

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Departamento de Ciencias Químico-Biológicas

**“Evaluación de los biomarcadores clínicos de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2 en preescolares.”**



**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de:

**Licenciada en Ciencias Nutricionales**

**Presenta:**

**Saraí García Gámez.**

Hermosillo, Sonora.

Septiembre de 2014.

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## FORMATO DE APROBACIÓN

Los miembros del jurado calificador del examen profesional de Saraí García Gámez, hemos revisado detenidamente su trabajo escrito titulado “Evaluación de los biomarcadores clínicos de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2 en preescolares” y encontramos que cumple con los requisitos para la presentación de su examen profesional. Por tal motivo recomendamos se acepte dicho trabajo como requisito parcial para la obtención del título de Licenciatura en Ciencias Nutricionales.

Atentamente:

---

Presidente del Jurado  
Dra. Martha Nydia Ballesteros Vásquez

---

Secretario  
M. C. Rosa Consuelo Villegas Valle

---

Vocal  
Dra. Verónica López Teros

---

Suplente  
Dr. Enrique Bolado Martínez

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me ha dado y por poner en mis labios la luz de una sonrisa.

A la Universidad de Sonora, mi alma mater, en tus aulas crecí, soy una promesa cumplida y parte de tu esencia.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD, A. C.), institución de calidad con vocación de servir, gracias por la enseñanza y confianza depositada.

A mi directora de tesis, Dra. Martha Nydia Ballesteros Vásquez, por toda la enseñanza brindada tanto académica como profesional. Por su tiempo y dedicación que día a día me ofreció para la realización de este trabajo, una maravillosa experiencia. Y por abonar cariño a esta amistad en ciernes. Gracias, su chaparrita.

A la M. en C. Rosa Consuelo Villegas Valle por el interés que mostró en la realización de este trabajo de investigación y por enriquecerlo con sus observaciones.

A la Dra. Verónica López Teros por su accesibilidad y sugerencias dadas.

A la M. en C. María Isabel Grijalva Haro por permitirme ingresar al proyecto “Desarrollo Integral de la Familia (DIF-Sonora),” ya que ello posibilitó el que se pudiera evaluar a los niños y niñas preescolares que formaron parte de este trabajo.

De igual manera, un reconocimiento a los padres de esos niños y niñas, por autorizarlos a participar en este estudio.

A la Q. C. B. Elizabeth Artalejo Ochoa y a la M. en C. Alma Elizabeth Robles Sardín, por sus consejos, todos valiosos y por lo mucho aprendido.

Al M. en C. José Antonio Ponce Martínez, quien con su alegría única colaboró decididamente en la realización del trabajo de campo y aclaró mis dudas.

A Cecilia Ramírez Murillo y Elizabeth Guillot Sánchez, por brindarme su amistad y por todos los consejos dados.

Agradezco a mi papá César Saúl García Acosta, quien ha sido más que un padre un amigo, por siempre brindarme todo su apoyo incondicional y ayudarme más allá de lo que necesitaba, sin ti no hubiera podido realizar este trabajo. A mi mamá Elisa Gámez Coronado, por darme esos consejos tan asertivos y guiarme hacia lo mejor.

A Arturo Coronado Pérez, gracias por siempre estar ahí para mí y saber apoyarme de la mejor manera, porque eso significa caminar juntos en la misma dirección.

## **DEDICATORIA**

A mis papás que son mi ejemplo a seguir y enseñarme que las metas se logran con dedicación y perseverancia. A mis hermanos por seguirme en mis ocurrencias, por saber escucharme y por ese amor único compartido. Los amo familia.

A Arturo por estar conmigo y alegrarme todos los momentos compartidos, gracias por dar con el corazón, con ese amor que nunca dejará de ser. Me haces muy feliz, te amo.

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
OBJETIVOS	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
HIPOTESIS	10
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
ANTECEDENTES	14
Enfermedades Cardiovasculares	14
Aterosclerosis	15
Epidemiología de la Aterosclerosis	15
Factores de Riesgo para Enfermedades Cardiovasculares	16
Factores Modificables	16
Dieta	16
Obesidad Infantil	18
Niveles de Lípidos Sanguíneos	19
Presión Arterial	20
Actividad Física	21
Resistencia a la Insulina	21
<i>Acantosis Nigricans</i>	22
MATERIALES Y MÉTODOS	24
Población de Estudio	24
Selección de los Sujetos de Estudio	24
Criterios de Inclusión	24
Criterios de Exclusión	24
Diseño del Estudio y Tamaño de Muestra	25
Evaluaciones Realizadas	25
Mediciones Antropométricas	25
Peso	25
Talla	25
Índice de Masa Corporal para la Edad (IMC/E)	26

Circunferencia de Cintura	26
Porcentaje de Grasa Corporal	26
Análisis Bioquímicos	27
Muestras de sangre	27
Perfil de lípidos	27
Glucosa en ayuno	27
Insulina	28
Medición de Presión Arterial	28
Medición de <i>Acantosis Nigricans</i>	28
Análisis Estadísticos	28
RESULTADOS	29
Características Físicas de los Niños	29
Perfil Metabólico	38
Análisis de las Diferencias en Variables Antropométricas y Metabólicas por Sexo	46
CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b>	Indicadores de crecimiento para niños menores de 5 años y de 5 a 19 años.	26
<b>Tabla 2.</b>	Características físicas y de composición corporal de niños de 3 a 5 años de zonas conurbada y urbana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora.	30
<b>Tabla 3.</b>	Características físicas de composición corporal de niños mayores de 5 años de zonas conurbada y urbana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora	33
<b>Tabla 4.</b>	Análisis del perfil metabólico de niños preescolares divididos por zona de estudio.	39
<b>Tabla 5.</b>	Características generales y antropométricas de los preescolares divididas por sexo.	46
<b>Tabla 6.</b>	Análisis del perfil metabólico de niños preescolares divididos por sexo.	47
<b>Tabla 7.</b>	Características antropométricas y metabólicas de los preescolares divididas por sexo y zona de estudio.	48



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b>	Proporción de preescolares de 3 a 5 años de edad por zona de estudio situadas en distintas etapas de crecimiento de acuerdo a los indicadores de z-P/E y z-T/E.	31
<b>Figura 2.</b>	Proporción de preescolares mayores de 5 años de edad por zona de estudio situados en distintas etapas de crecimiento de acuerdo a los indicadores de z-P/E y z-T/E.	34
<b>Figura 3.</b>	Proporción de sobrepeso y obesidad en preescolares de 3 a 5 años de edad de la zona urbana y conurbada del municipio de Hermosillo, Sonora	35
<b>Figura 4.</b>	Proporción de sobrepeso y obesidad en preescolares mayores de 5 años de la zona urbana y conurbada del municipio de Hermosillo, Sonora	35
<b>Figura 5.</b>	Porcentaje de preescolares de 3 a 5 años con circunferencia de cintura normal y elevada de acuerdo a la clasificación de Fernández, 2004.	36
<b>Figura 6.</b>	Porcentaje de preescolares mayores de 5 años con circunferencia de cintura normal y elevada de acuerdo a la clasificación de Fernández, 2004.	37
<b>Figura 7.</b>	Clasificación del porcentaje de grasa corporal de los preescolares mayores de 5 años de acuerdo a lo sugerido por Freedman (2009).	38
<b>Figura 8.</b>	Clasificación de los triglicéridos de los preescolares de acuerdo a Daniels y Greer (2008).	40
<b>Figura 9.</b>	Clasificación de la HDL-C de los preescolares de acuerdo a Daniels y Greer, (2008).	41
<b>Figura 10.</b>	Clasificación de presión arterial diastólica de acuerdo al NHBPEP, (2005).	43
<b>Figura 11.</b>	Clasificación de presión arterial sistólica de acuerdo al NHBPEP, (2005).	43
<b>Figura 12.</b>	Clasificación de los preescolares de acuerdo a la concentración de glucosa sanguínea, (ADA, 2014).	44

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar alteraciones en los marcadores clínicos y bioquímicos de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2 en preescolares de 3 a 6 años de la zona urbana y conurbada del municipio de Hermosillo.

### **Objetivos Específicos**

Evaluar la composición corporal en niños de 3 a 6 años de edad a través de mediciones antropométricas y de bioimpedancia eléctrica.

Analizar los biomarcadores clínicos indicadores de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2 a través del análisis de lípidos sanguíneos, glucosa e insulina.

Evaluar signos clínicos como presión arterial y la presencia de *acantosis nígricans*.

## **HIPÓTESIS**

En niños de edad preescolar de zona conurbada y urbana en el municipio de Hermosillo, es posible encontrar alteraciones en los marcadores de riesgo cardiovascular y de diabetes tipo 2.

## RESUMEN

La obesidad infantil es un problema de salud que ha ido creciendo en las últimas décadas tanto en el mundo como en México, constituyendo así, junto con las alteraciones lipídicas, de glucosa e insulina un riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y diabetes. Varios estudios realizados en el estado de Sonora se han enfocado en la evaluación de factores de riesgo en niños de edad escolar y señalan la presencia del síndrome metabólico en esta población, sin embargo no existe suficiente información sobre la salud cardiovascular en niños de edad preescolar. El objetivo de este trabajo fue evaluar las alteraciones en los marcadores clínicos de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2 en preescolares de 3 a 6 años de edad de las zonas urbana y conurbada del municipio de Hermosillo. El estudio fue de corte transversal con dos grupos de estudio: niños de la zona urbana (ZU) y niños de la zona conurbada (ZCU). Se midió peso, talla, circunferencia de cintura, porcentaje de grasa por bioimpedancia eléctrica (BIA), presión arterial, se evaluó el perfil plasmático de lípidos, glucosa e insulina. La edad promedio de los participantes fue de 5.0 años (n=82), de los cuales 48 pertenecían a la ZCU y 34 a la ZU. La proporción de niños con sobrepeso fue de 11%. No se observaron casos de obesidad en los preescolares participantes; sin embargo el 10% de los niños de la ZCU presentó porcentajes de grasa corporal elevados. Los niños de la ZCU tuvieron concentraciones de HDL-C (lipoproteína de alta densidad) significativamente más bajas ( $p<0.01$ ); en cambio en la ZU se observaron valores superiores de glucosa e insulina ( $p<0.01$ ). Los hallazgos de este estudio muestran que los factores de riesgo cardiovascular y de diabetes tipo 2 están presentes en niños de edades entre 3 a 6 años de edad de ZU y ZCU de Hermosillo, Sonora.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónico degenerativas, también llamadas no transmisibles han aumentado en las últimas décadas y en la actualidad constituyen un problema serio de salud pública. Entre ellas se encuentran el cáncer, la diabetes, la obesidad, la hipertensión arterial y las enfermedades cardiovasculares (ECV), éstas últimas son la principal causa de muerte en el mundo (Velázquez y col., 2007). En México, así como en el estado de Sonora, las ECV y la diabetes tipo 2 son las principales causas de mortalidad en población adulta (SINAIS, 2011)

Las ECV afectan al sistema circulatorio, comprometiendo al corazón y a los vasos sanguíneos (arterias y venas). Entre éstas se encuentran la cardiopatía coronaria, los eventos cerebrovasculares, las arteriopatías periféricas, y las cardiopatías congénitas. La aterosclerosis se considera la enfermedad cardiovascular más frecuente, así como la parte inicial de las enfermedades cardíacas más peligrosas (McGill y col., 2000; OMS, 2013).

Diversos estudios clínicos y epidemiológicos han mostrado que la obesidad, la inactividad física y los lípidos sanguíneos alterados están relacionados fuertemente con el inicio y el desarrollo de las ECV y recientemente con la diabetes tipo 2. Asimismo, otros factores involucrados son la genética, el sexo y la edad, denominados factores no modificables (Kelishadi y col., 2002).

Anteriormente se creía que las ECV eran un problema de los adultos, sin embargo estudios en aortas de jóvenes que fallecieron por causas diferentes a las ECV dieron cuenta de que el problema iniciaba antes de la edad adulta (Enos y col., 1955; Holman y col., 1958). Actualmente, estamos observando que ambas patologías (ECV y diabetes tipo 2) cada vez están presentes a más temprana edad.

La epidemia de obesidad que ha alcanzado a la población infantil ha llevado a la necesidad de evaluar la presencia de factores de riesgo en niños de edad escolar. Los hallazgos obtenidos hasta ahora, han mostrado que los niños presentan alteraciones físicas y metabólicas propias de la obesidad, tales como alteraciones en los lípidos sanguíneos y en los marcadores del metabolismo de la glucosa. La genética, así como, la dieta e inactividad física están involucradas fuertemente en la aparición temprana de estas alteraciones (McNamara, 1990; Getz y Reardon, 2007).

Algunos estudios epidemiológicos han confirmado que si en la niñez se presentan niveles alterados en los lípidos sanguíneos, eventualmente se desarrollarán lesiones ateroscleróticas en la adultez (Velázquez y col., 2006). En nuestra región, estudios en la población sonoreense han determinado que en niños de edad escolar se observan problemas

como hipertensión, triglicéridos elevados y bajas concentraciones de HDL-C. Asimismo, se observó que en la zona rural del estado el 5% de los niños presenta síndrome metabólico en tanto que en la ZU un 7%. La dieta y la inactividad física se encuentran dentro de los principales factores involucrados (Ramírez, 2012).

El problema parece no estar sólo confinado a los niños escolares, pues de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2012) 14.1% de los niños menores de 5 años tienen sobrepeso y obesidad. Por todo lo anterior, esta investigación planteó evaluar los biomarcadores de riesgo cardiovascular y de diabetes tipo 2 en niños de 3 a 6 años de la ZU y ZCU de la ciudad de Hermosillo, Sonora, a fin de contar con elementos clínicos en este grupo poblacional que puedan ser útiles en los programas de intervención en Nutrición.

## **ANTECEDENTES**

A pesar de los esfuerzos tanto en investigación clínica, como en el área de salud pública la morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas degenerativas no ha disminuido en las últimas décadas. Es el caso de las ECV las cuales se consideran la principal causa de muerte en el mundo. (Gidding y col., 2012; OMS, 2013).

En México, un análisis realizado por la Dirección General de Epidemiología dependiente de la Secretaría de Salud entre 1998 y 2003, reveló que las defunciones por enfermedades coronarias, entre ellas la cardiopatía isquémica, aumentaron un 55% y 45% en hombres y mujeres adultos, respectivamente (Velázquez y col., 2007). Éste estudio hizo hincapié que para evitar el incremento en las enfermedades coronarias, se requería la implementación de estrategias preventivas enfocadas a los adultos jóvenes.

En la actualidad se observan esfuerzos del gobierno para frenar las tasas de enfermedades crónicas a través de campañas de prevención como el programa de “5 pasos por tu salud” cuyo objetivo es el de reducir el problema de obesidad a través de promover cambios de conducta y la adopción de hábitos saludables como el consumo de frutas y verduras, realizar actividad física, tomar agua. Otro programa es el del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a través de medios como la televisión y la radio para prevenir la diabetes. Para esto, se necesitará pasar tiempo antes de poder saber si los programas tendrán éxito en cambiar los hábitos alimentarios y de actividad física. Por lo pronto, información más reciente del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2011), señala que el infarto agudo al miocardio ocupa el primer lugar en mortalidad, seguido por la diabetes tipo 2.

### **Enfermedades Cardiovasculares**

Las ECV se definen como aquellas, que afectan al sistema circulatorio, comprometiendo al corazón y a los vasos sanguíneos (arterias y venas) (McGill y col., 2000). En la mayoría de los casos se presentan sin dolor y de manera asintomática, por eso son catalogadas como enfermedades silenciosas. (Shah y col., 2011).

Dentro de las ECV se encuentran la cardiopatía coronaria (afecta al músculo cardíaco), las enfermedades cerebrovasculares (afecta los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro), las arteriopatías periféricas (afecta los vasos sanguíneos que irrigan los miembros superiores e inferiores) y las cardiopatías congénitas (malformaciones del corazón presentes del nacimiento). La aterosclerosis se considera la enfermedad cardiovascular más frecuente (OMS, 2013).

