

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**SECRETARÍA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

**“SOBREPESO Y OBESIDAD EN UN GRUPO DE ESCOLARES DE LA CIUDAD DE  
MÉXICO Y SU RELACIÓN CON LA PRESIÓN ARTERIAL”**

**TESIS DE POSGRADO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**ESPECIALISTA EN GASTROENTEROLOGÍA Y NUTRICIÓN PEDIÁTRICA**

**PRESENTA**

**DR. SERGIO DÍAZ MADERO**

**TUTOR DE TESIS**

**DR. JAIME ALFONSO RAMÍREZ MAYANS**

**MÉXICO D.F.**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“SOBREPESO Y OBESIDAD EN UN GRUPO DE ESCOLARES DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y SU RELACIÓN CON LA PRESIÓN ARTERIAL”**

---

DR. JOSÉ N. REYNÉS MANZUR

DIRECTOR DE ENSEÑANZA

---

DRA. MIRELLA VÁZQUEZ RIVERA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO

---

DR. JAIME ALFONSO RAMÍREZ MAYANS

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE GASTROENTEROLOGÍA Y NUTRICIÓN  
PEDIÁTRICA

TUTOR DE TESIS

---

DRA. ERICKA MONTIJO BARRIOS

COTUTOR DE TESIS

---

M. EN C. LUISA DÍAZ GARCÍA

ASESOR METODOLÓGICO

## **AGRADECIMIENTOS**

A Emily por el apoyo incondicional y el impulso diario para completar este sueño.

A Sebastián y Jimena, por brindarme la inspiración para seguir siempre adelante.

A mis papás por estar siempre a mi lado.

A mis hermanos por su amistad.

A mis maestros por la enseñanza y dedicación a nuestra profesión.

A mis compañeros, amigos y residentes que hicieron que este paso fuera más fácil.

Quiero agradecer de manera muy especial a Margarita, Ericka y Luisa, porque sin su ayuda este trabajo no se hubiera concretado.

Y no puedo dejar de agradecer a todos los niños que pusieron sus vidas en nuestras manos y de quienes nunca dejamos de aprender.

## **Contenido**

Resumen.....	1
Abstract.....	3
Marco Teórico.....	5
Justificación.....	12
Objetivos.....	13
Material y Métodos.....	13
Resultados.....	18
Discusión.....	27
Conclusiones.....	32
Recomendaciones.....	32
Bibliografía.....	34

# **“Sobrepeso y Obesidad en un grupo de escolares de la ciudad de México y su relación con la presión arterial”**

Díaz-Madero Sergio\*, Ramírez-Mayans Jaime Alfonso\*\*, Montijo-Barrios Ericka\*,  
Díaz-García Luisa\*\*\*.

\* Servicio de Gastroenterología y Nutrición

\*\* Director Médico Instituto Nacional de Pediatría

\*\*\* Departamento de Metodología de la Investigación

## **Resumen**

El sobrepeso y obesidad es un problema frecuente en nuestro medio. Afecta aproximadamente al 27% de los niños en edad escolar. Sus complicaciones a mediano y largo plazo incluyen el desarrollo de hipertensión arterial, diabetes, cardiopatía isquémica etc.

Objetivo: Identificar si existe relación entre la composición corporal y la presión arterial en niños escolares de la ciudad de México.

Material y Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, comparativo y transversal, en el que participaron 1000 niños de escuelas particulares de la ciudad de México. Se realizó una valoración antropométrica (peso, talla y porcentaje de grasa corporal) y determinación de la presión arterial en reposo. Se obtuvo el índice de masa corporal (IMC), así como las percentilas y puntuación z para la talla, IMC y el porcentaje de grasa corporal. La variables IMC, presión arterial y porcentaje de grasa

fueron categorizadas para su análisis. Así mismo, se obtuvo un diario de autorreporte en el que los estudiantes describieron su actividad física diaria. La actividad física se convirtió en equivalentes de intensidad metabólica (MET) y se categorizó de acuerdo con lo establecido por el compendio de actividades MET. Finalmente se obtuvo también un cuestionario en el que los alumnos clasificaron su agrado o desagrado por la actividad física. Las variables categóricas fueron comparadas mediante la prueba de independencia  $\chi^2$ . Se realizó un modelo multivariado de regresión logística teniendo como variable dependiente presión arterial diastólica.

Resultados: se incluyeron 854 niños entre 6 y 12 años de los cuáles 22% tuvieron sobrepeso y 4.4% obesidad utilizando el IMC; 37% tuvieron un porcentaje de grasa corporal elevado; 15% tuvieron hipertensión diastólica y 13.9% hipertensión sistólica. La frecuencia de hipertensión diastólica incrementó de 14.7% en niños con peso normal a 20.2% en aquellos con sobrepeso y 23.7% con obesidad ( $\chi^2 = 9.45$ ;  $p = 0.002$ ). El porcentaje de grasa también se relacionó con un incremento en la frecuencia de hipertensión arterial diastólica siendo de 13.7% en niños normales y 20.3% con porcentaje de grasa elevado ( $\chi^2 = 10.29$ ;  $p = 0.001$ ). Se encontró que por cada incremento de un punto en zIMC aumenta la probabilidad de hipertensión diastólica 1.5 veces ( $p = 0.003$ ; IC95% 1.14 - 1.98). Así mismo, al aumentar el porcentaje de grasa corporal se incrementa 1.02 veces la probabilidad de tener hipertensión diastólica ( $P = 0.014$ ; CI 95% 1 - 1.05). No se encontró relación con hipertensión sistólica utilizando el IMC ni el porcentaje de grasa corporal.

Conclusiones: La hipertensión arterial, particularmente diastólica, se encuentra estrechamente relacionada con el grado de adiposidad.

## **Abstract**

Overweight and obesity are common health problems in Mexico with an estimated prevalence of 27% in schoolage children. Medium and long term complications include hypertension, diabetes, ischemic heart disease, etc.

Aim: to identify if there is a relationship between body composition and the blood pressure in a group of scholars in Mexico city.

Methods: One thousand school age children participated in this cross sectional, retrospective, observational and comparative study. Anthropometry (weight, height and body fat percentage) and resting blood pressure (BP) were obtained. Body mass index percentiles and z-scores for height, BMI and percentage body fat were calculated. BMI, percentage body fat and BP were categorized for statistical analysis. Children were instructed to complete a self report diary on physical activity, which was converted into Metabolic Equivalent (MET) and categorized according to the international MET activities compedium. Finally, children completed a questionnaire on how much they like or not the physical activity they reported. Categorical variables were compared by a  $X^2$  independent test and a multivariate logistic regression model was done.

Results: 854 children between 6 and 12 years of age were included. 22% were overweight and 4.4% obese according to BMI ; 37% had an elevated percentage body fat; 15% had diastolic hypertension and 13.9% systolic hypertension. Diastolic hypertension frequency increased as the BMI z score increased (14.7% in normal , 20.2% in overweight and 23.7% in obese children) ( $X^2 = 9.45$ ;  $p = 0.002$ ). Percentage body fat was also related to diastolic hypertension (13.7% normal and 20.3% overfat) ( $X^2 = 10.29$ ;  $p = 0.001$ ). The probability of diastolic hypertension increased 1.5 times ( $p = 0.003$ ) for every unit increase in BMI z-score (CI95% 1.14-1.98) and 1.02 times for

every increase in percentage body fat ( $p = 0.014$ ; CI 95% 1- 1.05). We did not find any relationship between BMI or percentage body fat with systolic BP.

