



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÈXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,  
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**Campo del conocimiento: Ciencias de la Salud**

**Campo disciplinario: Epidemiología**

**VALIDACIÓN DE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS Y DE GRASA  
CORPORAL PARA IDENTIFICAR RIESGO CARDIOMETABÓLICO EN UN  
GRUPO DE NIÑOS DE UNA ESCUELA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS**

**PRESENTA:**

**Citlali González Álvarez**

**TUTORES DE TESIS**

Dr. Luis Ortiz Hernández  
Dra. Norma Ramos Ibáñez

**FACULTAD DE MEDICINA**

**Ciudad Universitaria. México, D.F. Noviembre, 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

A mi familia con amor

Genaro

Catalina

Omar

Xóchitl

Yomotzu

Sayuri

A Cuauhtémoc Rojas

con amor

# Agradecimientos

A cada uno de los participantes y tutores que hicieron posible la obtención de los datos del presente trabajo, mi gratitud y reconocimiento. A esos grandiosos niños que alegraron mi corazón, gracias papás y mamás por confiar y depositar unos instantes en nuestras manos a sus tesoros más valiosos, sus maravillosos hijos.

A mis tutores:

Dr. Luis Ortiz Hernández y Dra. Norma Ramos Ibáñez, gracias por confiar en mí para la realización de este proyecto, por los recursos que pusieron a mi disposición, por el tiempo invertido en comentarios, sugerencias, correcciones, etc. por toda esta etapa de aprendizaje que he recorrido con ustedes, gracias.

A los nutriólogos del Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa: Magdalena Rodríguez, Guadalupe Reyna Valencia, Joana Cázares, Joab Medina y Diana Pérez, gracias.

Al personal del Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa en especial a: Dr. Emilio Sacristán, Dr. Joaquín Azpiroz, M. I. Andrés Móron, Ing. Biomédicos: Adrián y Andrea, gracias.

A la Profesora María del Carmen López González directora de la escuela, gracias por abrirnos la puerta de la comunidad y permitirnos llevar a cabo las reuniones informativas, gracias.

Al Mtro. Javier Manzola Cruz, profesor de educación física por todo el apoyo, facilidades y ayuda que recibí durante mi estancia en la escuela primaria, mil gracias, para mi usted fue una parte principal en esta investigación.

A la Dra. Elena Rodríguez Díaz supervisora de Educación Física de la Zona.

A Cuauhtémoc, Sergio, Marco, Pedro, Juan, Rafa y Noé por ser mis amigos de siempre, están en mi corazón y en mis pensamientos.

A María Elena Gutiérrez Aguado, por apoyarme desde el inicio y la ahora conclusión de esta etapa, con cariño y aprecio, te reconozco y te agradezco todo lo que has hecho por mí, gracias.

A Lupita Valencia gracias por tu apoyo durante el estudio piloto y compartirme tus conocimientos, gracias.

A mi familia por hacer posible que me encuentre hoy aquí.

“Participation in the master program was partially supported by CAMBIO (Canada – Mexico Battling Childhood Obesity) which is funded by a grant from the International Development Research Centre, on behalf of Global Health Research Initiative.”

## Índice General

|  |    |
|--|----|
| Resumen.....   | 1  |
| Antecedentes .....   | 3  |
| 1. Definiciones.....   | 3  |
| a) Riesgo Cardiometabólico.....  | 3  |
| b) Obesidad y métodos de medición.....   | 3  |
| c) Distribución de la grasa corporal.....  | 4  |
| 1.2. Revisión de estudios sobre composición corporal, distribución de grasa y factores de riesgo cardiometabólico..... | 5  |
| a) IMC y factores de riesgo cardiometabólico.....  | 6  |
| b) Perímetro de cintura y factores de riesgo cardiometabólico .....  | 6  |
| c) ¿La asociación del perímetro de la cintura con factores de riesgo cardiometabólico es independiente del IMC? .....  | 7  |
| d) Tejido adiposo y factores de riesgo cardiometabólico .....  | 7  |
| 1.3. Prueba diagnóstica.....   | 9  |
| 2. Planteamiento del problema .....  | 10 |
| 2.1 Justificación.....   | 11 |
| 2.2 Preguntas de investigación .....   | 13 |
| 3. Hipótesis.....  | 13 |
| 4. Objetivos .....   | 14 |
| 4.1 Objetivos generales.....   | 14 |
| 4.2 Objetivos particulares.....  | 14 |
| 5. Metodología .....   | 16 |
| 5.1 Diseño del estudio.....  | 16 |
| 5.2 Población de estudio .....   | 16 |
| 5.3 Tamaño de muestra y muestreo.....  | 16 |
| 5.4 Criterios de selección .....   | 17 |
| 5.4.1 Criterios de inclusión.....  | 17 |
| 5.4.2 Criterios de exclusión.....  | 17 |
| 5.4.3 Criterios de eliminación.....  | 17 |
| 5.5 Variables evaluadas .....  | 17 |
| a) Factores de riesgo cardiometabólico .....   | 18 |
| b) Índices y mediciones antropométricas .....  | 19 |