## **Aterosclerosis**

La aterosclerosis es el inicio de las ECV más peligrosas que eventualmente pueden desencadenar en un infarto al miocardio. Se define como un proceso ocasionado por la acumulación de células espumosas en la íntima de la arteria lo que resulta en la formación de estrías grasas (McGill y col., 2000).

Las estrías grasas se convierten gradualmente en placas fibrosas de colágeno u otro material semejante mediante un mecanismo similar a la formación de cicatrices (Holman, 1961; Mc Gill y col., 1997). Las placas fibrosas a su vez pueden sufrir necrosis y en procesos más avanzados dañar la arteria transformándose en lesiones ateroscleróticas complicadas. Su presencia provoca que se reduzca el espacio de la arteria por donde circula la sangre (Kelishadi y col., 2002).

### **Epidemiología de la Aterosclerosis**

En 1955, Enos y colaboradores describieron la presencia de estrías grasas en soldados jóvenes fallecidos en la guerra de Corea, cambiando así la concepción de que la aterosclerosis era un padecimiento propio de las personas adultas, de mayor edad. Analizaron 300 arterias de soldados muertos en combate con un promedio de 22 años de edad, y observaron que el 77% presentaban estrías grasas. Posteriormente, Holman y colaboradores, (1958) llevaron a cabo un estudio longitudinal en Nueva Orleans, Estados Unidos, para determinar el engrosamiento arterial, analizaron 461 aortas de personas fallecidas en edades entre 1 y 40 años. Los hallazgos mostraron que la aterosclerosis era un problema que empezaba en la niñez.

Asimismo, el estudio llamado “Determinantes Patobiológicos de la Aterosclerosis en la Juventud”, (PDAY, por sus siglas en inglés) investigó la historia natural de la aterosclerosis para determinar la relación entre ésta y sus factores de riesgo. Los autores colectaron arterias coronarias, aortas y otros tejidos de 3,000 personas de entre 15 a 34 años de edad, que murieron entre 1987 y 1994 por causas no relacionadas con ECV. El estudio sugirió que la patogénesis de la aterosclerosis empieza desde la niñez y menciona además que una modificación temprana en los factores de riesgo cardiovascular puede prevenir de una manera notable las ECV (Zieske y col., 2002).

En Alemania, se llevó a cabo un estudio en el que evaluaron a 1470 niños y jóvenes entre 7 y 22 años de edad para identificar los factores de riesgo cardiovascular tales como: hipercolesterolemia, hipertensión arterial, obesidad, tabaquismo y antecedentes familiares



(Michel y Riechers, 1992). Los resultados mostraron que el 16% del total de los niños y jóvenes presentaron niveles mayores de 200 mg/dL de colesterol total, límite superior recomendable en adultos. Concluyeron entonces que los factores de riesgo cardiovascular están presentes en los niños y, que la causa de esto requería mayor investigación, al encontrarse estrechamente relacionado a los hábitos nutricionales y al estilo de vida

De igual manera, en un estudio de casos y controles conducido en Irán en niños y adolescentes se evaluaron los antecedentes familiares de ECV prematuras como factor de riesgo. En él, participaron 100 sujetos de estudio de 2 a 18 años de edad (50 hombres y 50 mujeres), cuyos familiares se encontraban internados por un infarto al miocardio (grupo experimental). El grupo control consistió en el mismo número de sujetos, género y edad que no tenían antecedentes familiares de ECV. El grupo experimental tuvo mayores niveles de colesterol total, LDL-C (lipoproteínas de baja densidad), triglicéridos, y apolipoproteína B100 comparado con el grupo control ( $p < 0.05$ ). El grupo experimental también mostró elevación de la presión arterial. Los investigadores concluyeron que los niños y adolescentes con antecedentes familiares de ECV prematuras tienen una mayor probabilidad de padecerlas (Kelishadi y col., 2002).

### **Factores de Riesgo para Enfermedades Cardiovasculares**

Existen dos tipos de factores de riesgo para las ECV: los modificables y los no modificables. Los factores no modificables son los que no se pueden cambiar o frenar como la genética, la raza, la edad y el sexo. Ahora bien, los factores modificables dan una pauta para poder contrarrestar o limitarlos, como una dieta inadecuada, la obesidad, el sedentarismo, el tabaquismo y un perfil lipídico elevado (Kelishadi y col., 2002).

#### **Factores Modificables**

**Dieta.** La dieta se considera como el principal factor de riesgo de tipo ambiental. Estudios en animales han demostrado que los carbohidratos complejos como el almidón, así como también los carbohidratos simples tales como la glucosa, sacarosa y fructosa, tienden a elevar los niveles de triglicéridos séricos, los cuales se consideran un factor de riesgo para ECV (Badui, 2006).

Las principales determinantes dietarias de la hipercolesterolemia generalmente son las grasas saturadas y el colesterol (Getz y Reardon, 2007). El exceso de ácidos grasos saturados en la dieta, principalmente los ácidos láurico, mirístico y palmítico elevan las LDL-C, las cuales

son las más aterogénicas. Por el contrario, los ácidos grasos insaturados como el oleico, linoléico y el linolénico promueven la producción de las HDL-C (Badui, 2006). Los efectos de éstos ácidos grasos no solo se relacionan con el metabolismo de lípidos sino que también ejercen una actividad protrombótica y alteran la función endotelial, por lo que están estrechamente relacionados con el desarrollo de aterosclerosis (Bray, 2004).

La cantidad de energía que se recomienda para un niño sano de cuatro a seis años de edad es de 75 Kcal/kg. Las necesidades energéticas varían de un niño a otro, lo que depende de diferentes factores como su crecimiento, actividad física, y tamaño corporal (Plazas y Johnson, 2008). Mientras que las recomendaciones dietarias para la prevención de las ECV son la reducción de grasa total, ácidos grasos saturados, y colesterol (McNamara, 1990; Getz y Reardon, 2007).

Diversas asociaciones privadas y gubernamentales aconsejan una restricción en cuanto al consumo de grasas y colesterol total en niños mayores de 2 años de edad. El Programa Nacional del Colesterol (NCEP, 1991) y la Academia Americana de Pediatría (AAP, 1998), recomiendan de manera más específica que del total de las calorías consumidas el 30% sea de grasas totales y de éstas menos del 10% de ácidos grasos saturados, asimismo, se recomienda un consumo menor de 300 mg/por día de colesterol para niños mayores de 2 años de edad.

Rogers y col., (2001) realizaron en Inglaterra un estudio en 1756 en niños de 2 a 4 años de edad en el que compararon la relación entre la grasa ingerida y el crecimiento de los niños, así como su perfil lipídico. Se observó que a los 31 meses de edad no había una asociación entre el consumo de grasa y el IMC (índice de masa corporal) pero si con los niveles de los lípidos sanguíneos. Los investigadores concluyeron que el proceso de aterosclerosis puede empezar durante la edad preescolar.

Una investigación con ayuda de la base de datos del Instituto Nacional de Salud Pública en México en niños preescolares (n=1072) determinó qué los alimentos industrializados contribuyen de manera notoria en la dieta de los niños de 1 a 4 años de edad en México y representan casi la mitad de la energía total consumida (48%). De igual forma, se determinó que del total de grasa saturada consumida el 69% provenía de alimentos industrializados, así como también el 44% de los carbohidratos y el 39% de las proteínas. (González-Castell y col., 2007).

Williams y col., (2004) realizaron un estudio de intervención en niños preescolares para determinar el efecto de la reducción del consumo de grasa sobre las ECV. Formaron tres grupos de estudio: 1) modificación en el servicio de alimentos junto con asesoría nutricional, 2) sólo la modificación en el servicio de alimentos y 3) un grupo control. Los resultados indicaron

una disminución del 30% en los niveles de colesterol en el grupo 1. Concluyeron que el programa de reducción aunado a asesorías nutricionales fue efectivo en reducir los niveles de colesterol sérico, en la población en general, pero aún mayor en los niños de riesgo, los que presentaron niveles elevados de colesterol total al inicio del programa.

Los niños durante la edad preescolar presentan una serie de cambios, entre ellos el desarrollo fisiológico que los hace vulnerables a alteraciones nutricionales ya sea por déficit o por exceso (Velásquez y col., 2006). El problema de la obesidad no sólo se encuentra relacionado a las enfermedades crónicas no transmisibles, sino también con el tipo de dieta y la falta de actividad física (Pajuelo y col., 2003).

**Obesidad infantil.** En las últimas décadas, a nivel mundial se ha observado un incremento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil. Alrededor de 110 millones de niños en el mundo están catalogados con sobrepeso u obesidad, esta estadística se ha incrementado en los últimos años al grado que se le considera un grave problema de salud pública, afectando países en desarrollo así como desarrollados (De Onis y col., 2010). Los pronósticos sobre el problema de obesidad indican que de no tomarse acciones para el año 2020 habrá 60 millones de niños con este padecimiento, de los cuales 43 millones serán preescolares (De Onis y col., 2010).

A la obesidad se le asocia con complicaciones metabólicas como: hipertensión, hipercolesterolemia, dislipidemias e hígado graso. (Flores y Lin, 2013). La obesidad se considera una enfermedad, dado al incremento en el número y tamaño de los adipocitos que se encuentran en el tejido adiposo, que es el mayor reservorio energético del organismo. Los adipocitos son los encargados de almacenar los ácidos grasos en forma de triglicéridos y liberarlos por el tejido intercelular (Bray, 2004).

La obesidad, además de afectar la salud cardiovascular, juega un papel importante en el desarrollo de la resistencia a insulina al provocar un aumento en la producción de esta hormona por el páncreas con la consiguiente hiperinsulinemia que puede desencadenar la aparición de diabetes tipo 2 (Steinberger y Daniels, 2003).

Zwiaue y col., (1992) realizaron un estudio en niños(as) de 10 a 14 años y observaron que existe una correlación entre los lípidos sanguíneos LDL-C, HDL-C, ApoA1 y Apo B con obesidad y grasa corporal. Glucosa, insulina y presión arterial sistólica y diastólica tuvieron una alta correlación con el índice de cintura cadera ( $r=0.598$ ,  $p<0.01$  y  $r=0.713$ ,  $p<0.01$ ) respectivamente. Se concluyó que la distribución de la grasa corporal en niños con obesidad

puede ayudar a identificar personas con susceptibilidad de riesgo cardiovascular en la vida adulta.

En el estudio de revisión que realizaron Cali y Caprio (2008), sobre la obesidad en niños y adolescentes señalaron que en ellos existen alteraciones de glucosa, hipertensión, dislipidemias, hígado graso y una inflamación sistémica de bajo grado. Algunas de estas complicaciones son silenciosas y frecuentemente no diagnosticadas. Los autores sugieren que existe un fenotipo ligado a alteraciones en la sensibilidad a insulina y complicaciones cardiometabólicas. Estas complicaciones metabólicas se pueden frenar a tiempo si se tienen los hábitos apropiados, tanto alimenticios como de actividad física evitando así una muerte a una temprana edad.

En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2006), reportó que la prevalencia combinada de sobrepeso más obesidad en niños menores de 5 años fue de 8.3% y en niños de 5 a 11 años de 26%. La encuesta más reciente (ENSANUT, 2012) muestra un incremento del 9.7% y 34.4% respectivamente. Esto confirma la importancia de la detección de este problema en edades tempranas para su tratamiento.

**Niveles de lípidos sanguíneos.** Diversos estudios han llegado a confirmar que si en la niñez se presentan niveles alterados en lípidos sanguíneos, eventualmente se puede desarrollar lesiones ateroscleróticas en la adultez (Enos y col., 1955; Holman y col., 1958; Zieske y col., 2002).

En 1998, Reaven y colaboradores, realizaron un estudio con niños de origen anglo-americano y niños de origen México-americano, con una edad promedio de 11 años, a los que se les evaluó el perfil lipídico como colesterol total, triglicéridos, HDL-C y LDL-C. Los resultados mostraron que los niños México-americanos presentaron valores superiores de triglicéridos y valores bajos de HDL-C (84.6 mg/dL y 47.6 mg/dL) en comparación con los niños anglo-americanos (70.9 mg/dL y 52 mg/dL).

Tereshakovec y colaboradores, (2002) analizaron información obtenida del estudio de Bogalusa Heart Study realizado entre los años 1973 y 1991 para evaluar el riesgo cardiovascular en niños de 5 a 12 años con y sin hipercolesterolemia. Incluyeron 273 niños divididos en dos grupos: 58 niños de 5 a 6 años de edad con hipercolesterolemia y 215 niños de 8 a 12 años de edad sin hipercolesterolemia. Se observó que las asociaciones entre el IMC y los factores de riesgo cardiovascular como: la presión arterial, los niveles séricos de insulina y los lípidos sanguíneos se incrementaron en los niños de mayor edad y en aquellos que tenían hipercolesterolemia. En las niñas con hipercolesterolemia la relación entre el IMC y la presión

arterial sistólica ( $p=0.02$ ) y la asociación entre el IMC y los triglicéridos ( $p=0.01$ ) fueron altamente significativas en comparación con el grupo de niñas que no tenían hipercolesterolemia ( $p<0.001$ ).

Para estimar los valores lipídicos en niños sanos según edad y sexo y compararlos con otros estudios, Rosillo y colaboradores, (2005), evaluaron a niños y adolescentes argentinos entre 5 a 18 años de edad. Se compararon los valores de colesterol total, triglicéridos y LDL-C con los de una población colombiana, arrojando parámetros ligeramente superiores (Úscátegui y col., 2003), a excepción del HDL-C la cual fue mayor en éste estudio ( $p<0.01$ ). El aporte de estas investigaciones al conocimiento sobre el perfil lipídico en niños y adolescentes resulta de gran utilidad para la identificación de los factores modificables y la necesidad de intervenciones a edades tempranas.

Para determinar si el nivel socioeconómico influye sobre el perfil lipídico, se condujo un estudio en niños venezolanos de 4 a 7 años de edad ( $n=297$ ). Los niños de nivel socioeconómico bajo (NSB) presentaron un riesgo del Colesterol Total/HDL-C 18.1 veces mayor que los de nivel socioeconómico elevado (NSE). Considerando la relación LDL-C/HDL-C, los niños de NSB tuvieron 24.4 veces mayor riesgo cardiovascular que los niños de NSE (Velásquez y col., 2006).

**Presión arterial.** La hipertensión arterial es un factor de riesgo de ECV, a su vez también está asociada a otros factores como obesidad, inactividad física, tabaquismo y niveles elevados de lípidos sanguíneos. Una dieta inadecuada es el factor de riesgo principal para una presión arterial elevada, especialmente el consumo elevado de sodio y potasio (Getz y Reardon, 2007).

Williams y colaboradores, (2004) realizaron un estudio en niños preescolares ( $n=1215$ ), donde encontraron que 15% presentaba obesidad, 17% sobrepeso y 13% tenía presión arterial elevada. Los niños con obesidad y presión arterial sistólica elevada tuvieron mayor grosor de pliegues cutáneos en comparación con los niños con obesidad y presión arterial normal ( $p<0.001$ ).

Llapur y González (2006), realizaron un estudio en niños y adolescentes (5-18 años) con el objetivo de determinar el comportamiento de algunos factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con hipertensión arterial. Encontraron que los sujetos de estudio además de la hipertensión arterial presentaban sobrepeso u obesidad, no realizaban actividad física y en algunos casos había tabaquismo. También se observó que estos mismos factores estaban presentes en sus familiares.

**Actividad física.** Se le denomina a cualquier movimiento del cuerpo provocado por una contracción muscular, incrementando el gasto energético. La actividad física se considera benéfica para la salud ya que ayuda en la prevención del riesgo cardiovascular (Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health, 2011). La recomendación para una actividad física adecuada es la realización de alrededor de 60 minutos al día (Plazas y Johnson, 2008). El contar con una actividad física constante y una dieta balanceada previene ciertas enfermedades de riesgo cardiovascular.