Conclusions: Diastolic hypertension is directly related to body fatness.

## Marco Teórico

Se considera a la obesidad como una entidad patológica definida por la acumulación anormal de tejido adiposo, que es el resultado de un balance positivo de energía<sup>i</sup>. No existe hasta el momento un consenso sobre la definición de obesidad en niños. La Asociación Americana de Obesidad determina como sobrepeso a través del índice de masa corporal (IMC) cuando éste se encuentra entre los percentiles 85 y 95 y obesidad cuando es mayor al percentil 95. El CDC utiliza el término “riesgo de sobrepeso” si el IMC se encuentra entre los percentiles 85 y 95, y “sobrepeso y obesidad” si éste es mayor a 95<sup>ii</sup>. Recientemente el “International Obesity Task Force” (IOTF) define puntos de corte para el IMC que se ajustan a los valores de sobrepeso y obesidad en adultos definidos como 25kg/m<sup>2</sup> y 30kg/m<sup>2</sup> respectivamente<sup>iii</sup>.

La prevalencia de obesidad se ha incrementando rápidamente a nivel mundial. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (Ensanut 2006)<sup>iv</sup> la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en niños escolares de 6 a 12 años es del 26%, cifra muy parecida a la encontrada en un estudio realizado en la ciudad de México por García Campos y cols.<sup>v</sup> Con respecto a la Encuesta Nacional de Nutrición de 1999<sup>vi</sup>, la obesidad se incrementó de 4.8 a 11.3% en niños y de 7 a 10.3% en niñas de estas edades. En el resto del mundo, y particularmente en los Estados Unidos de Norteamérica se presentan incrementos similares.

La razón para el aumento en la prevalencia de obesidad infantil no se conoce con claridad. Se han propuesto varios factores entre los que destacan una menor actividad física, un aumento en el consumo energético caracterizado por alimentos con alto

contenido de grasa y de hidratos de carbono, particularmente aquellos con un índice glicémico elevado<sup>vii</sup>.

Sin embargo, de acuerdo a las NHANES no se ha observado un aumento en el consumo energético ni una disminución importante en la actividad física en niños como para explicar el fenómeno. A pesar de lo anterior, existen datos de estudios que muestran que en algunas poblaciones sólo el 30 a 40% de los niños cumplen con al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada a intensa.<sup>viii</sup>

La obesidad es una enfermedad cuya causa aún no se conoce. Se propone que es el resultado de múltiples factores tanto ambientales como genéticos para el desarrollo de la misma. Los primeros incluyen peso elevado al nacer, tabaquismo materno durante el embarazo, obesidad en los padres, menos de 10 horas de sueño diario antes de los 36 meses, incremento excesivo de peso en los primeros dos años en recién nacidos prematuros o de bajo peso, nivel socioeconómico y educativo materno bajos, así como un mayor número de horas de televisión (más de 8 horas por semana)<sup>ix</sup>.

Entre los factores genéticos reconocidos se sabe que cuando uno de los padres es obeso, el riesgo relativo de obesidad va de 2.2 a 3.2 veces más que si ninguno de los padres fuera obeso (IC95% de 1.1 a 5.7), pero si ambos padres son obesos el riesgo se incrementa de 2.0 hasta 13.6 veces (IC95% 0.8-50.4)<sup>x</sup>.

Se conocen varios genes implicados en el desarrollo de obesidad. Sin embargo, la mayor parte de estos no pueden explicar por sí solos la totalidad del fenómeno. Se ha propuesto una teoría monogénica, en la que un solo gen sería responsable de la aparición de la enfermedad. Sin embargo, sólo algunos casos de síndromes genéticos

pueden ser explicados por este mecanismo. El gen (o genes) relacionado(s) en la mayor parte de estos síndromes pertenece a alguna de las proteínas implicadas en la vía metabólica leptina-melanocortina.<sup>xi</sup>

El gen *ob* codifica para la leptina, una hormona derivada del tejido adiposo que se secreta en proporción directa a la cantidad de grasa contenida en el adipocito. En el hipotálamo, la leptina se une a su receptor, y entre sus efectos se encuentra el de incrementar la secreción de proopiomelanocortina (POMC). La enzima PC1 desdobla la POMC en hormonas adrenocorticotrópica (ACTH) y estimulante de melanocitos (MSH). Esta última disminuye el impulso por consumo de alimentos al unirse a su receptor MC4R en el cerebro. Es decir, a mayor cantidad de leptina, menor el consumo dietético. Se han encontrado mutaciones en 5 de los genes antes mencionados (leptina, receptor de leptina, POMC, PC1 y MC4R). Por su prevalencia estas mutaciones se han dividido en 2 grupos: a) aquellos que tienen una mutación en el gen de leptina, en el de su receptor, en el de POMC o en el de PC1 (todos extraordinariamente raros), encontrándose en estos un síndrome similar que incluye obesidad mórbida de inicio temprano, hiperfagia, hipogonadismo hipogonadotrópico, y en algunos casos la presencia de cabello rojo e hipotiroidismo, así como insuficiencia suprarrenal; b) aquellos que tienen una mutación en el gen para el receptor MC4R, que es la mutación más frecuentemente encontrada en sujetos obesos (prevalencia de 1 a 4% de los obesos mórbidos). El cuadro clínico es similar a otros tipos de obesidad solamente con un inicio más temprano e hiperfagia.

En el caso de la obesidad común, también se han propuesto modelos genéticos en los que varios genes pudieran estar involucrados (teoría poligénica). Se han establecido 2

líneas de investigación distintas en busca de posibles genes de susceptibilidad. La primera se basa en la búsqueda de “genes candidatos” con base en los efectos biológicos conocidos de dichas moléculas en cuanto al balance de energía. Se han identificado algunos genes probables, como el de la proteína desacopladora 1 (UCP-1), el propio gen *ob*, y algunos otros, identificados a partir de estudios de mutaciones en algunos grupos poblacionales y familiares. La segunda estrategia se ha basado en el estudio genético (escrutinio genómico amplio) de grandes grupos familiares con obesidad. Se han obtenido datos promisorios y reproducibles en algunas poblaciones pero que no aplican para otras. Los resultados más reproducibles se han encontrado en algunos *loci* de los cromosomas 2 y 10.

Hasta el momento, ninguna de las teorías explica satisfactoriamente el fenómeno completo de la obesidad. Con base en el conocimiento actual, la hipótesis más aceptada indica que la obesidad es una enfermedad oligogénica cuyo desarrollo depende tanto de estímulos ambientales como de varios genes modificadores.