|   |    |
|---|----|
| c) Grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal .....   | 22 |
| d) Grasa corporal total medida con DEXA .....   | 23 |
| e) Grasa corporal total medida con bioimpedancia eléctrica .....  | 24 |
| f) Etapa de maduración sexual .....   | 25 |
| 5.6 Operacionalización de las variables .....   | 27 |
| a) Variables antropométricas .....  | 27 |
| b) Operacionalización de las variables no antropométricas.....  | 28 |
| c) Operacionalización de las variables de riesgo cardiometabólico.....  | 29 |
| 5.7 Procedimiento de la investigación .....   | 30 |
| 5.8 Consideraciones éticas .....  | 31 |
| 5.9 Análisis Estadístico .....  | 31 |
| 6. Resultados .....   | 35 |
| 6.1 Características de la muestra .....   | 35 |
| 6.2 Medición de la grasa corporal total, grasa subcutánea, grasa intra-abdominal,<br>indicadores antropométricos .....  | 35 |
| 6.3 Prevalencia de obesidad según porcentaje de grasa corporal total .....  | 45 |
| 6.4 Índice e indicadores antropométricos .....  | 46 |
| 6.5 Prevalencia de obesidad, obesidad abdominal y alta adiposidad en la región<br>apendicular de miembros superiores y cintura escapular por indicadores<br>antropométricos .....   | 53 |
| 6.6 Factores de riesgo cardiometabólico .....   | 54 |
| 6.7 Prevalencia de factores de riesgo cardiometabólico .....  | 62 |
| 6.8 Correlación de Pearson entre los factores de riesgo cardiometabólico y variables no<br>antropométricas (grasa corporal total, grasa intra-abdominal, grasa subcutánea) y las<br>variables antropométricas. ....       | 64 |
| 6.9 Correlación de Spearman para factores de riesgo cardiometabólico, indicadores no<br>antropométricos (grasa corporal total, grasa intra-abdominal, grasa subcutánea) y las<br>variables antropométricas .....          | 66 |
| 6.10 Relación entre los factores de riesgo cardiometabólico e indicadores no<br>antropométricos (grasa intra-abdominal total, grasa subcutánea abdominal total, grasa<br>corporal total) como variables predictoras ..... | 69 |
| a) Modelo de regresión lineal múltiple ajustando por edad y sexo .....  | 71 |
| b) Modelo de regresión lineal múltiple ajustando por edad, sexo y grasa corporal total<br>(DEXA) .....  | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| c) Modelo de regresión lineal múltiple ajustando por edad, sexo y grasa corporal total (bioimpedancia eléctrica) .....  | 75  |
| 6.11 Análisis de Curvas ROC (receiver operating characteristic).....  | 77  |
| 7. Discusión .....  | 85  |
| 7.1 Diferencias en grasa corporal por edad y sexo.....  | 85  |
| 7.2 Medición de la grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal .....   | 85  |
| 7.3 Diferencias entre métodos en las estimaciones de la prevalencia de obesidad .....   | 87  |
| 7.4 Indicadores de riesgo cardiometabólico.....   | 88  |
| 7.5 Asociación de indicadores antropométricos y no antropométricos con el riesgo cardiometabólico. ....   | 89  |
| a) Correlaciones de grasa intra-abdominal y grasa subcutánea.....   | 89  |
| b) Correlaciones de GI y GS con factores de riesgo cardiometabólico.....  | 91  |
| c) Correlaciones de indicadores antropométricos y no antropométricos con factores de riesgo cardiometabólico .....  | 92  |
| 7.6 ¿La fuerza de asociación de la grasa intra-abdominal y la grasa subcutánea con el riesgo cardiometabólico es independiente de la grasa corporal total? .....    | 95  |
| 7.7 Exactitud de los indicadores antropométricos y no antropométricos para discriminar factores de riesgo cardiometabólico .....                                    | 96  |
| 7.8 Limitantes .....  | 98  |
| 7.9 Fortalezas .....  | 98  |
| 8. Conclusiones.....  | 98  |
| Contribuciones.....   | 100 |
| Futuras líneas de investigación .....   | 101 |
| 9. Anexos .....   | 102 |
| Anexo I. Carta de consentimiento informado.....   | 102 |
| Anexo II. Actividades realizadas durante el día de evaluación .....   | 104 |
| Anexo III. Cuestionario de seguridad radiológica para voluntarios en imagenología por resonancia magnética .....  | 105 |
| Anexo IV. Cuantificación del área de grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal en cm <sup>2</sup> .....  | 107 |
| Anexo V. Cuestionario de seguridad para la realización de densitometría .....   | 109 |
| Anexo VI. Texto informativo para mediciones de peso, estatura y otras dimensiones corporales, la aplicación de un cuestionario y estimación de grasa corporal. .... | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo VII. Ubicación anatómica del ombligo con respecto a la columna vertebral..... | 117 |
| 10. Referencias.....  | 118 |

### **Índice de Cuadros**

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación de concentración de lípidos de acuerdo a percentiles .....                   | 18 |
| Cuadro 2. Clasificación de la presión arterial de acuerdo a percentiles .....                        | 19 |
| Cuadro 3. Clasificación de estado de nutrición de acuerdo a puntaje Z de IMC ...                     | 21 |
| Cuadro 4. Clasificación de adiposidad de acuerdo a puntaje Z de PT y PSE .....                       | 21 |
| Cuadro 5. Clasificación de obesidad abdominal de acuerdo a percentiles de perímetro de cintura ..... | 22 |
| Cuadro 6. Clasificación de adiposidad de acuerdo a percentiles de grasa corporal total (%).....      | 24 |
| Cuadro 7. Clasificación de adiposidad de acuerdo a percentiles de grasa corporal total (%).....      | 25 |
| Cuadro 8. Clasificación de maduración sexual.....  | 26 |

### **Índice de Tablas**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Distribución de edad y maduración por sexo de una muestra de escolares en México .....  | 35 |
| Tabla 2. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de indicadores antropométricos y no antropométricos en la muestra de acuerdo al sexo .....             | 36 |
| Tabla 3. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de mediciones de antropometría en la muestra de acuerdo al sexo .....                                  | 38 |
| Tabla 4. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de grasa total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo..... | 39 |
| Tabla 5. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de grasa total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo..... | 41 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 6. Medianas, primer y tercer cuartil de grasa total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo.....                                      | 42 |
| Tabla 7. Medianas, primer y tercer cuartil de grasa total, grasa intra, abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo.....                                     | 44 |
| Tabla 8. Distribución de la muestra de acuerdo a porcentaje de grasa corporal por sexo.....  | 45 |
| Tabla 9. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de indicadores antropométricos por grupo de edad y sexo .....  | 47 |
| Tabla 10. Mediana, primer y tercer cuartil de indicadores antropométricos por grupo de edad y sexo.....  | 49 |
| Tabla 11. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de puntuación Z para indicadores antropométricos por sexo .....   | 51 |
| Tabla 12. Mediana, primer y tercer cuartil de puntuación z para indicadores antropométricos por sexo.....  | 52 |
| Tabla 13. Distribución de la muestra de acuerdo a los indicadores antropométricos categorizados según tablas de referencia.....  | 54 |
| Tabla 14. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de concentraciones de lípidos, glucosa e insulina en sangre y presión arterial en la muestra de acuerdo al sexo ..... | 55 |
| Tabla 15. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de concentraciones de lípidos de acuerdo a grupo de edad y sexo.....  | 57 |
| Tabla 16. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de concentraciones de glucosa, insulina y presión arterial de acuerdo a edad y sexo .....                             | 58 |
| Tabla 17. Medianas, primer y tercer cuartil para lípidos de acuerdo a grupo de edad y el sexo .....  | 60 |
| Tabla 18. Medianas, primer y tercer cuartil de glucosa e insulina en sangre y presión arterial de acuerdo a edad y sexo .....  | 61 |
| Tabla 19. Distribución de la muestra de indicadores de riesgo cardiometabólico ..  | 63 |
| Tabla 20. Distribución de indicadores de riesgo cardiometabólico* en la muestra  | 64 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 21. Correlaciones de factores de riesgo cardiovascular e indicadores no antropométricos.....   | 65 |
| Tabla 22. Correlaciones de indicadores antropométricos con parámetros de riesgo cardiometabólico .....   | 66 |
| Tabla 23. Correlaciones de factores de riesgo cardiovascular e indicadores no antropométricos.....   | 67 |
| Tabla 24. Correlaciones de indicadores antropométricos con parámetros de riesgo cardiometabólico .....   | 69 |
| Tabla 25. Análisis bivariado para indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) e indicadores antropométricos (variable independientes).....   | 70 |
| Tabla 26. Modelos de regresión lineal para los indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) y la grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal y grasa corporal total (variables independientes) ajustando por edad y sexo.....                           | 72 |
| Tabla 27. Modelos de regresión lineal para los indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) y la grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal y grasa corporal total estimada con DEXA (variables independientes).....                                   | 74 |
| Tabla 28. Modelos de regresión lineal para los indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) y la grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal y grasa corporal total estimada con bioimpedancia eléctrica (variables independientes) .....               | 76 |
| Tabla 29. Exactitud (área bajo la curva) de la grasa corporal total, grasa subcutánea abdominal para identificar factores de riesgo cardiometabólico .....   | 77 |
| Tabla 30. Exactitud (área bajo la curva) de la grasa corporal total, grasa subcutánea abdominal para identificar factores de riesgo cardiometabólico .....   | 78 |
| Tabla 31. Puntos de corte, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y eficiencia de la grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal por sexo para la presencia de factores de riesgo cardiometabólico ..... | 80 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 32. Exactitud (área bajo la curva) de IMC, cintura y pliegues adiposos subcutáneos, para identificar para identificar la presencia de factores de riesgo cardiometabólico .....   | 81 |
| Tabla 33. Exactitud (área bajo la curva) de puntaje Z IMC, pliegues adiposos subcutáneos, y percentil de perímetro de cintura para identificar factores de riesgo cardiometabólico .....  | 82 |
| Tabla 34. Puntos de corte, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y eficiencia del IMC, cintura y pliegues adiposos subcutáneos para identificar factores de riesgo cardiometabólico. .... | 84 |

