18 años en la comunidad de Marshfield, Wisconsin en Estados Unidos en 1982. Dichos participantes fueron seguidos prospectivamente para valorar variables que indicaran riesgo cardiovascular como IMC, circunferencia de la cintura, presión arterial, lípidos en sangre, entre otras en los años 2008 a 2009, es decir entre 26 y 27 años de seguimiento. De los 647 seleccionados aquellos que tenían un IMC por encima del percentil 85 en el año 1982 tuvieron un mayor índice tobillo-brazo en 2008 al compararlos con los que tenían un IMC por debajo del percentil 85; sin embargo, al corregir por IMC en la edad adulta toda relevancia estadística fue perdida (25).

Emulando hasta cierto punto el estudio previo, en 2011 Terzis et. cols. evaluaron a un subgrupo de 106 adultos jóvenes los cuales fueron reclutados como adolescentes (12-17 años) en 1983 en dos preparatorias de Atenas, Grecia para hacer observaciones prospectivas y buscar asociaciones entre las fluctuaciones de IMC y variables de ateroesclerosis subclínica como grosor de íntima media carotídea e índice tobillo-brazo. Los hallazgos de este estudio observaron que un perfil adverso de larga evolución en el cambio de adiposidad reflejado como aumento de IMC ≥ 4 kg/m2 y/o cambio de peso normal a sobrepeso/obesidad se asoció a un índice tobillo-brazo disminuido (<1.1 en hombres, <1.0 en mujeres) (OR = 1.23, IC95%; 1.107–1.373, P < 0.001 y OR = 8.34, 3.24–21.46, P < 0.001, respectivamente). Es decir, un aumento de adiposidad a partir de la adolescencia se asoció a una mayor presencia de ateroesclerosis en la edad adulta (26).

Finalmente, Amutha y cols. reclutaron 103 pacientes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2 que hubieran sido diagnosticado a la edad de 10 – 25 años en un centro hospitalario de tercer nivel en la India sin evidencia de complicaciones para consolidar una cohorte de estudio de diabéticos jóvenes. En este estudio se comparó la incidencia de complicaciones derivadas de la diabetes entre las cuales figuran la neuropatía diabética (medida por percepción de vibración a 20 Hz), retinopatía diabética (determinada por fotografía de retina), nefropatía diabética (determinada por presencia de microalbuminuria), enfermedad coronaria (historia de infarto agudo al miocardio) y enfermedad arterial periférica (determinada por índice tobillo-brazo). La edad media al diagnóstico fue de 17.1 ± 4.2 años para diabetes tipo 1 vs. 21.6 ± 3.6 años en diabetes mellitus tipo 2. La incidencia de eventos adversos en pacientes con diabetes tipo 1 vs. Tipo 2, reportada a manera de evento por cada 1000 años persona, fue de 77.4 *vs.*78.0/1000 para retinopatía, 62.0 *vs.* 58.8 para nefropatía, 7.8 *vs.* 13.9 para neuropatía y 1.2 *vs.* 5.4 para enfermedad coronaria. La incidencia de enfermedad arterial periférica, definida en este estudio como un índice tobillo-brazo < 0.9 fue de 2.7 para diabetes tipo uno y 2.0 para diabetes tipo 2. A pesar de que no se realizó el análisis tomando en cuenta el IMC de los pacientes es posible inferir que los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 tienen una adiposidad mucho más marcada que aquellos con diabetes mellitus tipo uno ya que se postula a la obesidad como uno de los generadores de resistencia insulínica, mecanismo fisiopatológico clave para la diabetes tipo 2. Por otra parte, es posible que el estudio no haya tenido un poder suficiente para detectar una mayor cantidad de enfermedad vascular periférica en el grupo de diabetes tipo 2 y que futuros estudios con más participantes demuestren índices tobillo-brazo menores en dicho grupo (27).

En conclusión, existe una relación potencial entre el índice tobillo-brazo y la adiposidad en la niñez y adolescencia la cual no se ha explorado a profundidad. Una identificación temprana de riesgo cardiovascular subclínico, reflejado como un índice tobillo-brazo disminuido, puede generar la promoción de programas preventivos para mejorar la salud metabólica de los niños que demuestren esta alteración mejorando así la salud poblacional en un futuro y previniendo el gasto institucional que los desenlaces cardiovasculares adversos tienen en nuestro país.

JUSTIFICACIÓN

Magnitud e Impacto

Las enfermedades del sistema cardiovascular tienen alta prevalencia en México y el mundo, siendo responsables de alrededor de 17.7 millones de muertes anules a nivel mundial. La obesidad, es cada vez más común en niños y adolescentes, contribuye a alteraciones en el sistema cardiovascular incluyendo elevación de la presión arterial y alteraciones vasculares.

Trascendencia

La realización del presente estudio permitió conocer si existen alteraciones del índice tobillo brazo en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, es decir con adiposidad elevada. En caso de los pacientes que se asoció adiposidad con un alto índice tobillo-brazo, puso en evidencia la necesidad de reducir la adiposidad con la finalidad de normalizar el índice tobillo-brazo. Además, dado que alteraciones en el índice tobillo-brazo refleja daño cardiovascular, se pudo detectar en el presente estudio a niños y adolescentes de la Consulta Externa de Pediatría del Hospital General de Mexicali con riesgo cardiovascular aumentado.