Mo-Suwan y colaboradores, (1998) realizaron un estudio que constó de 292 niños y niñas preescolares, quienes fueron sometidos a un plan de ejercicio aeróbico de caminata y baile tres veces por semana durante 30 semanas aproximadamente. Al finalizar el estudio encontraron una reducción de un 68% en el IMC. En este estudio las niñas siguieron mejor el programa que los niños, es por ello que el efecto de la actividad física fue más marcado en ellas. Se concluyó que se puede prevenir la ganancia de peso al realizar actividad física.

Diversos estudios han evaluado la falta de actividad física, en particular el ver televisión en relación con el consumo de energía. Taveras y colaboradores, (2006) dirigieron un estudio en padres de niños entre 2.0 y 5.9 años de edad para evaluar cuantas horas de la semana veían televisión y cuantas veces consumían alimentos chatarra. El estudio mostró que los niños que veían más horas la televisión por día, eran más propensos a ingerir comida chatarra una o más veces por semana.

Collings y colaboradores, (2013) realizaron un estudio en preescolares para determinar el efecto de la actividad física sobre la adiposidad de los niños, observándose que los niños que realizan una actividad intensa presentan baja adiposidad ( $p < 0.001$ ). Por ello, los investigadores sugieren al igual que en los hallazgos de Mo-Suwan y colaboradores (1998), que para contrarrestar la obesidad en niños preescolares es recomendable incorporar actividad física.

**Resistencia a la Insulina.** La insulina es una hormona producida por las células  $\beta$  de los islotes de Langerhans del páncreas, regula el metabolismo de glucosa, lípidos y proteínas, sus principales efectos son anabólicos (Kestel, 2005). La resistencia a insulina se define como un estado clínico en el que los tejidos de hígado y músculo disminuyen la respuesta biológica hacia la insulina. En el proceso, hay una reducción de la absorción, utilización y almacenamiento de glucosa, que tiene como resultado intolerancia a la glucosa e hiperglicemia. La diabetes tipo 2 se caracteriza porque el cuerpo no produce la suficiente insulina o no la utiliza de la forma adecuada (Kestel, 2005). Debido a esto se puede tener presencia de

resistencia a la insulina (RI). La RI forma parte de los que se conoce como el síndrome metabólico el cual se caracteriza por un conjunto de alteraciones metabólicas entre las cuales se encuentran hipertrigliceridemia, concentraciones bajas de HDL-C, hiperglicemia e hipertensión arterial y circunferencia de cintura por arriba del percentil 90 (Zimmet y col., 2007).

En un estudio de corte transversal realizado por Martínez y colaboradores, (2010) en un hospital pediátrico de Sinaloa, México para evaluar la presencia de SM y RI en niños entre 3 y 18 años de edad. Encontraron que el SM estaba presente en el 37.1% de los niños con obesidad, asimismo observaron que la frecuencia de aparición de SM era mayor en los niños en edad escolar (38.5%) que en los niños preescolares (22%). Determinaron que del total de casos detectados con SM el 66% presentaba también RI.

Ferreira y colaboradores, (2008) trabajaron con niños Brasileños con edades de 7 a 11 años para evaluar la relación del IMC y la RI con el SM. Se observó una mayor correlación entre el SM y el IMC ( $r=0.77$ ), comparado con la correlación del SM y otras medidas antropométricas como: grasa corporal o circunferencia de cintura. Los valores promedios de grasa corporal y la insulina en ayuno tuvieron niveles más elevados en los niños clasificados en el tercer cuartil del índice HOMA.

***Acanthosis nigricans (AN)***. Es un signo físico caracterizado por el oscurecimiento en los pliegues cutáneos principalmente en el cuello, axilas, codos o rodillas (Martínez y col., 2010). La AN está relacionada por hiperinsulinemia a RI, lo cual está generalmente asociada con la obesidad, la diabetes tipo 2 y el síndrome del ovario poliquístico. La patogénesis de la AN se debe a que las elevadas concentraciones de insulina resultan directa e indirectamente a la activación de los receptores del factor de crecimiento (IGF-1) de los queratinocitos y fibroblastos, estimulando su propagación (Higgins y col., 2008).

Mukhtar y colaboradores, (2001) al evaluar a 675 niños donde observaron que los niños con obesidad y con presencia de AN tenían 19.7 veces mayor riesgo de tener hiperinsulinemia en comparación con aquellos que en niños que no presentaban obesidad ni AN La AN se encontró significativamente asociada a la hiperinsulinemia ( $p<0.001$ ). A pesar de que la obesidad y la AN se asociaron con hiperinsulinemia, los investigadores probaron que la AN en adolescentes puede ser un factor independiente que ayuda a determinar la presencia de hiperinsulinemia.

Diversos estudios realizados en niños sonorenses de edad escolar muestran por un lado la presencia de sobrepeso, obesidad y elevados porcentajes de grasa corporal (Valenzuela, 2010; Guerrero, 2011) y por otro, la presencia de factores de riesgo cardiovascular como

hipertensión, niveles elevados de triglicéridos séricos y bajas concentraciones de HDL-C, éstas últimas con una baja predominancia de la fracción HDL<sub>2</sub> considerada la fracción protectora (Amaya, 2011). Adicionalmente, dichos estudios han dado cuenta de una dieta elevada en grasa, carbohidratos simples, así como también de un nivel bajo de actividad física. Más recientemente un estudio en niños escolares, de la zona rural y la ZU del estado de Sonora, encontró además de las alteraciones en los lípidos alteraciones en la concentración de glucosa, RI y la presencia de AN. Se determinó que un 5.0% de los niños de la zona rural tienen SM y un 7.0% en la ZU (Ramírez, 2012).

Las investigaciones realizadas en nuestra entidad identifican riesgos a la salud dentro de la población infantil escolar, entre los que se incluyen los factores de riesgo cardiovascular. Lo anterior, nos lleva a pensar que puede ser posible que dichas alteraciones se puedan encontrar a edades más tempranas. Por ello, este proyecto de investigación planteó conocer la salud cardiovascular de niños en edad preescolar a fin de contar con elementos clínicos basales que puedan ser útiles en programas de Nutrición.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Población de Estudio**

Para la realización del presente estudio se seleccionaron cuatro escuelas de educación preescolar del estado de Sonora, de las cuales dos se ubican en la ZU de Hermosillo y dos en distintas localidades del área conurbada de la ciudad. Todas las escuelas pertenecen al programa de desayunos escolares del gobierno del estado. El desarrollo del estudio contó con el apoyo del Programa para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Sonora (DIF Sonora) y de la Secretaría de Educación y Cultura (SEC). El protocolo de investigación se sometió a evaluación por el Comité de Ética interinstitucional de C.I.A.D, A.C, notificándose su aprobación mediante el oficio: CE/010/04. Sólo participaron aquellas escuelas en donde los directivos estuvieron de acuerdo.

### **Selección de Sujetos de Estudio**

El protocolo de investigación se comunicó a todos los padres de familia de las escuelas seleccionadas, se explicaron los objetivos y el tipo de mediciones que se realizarían. Los padres que así lo decidieron, firmaron el formato de consentimiento informado en donde dieron su aprobación para la participación de sus hijos en el estudio.

### **Criterios de Inclusión**

Se incluyeron en el estudio niños y niñas preescolares de 3-6 años de edad quienes al momento de la evaluación no hubiera sospecha de enfermedad o algún padecimiento y cuyos padres aceptaron y dieron su consentimiento de participar.

### **Criterios de Exclusión**

Se excluyeron aquellos niños que no llevaron a cabo el ayuno necesario para la toma de muestra de sangre, o bien que los padres manifestarán no querer participar en el estudio.

## Diseño del Estudio y Tamaño de Muestra

El diseño del estudio fue de corte transversal, en una población de niños y niñas preescolares de 3 a 6 años de edad, que asisten a escuelas preescolares beneficiadas por el programa de Desayunos Escolares (DIF, Sonora). Para la selección de las escuelas se hizo aleatoriamente tomando en cuenta el total de escuelas públicas de preescolares pertenecientes al patrón de beneficiarios del Programa de Desayunos Escolares (DIF, Sonora). Se trabajó con los niños que asistían al turno matutino. La ZCU comprendió las localidades del ejido el Tazajal (Escuela José María Pino Suárez) y el poblado Miguel Alemán (Escuela Las Higuierillas) y en la ZU las escuelas seleccionadas estuvieron localizadas en la colonia Apache y en la colonia Urbivilla.

El tamaño de muestra se calculó con la fórmula diseñada para estudios transversales (Jekel y col., 2001). Se consideró el total de desayunos escolares servidos diariamente en las escuelas preescolares tanto en la zona urbana como en la zona conurbada del municipio de Hermosillo. Se consideró un poder del 95%, con un nivel confianza de 0.05. El tamaño de muestra calculado fue de 94 niños.

## Evaluaciones Realizadas

### Mediciones Antropométricas

**Peso.** El peso se midió de pie con ropa ligera, sin zapatos ni accesorios tales como lentes, monedas, cinto. Se utilizó una balanza electrónica (A&D, Corea; FG-150KBM; 150 kg.  $\pm$  0.01 kg). Se colocó al niño sobre la balanza, descalzo y se siguió el procedimiento descrito por Jelliffe y Jelliffe, (1989).

**Talla.** Se midió con un estadiómetro portátil Holtain (Holtain limited Dyfed, Britain, UK), de una capacidad de 210 cm.  $\pm$  0.01 cm. Se pidió a los niños que se colocaran de espalda al estadiómetro, con los hombros derechos y brazos a los costados; pies descalzos, talones pegados a la base posterior y cabeza en el plano de Frankfurt. Para evitar alguna irregularidad al momento de tomar la medición, se quitaron los accesorios de la cabeza. Se les pidió a los participantes una inhalación y exhalación profunda para registrar la medición (Jelliffe y Jelliffe, 1989).

**Índice de Masa Corporal para la edad (IMC/E).** Mediante las mediciones de peso y talla, se calculó el IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Para clasificar a los niños con sobrepeso u obesidad se calculó el puntaje Z (unidades de desviación estándar) de IMC para la edad de acuerdo a su categoría (z-IMC/Edad). Los cálculos se realizaron con el programa Anthro plus versión 1.0.4 que utiliza las referencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La clasificación de los indicadores de crecimiento sugerida por la OMS, (2009) para niños de 0 a 5 años y de 5 a 19 años, seguida por este estudio se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Indicadores de crecimiento para niños menores de 5 años y de 5 a 19 años.

Puntaje Z	Talla/Edad* #	Peso/Edad* #	Peso/Talla*	IMC/Edad*
Arriba de 3			Obesidad	Obesidad
Arriba de 2			Sobrepeso	Sobrepeso
Arriba de 1			Riesgo	Riesgo
0 (Media)				
Debajo de -1	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
Debajo de -2	Desmedro	Bajo Peso	Emaciación	Emaciación
Debajo de -3	Desmedro Severo	Bajo Severo	Emaciación Severa	Emaciación Severa

\*Indicadores de crecimiento para niños menores de 5 años

# Indicadores de crecimiento para mayores de 5 años (OMS, 2009).

**Circunferencia de cintura.** Para ésta medición se utilizó una cinta métrica de fibra de vidrio (Lafayette Instrument USA). El niño permaneció de pie y se midió la cintura en el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca. Para la determinación de sobrepeso u obesidad se tomó como referencia la circunferencia de cintura  $\geq$  al 90 percentil de acuerdo a la clasificación de Fernández y colaboradores, (2004) según la edad y el sexo.

**Porcentaje de Grasa Corporal.** El porcentaje de grasa se estimó por bioimpedancia eléctrica (BIA). La resistencia y la reactancia se midieron con un equipo de bioimpedancia (Impedimed IMP5™ Impedimed, Pty Ltd, Aus), a una frecuencia simple de 590 Khz y precisión de  $\pm 0.05$  %. El niño permaneció en posición supina, brazos extendidos hacia los costados sin

tocar el cuerpo y pies separados uno del otro, se le colocaron cuatro electrodos; dos en la mano derecha y dos en el pie derecho. Se requirió que estuviera en ayuno para así poder efectuar correctamente la medición de la resistencia y la reactancia.

El cálculo de la masa corporal libre de grasa (MCLG) se realizó con la fórmula generada por Ramírez y colaboradores, (2005) en niños sonorenses de 6 a 10 años de edad:

$$\text{MCLG (kg)} = 3.03207 + (0.1053) \text{ Peso (kg)} + (0.6173) \text{ Talla}^2 \text{ (cm)} / \text{ Resistencia}$$

Al peso corporal del niño se le restó el valor de la MCLG, para obtener la masa grasa. Para clasificar a los niños según su porcentaje de grasa se utilizaron los puntos de corte de Freedman y colaboradores, (2009).

## **Análisis Bioquímicos**

**Muestras de sangre.** Para la toma de sangre, se colectaron 5 mL de sangre de la vena antecubital, después de 12–14 horas de ayuno. Se utilizó sistema Vacutainer con tubos conteniendo anticoagulante EDTA (Beckton Dickinson) para la determinación de lípidos en plasma y tubos Vacutainer con citrato de sodio para la determinación de glucosa plasmática. Se centrifugó la sangre a 1300 g. a una temperatura de 10°C por 25 minutos (CS-6R Centrífuga Beckman, Instruments Palo Alto, CA). Una vez separado el plasma las muestras se congelaron a -70°C.

**Perfil de lípidos.** El colesterol total se midió por el método enzimático colorimétrico CHOD-PAP (Roche Diagnostics), siguiendo la técnica descrita por Allain y colaboradores, (1978); se emplearon sueros certificados como control. Los triglicéridos se analizaron por el método enzimático GPO-PAP (Roche Diagnostics). Las HDL-C se determinaron enzimáticamente por medio de un juego de reactivos comercial (Roche Diagnostics). Ésta se midió en el sobrenadante después de la precipitación de las lipoproteínas con Apo-B por la técnica de Warnick y colaboradores, (1982). Las LDL-C se calcularon usando la ecuación descrita por Friedewald y colaboradores, (1972). Para clasificar los valores de perfil de lípidos se utilizaron los percentiles y puntos de corte de Daniels y Greer (2008), para población pediátrica por sexo y edad.

**Glucosa en ayuno.** En el análisis de la glucosa se utilizó el método colorimétrico de glucosa oxidasa con un juego de reactivos comercial GOD-PAP (Roche Diagnostics) Un valor mayor o igual a 100 mg/dL fue considerado como glucosa elevada en ayuno (ADA, 2014).

**Insulina.** La determinación se realizó por inmunoensayo tipo sándwich (ELISA) con un juego de reactivos comercial (ALPO Diagnostics, Salem, NH, USA). Las concentraciones de la insulina sanguínea se clasificaron en normal, limítrofe elevada y elevada, de acuerdo a los valores de referencia propuestos por García y colaboradores (2007). A partir de las concentraciones de glucosa e insulina se calculó la RI empleando la ecuación de HOMA (Mathwes y col., 1985):

$$\text{HOMA} = \text{insulina en ayuno } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glucosa en ayuno (mmol/L)} / 22.5$$

### **Medición de Presión Arterial**

La presión arterial se tomó con un baumanómetro de columna de mercurio (Desk Model Mercurial Sphyngomanometer, Model 100). Se utilizó la técnica descrita por el Programa Nacional de Educación en Hipertensión (NHBPEP por sus siglas en inglés) para niños y adolescentes (NHBPEP, 2005).

### **Medición Acantosis Nigricans.**

La presencia de AN fue evaluada por una persona capacitada. Por su accesibilidad, se evaluó su presencia en el cuello de los niños, aunque también puede estar presente en otras partes flexoras del cuerpo. (Schwartz y col., 2007).