## **Resumen**

### **Introducción**

El sobrepeso y la obesidad están asociados con mayor riesgo cardiometabólico. Dada la prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares mexicanos es previsible la presencia de factores de riesgo cardiometabólico entre los escolares. Se han correlacionado factores de riesgo cardiometabólico con indicadores antropométricos (i.e índice de masa corporal (IMC) y perímetro de cintura(C)) pero no se cuentan con puntos de corte de indicadores antropométricos para discriminar entre escolares con algún factor de riesgo cardiovascular en la población pediátrica mexicana.

### **Objetivo**

Determinar los indicadores antropométricos (IMC, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneos, subescapular y tricipital) e indicadores no antropométricos (grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal) con mayor fuerza de asociación con factores de riesgo cardiometabólico y determinar los puntos de corte para clasificar individuos con factores de riesgo cardiometabólico en una muestra de niños de 6 a 12 años que cursan la educación básica en una escuela de la Ciudad de México.

### **Métodos**

Se realizó un estudio transversal de validez diagnóstica en niños que estaban cursando entre el 1° y el 6° año de educación primaria. Se obtuvo una muestra de sangre venosa en ayuno de los voluntarios para determinar las concentraciones de glucosa (G), insulina (In), índice de evaluación del modelo homeostático (HOMA) colesterol total (C-T), colesterol-HDL (C-HDL), colesterol-LDL (C-LDL) y triglicéridos (TG). La presión arterial sanguínea (TA) fue medida con un baumanómetro digital. La grasa corporal total fue estimada usando absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) con el equipo Discovery Wi, Hologic y bioimpedancia eléctrica (BIE) con el equipo InBody 720. La grasa intra-abdominal y la grasa subcutánea abdominal fueron estimadas usando resonancia magnética. Los indicadores antropométricos: IMC, C, pliegues adiposos subcutáneos del tríceps (PT) y subescapular (PSE) y los indicadores no antropométricos: grasa corporal total (GCT), grasa intra-abdominal (GI) y grasa subcutánea abdominal (GS) fueron el método en validación y las pruebas bioquímicas de laboratorio fueron el patrón de referencia. Se realizaron correlaciones parciales entre los indicadores antropométricos y no antropométricos con los factores de riesgo cardiometabólico (G, HOMA, C-T, C-LDL,

C-HDL, TG y TA) controlando por edad y sexo. La exactitud diagnóstica se evaluó usando la metodología de curvas ROC (*receiver operating curves*). Para el punto de corte identificado se estimó la sensibilidad (sen), especificidad (esp), valor predictivo positivo (vpp), valor predictivo negativo (vpn) y la eficiencia de la prueba (Efi).

## **Resultados**

Se evaluaron 61 niños y 58 niñas de 6 a 12 años. El 71.2% de los niños tuvieron entre 1 y 4 factores de riesgo cardiometabólico. Los indicadores antropométricos y no antropométricos tuvieron una correlación negativa significativa con C-HDL y positiva significativa con TG (0.20-0.31), In (0.35-0.61), HOMA (0.33-0.59). La GCT y la GS se asociaron con presión diastólica (0.19-0.21). El puntaje Z del IMC, PT y PSE fueron los únicos indicadores antropométricos que se asociaron con presión sistólica. La GS (suma de cortes L1-L2, L2-L3, L3-L4, y L4-L5) identifica niñas y niños con resistencia a la In (i.e índice HOMA) con la mayor sensibilidad de 0.90 y 0.77 respectivamente. Seguido de la GCT -estimada con BIE- para discriminar altas concentraciones de TG en niñas (0.88) y niños (0.77). De los indicadores antropométricos, en las mujeres el C tiene una mayor sensibilidad (0.83-0.90) para discriminar concentraciones elevadas de TG y resistencia a la In. En hombres, el PSE tuvo la mayor sensibilidad (0.73-0.83) para discriminar una concentración elevada de TG y resistencia a la In.

## **Conclusiones:**

Los indicadores antropométricos y no antropométricos se asociaron con In y HOMA. El C es el indicador con mayor fuerza de asociación con In y HOMA seguido de la GS total. Solo dos indicadores del metabolismo de lípidos (C-HDL, TG) se correlacionaron con los indicadores antropométricos y no antropométricos. La GCT, GS, GI identifican a niños con posibles factores de riesgo cardiometabólico. En la población pediátrica mexicana es posible utilizar indicadores antropométricos (C, IMC, PSE y PT) para identificar a individuos con posibles factores de riesgo cardiometabólico. El C tiene una mayor sensibilidad en comparación con el IMC. Medir el C e IMC de manera rutinaria en la práctica clínica serviría como una herramienta de cribado para identificar escolares con factores de riesgo cardiometabólico.

## **Antecedentes**

### **1. Definiciones**

#### **a) Riesgo Cardiometabólico**

El concepto de riesgo cardiometabólico implica un riesgo de desarrollar diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares.<sup>1-3</sup> El riesgo cardiometabólico implica la presencia de uno o más de los siguientes componentes o factores de riesgo cardiometabólico: incremento de concentraciones de colesterol total (C-T), colesterol LDL (C-LDL), triglicéridos (TG), reducción de colesterol HDL (C-LDL), incremento en la glucosa (G), una elevada concentración de insulina (In) e incremento en la presión arterial sanguínea (TA).