Factibilidad

Fue posible llevar a cabo el presente estudio dado que, se contaba con acceso a los pacientes en volumen suficiente, se tenia la capacidad técnica y el tiempo para llevarse a cabo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El índice tobillo-brazo es un parámetro que permita estratificar el riesgo cardiovascular y se realiza de forma sencilla. Una disminución a <0.9 indica elevado riesgo cardiovascular y refleja alteraciones en la circulación vascular de miembros pélvicos. (28)

Poco se ha explorado la relación del índice tobillo-brazo con adiposidad en niños y adolescentes. En su estudio Lee et al., midieron el índice tobillo-brazo e adolescentes obesos, pero no compararon sus valores con un grupo de adolescentes no obesos. (24) En otro estudio, los niños y adolescentes que tenían un IMC por encima del percentil 85 tuvieron un mayor índice tobillo-brazo tras 27 años de seguimiento, lo que refleja una potencial asociación de la adiposidad con el íntice tobillo-brazo. (25) Mientras que, Terzis y cols. encontraron un menor índice tobillo-brazo en individuos que tuvieron un importante incremento de adiposidad a lo largo de un periodo de seguimiento, en comparación con los que no. (26)

Por lo tanto, existe una relación potencial entre el índice tobillo-brazo y la adiposidad en la niñez y adolescencia que no se ha explorado a profundidad. Con base en esto, se planteo la siguiente:

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la relación entre índice de masa corporal e índice tobillo-brazo en niños y adolescentes?

HIPÓTESIS

Alterna

El índice de masa corporal se asocia negativamente con el índice tobillo-brazo en niños y adolescentes, es decir, a mayor adiposidad menor índice tobillo-brazo.

Nula

El índice de masa corporal no se asocia con el índice tobillo-brazo en niños y adolescentes, es decir, a mayor adiposidad no hay cambios en el índice tobillo-brazo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la relación entre índice de masa corporal e índice tobillo-brazo en niños y adolescentes de la Consulta Externa de Pediatría del Hospital General de Mexicali.

Objetivos particulares

1. Determinar los parámetros de adiposidad entre los pacientes: el peso, la talla, el percentil de IMC y el perímetro abdominal.
2. Determinar los valores de normalidad, media y desviación estándar del índice tobillo brazo.
3. Analizar la correlación del índice tobillo-brazo con parámetros de adiposidad.
4. Comparar valores del índice tobillo-brazo en pacientes con normopeso, sobrepeso y obesidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sede de estudio

Hospital General de Mexicali de la Secretaría de Salud.

Periodo de estudio

1 de Marzo de 2018 a 1 febrero del 2019

Tipo de estudio

Observacional, transversal-analítico, prospectivo.

Universo del estudio

Pacientes pediátricos que acudieron a atención a la consulta externa y del servicio de urgencias al Hospital General de Mexicali de la Secretaría de Salud por cualquier causa.

Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se calculó con la fórmula de diferencia de medias, considerando una diferencia de 0.05 en el índice tobillo-brazo entre sujetos obesos y no obesos, con una varianza de 0.0081, un poder de 80% y un intervalo de confianza de 95%:

$$n = \frac{(Z\alpha / 2 + Z\beta)^2 * 2 * \sigma^2}{d^2}$$

donde,

Zα/2 es el valor Z (crítico) de la distribución normal en α/2 (por ejemplo, para un nivel de confianza del 95%, α es 0.05 y el valor Z es 1.96)

Zβ es el valor Z de la distribución normal en β (por ejemplo, para una potencia del 80%, β es de 0.2 y el valor crítico es 0.84),

σ2 es la varianza de la población (varianza de la diferencia esperada del índice tobillo–brazo)= 0.0081

d es la diferencia que se espera detectar (diferencia esperada de la media del índice tobillo–brazo)= 0.1

n= 51 pacientes con cada categoría de peso (normopeso, sobrepeso y obesidad); n total=153

Criterios de selección

Criterios de Inclusión

- Pacientes pediátricos <15 años que acudieron a consulta externa por cualquier causa durante el periodo de estudio.
- Ambos sexos.
- Cuyos padres aceptaron la participación del paciente en el estudio.

Criterios de no inclusión

- Pacientes con enfermedades autoinmunes.
- Pacientes con amputación de extremidades o brazos.

- Pacientes que hayan recibido quimioterapia o radioterapia de miembros pélvicos.

Criterios de eliminación

- Pacientes externos a la consulta del Hospital General de Mexicali.
- Paciente que no cuenten con bipedestación.

Descripción general del estudio

Se reclutaron el índice tobillo brazo, e índice de masa corporal. Se recabo la siguiente información de los participantes:

1. Peso, talla, percentil de IMC, perímetro abdominal.
2. Presión arterial y frecuencia cardiaca.
3. Índice tobillo brazo.

El índice tobillo-brazo es el resultado de dividir la presión arterial sistólica (PAS) de cada tobillo (se escogerá el valor más alto entre la arteria pedia y la tibial posterior) entre el valor de la PAS más alto de cualquiera de las arterias braquiales. Así se obtuvo dos valores de ITB, uno para cada miembro inferior, seleccionando como definitivo el más bajo de los dos. La determinación es breve; en manos experimentadas la técnica se realiza en unos 20 min; es accesible, sólo se precisa un esfigmomanómetro y un Doppler portátil con sonda de 8 Mhz, y reproducible, con mínima variabilidad intra e interobservador.(29)

Finalmente, se capturó la información y se realizó el análisis estadístico en SPSS para escribir y presentar los resultados.

Clasificación y definición de variables

Se presentan a continuación las variables del estudio, su clasificación y definición.