### **Análisis Estadístico**

Se verificó la normalidad de los datos. Se realizó estadística descriptiva de las variables para presentar las características generales de la población de estudio por zona. Los datos normales se expresan como media  $\pm$  desviación estándar. En el caso de las variables que no tuvieron comportamiento normal, se empleó la mediana. Las comparaciones entre las zonas de estudio y por sexo se realizaron empleando la prueba t para muestras independientes y la prueba U de Mann Whitney. Se definió significancia estadística cuando el valor de  $p < 0.05$ . El análisis de los datos se realizó utilizando el programa NCSS versión 2007 (Number Cruncher Statistical System for Windows, Kaysville, Utah USA).

## RESULTADOS

En la presente investigación se evaluaron indicadores antropométricos y metabólicos para evaluar riesgo cardiovascular en niños de edad preescolar. En total se evaluaron 82 preescolares de 3 a 6 años de edad, de dos zonas distintas del municipio de Hermosillo, Sonora, 48 pertenecientes a la ZCU: poblado Miguel Alemán y la comunidad “El tazajal” (25 niñas y 23 niños) y 34 pertenecientes de la ZU (13 niñas y 21 niños).

A continuación se describen los resultados obtenidos. Se presentan las características físicas generales y de composición corporal de la población evaluada dividida por zonas de estudio. Enseguida un análisis del estado de nutrición y finalmente el análisis de los biomarcadores de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2.

### Características Físicas de los Niños

El análisis de los datos de crecimiento se realizó de acuerdo a lo sugerido por la OMS, (2009). Se dividió a la población estudiada en dos grupos de edad de 3 a 5 años y mayores de 5 años.

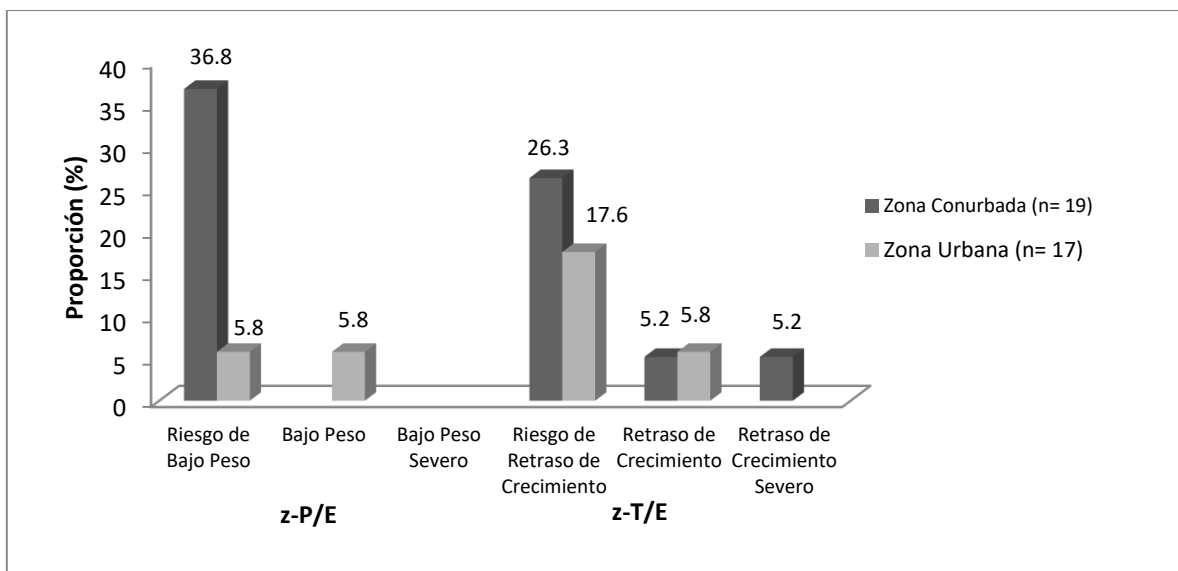
En la tabla 2, se muestran los resultados de la evaluación de crecimiento físico de los niños de 3 a 5 años de edad por zona de estudio. La edad promedio y la circunferencia de cintura de los niños de la ZCU fueron significativamente mayores que en los niños de la ZU ( $p=0.02$ ).

Un análisis más a detalle de ésta misma información (Figura 1) permitió observar que tanto en la ZCU como en la ZU existen niños con retraso en el crecimiento (ZCU= 5.2 y ZU= 5.8% respectivamente). Solo en la ZCU se detectaron casos de retraso severo en el crecimiento (5.2%).

**Tabla 2.** Características físicas y de composición corporal de niños de 3 a 5 años de zonas conurbada y urbana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora

	Total (n= 36)	Zona conurbada (n= 19)	Zona Urbana (n= 17)	p <sup>1</sup>
Edad **	4.5 (2.8 – 4.9)	4.7 (3.9 – 4.9)	4.0 (2.8 – 4.9)	0.03
Peso **	16.2 (12.9 – 25)	16.7 (12.9 – 25.0)	15.9 (13.2 – 22.9)	0.4
Talla *	103.3 ± 5.1 (93.9 – 118.6)	103.3 ± 5.1 (93.9 – 112)	103.3 ± 5.3 (97 – 118.6)	0.9
z-P/E *	-0.3 ± 1.0 (-2.4 – 2.2)	-0.3 ± 1.2 (-1.9 – 2.2)	-0.2 ± 0.9 (-2.4 – 1.8)	0.9
z-T/E *	-0.5 ± 1.1 (-3.0 – 2.1)	-0.7 ± 1.1 (-3.0 – 0.9)	-0.2 ± 1.0 (-2.6 – 2.1)	0.1
z-IMC/E *	-0.0 ± 0.9 (-1.7 – 2.6)	0.2 ± 1.1 (-1.1 – 2.6)	-0.1 ± 0.7 (-1.7 – 1.0)	0.1
CC **	49.1 (44.9 – 62.2)	51.4 (45.1 – 62.2)	48.6 (44.9 – 57.2)	0.02
% Grasa *	22.2 ± 6.6 (7.1 – 41.1)	22.9 ± 6.6 (13.4 – 41.1)	21.3 (7.1 – 34.8)	0.5

\*Media ± desviación estándar (mínimo-máximo), \*\* mediana (mínimo - máximo). Abreviaturas: CC Circunferencia de Cintura, z-P/E puntaje z de peso para la edad, z-T/E puntaje z de talla para la edad, z-IMC/E puntaje z de índice de masa corporal para la edad. <sup>1</sup> Diferencia entre grupos probada por la prueba T-Student para dos muestras independientes y para datos no normales se utilizó U de Mann-Whitney (p<0.05).



**Figura 1.** Proporción de preescolares de 3 a 5 años de edad por zona de estudio situados en distintas etapas de crecimiento de acuerdo a los indicadores de z-P/E y z-T/E.

Si bien, las estadísticas de nutrición a nivel nacional en los años noventa para el estado de Sonora (CNPS, 1994), así como algunos estudios de investigación regionales mostraron que en el estado había bajos niveles de desnutrición (Ponce, 1996; Grijalva y col., 1997; Grijalva y col., 1999), los resultados obtenidos en el presente estudio en cuanto a T/E muestran una población conurbada con problemas de desnutrición y con valores por encima de los reportados a nivel nacional por la ENSANUT, 2012 para niños en edad preescolar (Baja Talla ZR=1.0% y ZU= 5.5%). En el indicador de P/E en la zona urbana se determinó un 5.8% (Bajo Peso ZR=0.0%; ZU= 0.3%).

En encuestas nacionales anteriores (CONEVAL, 2010), Sonora sobresalía en el país por su baja prevalencia de problemas de desnutrición. Una posible explicación a lo encontrado en este estudio es que, la pobreza de las familias a nivel rural (UNICEF, 2013) posiblemente ha llevado a que los alimentos que están ingiriendo los niños no sean totalmente los adecuados para tener una alimentación saludable que les permita tener un buen estado nutricional.

Es de hacer notar, que en la escuela preescolar evaluada en el poblado Miguel Alemán, una gran parte de los niños que acuden a ella pertenecen a la etnia Triqui proveniente del estado de Oaxaca. De acuerdo a las encuestas nacionales de nutrición, Oaxaca es una de las regiones del país en donde hay más pobreza y donde también se tienen serios problemas de desnutrición (ENSANUT, 2012; CONEVAL, 2010). Es precisamente por eso que las familias han migrado en búsqueda de mejores condiciones de vida, llegando al poblado Miguel Alemán para



laborar en los campos agrícolas ya que ellos se especializan en la cosecha, siembra y recolección de diversas frutas y verduras que se producen en la Costa de Hermosillo (Lara, 2007).

Aunado al problema de desnutrición con el que llegan, se encuentra el hecho de que la situación obliga a ambos padres de familia a salir a trabajar y ello conlleva a que no estén totalmente pendientes de la alimentación de los hijos lo que hace más grande el problema. El estudio de Ortega, (2007) realizado en jornaleros agrícolas de 52 campos de la costa de Hermosillo, determinó un 28.4% de desnutrición ( $-2 z$  T/E) en niños jornaleros de 0 – 10 años de edad. La información anteriormente expuesta resulta útil en el marco de los hallazgos del presente estudio, en el que se encontró un 5.2% de retardo severo en el crecimiento de los niños de 3 a 5 años, por lo que se puede suponer que en parte se refleja el problema de desnutrición con el que llegan los niños migrantes. En este estudio no se hicieron diferencias étnicas, por lo que no es posible determinar si hay diferencias.

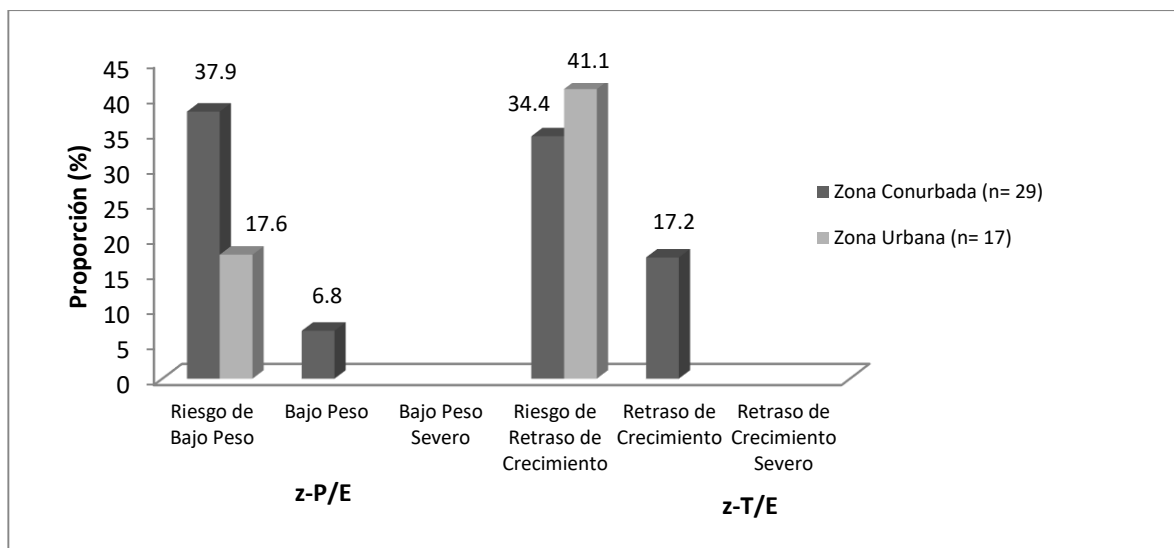
Considerando esta misma situación, el análisis de la información obtenida de los niños mayores de 5 años no mostró diferencias significativas entre las zonas estudiadas (Tabla 3). Sin embargo, aquí también se encontraron niños en la zona conurbada con bajo peso para la edad (6.8%), así como con retraso en el crecimiento (17.2%) (Figura 2). En ambas zonas se observó un elevado porcentaje de niños con riesgo de retraso en el crecimiento (ZCU= 34%; ZU= 41%). El estudio de Ponce, (1996) en niños preescolares de nivel socioeconómico bajo de la Cd. de Hermosillo, Sonora (n= 585) reportó un 1.07% de niños con bajo peso para la edad y de 2.13% con retardo en el crecimiento. Las cifras observadas en este estudio se encuentran por encima.

La desnutrición durante los primeros años de vida, puede incrementar el riesgo de morbilidad y mortalidad debido a enfermedades infecciosas; también afecta el crecimiento, el desarrollo mental y con ello el rendimiento escolar y el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta (OMS, 2014). En este sentido y considerando el P/E y T/E aproximadamente un 10% de los niños preescolares de 3 a 5 años y un 6.8% de los niños mayores de 5 años, no solo tienen afectado el crecimiento sino que también tienen en potencia una mayor susceptibilidad a infecciones.

**Tabla 3.** Características físicas y de composición corporal de niños mayores de 5 años de zonas conurbada y urbana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora

	Total (n= 46)	Zona Conurbada (n= 29)	Zona Urbana (n=17)	p <sup>1</sup>
Edad **	5.2 (5.0 – 6.1)	5.2 (5.0 – 6.1)	5.2 (5.0 – 5.7)	0.2
Peso **	17.3 (13.4 – 21.3)	16.8 (13.4 – 21.0)	17.7 (14.8 – 21.2)	0.2
Talla *	107.3 ± 4.2 (98.2 – 116.6)	107.1 ± 4.4 (98.2 – 116.6)	107.7 ± 4.0 (102.4 – 115.7)	0.6
z-P/E *	-0.6 ± 0.8 (-2.4 – 0.9)	-0.7 ± 0.9 (-2.4 – 0.8)	-0.3 ± 0.7 (-1.7 – 0.9)	0.1
z-T/E *	-0.9 ± 0.8 (-2.6 – 1.0)	-0.9 ± 0.9 (-2.6 – 1.0)	-0.7 ± 0.8 (-1.7 – 0.9)	0.3
z-IMC/E *	-0.0 ± 0.7 (-1.5 – 1.6)	-0.1 ± 0.8 (-1.5 – 1.2)	0.1 ± 0.11 (-1.2 – 1.6)	0.2
CC **	50.3 (45 – 62.2)	50.9 (45 – 62.2)	50.2 (45.5 – 57)	0.4
% grasa *	22.2 ± 5.3 (11.7 – 33.7)	22.4 ± 4.8 (11.7 – 33.2)	21.8 ± 6.1 (14.9 – 33.7)	0.7

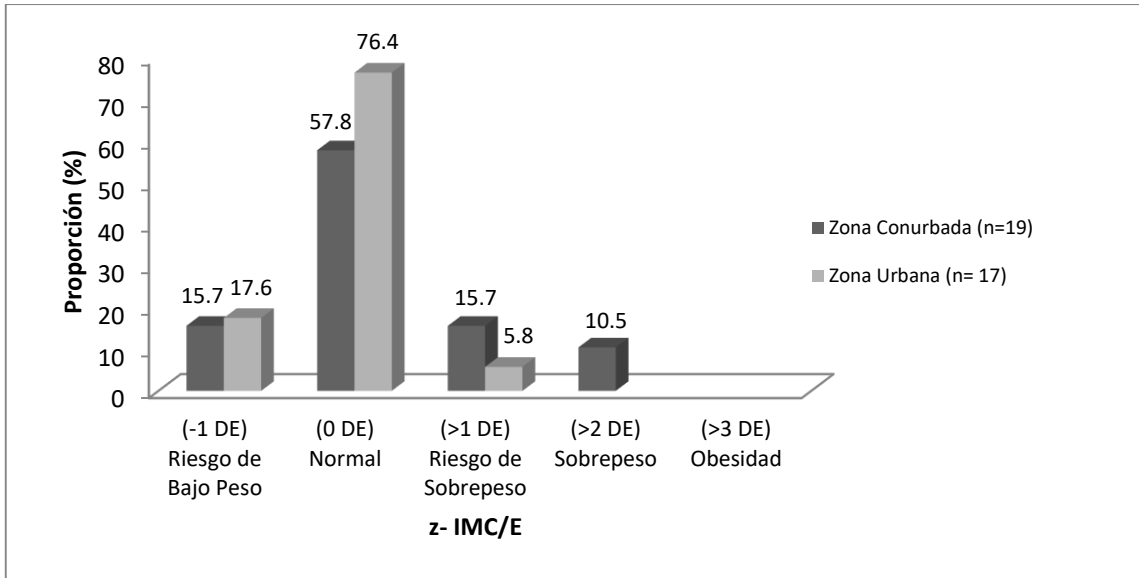
\*Media ± desviación estándar (mínimo-máximo), \*\* mediana (mínimo - máximo). Abreviaturas: CC Circunferencia de Cintura, z-P/E puntaje z de peso para la edad, z-T/E puntaje z de talla para la edad, z-IMC/E puntaje z de índice de masa corporal para la edad. <sup>1</sup> Diferencia entre grupos probada por la prueba T-Student para dos muestras independientes y para datos no normales se utilizó U de Mann-Whitney (p<0.05).