Con respecto a otros factores de riesgo, en un reporte reciente de 3155 niños, se encontró que los estadounidenses de 2 a 7 años invertían un promedio de 2.5 horas al día viendo televisión, mientras que los de 8 a 18 años tuvieron un promedio de 4.5 horas al día, ya sea viendo televisión, películas o jugando video-juegos<sup>xii</sup>.

La obesidad en la edad pediátrica incrementa de manera importante el riesgo de obesidad en la vida adulta<sup>xiii</sup>. Un estudio realizado por Whitaker mostró que el riesgo de

obesidad durante la adultez aumenta 1.3 veces si el individuo es obeso a los 2 años, y hasta 17.5 veces si es obeso entre los 15 y 17 años<sup>10</sup>.

La obesidad se encuentra estrechamente relacionada con el desarrollo de complicaciones cardiovasculares, metabólicas, osteoarticulares, pulmonares e incluso con algunos tipos de cáncer. La hipertensión arterial es uno de los fenómenos más asociados con la adiposidad y a su vez es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de cardiopatía isquémica y enfermedad vascular cerebral. Esta última constituye la principal causa de muerte tanto en países desarrollados como en nuestro país.

La hipertensión arterial es una entidad poco diagnosticada en niños, pero que tiene consecuencias catastróficas a largo plazo como la cardiopatía isquémica, la enfermedad vascular cerebral, insuficiencia renal e incluso la retinopatía hipertensiva. Dado que la obesidad guarda una relación estrecha con la hipertensión, la prevención de la obesidad infantil debería tener un impacto importante en el desarrollo de hipertensión y por tanto sus complicaciones.

#### Prevalencia de hipertensión en niños

La prevalencia de hipertensión en niños en edad escolar se ha estimado en 1%, sin diferencias importantes en cuanto a la raza. Dicha cifra se incrementa gradualmente durante la adolescencia y la adultez temprana, alcanzando hacia los 25 años una prevalencia del 4.1%, con un predominio franco en el sexo masculino (5.0% vs. 1.6%).<sup>xiv</sup>

## Diagnóstico de hipertensión arterial

De acuerdo con las recomendaciones de la *National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents (NHBPEP)*, se define como presión arterial normal cuando los valores de presión arterial sistólica y diastólica se encuentra por debajo de la percentil 90 para edad y sexo; se considera presión arterial alterada cuando los valores se encuentran entre las percentiles 90 y 95; finalmente se establece el diagnóstico de hipertensión arterial cuando un niño o adolescente presenta en tres mediciones diferentes valores de presión arterial sistólica y diastólica en o por arriba del percentil 95 para su edad y sexo; estos valores deben correlacionarse con la talla<sup>xv</sup>.

## Fisiopatología de la hipertensión en pacientes obesos<sup>xvi</sup>

### Papel que juegan los adipocitos

Los mecanismos involucrados en el desarrollo de hipertensión relacionada con obesidad son múltiples, complejos y se encuentran íntimamente relacionados entre ellos. La presencia de adipocitos grandes, llenos de grasa, se asocia con anomalías estructurales y funcionales del tejido adiposo. Estas incluyen: a) producción incrementada de moléculas bioactivas como leptina, resistina, angiotensinógeno, citocinas proinflamatorias y radicales libres de oxígeno; b) una capacidad insuficiente para acomodar el exceso de ácidos grasos libres derivados de la dieta, lo que lleva al depósito ectópico de grasa en tejido musculoesquelético e hígado, lo que a su vez aumenta la resistencia a la insulina e hiperinsulinemia; c) un aumento en la infiltración del tejido adiposo por macrófagos lo que aumenta la producción de citocinas

proinflamatorias y radicales libres. Este tejido adiposo disfuncional a su vez activa el sistema nervioso simpático y el sistema renina angiotensina aldosterona y promueve el estrés oxidativo. Todo lo anterior fomenta el desarrollo de hipertensión.

#### Factores individuales

##### Sistema Renina angiotensina aldosterona (SRRA)

Los individuos obesos presentan un aumento significativo en los niveles circulantes de enzima convertidora de angiotensina (ECA). Se ha demostrado que con la pérdida de peso, los niveles de renina, angiotensinógeno y aldosterona disminuyen considerablemente.

##### Sistema Nervioso Simpático (SNS)

Se proponen varios mecanismos para la activación del sistema nervioso simpático en sujetos obesos. Entre estos se incluyen la disfunción de barorreceptores y del eje hipotálamo hipófisis, hiperinsulinemia/resistencia a la insulina, hiperleptinemia y niveles elevados de angiotensina II. Independientemente del mecanismo, la activación del sistema promueve la reabsorción tubular de sodio y agua.

##### Resistencia a la insulina

Independientemente del peso, se ha demostrado que los sujetos hipertensos muestran una respuesta inadecuada de insulina ante una carga de glucosa. Los mecanismos involucrados incluyen la retención renal de sodio, la hiperreactividad del SNS, transporte alterado de iones a través de las membranas y proliferación de músculo liso en las paredes vasculares.

## Cambios estructurales y funcionales en los riñones

La obesidad genera una mayor retención renal de sodio y agua, lo que se explica por la activación del SNS y el SRRA. Así mismo, la compresión medular por acúmulo de tejido adiposo perirrenal promueve la reabsorción de sodio y altera la natriuresis por presión.

La obesidad produce una vasodilatación arteriolar aferente compensatoria que poco a poco daña las paredes glomerulares. Lo anterior genera una glomeruloesclerosis y pérdida de neuronas que se ve favorecida por la circulación de ácidos grasos libres y glucosa. La insuficiencia renal crónica consecuente cierra el círculo vicioso y favorece aún más la hipertensión.

---

<sup>i</sup> Casa Madrid Mata O, González Barranco J. La Norma Oficial Mexicana para la Atención de la Obesidad. CONAMED 1999; 10: 35-40

<sup>ii</sup> National Center for Health Statistics. 2000. [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)

<sup>iii</sup> Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320(7244):1240-3

<sup>iv</sup> Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. ENSANUT2006. Cuernavaca, México: INSP, 2006

<sup>v</sup> García-Campos M, Gutierrez Castrellón P, Ortiz-Vaca T, Cervantes-Bustamante R, Mata-Rivera N, et al. Anthropometric assessment of mexican children living in Mexico city. *Int Pediatr* 2006; 21(1):23-27

<sup>vi</sup> Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, González-de Cossío T, Hernández-Prado B, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2001.