Tabla 1. Clasificación y definición de las variables del estudio				
Nombre	*Categoría*	*Definición conceptual*	*Definición operacional*	*Valor*
Dependiente				
Índice tobillo brazo	Cuantitativa continua	Resultado de la división de la presión arterial de la pierna entre la presión arterial del brazo.	Es el cociente de la división de la presión arterial de la pierna (arteria tibial posterior o pedia) y el brazo (arteria braquial).	Número
Independiente				
Grado de adiposidad	Cualitativa ordinal	Nivel de masa grasa de los pacientes con base en el IMC.	Normopeso será con un percentil >3 y <85 en el IMC. Se considerará sobrepeso si el IMC está entre los percentiles 85 y 95; mientras que la obesidad se diagnosticará cuando se	Normopeso Sobrepeso Obesidad

			supere el percentil 95	
Intervinientes				
Edad	Cuantitativa discreta	Tiempo que ha vivido una persona al momento del diagnóstico	Tiempo de vida de los pacientes al momento del diagnóstico	Años
Sexo	Cualitativa dicotomica	Totalidad de características reproductivas de estructura, funciones, fenotipo y genotipo, que diferencian hombres de mujeres	Condición orgánica, masculina o femenina de los pacientes	Femenino Masculino
Patologías del paciente	Cualitativa nominal	Enfermedad que presenta el paciente por la cual acudió a consulta.	Diagnóstico del padediminto del paciente al momento de su inclusión en el estudio.	Infección de vías respiratorias Infección de vías urinarias Dermatológicas Otra
Peso	Cuantitativa continua	Fuerza con la que la tierra atrae al cuerpo por acción de la gravedad.	Masa del individuo expresada en Kg.	Kg
Talla	Cuantitativa continua	Altura del paciente	Estatura o altura del paciente en metros	m
Perímetro abdominal	Cuantitativa nominal	Medición de la circunferencia	Longitud de la circunferencia abdominal a	cm

		abdominal del individuo.	nivel del ombligo, justo por arriba de la cresta iliaca.	
PAS	Cuantitativa discreta	Fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias durante la contracción ventricular.	Presión ejercida por la sangre sobre las arterias durante la sístole cardiaca.	mmHg
PAD	Cuantitativa discreta	Fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias durante la relajación ventricular.	Presión ejercida por la sangre sobre las arterias durante la diástole cardiaca.	mmHg
Frecuencia cardiaca	Cuantitativa discreta	Número de veces por minuto que el corazón late o se contrae	Número de latidos cardiacos del paciente en un minuto	lpm

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron capturados en Excel y se exportarán a SPSS, en donde se realizó un análisis descriptivo y un análisis inferencial.

El análisis descriptivo de las variables cualitativas se realizó con frecuencias y porcentajes, y el de variables cuantitativas con media y desviación estándar.

Como pruebas estadísticas inferenciales se utilizaron la ji cuadrada (X^2) para determinar si existían diferencias en variables cualitativas y la prueba ANOVA para determinar si existieron diferencias en los valores del índice tobillo-brazo por nivel de adiposidad (normopeso, sobrepeso y obesidad).

Se analizó la correlación del índice tobillo-brazo con las variables cuantitativas utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Se consideró significativa una $p < 0.05$.

Se utilizaron gráficos y tablas para presentar la información.

ASPECTOS ÉTICOS

El estudio se apegó a los principios éticos para investigaciones médicas en seres humanos establecidos por la Asamblea Médica Mundial en la declaración de Helsinki y ratificados en Río de Janeiro en 2014.

También, se tomó en cuenta el Reglamento de la Ley General en Salud en materia de Investigación en el artículo 17, apartado I, que considera esta investigación como con riesgo mínimo.

Los pacientes participaron previa firma de consentimiento informado de los padres del paciente. Se mantuvo en absoluta confidencialidad la identidad de los participantes de la investigación.

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

Recursos Materiales

Impresiones, copias, empastados, plumas, lápices y computadora portátil.

Recursos Humanos

- Investigador principal Residente de Pediatría. Diana Catalina Chico Ochoa.

Recursos financieros

No se requirió inversión adicional a la destinada para la atención de los pacientes por parte de la institución, los gastos de papelería serán cubiertos por los investigadores.

Factibilidad

Este estudio fue factible porque se tuvo el suficiente volumen de pacientes para llevarlo a cabo, se requirió de una inversión mínima y se contó con los recursos humanos y la capacidad técnica para llevarlo a cabo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acciones	**Septiembre 2018**	**Octubre 2018**	**Noviembre -Diciembre 2018**	**Enero 2019**	**Febrero 2019**
Recopilación de información bibliográfica.					
Diseño del protocolo.					
Aprobación del protocolo por el comité local de investigación.					
Captación, evaluación de pacientes y captura de datos.					
Análisis de los resultados.					
Presentación de resultados.					

RESULTADOS

Características demográficas y Motivos de consulta.

Se incluyeron un total de 159 pacientes pediátricos de la consulta externa de Pediatría, de edad promedio 8.3±3.0 años (edad mínima 3 años y máxima 14 años). De estos, el 50.9%(n=81) fueron femeninos y el 49.1% (n=78) masculinos (Figura 1).

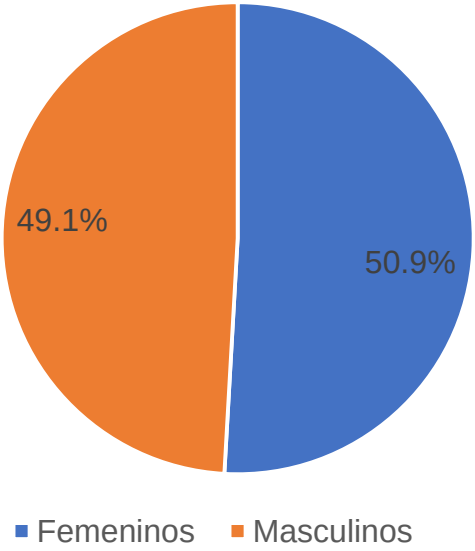

Figura 1. Porcentaje de pacientes masculinos y femeninos incluidos.