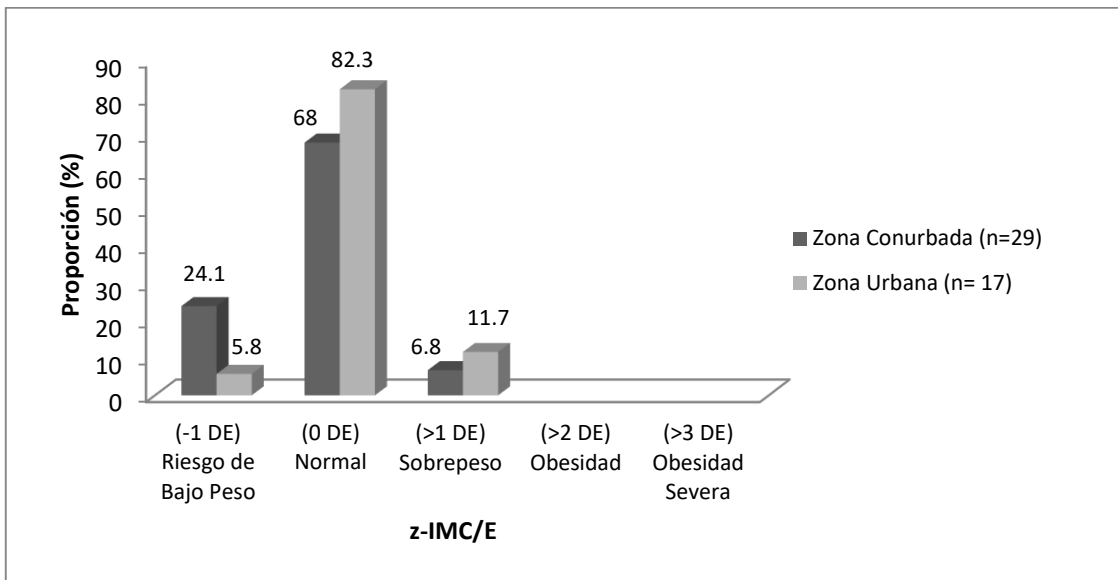
**Figura 2.** Proporción de preescolares mayores de 5 años de edad por zona de estudio situados en distintas etapas de crecimiento de acuerdo a los indicadores de z-P/E y z-T/E.

Al mismo tiempo que se detectaron problemas de retraso en el crecimiento y bajo peso, también se observaron niños situados en riesgo de sobrepeso y sobrepeso. El indicador empleado en este caso fue el IMC/E. Para su clasificación se emplearon los dos criterios sugeridos por la OMS, (2009) para niños de 0-5 y para mayores de 5 años. En la ZCU un 15.7% de los niños de 3 a 5 años tuvo riesgo de sobrepeso frente a un 5.8% de la ZU (Figura 3). Solo en la ZCU se encontró un 10.5% de niños con sobrepeso (>2DE). Es importante destacar que no se detectaron niños con obesidad (>3DE) en ninguna de las zonas estudiadas.

En la Figura 4 se observan los resultados obtenidos del score z-IMC/E para los niños mayores de 5 años. Solo se observaron problemas de sobrepeso; (ZCU= 6.8%; ZU= 11.7%). En ambos grupos de edad el riesgo de sobrepeso y el sobrepeso están presentes, por lo que se puede suponer que es aquí donde inicia lo que ya se manifiesta como obesidad en la edad escolar. De Onis y colaboradores, (2010) en su análisis sobre la problemática de sobrepeso y obesidad en niños preescolares a nivel mundial reportaron una prevalencia de riesgo de sobrepeso de 14.4% a nivel mundial y de 13.6% en los países en desarrollo. Las cifras de riesgo de sobrepeso encontradas en el presente estudio indican un 1.5% por encima de lo reportado a nivel mundial.



**Figura 3.** Proporción de sobrepeso y obesidad en preescolares de 3 a 5 años de la zona urbana y conurbada del municipio de Hermosillo, Sonora

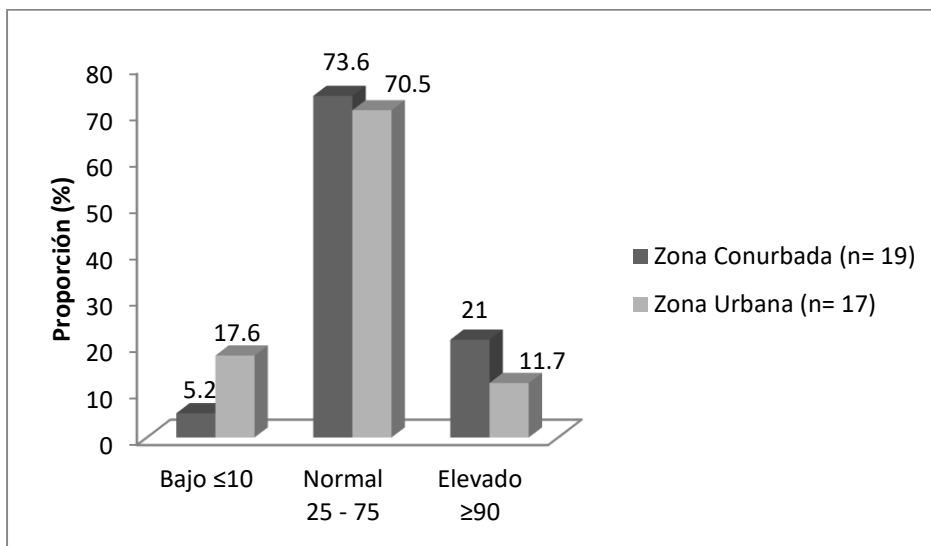


**Figura 4.** Proporción de sobrepeso y obesidad en preescolares mayores 5 años de la zona urbana y conurbada del municipio de Hermosillo, Sonora

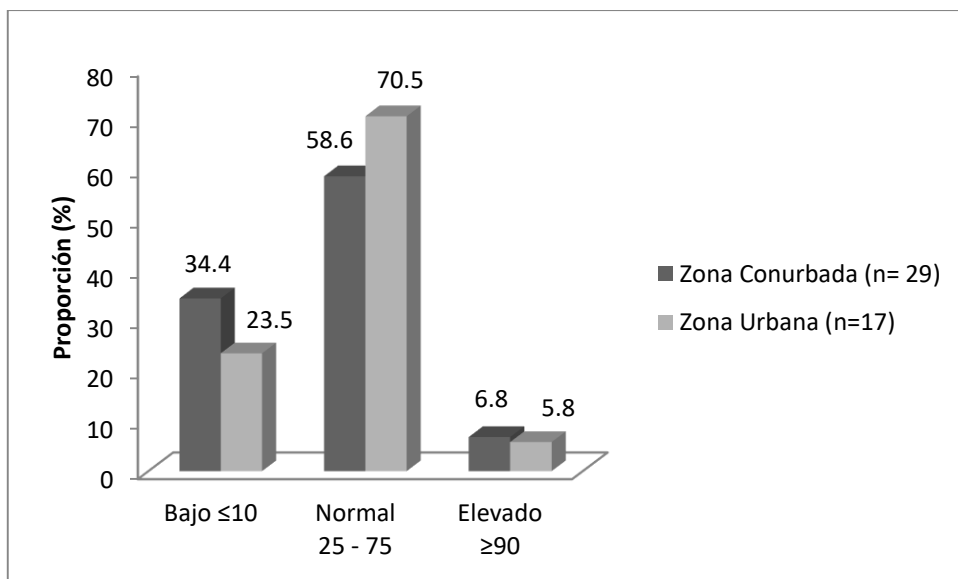
Según la encuesta ENSANUT en el 2012 la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños preescolares (0-5 años) para el estado de Sonora es de 14.1% en el área urbana y 8.7% en el área rural. Estas cifras difieren de los hallazgos obtenidos en este estudio.

Históricamente un niño “gordito” era considerado un niño saludable, lo que era ampliamente aceptado. Ahora la percepción drásticamente ha cambiado en base a la evidencia de que la obesidad en la niñez está asociada con un amplio rango de complicaciones serias para la salud y en un aumento de riesgo de enfermedades crónicas prematuras en la vida, como la diabetes y las ECV. Es importante considerar que la presencia de sobrepeso en esta etapa de la vida pudiera ser un factor que contribuya al inicio del desarrollo de la aterosclerosis que se manifestará en enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (Holman, 1961).

Otro indicador evaluado fue la circunferencia de cintura. Para su análisis se tomaron datos percentilares para sexo y edad, de niños y adolescentes de 2 a 18 años de edad México– Americanos publicados por Fernández y colaboradores, (2004). De acuerdo a ello, se encontró que en ambos grupos hay niños con circunferencia de cintura por arriba del percentil 90, situándolos como circunferencia de cintura elevada (Figuras 5 y 6). En el grupo de 3 a 5 años hubo un mayor número de niños con circunferencia de cintura elevada (ZCU= 21%; ZU= 11.7%) en relación al grupo de mayores de 5 años (ZCU= 6.8%; ZU= 5.8%).

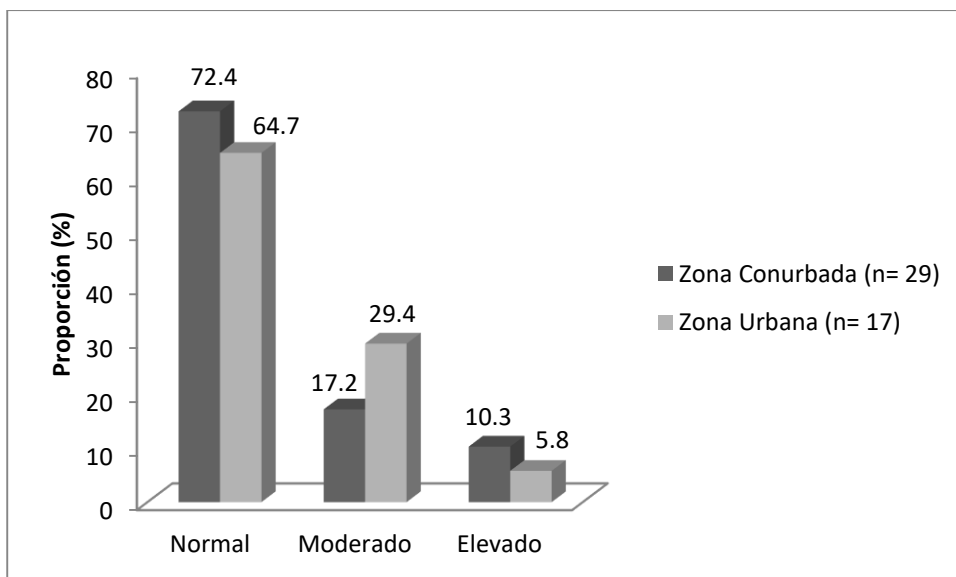


**Fig. 5** Porcentaje de preescolares de 3 a 5 años con circunferencia de cintura normal y elevada de acuerdo a la clasificación de Fernández, 2004.



**Fig. 6.** Porcentaje de preescolares mayores de 5 años con circunferencia de cintura normal y elevada de acuerdo a la clasificación de Fernández, 2004.

El análisis del porcentaje de grasa corporal de los niños tomó en cuenta la ecuación de Ramírez y colaboradores (2005) para niños escolares, por lo que para este caso, solo se analizaron los niños del estudio mayores de 5 años. Asimismo, para poder clasificarlos se emplearon los datos percentilares publicados por Feedman, (2009) para niños menores de 9 años de edad en población norteamericana. De acuerdo a lo anterior, los resultados indican que un 10.3% de los niños en la ZCU y un 5.8% de los niños en la ZU tienen un porcentaje de grasa corporal elevado. Un porcentaje similar (ZCU= 6.8%; ZU= 5.8%) tiene valores de circunferencia de cintura por arriba del 90 percentil. Considerando las limitaciones que pueden existir dado que no hay referencias percentilares para nuestra población, es posible suponer que una parte de la grasa corporal en estos niños este siendo acumulada a nivel visceral. El exceso de grasa acumulado antes de la pubertad se asocia a un aumento en los niveles de lípidos sanguíneos y con ello al riesgo de enfermedades crónicas degenerativas (Pajuelo y col., 2003; Cali y Caprio, 2008).



**Figura 7.** Clasificación del porcentaje de grasa corporal de los preescolares mayores de 5 años de acuerdo a lo sugerido por Freedman, (2009).

Hasta aquí y de manera general, los resultados obtenidos de los indicadores de crecimiento señalan a una población preescolar, donde coexisten la desnutrición y el sobrepeso, principalmente en la zona conurbada, quedando de manifiesto la presencia de la doble carga de la malnutrición. Se ha demostrado que la malnutrición en la infancia es un marcador para el padecimiento de enfermedades crónico degenerativas en la edad adulta (Barker, 1997). Su presencia refleja un problema de salud pública que frecuentemente es reportado en países en desarrollo también llamados con economías en transición (FAO, 2005).

### Perfil Metabólico

El análisis del perfil metabólico se llevó a cabo considerando un solo grupo de edad dividido por zona de estudio. Se detectaron diferencias significativas en algunas de las variables evaluadas: el HDL-C fue más bajo en la población de niños de la ZCU, en tanto que, el colesterol total la glucosa, insulina y RI determinada por HOMA fue mayor en la ZU (Tabla 4).