<sup>vii</sup> Slyper AH. The pediatric obesity epidemic: causes and controversies. *J Clin Endocrinol Metab*, 2004. 89:2540-47

- 
- <sup>viii</sup> Katzmarzyk PT, Baur LA, Blair SN, Lambert EV, Oppert JM, et al. International Conference on physical activity and obesity in children: summary statement and recommendations. *Int J Pediatr Obes* 2008;3:3.21
- <sup>ix</sup> Reilly JJ, Armstrong J, et al. Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ* 2005; 330:1357-1364
- <sup>x</sup> Whitaker RC, et al. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337 (13): 869-873.
- <sup>xi</sup> Froguel P, Boutin P. Genetics of pathways regulating body weight in the development of obesity in humans. *Exp Biol Med* 2001;226(11):991-996
- <sup>xii</sup> Robinson TN. Television viewing and childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 2001; 48(4):
- <sup>xiii</sup> Guo SS, Chumela WC. Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood. *Am J Clin Nutr* 1999;70( suppl):145S-8S
- <sup>xiv</sup> Velásquez-Jones L. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. En: PAC de Pediatría 1, tomo 2. Edición actualizada 2004. México: Intersistemas editores, 2005: 879-922
- <sup>xv</sup> National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a Working Group Report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics* 1996;98: 649-58
- <sup>xvi</sup> Kurukulasuriya LR, Stars S, Lastra G, Manrique C, Sowers JR. Hypertension in Obesity. *Endocrinol Metab Clin N Am* 2008; 37:647-622

## Justificación

El sobrepeso y la obesidad son un problema de salud pública. Su frecuencia combinada en niños en edad escolar es de aproximadamente 27%. La obesidad se relaciona estrechamente con el desarrollo de hipertensión arterial, por lo que es de esperar que los niños con sobrepeso u obesidad la presenten con mayor frecuencia. En el momento actual no se conoce qué indicador se relaciona mejor con los valores elevados de presión arterial y si los diferentes grados de obesidad se relacionan con mayor frecuencia de hipertensión. Así mismo se sabe que la actividad física mejora las cifras de presión arterial pero se desconoce si esto ocurre en niños con diferentes grados de obesidad.

## Objetivos

### Objetivo general:

- Identificar si existe relación entre la composición corporal y la presión arterial en niños escolares de la ciudad de México.

### Objetivos específicos:

- Identificar si existe relación entre el aumento en el puntaje z del IMC en el aumento en la presión arterial sistólica y diastólica
- Valorar si existe relación entre la actividad física reportada y la obesidad
- Valorar si la actividad física reportada tiene relación con la presión arterial independientemente del estado nutricional del niño

### Objetivo secundario:

- Conocer si la percepción de los escolares sobre el ejercicio es congruente con su actividad y estado de nutrición

## Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, comparativo y transversal, en el que participaron 1000 niños de escuelas particulares de la ciudad de México incluidos en el estudio titulado “Impacto de la dieta y el ejercicio sobre la densidad mineral ósea en niños mexicanos de 6 a 12 años”, realizado entre mayo de 2004 y febrero de 2005. En dicho trabajo se obtuvieron los siguientes datos: edad, género, peso, talla, perímetro braquial, presión arterial (baumanómetro digital Omron HEM 714 int.), porcentaje de grasa corporal (báscula Tanita BF-350) y densitometría ósea en antebrazo y calcáneo (GE Lunar Pixi periférico). Además de la antropometría, se solicitó a los alumnos que llenaran un cuestionario (autorreporte) para evaluar su actividad física (particularmente actividades deportivas) y horas de sedentarismo (por ejemplo viendo televisión, jugando videojuegos, haciendo tarea o en transporte). Lo anterior con la supervisión de algunos de los padres del menor. El cuestionario empleado fue realizado y validado por Hernández y cols.<sup>1</sup> Dicho instrumento cuenta con un apartado en el que se solicitó la opinión de los alumnos con respecto al ejercicio en general, actividades como correr y a la clase de educación física.

Para el presente análisis se incluyeron sólo aquellos sujetos entre 6 y 12 años que tuvieran reportados peso, talla y presión arterial, de manera que se incluyeron datos de un total de 854 niños.

Los datos fueron recolectados y organizados en tablas para su análisis. Las variables antropométricas fueron percentiladas y se obtuvo tanto el índice de masa corporal (IMC), como las puntuaciones z de IMC y talla con ayuda del programa EPI INFO 2006 utilizando como referencia las tablas de la NCHS/CDC 2000. El puntaje z de IMC

(zIMC) fue categorizado en 4 grupos de acuerdo con las definiciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de la siguiente manera:

- a) Peso bajo.-  $zIMC < -1$
- b) Normal.-  $zIMC \geq -1$  y  $\leq +1$
- c) Sobrepeso.-  $zIMC > +1$  y  $\leq +2$
- d) Obesidad.-  $zIMC > +2$

Porcentaje de grasa corporal.- se medirá por impedancia eléctrica y se expresa como el porcentaje que corresponde a grasa del peso total del cuerpo. Para determinar si el porcentaje es normal se utilizarán las tablas de referencia publicadas por McCarthy<sup>ii</sup> en niños definiendo los siguientes:

- a) porcentaje bajo.-  $<$  a la percentil 2
- b) porcentaje normal.-  $\geq$  percentil 2 y  $\leq$  percentil 85
- c) porcentaje elevado.-  $>$  a la percentil 85

La talla para la edad fue categorizada por puntaje z (zTE) de acuerdo con lo establecido por la OMS de la siguiente forma:

- a) Baja.-  $z < -2$
- b) Normal.-  $z \geq -2$  y  $\leq 2$
- c) Alta.-  $z > +2$

La presión arterial fue percentilada según la talla para la edad y sexo (pTA) de acuerdo con lo establecido por el Task Force on High Blood Pressure y categorizada de la siguiente manera:

- a) Presión arterial normal.- pTA < percentil 95 para edad y género
- b) Presión arterial elevada.- pTA > percentil 95 para edad y género

Para comparar la actividad física reportada, se calcularon los equivalentes de intensidad metabólica (MET) para cada actividad en particular utilizando el compendio actualizado de actividad física en intensidades MET<sup>iii</sup>. Una MET se define como la razón entre la tasa metabólica durante la actividad y la tasa metabólica estándar en reposo, a la cuál se le asigna un valor de 1.0, que es el equivalente a estar sentado en reposo.

De acuerdo con el compendio, la actividad física se considera leve (<3 METs), moderada (3-6 METs) o vigorosa (> 6 METs).

#### Análisis estadístico

La población fue comparada en sus condiciones basales, según su estado de tensión arterial, a través de una comparación de medias para el caso de variables continuas normales o mediante métodos no paramétricos cuando no cumplieron el supuesto de normalidad. Las variables categóricas fueron comparadas mediante la prueba de independencia  $X^2$ .

Se realizó un modelo multivariado de regresión logística teniendo como variable dependiente *tensión arterial diastólica*.

Para determinar que variables se incluirían en el modelo se utilizaron dos criterios, la plausibilidad biológica y el criterio estadístico, considerando un valor de  $p < 0.05$  para la significancia estadística.

Se empleó el análisis de cluster para identificar patrones de comportamiento en la población en cuanto a la percepción de la actividad física considerando que se midieron 3 variables de percepción de la actividad física, las cuales en su conjunto determinan la percepción global de la actividad física, por lo que se recurrió a esta técnica estadística que permite disminuir las dimensiones de análisis. Al igual que en las variables de actividad física, pero en este cluster se incluyeron once variables sobre las actividades realizadas por los niños.

---

<sup>i</sup> Hernández B, Gortmaker SL, Laird NM, Colditz GA, Parra-Cabrera S, Peterson KE. Validez y reproducibilidad de un cuestionario de actividad e inactividad física para escolares de la ciudad de México. *salud pub mex* 2000; 42(4):315-323

<sup>ii</sup> McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body Fat Reference Curves for Children. *Int J Obes* 2006; 30: 598-602.