Motivos de consulta de los pacientes al momento de la inclusión en el estudio se presentan en la Tabla 1; las mas frecuentes fueron: fiebre (13.2%), dolor abdominal (10.7%), gastroenteritis probablamente infecciosa-GEPI (10.7%), faringitis (8.2%) y asma (6.9%). Otras causas menos frecuentes incluyen intolerancia a la vía oral, picadura de insecto, infección de vías urinarias, otitis media, infección de vías respiratorias y caidas, entre otras (Tabla 3).

Tabla 3. Morbilidad de los pacientes incluidos al momento de la participación en el estudio		
MOTIVO DE LA CONSULTA	***Frecuencia***	***Porcentaje***
Fiebre	21	13.2
Dolor abdominal	17	10.7
Gastroenteritis probablemente infecciosa	17	10.7
Faringitis	13	8.2
Asma	11	6.9
Fractura	9	5.7
Vómito	8	5
Picadura de insecto	8	5
Infección de vías urinarias	7	4.4
Otitis media	6	3.8
Infección de vías respiratorias	5	3.1
Caídas	5	3.1
Heridas	5	3.1
Exantema	3	1.9
Rinitis	3	1.9
Alergias	3	1.9
Intoxicación por alimentos	3	1.9
Otra	15	9.4

Parámetros de adiposidad y cifras de PA de los pacientes incluidos

Se determinó el promedio, mínimo y máximo de peso, talla, percentil de IMC y perímetro abdominal de los pacientes incluidos en el estudio; se presentan estos valores en la Tabla 4. El peso mínimo fue 13 Kg y el máximo 83 Kg (promedio 36.4±16.6 Kg).

Tabla 4. Características antropométricas de los pacientes incluidos (No. De pacientes: 159)				
Característica	***Media***	***SD***	***Mínimo***	***Máximo***
Peso (Kg)	36.4	16.6	13	83
Talla (cm)	128.3	17.5	94	168
Percentil IMC	21.0	5.0	14	32.2
Perímetro abdominal (cm)	44.0	80.0	63.4	8.5

Posteriormente, se clasificó a los pacientes en grados de adiposidad, con base en los valores del percentil de IMC, utilizamos 33.3% de pacientes con peso normal, el 33.3% tenían sobrepeso y 33.3% eran obesos.

Para determinar el índice tobillo-brazo, se midieron la presión arterial sistólica y diastólica en brazos y piernas. Los valores se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Cifras de presión arterial y frecuencia cardiaca de los pacientes incluidos				
Parámetros	***Media***	***SD***	***Mínimo***	***Máximo***
Presión arterial sistólica brazo (mmHg)	103.7	9.1	85	123
Presión arterial diastólica brazo(mmHg)	68.2	7.2	50	85
Presión arterial sistólica pierna (mmHg)	100.1	11.1	98	120
Presión arterial diastólica pierna (mmHg)	75.7	10.7	50	80
Frecuencia cardiaca	75.7	10.7	60	99

Valores de índice tobillo-brazo y valores de normalidad

Los valores promedio del índice tobillo-brazo (ITB) en las pacientes femeninos fueron 0.98±0.07 y en los pacientes masculinos fue 0.98±0.08, es decir no hubo diferencias significativas en el ITB por género (p=1.000; Figura 3). La distribución de los valores del ITB por género se presentan en las Figuras 4 y 5, resaltándose la línea de distribución normal conforme a la campana de Gauus.

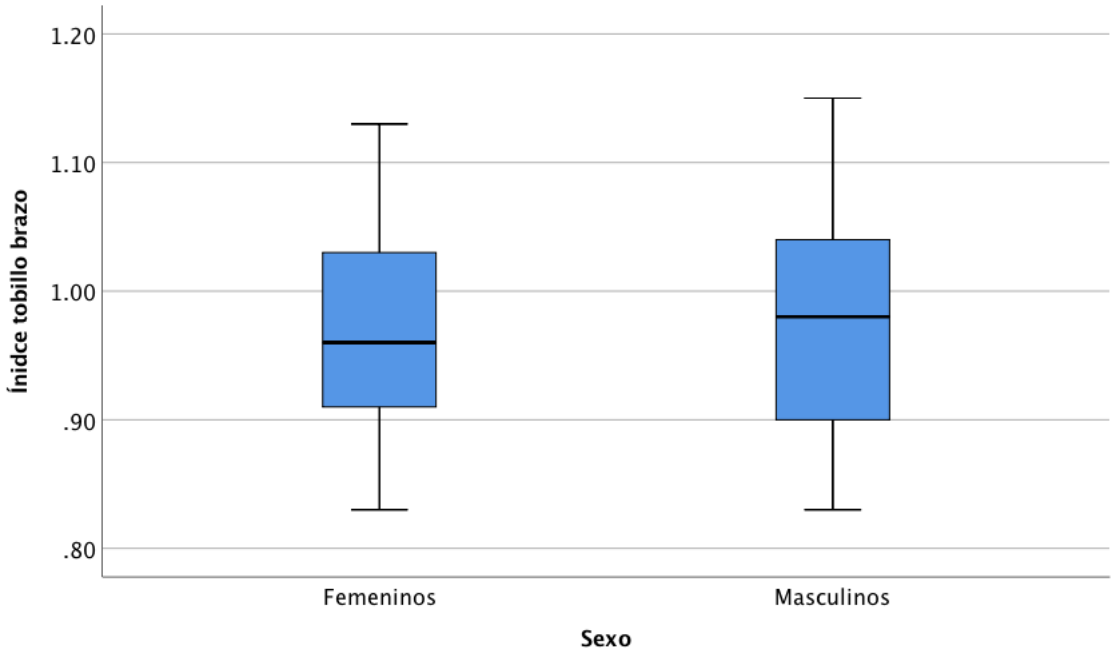

Figura 2. Comparación de los valores del índice tobillo-brazo entre pacientes femeninos y masculinos.