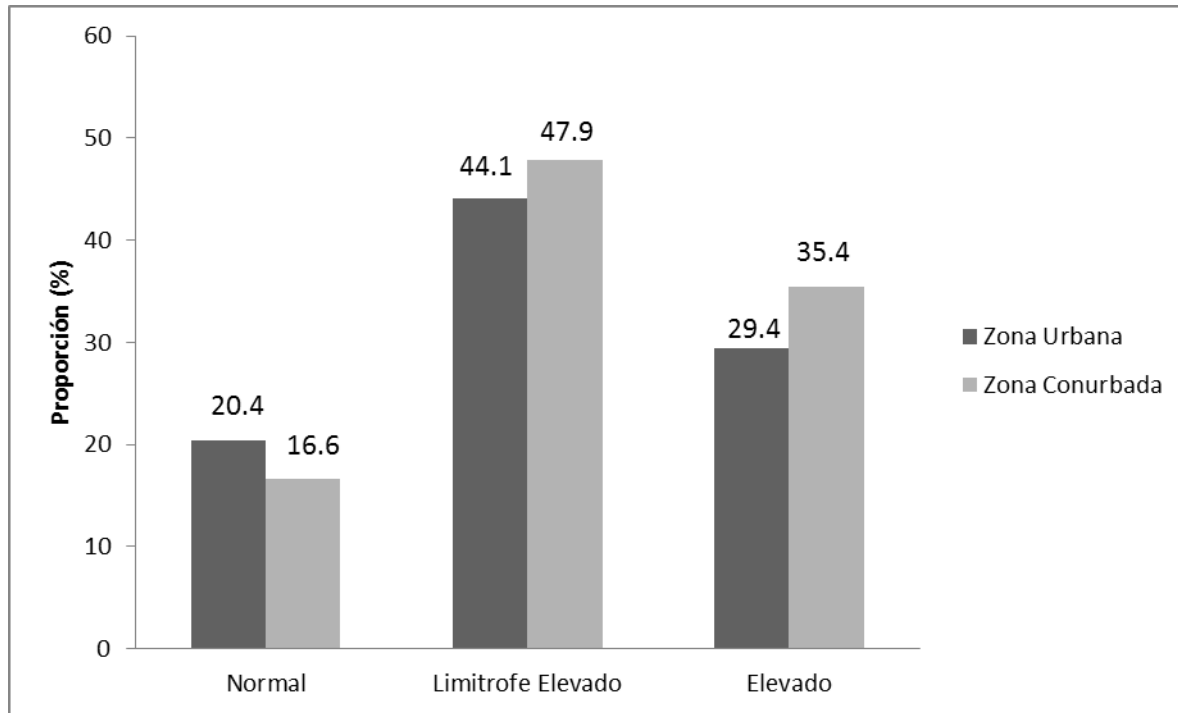
**Tabla 4.** Análisis del perfil metabólico de niños preescolares divididos por zona de estudio

Parámetro	Total (n=82)	Zona Conurbada (n=48)	Zona Urbana (n=34)	p <sup>1</sup>
TG (mg/dL) **	86.7 (44 - 189)	87.2 (49.2 - 187.4)	85.4 (44 - 189)	0.41
CT (mg/dL) *	114.3 ± 26.5 (64.4 - 196.1)	109.5 ± 25.5 (64.4 - 165.2)	121 ± 26.6 (65.4 - 196.1)	0.05
LDL-C (mg/dL) *	58.2 ± 25.2 (13.9 - 127.8)	55.5 ± 24.5 (13.9 - 108.4)	62.1 ± 26.0 (18.6 - 127.8)	0.24
HDL-C (mg/dL) **	37.8 (17.2 - 89.1)	35.9 (17.2 - 89.1)	39.8 (30.3 - 53.4)	<0.01
PAD (mmHg) **	50 (30 - 80)	50 (30 - 80)	51.2 (30 - 62.5)	0.75
PAS (mmHg) **	80 (60 - 125)	80 (65 - 125)	80 (60 - 100)	0.18
Glucosa ayuno (mg/dL) *	82.3 ± 14.0 (49 - 123)	78.4 ± 11.2 (49 - 103)	87.9 ± 15.3 (67 - 123)	<0.01
Insulina (mU/L) ** (n= 63)	2.45 (0.07 - 28.7)	1.87 (0.07 - 18.1)	3.5 (0.3 - 28.7)	<0.01
HOMA ** (n= 63)	0.49 (0.01 - 4.7)	0.36 (0.01 - 2.1)	0.75 (0.05 - 4.7)	<0.01
AN	—	—	—	—

\*Media ± desviación estándar (mínimo-máximo), \*\* mediana (mínimo - máximo). Abreviaturas: TG triglicéridos (mg/dL), CT colesterol total (mg/dL), HDL-C lipoproteínas de alta densidad (mg/dL), LDL-C lipoproteínas de baja densidad (mg/dL), PAS (mmHg) presión arterial sistólica, PAD (mmHg) presión arterial diastólica, HOMA Homeostasis Model Assessment, AN Acantosis Nigricans. <sup>1</sup> Diferencia entre grupos probada por la prueba T-Student para dos muestras independientes y para datos no normales se utilizó U de Mann-Whitney (p<0.05).



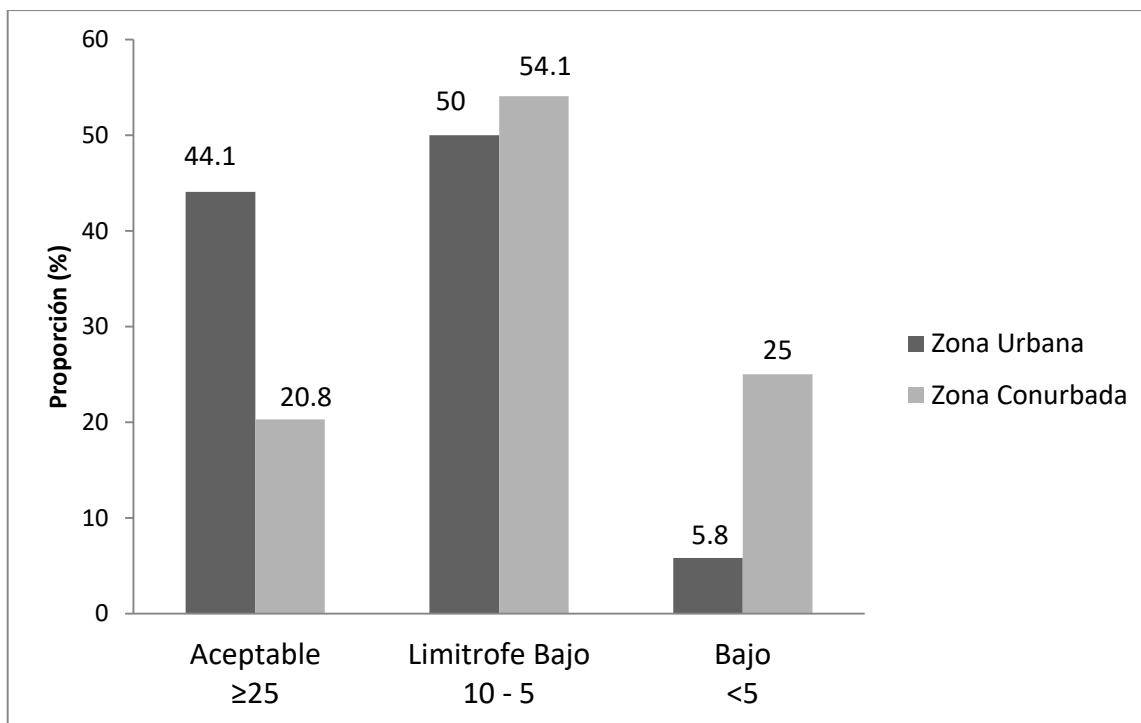
De acuerdo a las recomendaciones pediátricas para el perfil de lípidos (Daniels y Greer, 2008), en promedio los triglicéridos plasmáticos se encontraron elevados (percentil 95= 85mg/dL). Aproximadamente un 35% de los niños de la ZCU y un 30% de los niños de la ZU tienen valores muy elevados (mayor del percentil 95) (Figura 8).



**Figura 8.** Clasificación de los triglicéridos de los preescolares de acuerdo a Daniels y Greer, (2008).

En el mismo contexto, los resultados de colesterol total indicaron que el valor promedio de las concentraciones están dentro de lo considerado normal (<170mg/dL). No obstante, se determinó que en la ZU hay un 3% de niños que tuvieron colesterol total elevado (mayor del percentil 95= 200mg/dL) y un 6% que presentó valores limítrofes elevados de LDL-C (percentil 75-95= 110-129mg/dL).

Las concentraciones promedio de HDL-C fueron limítrofe bajas (38 - 43mg/dL). En la ZCU hubo una mayor proporción de niños (25%) con muy bajas concentraciones (<38mg/dL), en contraste con la zona urbana de 6% (Figura 9). Tanto las bajas concentraciones de HDL-C como los triglicéridos elevados se consideran factores independientes de riesgo cardiovascular y en conjunto están considerados dentro de los componentes del SM (Zimmet y col., 2007).



**Figura 9.** Clasificación de la HDL-C de los preescolares de acuerdo a Daniels y Greer, (2008).

Los lípidos sanguíneos se ven influenciados por la genética, la dieta y la actividad física. En ambas zonas de estudio se encontraron niños con alteraciones en los lípidos plasmáticos. Este estudio no realizó evaluación de la dieta ni tampoco de la actividad física por lo que no podemos explicar que tanto de estos factores, está influyendo en las alteraciones encontradas. Estudios epidemiológicos indican que si en la niñez se presentan niveles alterados de lípidos sanguíneos, eventualmente se desarrollarán lesiones arterioescleróticas en la adultez (Velásquez y col., 2006).

Reaven y colaboradores, 1998 evaluaron el perfil de lípidos en niños de edad escolar anglo-americanos y méxico-americanos. Los resultados de su estudio mostraron que los niños méxico-americanos presentaron valores superiores de triglicéridos y valores bajos de HDL-C (84.6 mg/dL y 47.6 mg7dL) en comparación con los niños anglo-americanos (70.9 mg/dL y 52 mg/dL). Al igual que lo observado por Reaven y colaboradores, (1998) en población méxico-americana, los hallazgos del presente estudio coinciden en valores bajos de HDL-C y elevados de triglicéridos.

Estudios previos, en población escolar sonoreNSE (6 - 12 años) (Valenzuela, 2010; Guerrero, 2011 y Amaya, 2011) observaron estas mismas alteraciones (triglicéridos elevados y bajas concentraciones de HDL-C). Más recientemente Ramírez, (2012) además de las

alteraciones mencionadas, determinó la presencia del SM tanto en niños del área rural como urbana.

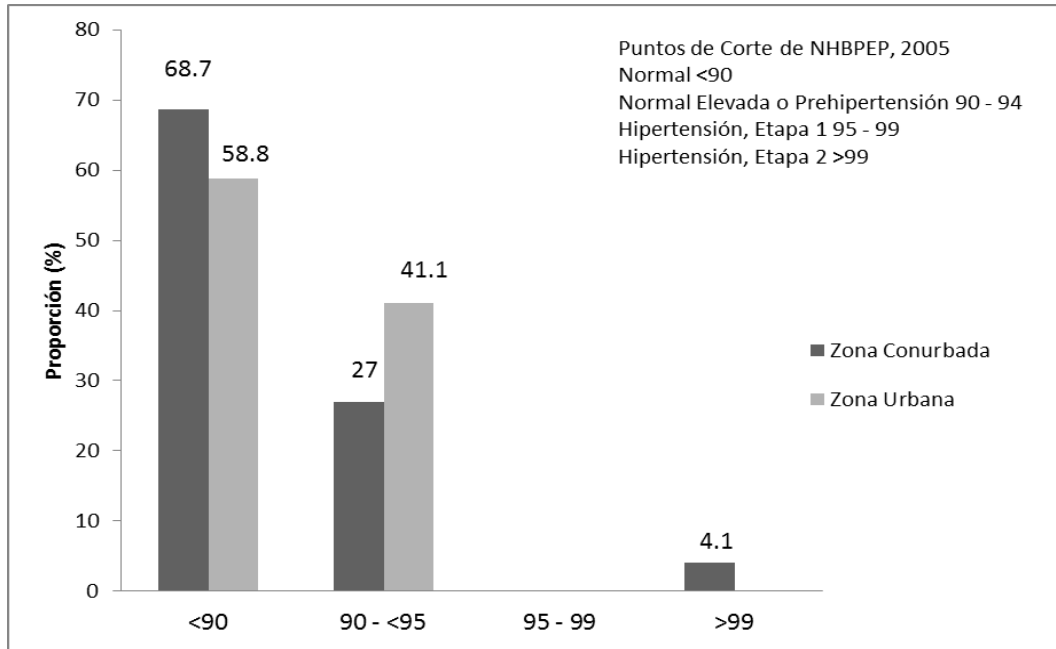
Los hallazgos de este estudio se vuelven relevantes en cuanto a que se logra determinar que a la edad preescolar ya se pueden observar alteraciones en los lípidos sanguíneos que han sido reportados previamente en niños escolares y en adultos de esta misma región (Amaya, 2011; Ramírez 2012). La aparición de alteraciones desde ésta edad hace suponer también que hay un aspecto genético involucrado (Kelishadi y col., 2002).

En la figura 10 y 11 se muestran los resultados obtenidos de presión arterial. Un 4% de los niños de la ZCU presentó valores de presión arterial diastólica que los clasificaron como hipertensos. Asimismo, se determinó que una gran proporción de niños (ZCU= 27%; ZU= 41%) tuvo presión arterial diastólica normal elevada, condición clínica denominada como pre-hipertensión. En el análisis de la presión arterial sistólica, 2% de los niños de la ZCU sufren hipertensión arterial y un 6% pre-hipertensión.

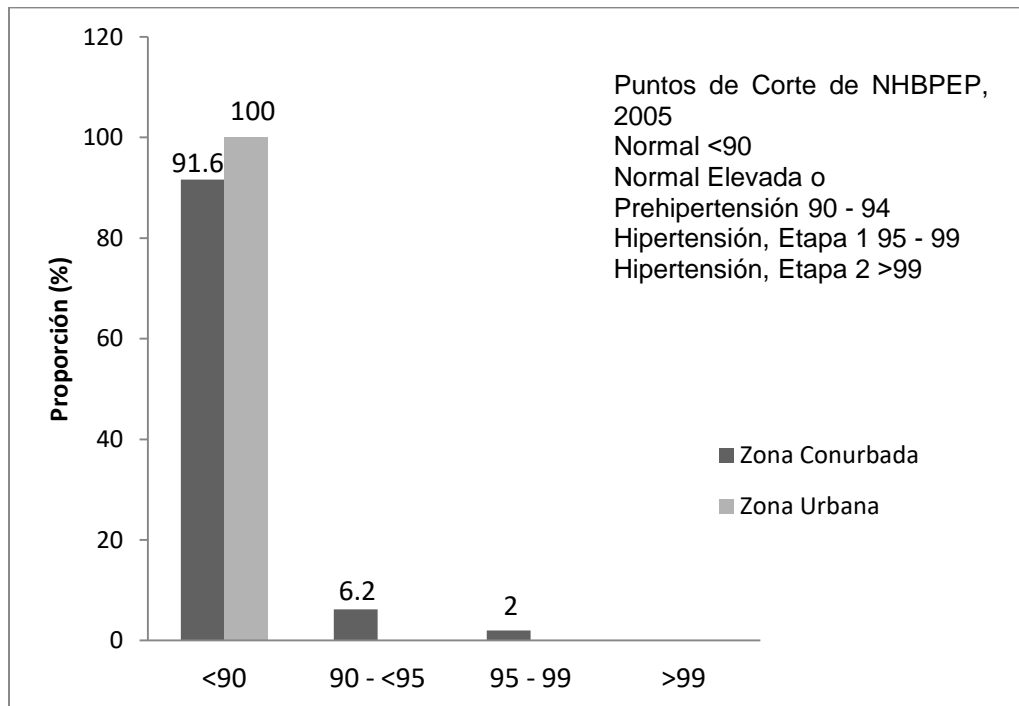
La hipertensión arterial es un factor de riesgo de ECV, que está asociada a otros factores como obesidad, inactividad física, y niveles elevados de lípidos sanguíneos. Una dieta inadecuada es el factor de riesgo principal para una presión arterial elevada, especialmente con el consumo elevado de sodio y potasio (Getz y Reardon, 2007).

Williams y colaboradores, (2004) evaluaron la presión arterial de niños preescolares y determinaron que la obesidad y el sobrepeso estaban asociados con la presión arterial elevada. De igual manera, Llapur y González, (2006) encontraron esta misma asociación entre sobrepeso y presión arterial elevada en niños y adolescentes, además observaron que estos mismos factores estaban presentes en sus familiares. En los niños evaluados en este estudio se determinó la presencia de riesgo de sobrepeso y sobrepeso por lo que es posible que estén jugando un papel importante en la aparición de los casos de pre-hipertensión e hipertensión detectados.

Un estudio en niños escolares de ésta misma región reportó la existencia de problemas de presión arterial elevada en un 12.5% de los niños estudiados. Aún cuando los porcentajes de niños preescolares con problemas de pre-hipertensión e hipertensión de este estudio son mucho menores que los encontrados por Valenzuela (2010), resulta importante detectar que el problema empieza a una edad todavía más temprana.