<sup>iii</sup> Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(suppl): S498-S516

## Resultados

Tabla 1. Frecuencias simples

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Género</b>		
a) Masculino	396	46.4
b) Femenino	458	53.6
Total	854	100
<b>Estado nutricional según z IMC</b>		
a) Peso bajo	124	14.5
b) Peso adecuado	504	59
c) Sobrepeso	188	22
d) Obesidad	38	4.4
Total	854	100
<b>Porcentaje de grasa corporal</b>		
a) % grasa bajo	105	12.3
b) % grasa normal	431	50.5
c) % grasa alto	316	37
Total	852	99.8
<b>Talla para la edad</b>		
a) Talla baja	29	3.4
b) Talla normal	810	94.8
c) Talla alta	15	1.8
Total	854	100

---

**Presión arterial diastólica**

a) Normal	722	84.5
-----------	-----	------

b) Elevada	132	15.5
------------	-----	------

---

Total	854	100
-------	-----	-----

---

**Presión arterial sistólica**

a) Normal	735	86.1
-----------	-----	------

b) Elevada	119	13.9
------------	-----	------

---

Total	854	100
-------	-----	-----

---

Se obtuvieron datos de 854 individuos para todas las variables de estudio excepto para “porcentaje de grasa corporal” que se tiene de 852 (99.8%) sujetos. En los 2 casos faltantes el equipo marcó error en la medición debido al bajo peso de los niños. La edad promedio fue de 9.1 años. Se encontró un predominio discreto del género femenino (53.6%).

El 59% de los escolares tuvieron un peso adecuado definido por puntaje z para el índice de masa corporal (z IMC de  $-1$  a  $+1$ ), sobrepeso en 22% (z IMC 1.01 a 2), de los cuales el 52.7% fueron del sexo masculino.

Se encontró obesidad en el 4.4% (z IMC  $> 2$ ), de los cuales el 73.7% fueron masculinos.

Con respecto al porcentaje de grasa corporal el 50.5% de los menores fueron considerados normales y el 37% con un porcentaje elevado. De estos últimos, el 56.3% fueron del sexo femenino lo cuál contrasta con lo encontrado utilizando en z IMC. En cuanto a la talla solamente el 1.8% presentaron talla alta, mientras que el 3.4% tuvieron talla baja.

Se realizó un análisis bivariado para explorar la relación entre hipertensión arterial y las otras variables. En esta población se encontraron registros de presión arterial diastólica elevada en 15.5% de los sujetos de los cuales el 60.6% fueron del género femenino (con  $X^2$  de 3.05 y una p de 0.049). Se reportó hipertensión sistólica en el 13.9% de los sujetos, siendo el 57.1% del género femenino ( $X^2$  de 0.685 y p de 0.233) cuyo predominio no alcanzó significancia estadística.

Tabla 2. Frecuencia de hipertensión diastólica según estado de nutrición.

Indicador	N (%)	p
z IMC		
Bajo	11 (8.9)	
Normal	74 (14.7)	0.002
Sobrepeso	38 (20.2)	
Obesidad	9 (23.7)	
Porcentaje de grasa corporal		
Bajo	9 (8.6)	
Normal	59 (13.7)	0.001
Alto	64 (20.3)	

Tabla 3. Frecuencia de hipertensión sistólica según estado nutricional.

Indicador	N (%)	p
<b>Z IMC</b>		
Bajo	12 (9.7)	
Normal	75 (14.9)	0.243
Sobrepeso	24 (12.8)	
Obesidad	8 (21.1)	
<b>Porcentaje de grasa corporal</b>		
Bajo	16 (15.2)	
Normal	52 (12.1)	0.406
Alto	51 (16.1)	

Utilizando el IMC como indicador del estado nutricional y relacionándolo con la presión arterial, se encontró hipertensión diastólica en el 14.7% de los sujetos con peso adecuado, 20.2% en pacientes con sobrepeso y 23.7% con obesidad, encontrando diferencias estadísticamente significativas ( $X^2 = 9.45$ ;  $p = 0.002$ ).

Tomando en cuenta sujetos con sobrepeso y obesidad y comparándolos con sujetos normales se encontró que aquellos sujetos con sobrepeso u obesidad tienen una

probabilidad 1.68 veces mayor de presentar hipertensión diastólica que aquellos con un IMC normal o bajo (IC95% 1.11 – 2.53; p = 0.009).

Se observaron resultados similares utilizando como indicador el porcentaje de grasa corporal, encontrando hipertensión diastólica en 8.6% de los niños con porcentaje de grasa bajo, 13.7% en sujetos normales y en el 20.3% de aquellos con un porcentaje de grasa corporal elevado ( $X^2 = 10.29$ ; p = 0.001).

Al usar este indicador se encontró una probabilidad de 1.75 veces más de padecer hipertensión diastólica (IC95% 1.18 – 2.58; p = 0.003).

Cuando se evaluaron los mismos índices pero con hipertensión sistólica se encontró una diferencia entre los grupos con hipertensión en 9.7% de los individuos con peso bajo, 14.9% con peso normal, 12.8% con sobrepeso y 21.1% con obesidad, sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística ( $X^2 = 1.36$ ; p = 0.243). Tampoco existieron diferencias entre los grupos utilizando el porcentaje de grasa corporal ( $X^2 = 0.689$ ; p = 0.406).

Al analizar las diferencias por género en el grupo de pacientes con sobrepeso y obesidad y utilizar el z IMC existe un predominio de hipertensión diastólica en el género femenino (11.9% vs. 8.8%) estadísticamente significativo ( $X^2 = 4.46$ ; P = 0.02). Si bien al utilizar el porcentaje de grasa corporal se evidenció una diferencia similar (12.7% vs. 7.6%), ésta no fue significativa ( $X^2 = 1.23$ ; p = 0.16).

Como se mencionó en el método, se realizó un análisis de cluster para evaluar la actividad física reportada por los estudiantes y su posible relación con obesidad. La

actividad física reportada se convirtió en unidades MET y la variable se categorizó en 3 grupos: a) actividad física leve, b) moderada, c) intensa. El 62.7% reportaron actividad física leve, 24.9% moderada y sólo el 12.4% actividad física intensa. Las mujeres reportaron mayor actividad física intensa 8.4% con respecto a 4.1% reportado por los hombres, lo cuál fue significativo estadísticamente ( $X^2$  de 8.7;  $p = 0.003$ ).

Cuando se analizó la actividad física reportada, comparada con el porcentaje de grasa corporal, el 47.1% de los sujetos con un porcentaje de grasa elevado reportaba actividad física intensa. De estos, el 67.3% fueron del género femenino aunque la diferencia no fue significativa ( $X^2 = 0.45$ ;  $p = 0.5$ ).

Para evaluar el agrado que los estudiantes reportaron por la actividad física se categorizó la variable en 2 grupos: agrado o desagrado. El 80% de los individuos reportó que le agrada la actividad física.