Los valores de normalidad fueron calculados con los percentiles 2.5 y 97.5, siendo para los pacientes masculinos de 0.83-1.13 y para las pacientes femeninos de 0.83-1.07 los valores de referencia recomendados para el ITB (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación de los valores de referencia estimados por género SEXO		
	Femeninos	***Masculinos***
ITB de referencia	0.83-1.07	0.83-1.13

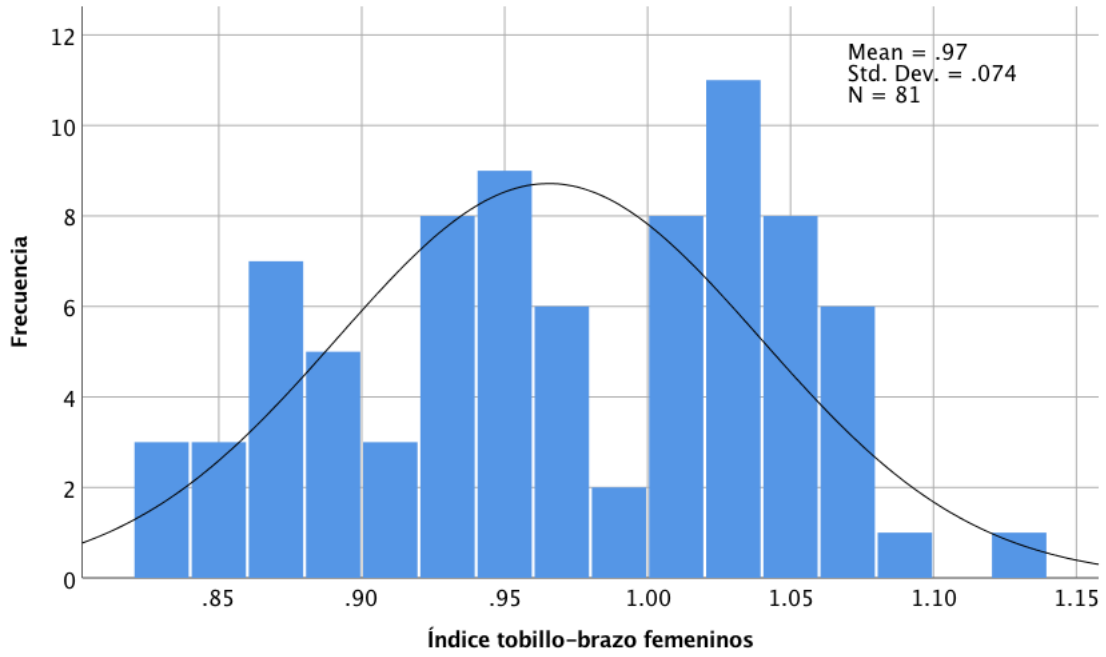

Figura 3. Distribución de los valores del índice tobillo-brazo en pacientes femeninos.

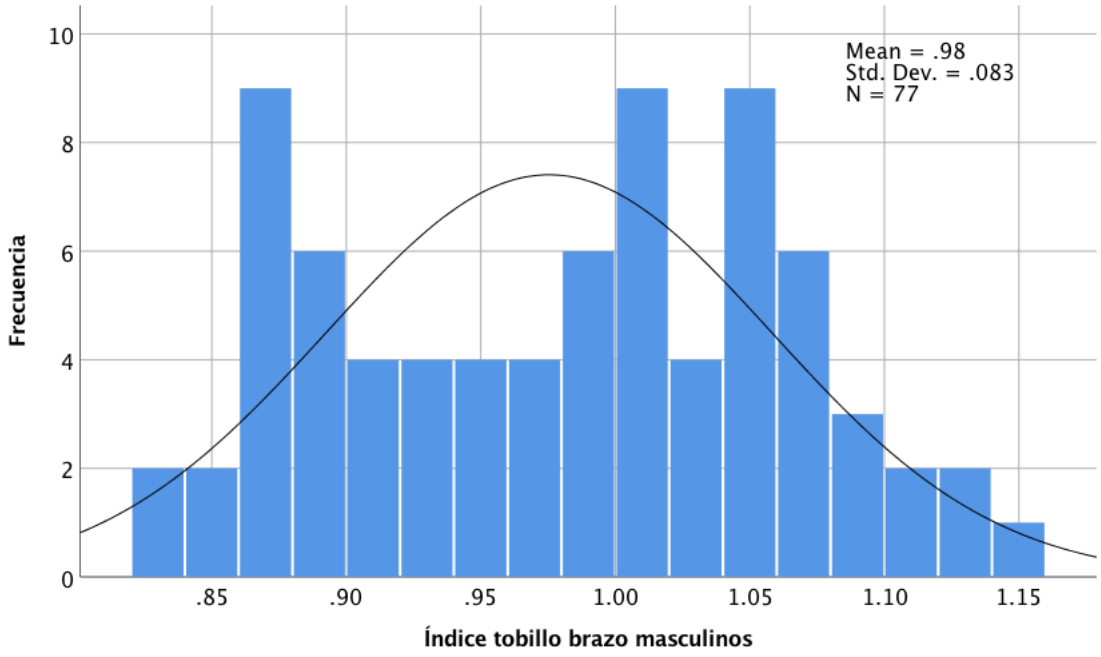

Figura 4. Distribución de los valores del índice tobillo-brazo en pacientes masculinos.

Correlación del ITB con parámetros de adiposidad

Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre el ITB y parámetros de adiposidad como percentil de IMC, peso y perímetro abdominal. En pacientes masculinos se encontró una correlación negativa del ITB con el peso (r= -0.253) y con el percentil de IMC (r= -0.519; Figuras 6 y 7). Esta correlación fue mas fuerte en pacientes femeninos (r= -0.492 y r= -0.648, respectivamente).