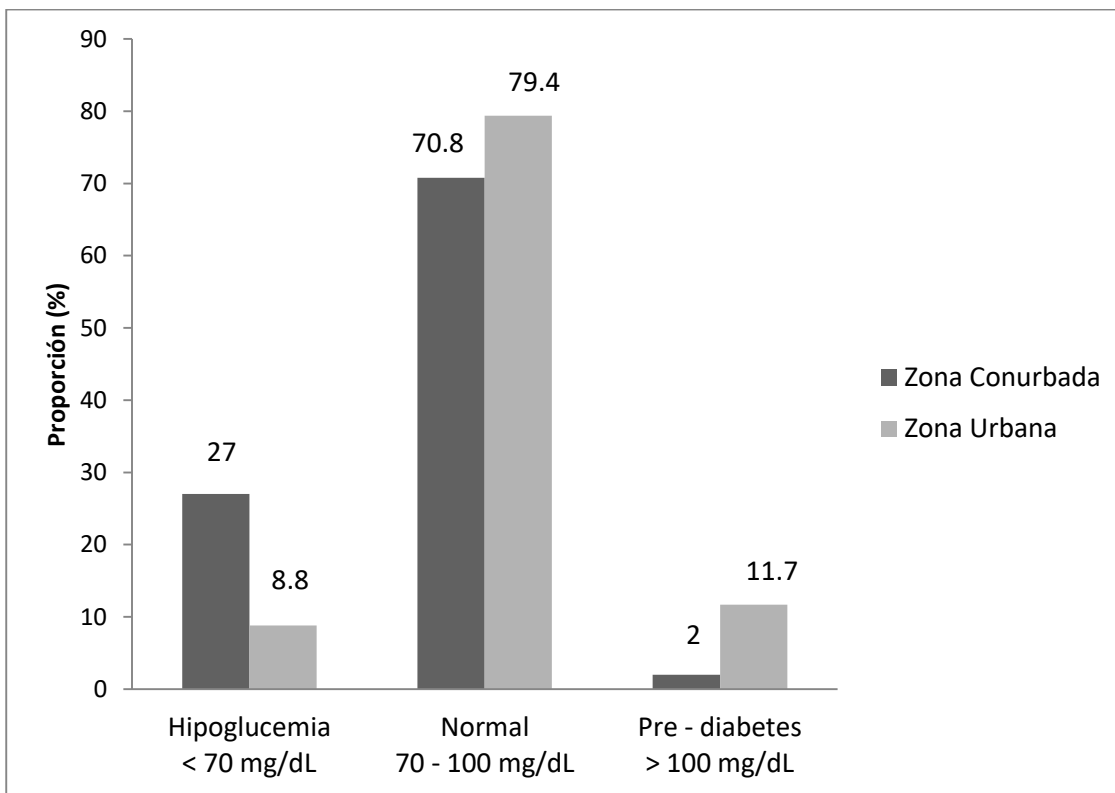


**Figura 10.** Clasificación de presión arterial diastólica de acuerdo al NHBPEP, (2005).



**Figura 11.** Clasificación de presión arterial sistólica de acuerdo al NHBPEP, (2005).

Los resultados de glucosa en ayuno mostraron diferencias significativas entre las zonas de estudio ( $p=0.01$ ), con un promedio mayor en los niños de la ZU (ZCU= 78.4; ZU= 87.9mg/dL). Los niños que presentaron valores normales tuvieron un promedio de glucosa de 84.3 mg/dL, los que tuvieron glucosa alterada de 116.2 mg/dL (Figura 12). Un 2% de los niños en la ZCU y un 11.7% en la ZU presentaron niveles de glucosa alterados, que de acuerdo a las cifras de diagnóstico de la ADA, (2014) los clasifican como pre-diabéticos. El valor más alto observado fue de 123 mg/dL en la ZU, el cual se remitió al médico para hacer otros análisis y determinar el diagnóstico de diabetes.



**Figura 12.** Clasificación de los preescolares de acuerdo a la concentración de glucosa sanguínea (ADA, 2014).

De igual manera, los resultados del análisis de insulina señalaron que un 9.52% del total de los preescolares estudiados tienen valores elevados de insulina. En la ZU hay significativamente ( $p<0.01$ ) más niños con niveles de insulina elevados (ZCU= 2.6%, ZU= 20%) concordando con los hallazgos de glucosa alterada. Lo anterior parece indicar que un porcentaje elevado de los niños está tratando de compensar los niveles de glucosa a través de un aumento en la secreción de insulina (ADA, 2014).

Adicionalmente, un 16% de los niños de la ZU presentó RI con valores de HOMA superiores al percentil 90 de acuerdo a García y colaboradores (2007). Tanto insulina como RI coinciden con los hallazgos de glucosa alterada, que indican posibles afectaciones en el metabolismo de glucosa, que pudieran desencadenar una diabetes tipo 2 a una edad temprana de la vida (ADA, 2014). En este estudio también se exploró la búsqueda de AN, no se observó ningún caso.

El estudio de Ramírez (2012) en 298 escolares de 6 a 9 años de edad de la zona urbana y rural del estado de Sonora mostró que los niños de la zona rural presentaron mayores alteraciones de triglicéridos y VLDL-C (lipoproteínas de muy baja densidad) que los niños de la zona urbana. En cambio, los niños de la zona urbana presentaban alteraciones en el metabolismo de la glucosa, observándose concentraciones mayores de glucosa, insulina y HOMA con respecto a los niños de la zona rural.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados por Ramírez (2012), y sugieren que el problema en esta región del país se inicia a etapas tan tempranas como la preescolar. Posiblemente los patrones dietarios, la falta de una actividad física adecuada y la genética están jugando un papel en el desarrollo de alteraciones clínicas importantes como elevación en los lípidos sanguíneos, glucosa e insulina además de pre e hipertensión arterial y sobrepeso, todos ellos son indicadores del SM (Zimmet y col., 2007), por lo que es posible que pueda estar presente.

En esta región del país, los estudios de investigación en éste tema (Rodríguez, 2005; Valenzuela, 2010; Amaya, 2011; Ramírez, 2012) han empezado a dar cuenta de la presencia de problemas en niños de edad escolar, sin embargo hasta hace poco era impensable que pudieran observarse alteraciones clínicas como las encontradas en niños tan pequeños como entre 3 y 6 años de edad, que es el caso del presente estudio, De no tomarse acciones es muy posible que la aparición de las enfermedades crónicas suceda incluso durante la infancia.

Los resultados obtenidos en los niños preescolares evaluados en este estudio confirman la hipótesis planteada en esta investigación y resaltan la necesidad de tomar acciones encaminadas a evitar la aparición temprana de ECV.

## Análisis de las Diferencias en Variables Antropométricas y Metabólicas por Sexo

Adicionalmente a los análisis realizados y expuestos anteriormente, se quiso explorar la situación desde la perspectiva de poder detectar posibles diferencias por sexo de los distintos indicadores evaluados. El análisis comparativo de todas las variables físicas determinó que las niñas tienen significativamente mayor porcentaje de grasa corporal que los niños ( $p < 0.01$ ). No se observó ninguna otra diferencia significativa (Tabla 5).

**Tabla 5.** Características generales y antropométricas de los preescolares divididas por sexo

Parámetro	Total (n=82)	Total Niñas (n=38)	Total Niños (n=44)	p <sup>1</sup>
Edad (años) **	5.0 (2.8 – 6.1)	5.0 (2.8 – 5.8)	5.0 (3.8 – 6.1)	0.89
Peso (kg.) **	16.7 (12.9 - 25)	16.7 (12.9 - 25)	16.7 (13.2 – 22.9)	0.97
Talla (cm.) *	105.5 ± 5.0 (93.9 - 118.6)	104.9 ± 4.5 (93.9 - 113.8)	106.1 ± 5.4 (95.4 - 118.6)	0.31
CC (cm.) **	50.15 (44.9 – 62.2)	50.9 (44.9 – 62.2)	49.8 (45.5 – 62.2)	0.28
% Grasa (BIA) *	22.2 ± 5.9 (7.1 - 41.1)	23.9 ± 6.5 (11.7 - 41.1)	20.7 ± 4.8 (7.1 - 34.8)	<0.01

\*Media ± desviación estándar (mínimo-máximo), \*\* mediana (mínimo - máximo). Abreviaturas: CC Circunferencia de Cintura, % Grasa (BIA) Porcentaje de grasa por bioimpedancia. <sup>1</sup> Diferencia entre grupos probada por la prueba T-Student para dos muestras independientes y para datos no normales se utilizó U de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ).

En la tabla 6 se presentan las variables clínicas estudiadas del total de los preescolares evaluados divididos por sexo. No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables.

**Tabla 6.** Análisis del perfil metabólico de niños preescolares divididos por sexo.

Parámetro	Total (n=82)	Total Niñas (n=38)	Total Niños (n=44)	p <sup>1</sup>
CT (mg/dL) *	114.3 ± 26.5 (64.4 - 196.1)	116.2 ± 20.1 (72.3 - 165.2)	112.6 ± 31.1 (64.4 - 196.1)	0.53
TG (mg/dL) **	86.7 (44 - 189)	89.2 (49.2 - 189)	82.9 (44 - 187.4)	0.30
HDL-C (mg/dL) **	37.8 (17.2 - 89.1)	36.7 (22 - 89.1)	37.9 (17.2 - 53.4)	0.25
LDL-C (mg/dL) *	58.2 ± 25.2 (13.9 - 127.8)	59.4 ± 21.9 (13.9 - 108.4)	57.2 ± 27.9 (14.7 - 127.8)	0.68
Glucosa (mg/dL) *	82.3 ± 14.0 (49 - 123)	79.3 ± 12.7 (49 - 99)	85.0 ± 14.7 (59 - 123)	0.06
PAS (mmHg) **	80 (60 - 125)	80 (65 - 125)	80 (60 - 100)	0.91
PAD (mmHg) **	50 (30 - 80)	50 (30 - 80)	50 (30 - 62.5)	0.95
Insulina (mU/L) ** (n= 63)	2.4 (0.07 - 28.7)	1.8 (0.1 - 28.7)	2.7 (0.07 - 17.5)	0.1
HOMA ** (n= 63)	0.4 (0.01 - 4.7)	0.5 (0.03 - 4.7)	0.3 (0.01 - 3.8)	0.1
AN	—	—	—	—

\*Media ± desviación estándar (mínimo-máximo), \*\* mediana (mínimo - máximo). Abreviaturas: CT colesterol total (mg/dL), TG triglicéridos (mg/dL), HDL-C lipoproteínas de alta densidad (mg/dL), LDL-C lipoproteínas de baja densidad (mg/dL), PAS (mmHg) presión arterial sistólica, PAD (mmHg) presión arterial diastólica, HOMA Homeostasis Model Assessment, AN Acanthosis Nigricans. <sup>1</sup> Diferencia entre grupos probada por la prueba T-Student para dos muestras independientes y para datos no normales se utilizó Mann-Whitney U (p<0.05).

En la tabla 7 se muestran las variables antropométricas y clínicas de los niños considerando un análisis por sexo dentro de cada zona de estudio. Se observó que las niñas de ambas zonas presentan una tendencia a tener mayor porcentaje de grasa corporal que los niños. En la ZCU, la insulina (p=0.05) y los valores de HOMA (p<0.02) fueron más elevados en las niñas. Los resultados indican también que en la ZU los triglicéridos se encuentran significativamente en mayor concentración en las niñas que en los niños (p<0.01).



**Tabla 7.** Características antropométricas y metabólicas de los preescolares divididas por sexo y zona de estudio

Indicador	Zona Conurbada		p <sup>1</sup>	Zona Urbana		p <sup>2</sup>
	Niñas (n=25)	Niños (n=23)		Niñas (n=13)	Niños (n=21)	
Edad (años) **	5.0 (3.9 – 5.8)	5.18 (4.3 – 6.1)	0.43	5.0 (2.8 - 5.7)	4.9 (3.8 – 5.7)	0.77
Talla (cm)*	104.6 ±4.6 (93.9 – 112.4)	106.7 ± 5.3 (95.4 – 116.6)	0.15	105.6 ± 4.5 (97 – 113.8)	105.4 ± 5.6 (97.1 – 118.6)	0.93
Peso (kg.)**	16.7 (12.9 - 25)	16.9 (14.4 - 21)	0.59	16.6 (14.2 – 21.2)	16.3 (13.2 – 22.9)	0.55
CC (cm.) **	51.7 (45 – 62.2)	50.5 (46.1 – 62.2)	0.70	49.2 (44.9 - 57)	49.1 (45.5 - 57.2)	0.45
% Grasa (BIA) *	23.8 ± 6.5 (11.7 - 41.1)	21.3 ± 4.0 (13.4 -28.3)	0.13	24.3 ± 6.7 (14.4 - 33.7)	19.9 ± 5.6 (7.1 - 34.8)	0.05
CT (mg/dL) *	113.9 ± 21.2 (72.3 - 165.2)	104.6 ± 29.2 (64.4 - 159.8)	0.21	120.7 ± 17.8 (101.8 - 154.8)	121.3 ± 31.3 (65.4 - 196.1)	0.94
TG (mg/ dL) **	82.4 (49.2 – 144.5)	87.4 (70.7 - 187.4)	0.24	95.8 (67.9 - 189)	71.9 (44 - 146.6)	≤0.01
HDL (mg/ dL) **	36.5 (22 – 89.1)	36.3 (17.2 – 47.1)	0.76	39.2 (30.3 – 47.9)	41.9 (33.2 – 53.4)	0.34
LDL (mg/ dL) *	59.1 ± 21.9 (13.9 - 108.4)	51.4 ± 26.9 (14.7 - 100.1)	0.28	59.9 ± 22.7 (18.6 - 97.5)	63.4 ± 28.3 (23.4 - 127.8)	0.70
Glucosa (mg/ dL) *	77.0 ± 13.1 (49 - 99)	80 ± 10.3 (59 - 103)	0.39	83.6 ± 11.2 (67 - 99)	90.5 ± 17 (67 - 123)	0.20
PAS (mmHg) **	80 (65 - 125)	80 (65 - 95)	0.87	80 (70 100)	80 (60 - 100)	0.64
PAD (mmHg) **	50 (30 - 80)	50 (35 – 62.5)	0.63	52.5 (42.5 - 60)	50 (30 – 62.5)	0.56
Insulina (mU/L) **	2.4 (0.1 – 18.1)	1.2 (0.07 – 3.8)	0.05	3.4 (0.3 – 28.7)	3.8 (0.3 – 17.5)	0.7
n= 63	n= 18	n= 20		n= 11	n= 14	
HOMA **	0.4 (0.03 – 2.1)	0.2 (0.01 – 0.7)	0.02	0.7 (0.05 – 4.7)	0.7 (0.07 – 3.8)	0.7
n= 63	n= 18	n= 20		n= 11	n= 14	

\*Media ± desviación estándar (mínimo-máximo), \*\* mediana (mínimo - máximo). Abreviaturas: CC Circunferencia de Cintura, % Grasa (BIA) Porcentaje de grasa por bioimpedancia, CT colesterol total (mg/dL), TG triglicéridos (mg/dL), HDL-C lipoproteínas de alta densidad (mg/dL), LDL-C lipoproteínas de baja densidad (mg/dL), PAS (mmHg) presión arterial sistólica, PAD (mmHg) presión arterial diastólica, HOMA Homeostasis Model Assessment. <sup>1</sup>Comparando niñas y niños de la zona rural. <sup>2</sup>Comparando niñas y niños de la zona urbana. Diferencia entre grupos probada por la prueba T-Student para dos muestras independientes y para datos no normales se utilizó U de Mann-Whitney (p<0.05).

## CONCLUSIONES

La población de niños evaluada tiene problemas de desnutrición, que se manifiestan en retardo del crecimiento y bajo peso para la edad. La proporción de niños con este problema es mayor en la ZCU del municipio de Hermosillo.