#### **b) Obesidad y métodos de medición**

La obesidad es la acumulación anormal o excesiva de grasa que representa riesgos a la salud.<sup>4</sup> Para estimar el porcentaje de grasa corporal existen diferentes métodos no antropométricos como la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) y la bioimpedancia eléctrica. Además métodos antropométricos para evaluar el sobrepeso, obesidad o adiposidad por pliegues subcutáneos adiposos, índice de masa corporal (IMC) y el perímetro de cintura (C).

En el método de DEXA –que es considerado como uno de los métodos más exactos para evaluar la composición corporal– se utiliza un tubo de rayos X con un filtro para convertir los rayos X en un rayo de bajas y altas ondas de energía. De este modo, el método permite medir el contenido óseo, la masa grasa y la masa libre de grasa. Por la baja radiación empleada se puede utilizar en individuos de todas las edades.<sup>5</sup>

En la bioimpedancia eléctrica (IBE) se estima la composición corporal con base en la conductividad de los tejidos que contienen agua y electrolitos, además de considerar la propiedad dieléctrica de los tejidos. Al aplicar una baja corriente eléctrica al cuerpo humano los tejidos tienen diferente resistencia debido a la cantidad de electrolitos y agua que contienen.<sup>6</sup> Así, los individuos con mayor cantidad de masa libre de grasa (MLG) y una elevada cantidad de agua tienen resistencia menor para permitir el paso de la corriente eléctrica; en contraste, los individuos con menor cantidad de MLG y menor concentración de agua tendrán una mayor resistencia al paso de la corriente eléctrica.<sup>7</sup> La estimación de la MLG se calcula a partir la cantidad total de agua del cuerpo.

Los pliegues adiposos subcutáneos permiten evaluar de manera económica la grasa subcutánea, ya que a partir de ellos se puede estimar la grasa corporal total (GCT) mediante ecuaciones de predicción. Además, los pliegues adiposos subcutáneos se pueden utilizar para evaluar sobrepeso y obesidad en niños comparándolos con valores de referencia.<sup>8</sup> Para identificar obesidad, sobrepeso, bajo peso o peso adecuado, el índice de masa corporal ( $IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2$ ) es ampliamente utilizado. El criterio de sobrepeso es resultado de una definición estadística basada en los percentiles 85 y 95 para el sexo y la edad.<sup>9</sup> El constante cambio en la composición corporal durante la niñez y adolescencia hace necesario el uso de tablas de referencia.<sup>10</sup> La Organización Mundial de la Salud ha propuesto unas tablas de referencia para evaluar el sobrepeso y la obesidad “*Growth reference data for 5-19 years (2007)*”.<sup>11</sup> En niños el valor de IMC asociado con riesgo cardiometabólico no está definido, la intención de identificar a niños con obesidad, se correlaciona con identificar un posible exceso de grasa<sup>9</sup>, sin embargo el IMC es un inexacto reflejo del porcentaje de grasa corporal.<sup>12</sup>

### **c) Distribución de la grasa corporal**

Las siguientes definiciones provienen de los términos *Medical Subject Headings* (Mesh) de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos de América.

La *distribución de la grasa corporal* son los depósitos de tejido adiposo en todo el cuerpo, el patrón de dichos depósitos es un indicador del estado de salud. Por otra parte, *el tejido adiposo* es un tejido conectivo especializado compuesto de células grasas (adipocitos), en este sitio de las grasas son almacenadas, por lo general en la forma de TG. El tejido adiposo se encuentra definido por ~83% de grasa más las estructuras de soporte constituidas por ~2% de proteínas y ~15 % de agua.<sup>7</sup> En el tejido adiposo se puede diferenciar la grasa intra-abdominal (GI) y la grasa subcutánea abdominal (GS).<sup>13</sup> El término *GI* es el tejido adiposo dentro de la cavidad abdominal, incluyendo la grasa visceral y grasa retro peritoneal. Evidencia en adultos muestra que en comparación con la grasa subcutánea, la GI es metabólicamente más activa, fácilmente accesible para la lipólisis y está asociada con complicaciones metabólicas. La *GS* es el tejido adiposo depositado debajo la piel en la región del abdomen sin incluir la grasa GI. El término de obesidad abdominal, central o visceral se ha utilizado para identificar sujetos que tienen exceso de grasa en el tronco y abdomen. Esta condición está asociada con anomalías metabólicas como reducción de la sensibilidad a la In y perfiles adversos

de lípidos, los cuales son factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2.<sup>14</sup>

Para estimar la cantidad de GI y GS en el abdomen se utilizan los métodos de tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), considerados los más precisos para este fin.<sup>15</sup> La TC no puede ser utilizada en niños por los niveles de radiación que emite durante el procedimiento.<sup>16</sup> Cuando el individuo es colocado en la cámara de RM se genera un campo magnético que alinea en una dirección conocida a los protones de hidrógeno de los tejidos. Posteriormente, se genera una radio frecuencia que carga de energía a los protones de hidrógeno, cuando cesa la radio frecuencia, los protones se reposicionan y emiten la energía absorbida en forma de una señal de radio. Finalmente, la computadora codifica la señal para transformarla en píxeles de una imagen. De este modo, es posible distinguir los tejidos (e.g. GI y GS).

En una revisión de la literatura, Ramos-Ibáñez<sup>20</sup> se mostró una fuerte correlación entre las técnicas de RM y TC ( $r=0.93$ ) para la medición de grasa visceral. En la misma revisión, se evidenció que existe alta correlación de la grasa visceral estimada por TC y RM con la obtenida directamente de cadáveres ( $r=0.90$ ).<sup>15</sup> Así mismo, se ha reportado un coeficiente de variación del 5.5 % para la grasa visceral medida por RM y la medida a través de la disección en cadáveres humanos. La diferencia de medias de la grasa visceral medida por RM y la derivada directamente de cadáveres fue de 0.075 Kg ( $< 6\%$ ).<sup>17</sup>

Debido al alto costo de los métodos de imagen, se ha empleado el C -definido como el punto medio entre el borde inferior palpable de la última costilla y el borde superior de la cresta iliaca- como un indicador de que permite identificar la obesidad abdominal u obesidad central de una manera sencilla y de bajo costo.

## **1.2. Revisión de estudios sobre composición corporal, distribución de grasa y factores de riesgo cardiometabólico**

En la epidemiología, la antropometría es útil para identificar indicadores para la clasificación de la obesidad, y especificar los valores límites óptimos de las variables para identificar a personas con un riesgo de desarrollar problemas metabólicos.<sup>18</sup> Los indicadores antropométricos como IMC, C y pliegues adiposos subcutáneos son los más utilizados.<sup>18</sup> Pero existe controversia en los puntos de corte a utilizar en la población pediátrica.