Ahora bien, en masculinos no se encontró correlación significativa del ITB con el perímetro abdominal, pero si en pacientes femeninos, en quienes se correlacionó negativamente el ITB con el perímetro abdominal (r= -0.338; Figura 8).

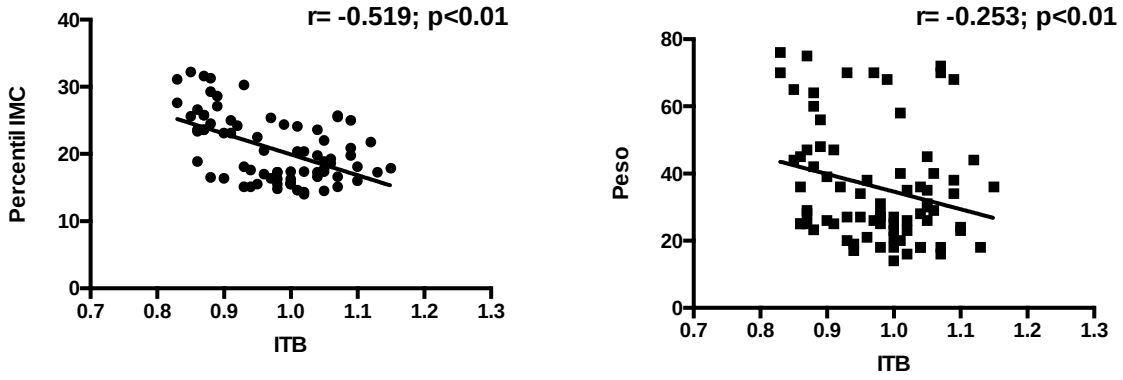

Figura 5. Coeficiente de correlación de Pearson de índice tobillo-brazo con peso y percentil IMC en masculinos.

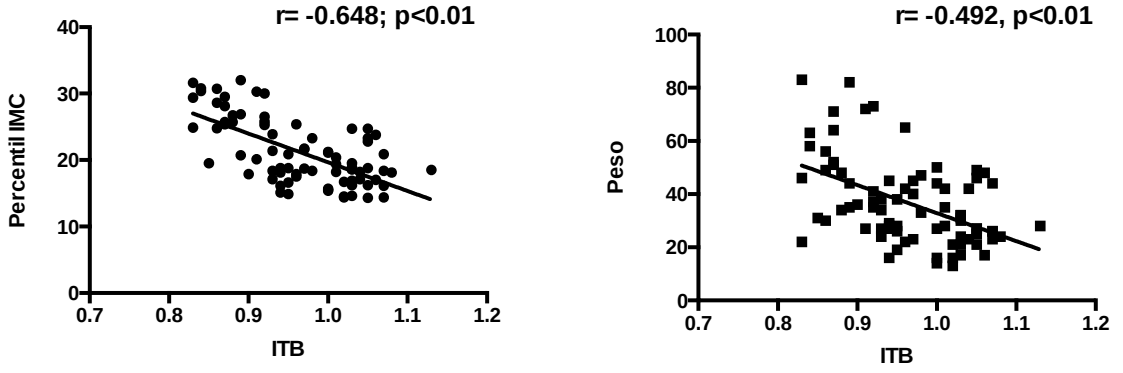

Figura 6. Coeficiente de correlación de Pearson de índice tobillo-brazo con peso y percentil IMC en femeninos.

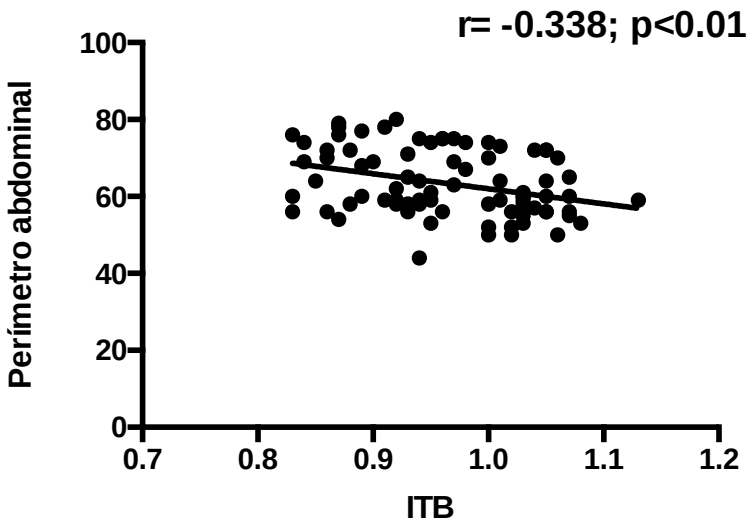

Figura 7. Coeficiente de correlación de Pearson de índice tobillo-brazo perímetro abdominal en individuos femeninos.

Comparación del ITB por categorías de adiposidad

Se compararon los valores promedio del ITB entre pacientes con normopeso, sobrepeso y obesidad. El promedio de ITB en pacientes con normopeso fue 1.0±0.05, en pacientes con sobrepeso 1.0±0.06 y en pacientes con obesidad 0.88±0.04, $p<0.001$, prueba ANOVA (Figura 8).