No se encontraron problemas de obesidad pero si se determinó la existencia en ambas zonas de estudio de niños con sobrepeso, riesgo de sobrepeso, grasa corporal elevada, circunferencia de cintura por arriba del percentil 90, así como problemas de pre-hipertensión e hipertensión arterial.

La coexistencia de problemas de desnutrición y sobrepeso en esta población infantil determinan la presencia de la doble carga de la malnutrición.

Este estudio demuestra que los factores de riesgo cardiovascular y diabetes tipo 2 están presentes en los niños preescolares. En la ZCU hay un mayor porcentaje de niños que tienen triglicéridos elevados (35%) y HDL-C bajo (25%). Por el contrario, en la zona urbana un mayor porcentaje de los niños presenta glucosa alterada (12%), niveles elevados de insulina y resistencia a insulina.

Los resultados obtenidos considerando el sexo señalan que las niñas tienen mayor porcentaje de grasa corporal ( $p < 0.01$ ). No se encontraron diferencias significativas en ninguna otra variable antropométrica ni metabólica.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADA American Diabetes Association. 2014. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus 37(1) S81- S90.
- AAP Academia Americana de Pediatría. 1998. Committe on Nutrition. Cholesterol in Childhood. Pediatrics 101(1): 141-147.
- Allain CC, Poon LS, Chan CS, Richmond W, and Fu PC. 1978. Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol. Clinical Chemistry 20(4): 470-475.
- Amaya Díaz M. 2011. Evaluación del Patrón de Predominancia de las subfracciones de la lipoproteína HDL y su asociación con riesgo cardiovascular en niños de edad escolar. Hermosillo, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Tesis de Maestría.
- Badui, SD. 2006. Química de los alimentos. 4ª Ed. México: Ed Pearson Educación. Cap. 4
- Barker, D.J.P. (1997), Fetal nutrition and cardiovascular disease in later life. Br.Med.Bull. 53;(1):96-108.
- Bray GA., y Bouchard C. 2004. Handbook of Obesity Clinical Applications. 2<sup>da</sup> Ed. New York (NY) Marcel Dekker, Inc. Cap. 1
- CNPS Censo Nacional de Talla para planteles oficiales de Sonora, Versión 1994.
- Cali AM., y Caprio S. 2008. Obesity in Children and Adolescents. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 93(11): S31-S36.
- Collings PJ., Brage S., Ridgway CL., Harvey NC., Godfrey KM., Inskip HM., Cooper C., Wareham NJ., y Ekelund U. 2013. Physical activity intensity, sedentary time, and body composition in preschoolers. American Journal of Clinical Nutrition 97(5): 1-9.
- CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Informe de evolución histórica de la situación nutricional de la población y los programas de alimentación, nutrición y abasto en México. Versión 2010.
- Daniels SR. y Greer FR. 2008. Lipid Screening and Cardiovascular Health in Childhood. Pediatrics 122(1): 198-208.
- De Onis M., Blössner M., y Borghi E. 2010. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. American Journal of Clinical Nutrition 92(5): 1257-1264.
- Enos WF, Beyer JC, Holmes RH. 1955. Pathogenesis of coronary disease in American soldiers killed in Korea. Journal of American Medical Association 158 (11): 912-914

- ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños menores de 5 años de edad en México. Versión 2006.
- ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud Y Nutrición. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños menores de 5 años de edad en México. Versión 2012.
- Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents. 2011. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents: Summary Report. *Pediatrics* 128(5): S213-S256.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Estadísticas sobre Seguridad Alimentaria. Versión 2005. [http://www.fao.org/es/ess/faostat/foodsecurity/index\\_es.htm](http://www.fao.org/es/ess/faostat/foodsecurity/index_es.htm)
- Fernández JR., Redden DT., Pietrobelli A., y Allison DB. 2004. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *Pediatrics* 145(4):439-444.
- Ferreira P., Toledo O., Franca N.M. 2008. Asociación del índice de masa corporal y de la resistencia a la insulina con síndrome metabólico en niños Brasileños. *Arq. Bras. Cardiol.* 93(2): 144-150.
- Flores G. y Lin H. 2013. Factors predicting overweight in US kindergartners. *American Journal of Clinical Nutrition* 97(6): 1178-1187.
- Freedman DS., Wang J., Thornton JC., Mei Z, Sopher AB., Pierson RN., Dietz WH. y Horlick M. 2009. Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 163 (9):805-811.
- Friedewald, WT., Levy RI., y Fredrickson DS. 1972. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 18(6): 499-502.
- García CB., García LC., Jiménez LC., González VA., Calvo RC., Alcázar VM., y Díaz ME. 2007. Índice de HOMA y QUICKI, insulina y péptido C en niños sanos. Puntos de corte de riesgo cardiovascular. *An Pediatr* 66(5): 481-490.
- Gidding SS., Daniels SR., Kavey RE., y Expert Panel on Cardiovascular Health and Risk Reduction in Youth. 2012. Developing the 2011 Integrated Pediatric Guidelines for Cardiovascular Risk Reduction. *Pediatrics* 129(5): 1311-1319.
- Getz GS., y Reardon CA. 2007. Nutrition and cardiovascular disease." *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology* 27(12): 2499-2506.

- González-Castell D., González-Cossío T., Barquera S., Rivera JA. 2007. Alimentos industrializados en la dieta de los preescolares mexicanos. *Salud Pública de México* 49(5): 345-356.
- Grijalva M.I.; Valencia M.E.; Ortega M.I.; Vera A. 1997. Evaluación de un programa de desayunos escolares en zona rurales del estado de Sonora. Reporte Técnico DN-DNH-002197. C.I.A.D., A.C. Hermosillo, Sonora.
- Grijalva M.I.; Valencia M.E.; Ortega M.I.; Vera A. 1999. Evaluación del impacto de un programa de desayunos escolares en el estado nutricio y el desarrollo cognitivo-motor en niños de primer grado de la zona urbana en Hermosillo, Sonora. Reporte Técnico DN-DNH-DDR-DHBS-001-99. C.I.A.D., A.C. Hermosillo, Sonora.
- Guerrero Alcocer E. 2011. Evaluación de cambios en composición corporal a través de la técnica de dilución con deuterio y análisis de riesgo cardiovascular en niños sonorenses. Hermosillo, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Tesis de Maestría
- Higgings S. P., Freemark M y Prose N. S. 2008. Acanthosis nigricans: a practical approach to evaluation and management. *Dermatol Online J.* 2(1): 55.
- Holman RL., McGill HC., Strong JP., Geer JC. 1958. The natural history of atherosclerosis: the early aortic lesions as seen in New Orleans in the middle of the 20th century. *American Journal of Pathology* 34(2):209-235.
- Holman, RL. 1961. Atherosclerosis a Pediatric Nutrition Problem? *The American Journal of Clinical Nutrition* 9(5): 565-569.
- Jekel JF., Katz DL., Elmore JG. 2001. *Epidemiology, biostatistics and preventive medicine.* 2<sup>nd</sup> Ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 199p.
- Jelliffe DB., y Jellife P. 1989. *Community nutritional assessment.* 2da Ed. Oxford Medical Publications 263 p.
- Kelishadi R., Zadegan NS., Nadery GA., Asgary S. y Bashardoust N. 2002. Atherosclerosis risk factors in children and adolescents with or without family history of premature coronary artery disease. *Med. Sci. Monit.* 8(6):425-429.
- Kestel F. 2005. Diabetes tipo 2. *Nursing* 23(5): 24-25.
- Lara S. M. 2007. Los jornaleros agrícolas, invisibles productores de riqueza: Perfil de jornaleros migrantes en los campamentos de la Costa de Hermosillo, Sonora. 1era Ed. México. Plaza y Valdés. 159-173 pg.

- Llapur MR., y González SR. 2006. Comportamiento de los factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con hipertensión arterial esencial. *Revista Cubana Pediatría* 78(1):1-5.
- Martínez J.J., Rojas G. G., León N. M. 2010. Prevalencia de resistencia a la insulina y síndrome metabólico en niños obesos que acuden a la Clínica de Obesidad del Hospital Pediátrico de Sinaloa. *Pediatría en México*. 12(1):18 – 22.
- Mathews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF y Turner RC. 1985. Homestasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetología* 28(7): 412-419.
- McGill, HC. 1997. Childhood Nutrition and Adult Cardiovascular Disease. *Nutrition Reviews* 55(1): S2-S8.
- McGill HC., McMahan AC., Zieske AW., Sloop GD., Walcott JV., Troxclair DA., Malcolm GT., Tracy RE., Oalman MC., Strong JO. 2000. Associations of Coronary Heart Disease Risk Factors with Intermediate Lesion of Atherosclerosis in Youth. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 20(8):1998-2004.
- McNamara DJ. 1990. Present Knowledge in Nutrition. 6<sup>th</sup> Ed. Iowa Wiley-Blackwell. 349-354 p.
- Michel, U. y Riechers B. 1992. Cardiovascular risk factors in schoolchildren. *J Am Coll Nutr*. 11(S):36S-40S.
- Mo-suwan L., Pongprapai S., Junjana C., y Puetpaiboon A. 1998. Effects of a controlled trial of a school-based exercise program on the obesity indexes of preschool children. *The American Journal of Clinical Nutrition* 68(5): 1006-1011.
- Mukhtar Q., Cleverley G., Voorhees R., McGrath J. 2001. Prevalence of acanthosis nigricans and its association with hiperinsulinemia in New Mexico adolescents. *Journal of Adolescent Health*. 28(5): 372 – 376.
- National Cholesterol Education Program (NCEP).1991. Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents. *Pediatrics* 89(3): 527-536.
- National High Blood Pressure Education Program 2005. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 114(2): 555-576.
- OMS Organización Mundial de la Salud. Interpreting Growth Indicators. Versión 2009. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/training/en/>
- OMS Organización Mundial de la Salud. Enfermedades Cardiovasculares. Versión 2013. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/> (revisado Marzo del 2013).

- OMS Organización Mundial de la Salud. Malnutrición. Versión 2014. Disponible en: [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/child/malnutrition/es/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/child/malnutrition/es/)
- Ortega, M.I. 2007. Los jornaleros agrícolas, invisibles productores de riqueza: Los jornaleros agrícolas en Sonora: condiciones de nutrición y salud. 1era Ed. México. Plaza y Valdés. 145-158 pg.
- Pajuelo J., Rocca J., Gamarra M. 2003. Obesidad infantil: sus características antropométricas y bioquímicas. *Anales de la Facultad de Medicina*: 64(1): 21-26.
- Plazas M y Johnson S. 2008. *Nutriología Médica*, 3rd Ed. México, D. F. Médica Panamericana 78-110 p.
- Ponce J. A. 1996. Evaluación del estudio de nutrición en preescolares de la ciudad de Hermosillo. C.I.A.D., A.C. Hermosillo, Sonora.
- Ramírez – López E, Grijalva-Haro MI, Valencia ME, Ponce Ja y Artalejo E. 2005. Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses. *Salud Pública Mex.* 47(2): 126 – 133.
- Ramírez Murillo C. 2012. Presencia del síndrome metabólico en escolares de 6 a 9 años de zonas urbana y rural del estado de Sonora. Hermosillo, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Tesis de Maestría.
- Reaven P, Nader PR, Berry C, Hoy T. 1998. Cardiovascular disease insulin risk in Mexican-American and Anglo-American children and mothers. *Pediatrics* 101(4):1-7.
- Rodríguez García P. 2005. Evaluación de Factores de Riesgo Cardiovascular en Niños de Edad Escolar. Hermosillo, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Tesis de Maestría.
- Rogers IS., Emmett PM., y ALSPAC Study Team. 2001. Fat content of the diet among preschool children in Southwest Britain: Relationship with growth, blood lipids, and iron status. *Pediatrics* 108(3):1-9.
- Rosillo I., Pitueli N., Corbera M., Lioi S., Turco M., De Arrigo M., Gastaldi L., Beloscar. 2005. Perfil lipídico en niños y adolescentes de una población escolar. *Archivos argentinos de pediatría* 103(4): 293-297.
- Schwartz B, Jacobs Dr, Moran A, Steinberger J, Hong Cp y Sinaiko AR. 2007. Measurement of insulin sensitivity in children: comparison between the euglycemic-hyperinsulinemic clamp and surrogate measures. *Diabetes care* 31(4): 783 – 788.
- SINAIS. Sistema Nacional de Información en Salud. Principales causas de mortalidad general. Versión 2011.

- Shah AS., Dolan LM., Gao Z., Kimball TR. Y Urbina EM. 2011. Clustering of risk factors: a simple method of detecting cardiovascular disease in youth. *Pediatrics* 127(2): 312-318.
- Steinberger y Daniels, 2003. Obesity, Insulin Resistance, Diabetes and Cardiovascular Risk in Children. *American Heart Association*. 107(10); 1448-1453.
- Taveras EM., Sandora TJ., Shih MC., Ross-Degnan D., Goldmann DA., y Gillman MW. 2006. The association of television and video viewing with fast food intake by preschool-age children. *Obesity* 14(11):2034-2041.
- Tershakovec AM., Jawad AF., Stoufer N., Elkasabany A., Srinivasan AR., y Berenson GS. 2002. Persistent hypercholesterolemia is associated with the development of obesity among girls: the Bogalusa Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 76(4): 730-735.
- UNICEF United Nations Children's Fund. 2013. Pobreza y derechos sociales de niñas, niños y adolescentes en México, 2010 – 2012.
- Uscátegui PM., Álvarez UC., Laguado SI., Soler TW., Martínez ML., Arias AR. 2003. Factores de riesgo cardiovascular en niños de 6 a 18 años de Medellín, Colombia. *An Esp Pediatr* 58(5):411-417.
- Valenzuela L. 2010. Consumo de ácidos grasos trans y su asociación con las concentraciones de HDL-C en población sonoreense. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Hermosillo, Sonora, México. Tesis de Maestría.
- Velásquez E., Barín MA., Solano L., Páez M., Llovera D., Portillo Z. 2006. Perfil lipídico en preescolares venezolanos según nivel socioeconómico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 56 (1): 22-28.
- Velázquez MA., Barinagarrementer AF., Rubio AF., Verdejo J., Méndez MA., Violante R., Pavía A., Alvarado-Ruiz R., Lara A. 2007. Morbilidad y mortalidad de la enfermedad isquémica del corazón y cerebrovascular en México. *Archivos de cardiología de México* 77(1): 31-39.
- Warnick GR, Benderson J y Albers JJ. 1982. Dextran sulfate – Mg<sup>2+</sup> precipitation procedure for quantitation of high-density-lipoprotein cholesterol. *Clin Chem*. 28(6): 1379–1388.
- WHO. 2009. AnthroPlus for Personal Computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva. <http://www.who.int/growthref/tools/en/>
- Williams CL., Strobino BA., Bollella M., Brotanek J. 2004. Cardiovascular Risk Reduction in Preschool Children: The Healthy Start Project. *Journal of the American College of Nutrition* 23(2): 117-12.
- Williams CL., Strobino B., Bollella M., Brotanek J. 2004. Body Size and Cardiovascular Risk Factors in a Preschool Population. *Preventive Cardiology*. 7(3): 116-121.



- Zieske AW., Malcolm GT, y Strong JP. 2002. Natural history and risk factors of atherosclerosis in children and youth: the PDAY study. *Pediatric Pathology Molecular Medicine* 21(2):213-237.
- Zimmet P., Alberti G., Kaufman F., Tajima N., Silink M., Arslanian S., Wong G., Bennett P., Shaw J., Caprio S. 2007. El síndrome metabólico en niños y adolescentes: el consenso de la FID. 52(4): 29 – 32.
- Zwiauer KF., Pakosta R., Mueller T., Widhalm K. 1992. Cardiovascular risk factors in obese children in relation to weight and body fat distribution. *Journal of the American College of Nutrition* 11(S): 41S-50.