### **a) IMC y factores de riesgo cardiometabólico**

El incremento del IMC se ha asociado con mayor riesgo de presentar resistencia a la In.<sup>19</sup> En población pediátrica (10 a 19 años) mexicana, el IMC se asoció con altas concentraciones de G, In, TG, C-T y con bajas concentraciones de C-HDL.<sup>20,21</sup> En sujetos de 7 a 24 años de edad con IMC adecuado la prevalencia de síndrome metabólico (SM) fue del 6% en mujeres y 3% en hombres; mientras que la prevalencia fue mayor entre los individuos con IMC mayor al percentil 85: 50% y 56%, respectivamente.<sup>22</sup>

### **b) Perímetro de cintura y factores de riesgo cardiometabólico**

La obesidad central evaluada por el C incrementa el riesgo de complicaciones metabólicas como son concentración elevada de C-LDL, TG y una disminución en la concentración de C-HDL así como resistencia a la In, intolerancia a la G y una elevada presión sanguínea.<sup>23,24</sup> En niños estadounidenses de 7 a 11 años, aquellos que se ubicaron por arriba del percentil 90 para el C tuvieron un riesgo (OR= 3.6) de presentar concentraciones bajas de C-HDL, hipertrigliceridemia (OR= 3.0) e hiperinsulinemia (OR= 3.7), sin embargo entre los niños con C normal y por arriba del percentil 90 no fueron detectadas diferencia en las concentraciones de C-T, C-LDL y tolerancia a la G.<sup>25</sup> Los individuos con el C por arriba del percentil 90 tienen cuatro veces el riesgo de presentar presión sanguínea elevada.<sup>26</sup> En niños mexicanos de 8 a 10 años, el C se asoció con presión sistólica elevada.<sup>27</sup>

Aunque con el C no se puede diferenciar la GS de la GI, el C muestra correlaciones altas ( $r= 0.86$  a  $0.89$ ) con la GS y correlaciones moderadas con la GI ( $r= 0.70$  a  $0.76$ ), para niñas como para niños alemanes de entre 7 y 11 años.<sup>26</sup>

Se han publicado tablas del C derivadas de población pediátrica mexicana<sup>28-30</sup> y de otras poblaciones asociadas con sobrepeso y obesidad<sup>31,32</sup> además se han propuesto puntos de corte para IMC y C como predictores de riesgo cardiovascular en población europea,<sup>33</sup> norteamericana,<sup>34,35</sup> japonesa<sup>36</sup> y coreana<sup>21</sup>. Sin embargo, se ha planteado que es necesaria la validación de los criterios y nuevos estudios en otras poblaciones para confirmar las clasificaciones derivadas de poblaciones de origen europeo y asiático.<sup>34,35</sup> En este sentido, el documento de consenso sobre SM en niños y adolescentes de la Federación Internacional de la Diabetes<sup>37</sup> recomienda investigar si existen diferencias étnicas en la validez del C como un indicador de GI asociada con concentraciones

anormales de lípidos y G usando métodos de imagenología como estándares de referencia. El estudio de estas posibles diferencias cobra relevancia dada las variaciones étnicas que se han identificado en adultos,<sup>14</sup> y que posiblemente también se verifiquen en niños y adolescentes. Por ejemplo, en comparación con niños caucásicos, los niños mexicanos tienden a tener mayor cantidad de grasa subcutánea en el tronco y abdomen.<sup>15</sup> Estas diferencias físicas pueden condicionar que los indicadores antropométricos y los puntos de corte identificados para discriminar concentraciones anormales de lípidos y G en niños europeos o estadounidenses no sean aplicables en niños mexicanos.

### **c) ¿La asociación del perímetro de la cintura con factores de riesgo cardiometabólico es independiente del IMC?**

En adolescentes australianos de 15 años el C fue el mejor predictor de riesgo cardiometabólico en comparación con IMC. Así, en contraste con el IMC, el C tiene una mayor correlación con la hiperinsulinemia, la hipertensión y la dislipidemia<sup>38</sup>. En niños y adolescentes mexicanos, el riesgo de presentar hipertensión fue mayor entre aquellos con obesidad abdominal (C mayor o igual al percentil 90, OR=8.0), que entre los que presentan sobrepeso (IMC mayor o igual al percentil 95, OR=6.4).<sup>39</sup> En niños holandeses de 5 a 12 años de edad la correlación del C y el IMC es de 0.79 a 0.81.<sup>31</sup> En una investigación con individuos de entre 4 y 18 años se encontró que aquellos con IMC adecuado pero con obesidad central estimada con el índice cintura-estatura presentan concentraciones mayores de lípidos séricos siendo útil este índice para identificar riesgo metabólico en individuos con un IMC entre el percentil 5 y 85 y un IMC superior al percentil 85.<sup>23,40</sup>

El C tiene una alta correlación con el IMC en niños de entre 5 y 6 años ( $r=0.95 - 0.96$ ) lo cual sugiere que el C puede ser un indicador para determinar obesidad y riesgo cardiovascular en este grupo de edad.<sup>41</sup>

### **d) Tejido adiposo y factores de riesgo cardiometabólico**

El porcentaje de grasa corporal es un factor de riesgo para resistencia a la In, niños y adolescentes.<sup>42,43</sup> En población mexicana de 10 a 13 años, en individuos con un alta adiposidad medida con bioimpedancia eléctrica las concentraciones de TG y C-T son mayores en comparación con aquellos que tuvieron adiposidad normal.<sup>20</sup> En tanto que la

grasa abdominal se correlaciona con el desarrollo de resistencia a la In , dislipidemia e hipertensión arterial.<sup>15</sup>

La GI es un factor independiente del porcentaje de GCT y se asocia a factores de riesgo cardiometabólico.<sup>42,43</sup> En franceses de 7 a 18 años tanto la GCT (evaluada con DEXA) como la GI de forma independiente fueron factores de riesgo para SM (OR= 3.55 y OR= 3.66, respectivamente).<sup>42</sup> En italianos de 5 a 18 años, la grasa abdominal es un factor determinante para la presencia de factores de riesgo cardiometabólico más que la GCT.<sup>43</sup> Otros estudios realizados en población pediátrica tienen como limitante el haber estudiado solo a sujetos con obesidad o sobrepeso, haber incluido sólo a un sexo o no ajustar por el efecto de la grasa total. Por ejemplo, en hombres chilenos obesos de 6 a 12 años se midió la GI reportando correlaciones positivas para índice HOMA (HOMA) (r= 0.47), TG (r=0.46) y SM (r=0.66).<sup>44</sup> En coreanos obesos de 9 a 19 años se reportaron correlaciones de la GI con los siguientes factores de riesgo cardiovascular: resistencia a la In (r=0.36), presión diastólica (r=0.30), presión sistólica (r=0.22), C-HDL (r= -0.26) y TG (r=0.22)<sup>24</sup>. En alemanes obesos de 6-18 años también reportó correlación de la GI con resistencia a la In (r= 0.31), TG (r= 0.28), C-HDL (r=-0.16) y presión diastólica y sistólica (r= 0.14), aunque en los últimos casos la correlación es débil.<sup>45</sup>