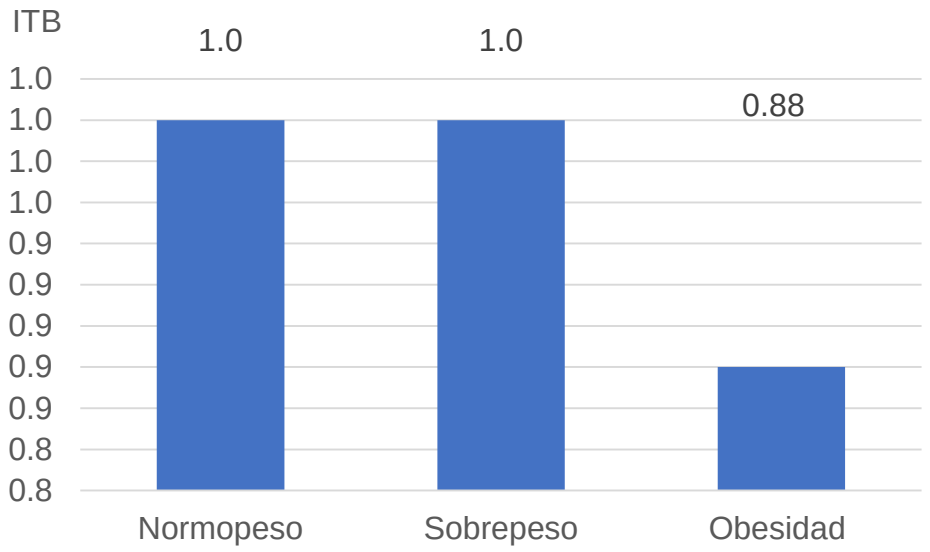

Figura 8. Comparación de los valores de ITB por categorías de adiposidad.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se determinó la relación entre adiposidad e índice tobillo-brazo (ITB) en niños y adolescentes de la Consulta Externa de Pediatría del Hospital General de Mexicali, encontrando que los pacientes con obesidad tuvieron significativamente mayores valores de ITB que los pacientes con normopeso o sobrepeso, y además, se encontró una correlación negativa del ITB con el peso y el IMC tanto en pacientes masculinos como en femeninos, mientras que el ITB se correlacionó negativamente con el perímetro abdominal solo en pacientes femeninos.

Son escasos los estudios previos realizados en niños y adolescentes sobre el índice tobillo-brazo. Terzis et. cols. en un grupo de adolescentes midieron el ITB encontrando que por cada aumento de IMC ≥ 4 kg/m^2 y/o cambio de peso normal a sobrepeso/obesidad hubo una disminución del índice tobillo-brazo tanto en masculinos como en femeninos, y esto condiciona un incremento de riesgo de aterosclerosis en la edad adulta (OR = 1.23, IC95%; 1.107–1.373, $p< 0.001$; OR= 8.34, 3.24–21.46, $p < 0.001$, respectivamente). (26)

Estos hallazgos, coinciden con lo encontrado en el presente estudio, en el cual el ITB se correlacionó negativamente con el IMC y el peso tanto en hombres como en mujeres.

Solo otro estudio reportó asociación del ITB con el IMC en una cohorte de adolescentes que fueron seguidos desde 1982 hasta el año 2008 en Wisconsin, Estados Unidos. Aquellos individuos con un IMC por encima del percentil 85 en el año 1982 tuvieron un mayor índice tobillo-brazo en 2008 al compararlos con los que tenían un IMC por debajo del percentil 85. Por lo que, al parecer la asociación de ITB e IMC no solo es de forma temporal sino que un IMC elevado parece impactar en la evolución posterior del ITB del paciente. (25)

Si bien, son escasos los reportes sobre la asociación de ITB con marcadores de adiposidad en niños y adolescentes, los hallazgos del presente estudio son de importancia y aportan valiosa información sobre la asociación de estos parámetros.

Dado que, se encontró una disminución del ITB en pacientes con obesidad y una disminución del ITB constituye un factor de riesgo cardiovascular bien establecido que predice riesgo de mortalidad cardiovascular, así como enfermedad arterial periférica con sensibilidad y especificidad superiores a 95%, es de vital importancia implementar estragegias para lograr la disminución del peso en niños y adolescentes con obesidad, y con ello mejorar la salud cardiovascular, incluyendo la normalización de parámetros como el ITB (30,31).

Ahora bien, si bien el ITB es un indicador de rigidez arterial que se incrementa con la edad, enfermedades crónicas y predice eventos cardiovasculares. Algunos estudios recientes sugieren que es importante evaluar la rigidez arterial en población pediátrica, ya que la medición de este parámetro en niños es factible y, en condiciones controladas, puede proporcionar información precisa sobre el estado subyacente de las arterias. Lo cual, potencialmente agrega información valiosa sobre la funcionalidad del sistema cardiovascular. (32)

No obstante, el presente es un estudio que puede sentar las bases para la evaluación del ITB y la salud cardiovascular en pacientes pediátricos con obesidad con la finalidad de demostrar el impacto de la adiposidad sobre el sistema cardiovascular, así como el impacto de intervenciones para reducción de peso sobre el ITB en futuros estudios.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se encontró que al ITB se correlaciona inversamente con marcadores de adiposidad como el percentil de IMC y el peso en individuos masculinos y el percentil de IMC, el peso y el perímetro abdominal en pacientes femeninos.

Los pacientes obesos tuvieron significativamente menor ITB que los normopesos e individuos con sobrepeso, por lo que la obesidad parece tener un impacto importante sobre parámetros de función vascular.

Se recomienda considerar cambios en el estilo de vida en los niños y adolesentes con obesidad para revertir estas modificaciones vasculares, que a largo plazo constituyen un factor de riesgo cardiovascular.

REFERENCIAS

1.- World Heart Day 2017 [Internet]. World Health Organization. 2018 [citado 22 de marzo de 2018]. Disponible en: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/world-heart-day-2017/en/

2.- Facts and figures on childhood obesity [Internet]. World Health Organization. 2018 [citado 22 de marzo de 2018]. Disponible en: http://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/en/

3.- Ogden CL, Carroll MD, Fakhouri TH, et al. Prevalence of Obesity Among Youths by Household Income and Education Level of Head of Household — United States 2011–2014. MMWR Morbidity Mortality Weekly Report 2018;67:186–189.