Se exploró la relación que existía entre la actividad física reportada y el agrado por la misma; conforme se reporta mayor actividad física se incrementa el porcentaje de niños a los que no les agrada siendo estas diferencias significativas estadísticamente ( $X^2 = 174.81$ ;  $p = 0.000$ ).

Tabla 4. Actividad física reportada según agrado por la misma

Actividad física reportada	Agrado por la actividad física		Total %
	Agrado N (%)	Desagrado N(%)	
Leve	467 (57.5)	42 (5.2)	62.7
Moderada	149 (18.3)	53 (6.5)	24.9
Intensa	34 (4.2)	67 (8.3)	12.4
Total	650 (80)	162 (20)	100

Cuando se evaluó esta misma relación pero sólo en el grupo de pacientes con sobrepeso y obesidad ( $zIMC > 1$ ) se encontró que el 91.1% de los individuos que reportaron actividad física leve reportan también gusto por el ejercicio contra un 8.9% que no muestran agrado. Esta relación se invierte cuando se reporta actividad física intensa, de tal forma que el 60.9% de los individuos mencionan que no les agrada el ejercicio. Las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas con una  $X^2$  de 39.6;  $p = 0.000$ .

#### Análisis Multivariado

Se realizó un análisis multivariado mediante regresión logística para explorar la relación entre las diferentes variables tomando como variable dependiente la hipertensión diastólica, encontrando que tanto  $zIMC$  como el porcentaje de grasa corporal siguieron

siendo significativos al analizarlos junto con otras variables. Estas 2 variables fueron analizadas de manera independiente una de la otra con las demás variables ya que al hacerlo en conjunto ninguna de las asociaciones fue estadísticamente significativa, lo cual sugiere que existe interacción entre ambas.

Variable dependiente = Hipertensión diastólica

Variable	Razón de momios	P	IC 95%
zIMC	1.5	0.003	1.14-1.98
Género	0.66	0.05	0.44-1.00
Edad en años	1.16	0.02	1.02-1.32
Hipertensión sistólica	6.11	0.000	3.94-9.49

$X^2 = 80.14$ ;  $p = 0.000$

Variable dependiente = Hipertensión diastólica

Variable	Razón de momios	P	IC 95%
Porcentaje de grasa	1.02	0.014	1.00-1.05
Género	0.84	0.413	0.55-1.27
Edad en años	1.10	0.147	0.96-1.27
Hipertensión sistólica	5.95	0.000	3.83-9.23

$X^2 = 77.01$ ;  $p = 0.000$

Se encontró que por cada incremento de un punto en zIMC aumenta la probabilidad de hipertensión diastólica 1.5 veces con una  $p = 0.003$  y un intervalo de confianza al 95%

de 1.14 a 1.98. Así mismo, al aumentar el porcentaje de grasa corporal se incrementa 1.02 veces la probabilidad de tener hipertensión diastólica con una  $P = 0.014$  e intervalo de confianza al 95% de 1 a 1.05.

El género masculino aparentemente provee un efecto protector ya que en ambos modelos se encontraron razones de momios menores a la unidad (0.66 y 0.84 respectivamente). Solamente en el modelo que contempla zIMC la  $p$  fue significativa (0.05). Sin embargo los intervalos de confianza son muy amplios y en ambos casos se incluye la unidad.

La edad también parece tener un efecto protector ya que al aumentar la edad en un año, también aumentó la probabilidad de hipertensión diastólica 1.16 y 1.10 veces respectivamente. La  $p$  fue significativa en el modelo cuando se incluyó zIMC ( $P = 0.02$ ) pero perdió significancia al incluir el porcentaje de grasa corporal ( $p = 0.14$ ).

La hipertensión sistólica está íntimamente relacionada con hipertensión diastólica encontrando que al aumentar la presión sistólica la probabilidad de hipertensión diastólica se incrementa 6.11 o 5.95 veces (dependiendo del modelo utilizado). La  $p$  en ambos casos fue significativa (0.000) con intervalos de confianza al 95% de 3.94 a 9.49 y 3.83-9.23 respectivamente (ver tablas).

## Discusión

El porcentaje de niños con sobrepeso y obesidad en esta muestra (26.4%) es muy similar a lo reportado previamente por García-Campos y cols. (27%)<sup>5</sup> y que a su vez coincide con el 26% encontrado en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT 2006) para el mismo rango de edad<sup>4</sup>. En ambos casos se utilizó el Índice de Masa Corporal para hacer las comparaciones.

Al evaluar el porcentaje de grasa corporal por impedancia bioeléctrica se encontró un 37% de los sujetos con un porcentaje elevado lo cuál difiere considerablemente de lo reportado utilizando el IMC. En este trabajo se utilizaron las tablas publicadas por McCarthy<sup>18</sup> para comparar nuestros resultados. Cabe señalar que dichas tablas fueron hechas con base en una población de niños anglosajones por lo que pudiera haber diferencias importantes en el porcentaje de grasa que tiene la población del presente estudio. Sin embargo, no existen otras tablas con las que se pudiera establecer la comparación, de ahí que se considera que los resultados obtenidos son útiles para los fines de esta investigación. Un factor que pudiera influir sobre el porcentaje de grasa corporal y la discordancia con el IMC es el estadio de Tanner, el cual se llevó a cabo en la presente investigación.

Las diferencias encontradas por los distintos indicadores y ajustadas por género son importantes ya que al utilizar el IMC se observó un predominio de sobrepeso y obesidad en el género masculino (73%), mientras que la diferencia no fue significativa al utilizar el porcentaje de grasa corporal. Esta cifra difiere de lo reportado por la ENSANUT 2006 en la que la prevalencia de sobrepeso y obesidad no tuvo una diferencia

significativa por género a nivel nacional, sin embargo en la ciudad de México también se encontró predominio del género masculino<sup>4</sup>.

Se encontró una prevalencia muy elevada de hipertensión en este grupo, incluso en niños con estado de nutrición adecuado. Lo anterior se debe probablemente a una reacción del niño ante la toma de la presión (hipertensión reactiva). Lo anterior se ha observado en varios estudios epidemiológicos. Sinaiko y colaboradores determinaron la prevalencia de hipertensión en un grupo de 14686 niños entre 10 y 15 años. Encontraron una prevalencia de hipertensión sistólica de 1.0%, diastólica de 3.5% y ambas de 4.2%. Sin embargo, durante el seguimiento de aquellos que fueron categorizados como hipertensos, la prevalencia disminuyó en las siguientes proporciones: sistólica 0.3%, diastólica 0.8% y ambas 1.1%.<sup>1</sup>

Es posible que un efecto similar se haya presentado en este estudio, ya que se determinó la presión en un solo momento.

Los resultados del presente estudio mostraron una clara relación entre el grado de adiposidad y el desarrollo de hipertensión diastólica, pero no sistólica, lo cuál difiere de lo reportado por los autores antes mencionados. Lo anterior pudiera obedecer, en parte, a la técnica que se utilizó para medir la presión. El equipo utilizado para la medición ajustó la lectura de presión a los 5 mmHg más cercanos por lo que algunas mediciones pueden estar sobre o subestimadas. De cualquier forma, el método es válido ya que se utilizó para muestrear una población de tamaño considerable y los resultados son suficientemente claros y significativos estadísticamente para dar una idea del fenómeno. No es posible sin embargo, recomendar este método para medir la presión arterial de

forma individual en el contexto de la consulta, pero es útil para dar información en estudios de investigación con muestras grandes como es este caso.