En coreanos de entre 6 y 18 años, no se encontraron diferencias entre los grupos de niños (10 ± 1.5 años) y adolescentes (15.5 ± 1.7 años) para la cantidad GI y factores de riesgo cardiometabólico. En el grupo de los adolescentes, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la cantidad de GI y el número de factores de riesgo cardiometabólico. La media para la GI en adolescentes sin factores de riesgo cardiometabólico es de 70.3 ± 17.9 cm<sup>2</sup> y 121.4 ± 54.1cm<sup>2</sup> para adolescentes con factores de riesgo cardiometabólico<sup>46</sup>. En japoneses de entre 6 y 15 años se propuso un punto de corte límite para la área GI de 55 cm<sup>2</sup> para predecir elevadas concentraciones de TG , alanina aminotransferasa e In.<sup>47</sup>

En una revisión de la literatura mundial<sup>16</sup> se ha mostró que en la mayoría de los estudios sobre GI y GS en población pediátrica sólo se han incluido a sujetos con sobrepeso y obesidad; con lo cual se ha excluido a aquellos con bajo peso o peso normal; con lo cual no se han tenido grupos de referencia adecuados. Respecto a la GI y la GS, es escasa la información sobre el punto de corte a partir del cual existe riesgo cardiometabólico. En niños coreanos<sup>46</sup> no se encontraron diferencias en la cantidad de GI con y sin factores de riesgo cardiometabólico metabólicas, en tanto que en los adolescentes la media de grasa visceral fue menor en aquellos sin factores de riesgo cardiometabólico que en los que sí lo

tenían ( $70.3 \pm 17.9 \text{ cm}^2$  versus  $121.4 \pm 54.1 \text{ cm}^2$ )<sup>47</sup> En otro estudio con niños chilenos, evaluando la grasa visceral por medio de ultrasonido se propuso un valor discriminante de  $45 \text{ cm}^2$  para identificar mayor riesgo comorbilidades.<sup>44</sup> De nuevo, es importante considerar las diferencias étnicas; ya que en la población hispana tiende a tener mayor cantidad de GI,<sup>16</sup> por lo cual es previsible que los puntos de corte identificados en otros grupos étnicos no sean válidos.

### **1.3. Prueba diagnóstica**

En estudios de validez de pruebas diagnósticas existe como referencia un estándar de oro que es el procedimiento más fiable y válido para determinar un fenómeno clínico y se prueba un segundo procedimiento de medición para determinar si puede medir el mismo fenómeno de modo fiable y válido. En ambos procedimientos, los elementos básicos son: un concepto a medir y un procedimiento para realizar la medición, el resultado es expresable en una escala con criterios de interpretación.<sup>48</sup> Una prueba diagnóstica tiene la capacidad de discriminar entre personas con enfermedad y personas sin enfermedad.<sup>49,50</sup> La validez de una prueba diagnóstica puede describirse en términos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y valor predictivo positivo:<sup>50</sup>

Sensibilidad: Proporción de personas con la enfermedad, que tendrán un resultado positivo en una prueba diagnóstica

Especificidad: Proporción de personas sin la enfermedad que tendrán un resultado negativo en una prueba diagnóstica.

Valor predictivo positivo: Proporción de personas con un resultado positivo en una prueba diagnóstica que tienen la enfermedad.

Valor predictivo negativo: Proporción de personas con un resultado negativo en una prueba diagnóstica que no tienen la enfermedad.

La sensibilidad y la especificidad de una prueba varían según el punto de corte propuesto entre la población libre de la enfermedad y la población con la enfermedad. El valor predictivo de la prueba varía de acuerdo a la prevalencia de la enfermedad en la población de estudio. Otra forma de conocer y evaluar las pruebas diagnósticas es mediante el análisis de curvas ROC (por sus siglas en inglés de Receiver Operating Characteristics).<sup>51</sup> Las curvas ROC son una técnica gráfica para comparar dos grupos, la cual se obtienen mediante el cálculo de la sensibilidad y la especificidad de cada dato sobre el valor observado y el trazado de sensibilidad frente a 1-especificidad.<sup>52</sup> Las curvas

ROC pueden medir la capacidad de la prueba diagnóstica para discriminar entre aquellos que tienen la enfermedad y aquellos que no la tienen la enfermedad<sup>53</sup>. Para el análisis de datos con curvas ROC no es necesario obtener muestras con prevalencia representativa de la población debido a que la sensibilidad y la especificidad se obtienen de diferentes subgrupos, donde es preferible tener un igual número de individuos en ambos grupos.<sup>51,54</sup>

De acuerdo a Akobeng<sup>53</sup> las curvas ROC son utilizadas para:

1. Determinar el punto de corte para alcanzar una óptima sensibilidad y especificidad.
2. Medir la precisión de la prueba.
3. Comparar la utilidad de dos o más pruebas diagnósticas.

## **2. Planteamiento del problema**

La mayoría de los trabajos revisados, se han enfocado en analizar las correlaciones entre las dimensiones antropométricas con mediciones de riesgo cardiometabólico. Sin embargo, las técnica antropometría tiene la desventaja de proporcionar indicadores de la composición corporal indirectos, es decir, no miden de manera específica cada compartimento de músculo, grasa y masa ósea de manera individual; menos aún distinguen los diferentes tipos de tejidos adiposos (i.e. la distribución de GS y/o GI en la región del abdomen). Para ello, se requiere el uso de técnicas precisas como la RM y el DEXA. Aunque conceptualmente se puede distinguir entre la GCT, GI y GS -indicadores no antropométricos-, existen pocas investigaciones encaminadas en diferenciar la asociación entre estos indicadores no antropométricos y las concentraciones de lípidos, G, In y presión arterial en escolares.

Los indicadores antropométricos son útiles - tanto en estudios epidemiológicos como en la práctica clínica- se han usado para diagnosticar obesidad e identificar a sujetos con riesgo de desarrollar problemas cardiometabólico.<sup>18</sup> Para utilizarlos con esta última finalidad en escolares, se requiere determinar los valores o puntos de corte de los indicadores antropométricos a partir de los cuales es posible discriminar a escolares con factores de riesgo cardiometabólico.

Pocos son los estudios en población pediátrica que han medido la GCT, GI y GS en un mismo grupo de estudio para determinar fuerza de asociación con los factores de riesgo cardiometabólico. Asimismo, son escasos los estudios que reportan puntos de corte de GCT, GI y/o GS asociada a la presencia de factores de riesgo cardiometabólico.