4.- Barquera Cervera S, Campos-Nonato I, Rojas R, Rivera J. Obesidad en Mexico: epidemiología y políticas de salud para su control y prevención. Gaceta Médica de México 2010;146:397-407

5.- Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A, Jones E, Guzmán-González V. Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de edad. Bolín Médico del Hospital Infantil de México 2007; 64: 362-369

6.- Hubbard V.S. Defining overweight and obesity. American Journal of Clinical Nutrition 2000; 72: 1067-1068

7.- Gahagan S. Overweight and Obesity. En: 3. Kliegman R, Stanton B, St. Geme J, Schor N, Nelson W. Nelson textbook of pediatrics. Philadelpha, PA: Elsevier; 2016: 307-316

8.- Weiss R, Lustig RH. Obesity, metabolic syndrome, and disorders of energy balance. En: Sperling M. Pediatric endocrinology. 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2014. 956-101

9.- Brown MS, Goldstein JL. Selective versus total insulin resistance. Cell Metabolism 2008; 7: 95-96

10.- Samuel VT, Petersen KF, Shulman GI. Lipid-induced insulin resistance. Lancet 2010; 375: 2267-2277

11.- Large V, Arner P. Regulation of lipolysis in humans. Pathophysiological modulation in obesity, diabetes, and hyperlipidaemia. Diabetes and Metabolism Research 1998; 24: 409-418

12.- Boden G. Free fatty acids (FFA), a link between obesity and insulin resistance. Frontiers in Bioscience 1998; 3: 169-175

13.- Whincup PH, Gilg JA, Papacosta. Early evidence of ethnic differences in cardiovascular risk. British Medical Journal 2002; 324:635

14.- Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, et al. International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention of Diabetes. The metabolic syndrome in children and adolescents. Lancet 2007; 369: 2059-2061

15.- Ludwig J, Viggiano TR, McGill DB, Ott BJ. Nonalcoholic steatohepatitis. Mayo Clinic Proceedings 1980; 55: 434-438

16.- Lavine JE, Schwimmer JB. Nonalcoholic fatty liver disease in the pediatric population. Clinics in Liver Disease 2004; 8: pp. 549-558

17.- Burgert TS, Taksali SE, Dziura J, et al. Alanine aminotransferase levels and fatty liver in childhood obesity. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 2006; 91:4287-4294

18.- Lewy VD, Danadian K, Witchel SF, Arslanian S. Early metabolic abnormalities in adolescent girls with polycystic ovarian syndrome. Journal of Pediatrics 2001; 138: 38-44

19.- Bonetti PO, Lerman LO, Lerman A. Endothelial dysfunction. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology 2003; 23: 168-175

20.- Tounian P, Aggoun Y, Dubern BP, et al. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children. Lancet 2001; 358: 1400-1404

21.- Winsor T. Influence of arterial disease on the systolic blood pressure gradients of the extremity. American Journal of the Medica Sciences. 1950;220:117–126.

22.- Aboyans V, Criqui M, Abraham P, Allison M, Creager M, Diehm C et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2012;126(24):2890-2909.

23.- Ankle Brachial Index Combined With Framingham Risk Score to Predict Cardiovascular Events and Mortality. JAMA. 2008;300(2):197.

24.- Lee Y, Song Y, Kim H, Lee S, Jeong H, Suh S et al. The Effects of an Exercise Program on Anthropometric, Metabolic, and Cardiovascular Parameters in Obese Children. Korean Circulation Journal. 2010;40(4):179.

25.- Sundaram M, Berg R, Economos C, Coleman L. The Relationship Between Childhood BMI and Adult Serum Cholesterol, LDL, and Ankle Brachial Index. Clinical Medicine & Research. 2014;12(1-2):33-39.

26.- Terzis I, Papamichail C, Psaltopoulou T, Georgiopoulos G, Lipsou N, Chatzidou S et al. Long-Term BMI Changes Since Adolescence and Markers of Early and Advanced Subclinical Atherosclerosis. Obesity. 2011;20(2):414-420.

27.- Amutha A, Anjana R, Venkatesan U, Ranjani H, Unnikrishnan R, Venkat Narayan K et al. Incidence of complications in young-onset diabetes: Comparing type 2 with type 1 (the young diab study). Diabetes Research and Clinical Practice. 2017;123:1-8.

28.- Lahoz C, Mostaza JM. Índice tobillo-brazo: una herramienta útil en la estratificación del riesgo cardiovascular. Rev Esp Cardiol. 2006; 59(7):647-9.

29.- Fisher CM, Burnett A, Makeham V, Kidd J, Glasson M, Harris JP. Variation in measurement of ankle-brachial pressure index in routine clinical practice. J Vasc Surg. 1996;24(5):871-5.

30.- Ogden CL, Carroll MD, Fakhouri TH, et al. Prevalence of Obesity Among Youths by Household Income and Education Level of Head of Household — United States 2011–2014. MMWR Morbidity Mortality Weekly Report 2018;67:186–189.

31.- Barquera Cervera S, Campos-Nonato I, Rojas R, Rivera J. Obesidad en Mexico: epidemiología y políticas de salud para su control y prevención. Gaceta Médica de México 2010;146:397-407

32.- Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A, Jones E, Guzmán-González V. Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de edad. Bolín Médico del Hospital Infantil de México 2007; 64: 362-369

33.- Terzis I, Papamichail C, Psaltopoulou T, Georgiopoulos G, Lipsou N, Chatzidou S et al. Long-Term BMI Changes Since Adolescence and Markers of Early and Advanced Subclinical Atherosclerosis. Obesity. 2011;20(2):414-420.