Los resultados indican una clara relación entre la adiposidad y el desarrollo de hipertensión arterial en esta población, pues conforme se incrementa el IMC o el porcentaje de grasa corporal se incrementa el porcentaje de sujetos con hipertensión, particularmente diastólica. Esta relación fue más evidente utilizando como indicador el porcentaje de grasa corporal en el caso del análisis bivariado. Dentro de la revisión de la literatura, no encontramos alguno que reporte esta relación.

La asociación entre el IMC y la hipertensión arterial se ha demostrado mediante diferentes estudios en todos los grupos étnicos y en todas las edades<sup>ii</sup>. En una revisión llevada a cabo por Rosner se incluyeron 8 estudios epidemiológicos con datos de más de 47,000 niños, en la que se encontraron diferencias significativas entre las cifras tensionales de niños obesos contra los no obesos<sup>iii</sup>. En 1999, Freedman reportó algunos resultados derivados del Bogalusa Heart Study, en el cual se muestra que los niños con sobrepeso tuvieron 4.5 veces más riesgo de hipertensión sistólica y 2.4 veces más riesgo de hipertensión diastólica que aquellos no obesos<sup>iv</sup>. En un estudio realizado en China se encontró que en niños obesos la presión arterial se incrementa conforme aumenta el IMC. En éste, se reporta un incremento de 0.56 mmHg y 0.54 mmHg en las presiones sistólica y diastólica respectivamente, por cada aumento en 1 unidad de IMC en pacientes obesos<sup>v</sup>.

En este estudio no hubo relación entre la actividad física reportada y los valores de presión arterial. En adultos existe una clara relación inversa entre la actividad física y la

presión arterial.<sup>vi</sup> Sin embargo en niños esta relación no es tan clara. Kelley y colaboradores publicaron un meta análisis sobre la relación que existe entre la presión arterial y la actividad física en niños y adolescentes, encontrando reducciones de 1% en la presión sistólica y de hasta 3% en la diastólica de niños que realizan actividad física intensa.<sup>vii</sup> Algunos estudios observacionales han reportado asociación mientras que otros no,<sup>viii ix x</sup> muchos de los cuales utilizaron cuestionarios de autorreporte como en este caso, de manera que es posible concluir que no es un método adecuado para valorar la actividad física. Recientemente fue publicado un estudio por Leary y colaboradores en el que se exploró la relación entre la actividad física medida con un acelerómetro durante 3 días y la presión arterial en un grupo de 5505 niños de 11 a 12 años.<sup>28</sup> En éste se observó que aquellos niños que alcanzaron la recomendación diaria de 60 minutos de actividad física intensa tuvieron cifras significativamente mas bajas de presión arterial.

Se analizó la actividad física reportada por los propios niños y se encontró que no hay relación entre el estado nutricional y la actividad física reportada ni con la presión arterial. De hecho, casi la mitad de los niños obesos reportaron actividad física intensa. Este fenómeno es conocido tanto en adultos como en niños obesos y se sabe que tienden a sobreestimar su actividad física.<sup>xi</sup> Para evitar estos problemas existen métodos cuantitativos para determinar la actividad física como los acelerómetros, que han probado ser útiles para medir la actividad física en niños<sup>xii</sup>.

Si bien el método para medir la actividad física no fue el adecuado para buscar la asociación con las cifras de presión arterial, permitió valorar la percepción de los individuos con respecto al ejercicio. La mitad de los niños con sobrepeso y obesidad

reportaron actividad física intensa. Sin embargo, aquellos con actividad física leve también reportaron agrado por la misma, mientras que aquellos con actividad física intensa mostraron desagrado por el ejercicio. Lo anterior representa por una parte un nicho de oportunidad con los niños que muestran agrado por la actividad y por otra nos da una idea de la percepción que tienen los niños con sobrepeso acerca del ejercicio. Los individuos obesos tienden a reportar mayor actividad física por varios factores entre los que se encuentran el pobre desempeño durante el ejercicio, la presión social e incluso la apariencia física y por tanto tienen menor agrado por el ejercicio<sup>xiii</sup>.

Se han estudiado los factores por los que algunos niños obesos reportan poca o nula actividad física. En primer lugar se encuentra la seguridad del vecindario y la disponibilidad de áreas de recreo cerca de casa. Así mismo, el tiempo para llevar a cabo actividades escolares y extraescolares así como las costumbres familiares juegan un papel importante. El principal factor identificado con la realización de actividad física estructurada fue el costo de las actividades<sup>xiv</sup>. Tomar en cuenta estos factores puede ser de gran ayuda para establecer programas de prevención para incrementar la actividad física, así como determinar otros factores que inciden en población mexicana hasta este momento no reportados.

---

<sup>i</sup> Sinaiko AR, Gómez MO, Prineas RJ. Prevalence of “significant” hypertension in junior high school-aged children : the Children and Adolescent Blood Pressure Program. J Pediatr 1989; 114:664-9

<sup>ii</sup> Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children. Hypertension 2002;40:441-47

- 
- <sup>iii</sup> Rosner B, et al. Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescent. *Am J Epidemiol* 2000; 151: 1007-1019
- <sup>iv</sup> Freedman DS, et al. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents : the Bogalusa heart study. *Pediatrics* 1999;103:1175-1182
- <sup>v</sup> He Q, Yi-Ding Z, et al. Blood pressure is associated with body mass index in both normal and obese children. *Hypertension* 2000; 36:165-170
- <sup>vi</sup> Pascatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand: exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 533-553
- <sup>vii</sup> Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. The effect of exercise on restin blood pressure in children and adolescents: a meta analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol* 2003; 6: 8-16
- <sup>viii</sup> Marti B, Vartiainen E. Relation between leisure time exercise and cardiovascular risk factors among 15-year-olds in Eastern Finland. *J Epidemiol Community Health.* 1989; 43: 228–233
- <sup>ix</sup> Macintyre S, Watt G, West P, Ecob R. Correlates of blood pressure in 15 olds in the west of Scotland. *J Epidemiol Community Health.* 1991; 45: 143–147
- <sup>x</sup> Boreham C, Twisk J, van Mechelen W, Savage M, Strian J, Cran G. Relationships between the development of biological risk factors for coronary heart disease and lifestyle parameters during adolescence: The Northern Ireland Young Hearts Project. *Public Health.* 1999; 113: 7–12
- <sup>xi</sup> Leary SD, Ness AR, Smith GD, Mattocks C, Deere K, et al. Physical activity and blood preassure in childhood. *Hypertension* 2008; 51 :92-8
- <sup>xii</sup> Trost SG. Objective measurement of physical activity in youth; current issues, future directions. *Exerc Sport Sci Review* 2000 ; 29 : 32-36
- <sup>xiii</sup> Taylor WC, Yancey AK, Leslie J, Murray NG, Cummings SS, et al. Physical activity among african american and latino middle school girls: consistent beliefs, expectations, and experiences across two sites. *Women and health* 2000; 30: 67-82
- <sup>xiv</sup> Boyington JEA, Carter- Edwards L, Piehl M, Huston J, Langdon D, et al. Cultural Attitudes toward weight, diet, and physical activity among overweight african american girls. *Prev Chronic Dis* 2008; 5: 1-