Se requiere conocer cuál de los indicadores antropométricos (índice de masa, corporal, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneos del tríceps y subescapular) y no

antropométricas (grasa corporal total, grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal) tienen una mayor fuerza de asociación con los factores de riesgo cardiometabólico para determinar los puntos de corte que permiten identificar este problema de salud en escolares. Asimismo, debido a las consecuencias a la salud que puede tener la acumulación GI y GS es importante cuantificarla y determinar la cantidad asociada con factores de riesgo cardiometabólico en la población pediátrica.

Por tanto, esta investigación identificó los puntos de cortes de los indicadores antropométricos y no antropométricos además más adecuados discriminar para entre escolares entre 6 y 12 años con factores de riesgo cardiometabólico. Ante la escasa información en la población pediátrica mexicana se justifica la necesidad de proponer puntos de corte tanto en indicadores antropométricos y no antropométricos para discriminar factores de riesgo cardiometabólico en escolares de la Ciudad de México. La investigación contribuye a la discusión de la posible incorporación de los indicadores antropométricos estudiados en estudios epidemiológicos y los no antropométricos en conocer los valores que se asocian con concentraciones anormales de lípidos, G, In y TA en la población pediátrica mexicana.

Además, los puntos de corte de los indicadores antropométricos podrían ser utilizados en la práctica clínica para el diagnóstico oportuno de factores de riesgo cardiometabólico en escolares -junto con la instrumentación de intervenciones- por parte de personal capacitado podría contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2 y atención oportuna de este tipo de padecimientos. Al mismo tiempo, en el futuro, se reduciría la carga económica por este tipo de enfermedades.

## **2.1 Justificación**

En los últimos años, en México la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre la población pediátrica ha tenido un incremento importante. En el 2000, la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre niños y adolescentes de 10 a 17 años fue del 25.5% para las mujeres y 24.8% para los hombres. Para el año 2012 la prevalencia en las niñas escolares fue menor que en los niños (32% y 37%, respectivamente), mientras que en los adolescentes la prevalencia combinada fue mayor en las primeras (35.8% y 34.1%, respectivamente).<sup>55</sup> Está bien establecido que el sobrepeso y la obesidad están asociados con mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2, así como las patologías asociadas a estas <sup>3</sup>. Se estima que alrededor del 20 al 25% de la población

mundial adulta tiene hasta tres factores de riesgo cardiometabólico (concentraciones anormales de lípidos y aumento de G). A su vez, los individuos con hasta tres factores de riesgo cardiometabólico incluyendo la obesidad tienen cinco veces el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 y tres veces la probabilidad de tener un ataque al miocardio en comparación con quienes no tienen factores de riesgo cardiometabólico.<sup>2</sup>

En nuestro país se cuenta con escasa información de prevalencias de concentraciones anormales de TG, C-HDL, C-LDL, C-T, G, In y TA. Sin embargo, en México, se han realizado estudios que muestran la prevalencia de SM –definido por la presencia de C  $\geq$  90 percentil y además dos de los siguientes componentes : concentraciones anormales de TG, C-HDL, G y/o TA elevada<sup>37</sup> – en niños y adolescentes.<sup>22,56-58</sup>. En el centro del país se realizó un estudio con dos poblaciones una proveniente de Cuernavaca, Morelos y la otra de Toluca, Estado de México con individuos de entre 7 y 24 años. La investigación reportó que aproximadamente 1 de cada 5 se consideró con SM y solo 1 de cada 10 no tuvo ningún componente del SM.<sup>22</sup> Para el estado de Nuevo León, un estudio reveló una prevalencia del SM en individuos de entre 10-19 años de 9.4%.<sup>56</sup> En adolescentes de 12 a 16 años de la Ciudad de México la prevalencia de SM fue de 12.5% en hombres y 13.5% en las mujeres.<sup>57</sup> En individuos de 11 y 13 años de Campeche la prevalencia de SM fue de 20%, en tanto 13% no presentó ningún componente de SM, y los demás individuos presentaron solo uno o dos componentes del SM.<sup>58</sup>

La obesidad y sus comorbilidades no solo afecta la salud, también implican gastos económicos para el sistema nacional de salud y la población en general. Los costos de las enfermedades crónicas asociados con el exceso de grasa corporal como diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cánceres empobrecen a las familias más vulnerables. Por ejemplo, el 12% de la población que vive en pobreza tiene diabetes y el 90% de estos casos son atribuibles al sobrepeso y obesidad.<sup>59</sup> En México, el costo directo por enfermedades atribuibles al sobrepeso y obesidad representó el 33.2% del gasto público federal en servicios de salud durante el 2008. El costo ha venido en aumento, para el 2010 el costo fue de 42,246 millones de pesos y se estima que se elevará a 77,919 millones de pesos para el 2017.<sup>59</sup>

Ante el aumento de sobrepeso y obesidad en los escolares mexicanos con las consiguientes consecuencias a la salud, los costos para las familias y las instituciones, se requiere contar con indicadores confiables para identificar a los niños que tienen factores de riesgo cardiometabólico para su prevención y el posible diagnóstico oportuno. Los indicadores antropométricos (e.g. IMC, C y/o pliegues adiposos subcutáneos cutáneos)

podrían ser utilizados como instrumentos de tamizaje de manera rutinaria para identificar a escolares con factores de riesgo cardiometabólico teniendo como ventaja de ser económicos y requerir poco tiempo para su medición y evaluación.

## **2.2 Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles de los indicadores antropométricos (IMC, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneo subescapular y tricipital) e indicadores no antropométricos (grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal) que tienen más fuerza de asociación con factores de riesgo cardiometabólico en una muestra de niños de 6 a 12 años que cursan la educación básica en una escuela de la Ciudad de México?

2. ¿Cuáles son los puntos de corte para los indicadores antropométricos (IMC, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneo subescapular y tricipital) e indicadores no antropométricos (porcentaje de grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal para clasificar individuos con factores de riesgo cardiometabólico en una muestra de niños de 6 a 12 años que cursan la educación básica en una escuela de la Ciudad de México.

## **3. Hipótesis**

1. El perímetro de cintura tendrá en comparación con el índice masa corporal y los pliegues adiposos del tríceps y subescapular una mayor fuerza de asociación con las concentraciones de C-T, C-LDL, C-HDL, TG, G, resistencia a la In y presión arterial.
2. Los indicadores no antropométricos (grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal) tendrán una mayor fuerza de asociación con las concentraciones de C-T, C-LDL, C-HDL, TG, G, resistencia a la In y presión arterial, en comparación con los indicadores antropométricos (IMC, C, PT y PSE).