## Conclusiones

- 1.- El sobrepeso y la obesidad es un problema de salud pública con una prevalencia de aproximadamente 27% en escolares del Distrito Federal y zona Metropolitana.
- 2.- La hipertensión arterial, particularmente diastólica, se encuentra estrechamente relacionada con el grado de adiposidad.
- 3.- El porcentaje de grasa corporal medido por impedancia bioeléctrica parece tener mejor relación con hipertensión que el IMC.
- 4.- La actividad física reportada por los propios niños no se relacionó en el presente estudio con el estado nutricional ni con hipertensión arterial.
- 5.- La actividad física reportada por pacientes con sobrepeso y obesidad se relaciona de forma inversa con el agrado por la misma.



Con base en la experiencia del presente estudio se pueden formular las siguientes recomendaciones para futuras líneas de investigación en materia de obesidad en niños y adolescentes:

1.- Utilizar el porcentaje de grasa corporal medido por impedancia bioeléctrica. Este método es sencillo y de bajo costo por lo que su utilización es factible como método de escrutinio en muestras de tamaño considerable. Con este indicador se encontró una mejor relación entre el grado de obesidad e hipertensión, lo cuál deberá corroborarse en estudios a futuro.

2.- La medición de la presión arterial deberá realizarse en por lo menos 2 ocasiones, con el equipo adecuado, idealmente con baumanómetros aneroides y cuya escala se ajuste a 1 mmHg. Lo anterior con el objeto de disminuir la hipertensión reactiva que se refiere en el presente estudio.

3.- Los cuestionarios de autorreporte no son instrumentos adecuados para evaluar la actividad física, sin embargo pueden ser aplicados por un encuestador validado para conocer la percepción que se tiene sobre el ejercicio. Cuando se pretenda medir el nivel de actividad física, es conveniente utilizar métodos más objetivos, como los acelerómetros.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Casa Madrid Mata O, González Barranco J. La Norma Oficial Mexicana para la Atención de la Obesidad. CONAMED 1999; 10: 35-40
- 2.- National Center for Health Statistics. 2000. [www. cdc.gov](http://www.cdc.gov)
- 3.- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320(7244):1240-3
- 4.- Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. ENSANUT2006. Cuernavaca, México: INSP, 2006
- 5.- García-Campos M, Gutierrez Castrellón P, Ortiz-Vaca T, Cervantes-Bustamante R, Mata-Rivera N, et al. Anthropometric assessment of mexican children living in Mexico city. *Int Pediatr* 2006; 21(1):23-27
- 6.- Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, González-de Cossío T, Hernández-Prado B, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2001.
- 7.- Slyper AH. The pediatric obesity epidemic: causes and controversies. *J Clin Endocrinol Metab*, 2004. 89:2540-47
- 8.- Katzmarzyk PT, Baur LA, Blair SN, Lambert EV, Oppert JM, et al. International Conference on physical activity and obesity in children: summary statement and recommendations. *Int J Pediatr Obes* 2008;3:3.21
- 9.- Reilly JJ, Armstrong J, et al. Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ* 2005; 330:1357-1364
- 10.- Whitaker RC, et al. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337 (13): 869-873.
- 11.- Froguel P, Boutin P. Genetics of pathways regulating body weight in the development of obesity in humans. *Exp Biol Med* 2001;226(11):991-996
- 12.- Robinson TN. Television viewing and childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 2001; 48(4):
- 13.- Guo SS, Chumela WC. Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood. *Am J Clin Nutr* 1999;70( suppl):145S-8S
- 14.- Velásquez-Jones L. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. En: PAC de Pediatría 1, tomo 2. Edición actualizada 2004. México: Intersistemas editores, 2005: 879-922

- 15.- National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a Working Group Report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics* 1996;98: 649-58
- 16.- Kurukulasuriya LR, Stars S, Lastra G, Manrique C, Sowers JR. Hypertension in Obesity. *Endocrinol Metab Clin N Am* 2008; 37:647-622
- 17.- Hernández B, Gortmaker SL, Laird NM, Colditz GA, Parra-Cabrera S, Peterson KE. Validez y reproducibilidad de un cuestionario de actividad e inactividad física para escolares de la ciudad de México. *salud pub mex* 2000; 42(4):315-323
- 18.- McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body Fat Reference Curves for Children. *Int J Obes* 2006; 30: 598-602.
- 19.- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(suppl): S498-S516
- 20.- Sinaiko AR, Gómez MO, Prineas RJ. Prevalence of “significant” hypertension in junior high school-aged children : the Children and Adolescent Blood Pressure Program. *J Pediatr* 1989; 114:664-9
- 21.- Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children. *Hypertension* 2002;40:441-47
- 22.- Rosner B, et al. Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescent. *Am J Epidemiol* 2000; 151: 1007-1019
- 23.- Freedman DS, et al. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents : the Bogalusa heart study. *Pediatrics* 1999;103:1175-1182
- 24.- He Q, Yi-Ding Z, et al. Blood pressure is associated with body mass index in both normal and obese children. *Hypertension* 2000; 36:165-170
- 25.- Pascatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand: exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 533-553
- 26.- Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. The effect of exercise on restin blood pressure in children and adolescents: a meta analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol* 2003; 6: 8-16
- 27.- Marti B, Vartiainen E. Relation between leisure time exercise and cardiovascular risk factors among 15-year-olds in Eastern Finland. *J Epidemiol Community Health*. 1989; 43: 228–233

- 28.- Macintyre S, Watt G, West P, Ecob R. Correlates of blood pressure in 15 olds in the west of Scotland. *J Epidemiol Community Health*. 1991; 45: 143–147
- 29.- Boreham C, Twisk J, van Mechelen W, Savage M, Strian J, Cran G. Relationships between the development of biological risk factors for coronary heart disease and lifestyle parameters during adolescence: The Northern Ireland Young Hearts Project. *Public Health*. 1999; 113: 7–12
- 30.- Leary SD, Ness AR, Smith GD, Mattocks C, Deere K, et al. Physical activity and blood pressure in childhood. *Hypertension* 2008; 51 :92-8
- 31.- Trost SG. Objective measurement of physical activity in youth; current issues, future directions. *Exerc Sport Sci Review* 2000 ; 29 : 32-36
- 32.- Taylor WC, Yancey AK, Leslie J, Murray NG, Cummings SS, et al. Physical activity among african american and latino middle school girls: consistent beliefs, expectations, and experiences across two sites. *Women and health* 2000; 30: 67-82
- 33.- Boyington JEA, Carter- Edwards L, Piehl M, Huston J, Langdon D, et al. Cultural Attitudes toward weight, diet, and physical activity among overweight african american girls. *Prev Chronic Dis* 2008; 5: 1-9