3. El perímetro de cintura, será capaz de discriminar concentraciones bajas de C-HDL y concentraciones altas de C-T, C-LDL, TG, G, resistencia a la In y presión arterial con una mayor sensibilidad y especificidad en comparación con el IMC, PT y PSE.
4. La cantidad de grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal es independiente de la cantidad de grasa corporal total.
5. La grasa intra-abdominal será capaz de discriminar con una mayor sensibilidad y especificidad concentraciones bajas de C-HDL y concentraciones altas de C-T, C-LDL, TG, G y resistencia a la In en comparación con la grasa corporal total y la grasa abdominal.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivos generales**

1. Determinar los indicadores antropométricos (IMC, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneo subescapular y tricipital) e indicadores no antropométricos (grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal) que tienen más fuerza de asociación con factores de riesgo cardiometabólico en una muestra de niños de 6 a 12 años que cursan la educación básica en una escuela de la Ciudad de México.
2. Determinar los puntos de corte para los indicadores antropométricos (IMC, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneo subescapular y tricipital) e indicadores no antropométricos (porcentaje de grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal para clasificar individuos con factores de riesgo cardiometabólico en una muestra de niños de 6 a 12 años que cursan la educación básica en una escuela de la Ciudad de México.

### **4.2 Objetivos particulares**

1. Describir el indicador antropométrico entre el IMC, perímetro de cintura, pliegues adiposos subcutáneo subescapular y tricipital que tienen mayor correlación con las

concentraciones de C-T, C-LDL, C-HDL, TG, G, resistencia a la In y presión arterial.

2. Describir la fuerza de asociación de los indicadores no antropométricos (grasa corporal total, la grasa intra-abdominal y la grasa subcutánea) con las concentraciones bajas de C-HDL y las concentraciones altas de C-T, C-LDL, TG, G, resistencia a la In y presión arterial.

3. Evaluar si la cantidad de grasa intra-abdominal y grasa subcutánea está asociada con los factores de riesgo cardiometabólico independiente de la adiposidad total.

4. Determinar punto de corte con la correspondiente sensibilidad y especificidad para los indicadores antropométricos (IMC, perímetro de pliegues adiposos subcutáneo subescapular y tricipital) e indicadores no antropométricos, grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal que se asocia significativamente con las concentraciones bajas de C-HDL y las concentraciones altas de C-T, C-LDL, C-HDL, TG, G, resistencia a la In y presión arterial por sexo.

## **5. Metodología**

### **5.1 Diseño del estudio**

Se realizó un estudio transversal de validez diagnóstica, en el cual los métodos en validación fueron agrupados en dos grupos: a) indicadores antropométricos: índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura (C), pliegue adiposo subcutáneo del tríceps (PT) y pliegue adiposo subcutáneo subescapular (PSE); b) Indicadores no antropométricos: la grasa intra-abdominal (GI), la grasa subcutánea abdominal (GS) la grasa corporal total (GCT). Mientras que los estándares o indicadores de referencia fueron las concentraciones en sangre de C-T, C-HDL, C-LDL, TG, G, In, índice HOMA; así como la presión arterial sistólica (TS) y diastólica (TD).

### **5.2 Población de estudio**

Se estudiaron mujeres y hombres de 6 a 12 años de edad refiriéndonos a ellos como escolares. La población de estudio estudiaba en la escuela oficial de educación primaria “Valentín Zamora Orozco” ubicada en Retorno 33 y 34 s/n Colonia Avante, Delegación Coyoacán, Distrito Federal. La escuela tenía una matrícula de aproximadamente 400 alumnos. Aproximadamente una cuarta parte de la población matriculada participó en el estudio.

### **5.3 Tamaño de muestra y muestreo**

Inicialmente para el tamaño de muestra se consideraron las recomendaciones de Obuchewski et al.<sup>60</sup>, se estimó que se requerían de por lo menos 100 escolares. Un tamaño de muestra de 50 individuos permite estimar un área bajo la curva (ABC) de por lo menos 0.80. Este valor de ABC fue reportado en un estudio de niños y adolescentes japoneses<sup>47</sup>, en el cual se estimó la exactitud diagnóstica del C (ABC=0.809), la GI (ABC=0.922) y GS (ABC=0.801) por tomografía computarizada para identificar anomalías en lípidos sanguíneos e hiperinsulinemia.

Finalmente, el tamaño de muestra se calculó utilizando el software Epidat 3.1 (Programa para análisis epidemiológico de datos tabulados, versión 3.1)<sup>61</sup> con los siguientes parámetros: sensibilidad del 90.0%, especificidad del 90.0%, nivel de confianza del 95% y precisión del 10%. El número de individuos requeridos para el estudio de acuerdo a los parámetros proporcionados fue de 117 voluntarios.

En los estudios de validez diagnóstica se busca tener la mayor heterogeneidad en términos de las variables en estudio ya que con ello se permite examinar un amplio intervalo de valores como potenciales puntos de corte. Por ello, el muestreo utilizado en el estudio fue por cuotas. El objetivo fue obtener una muestra con una distribución homogénea en términos de sexo (50 % de mujeres y 50% de hombres), edad (29% de 6 a 7 años, 27% de 8 a 9 años, 33% de 10 a 11 años, 12% de 12 años) y estado de nutrición (se buscó que aproximadamente el 34 % tuviera peso normal y el resto tuvieran sobrepeso u obesidad).

La selección de la muestra se dividió en dos etapas, en la primera etapa se midió el peso y estatura de todos los escolares de la escuela primaria, los cuales fueron capturados en una base de datos. Posteriormente, fueron seleccionados escolares que cumplieran las características de los criterios de inclusión hasta completar el tamaño de muestra de acuerdo a las cuotas señaladas a los cuales se les realizaron todas las evaluaciones.

## **5.4 Criterios de selección**

### **5.4.1 Criterios de inclusión**

- a) Inscritos en la escuela primaria elegida.
- b) Que cursarán del 1º y 6º año de la educación básica.
- d) Contar con el consentimiento informado firmado por el tutor (ver anexo I) y que aceptaran libremente participar en la investigación.

### **5.4.2 Criterios de exclusión**

- a) Presencia de capacidades físicas “diferentes” que les impidiera realizar las pruebas (no se presentó ningún caso).

### **5.4.3 Criterios de eliminación**

- a) No estar en ayuno de entre 8 y 12 horas (0 casos).
- b) No permitir la toma de muestra de sangre venosa (2 casos).
- c) Se hayan realizado algún estudio radiológico 7 días antes (0 casos).
- d) Tener algún implante metálico o prótesis (0 casos).

## **5.5 Variables evaluadas**

Todas las mediciones y evaluaciones que se les realizaron a los participantes en el estudio se llevaron a cabo el mismo día (ver anexo II) en la Unidad de Nutrición, Gasto de Energía y Composición Corporal (UNGACC), en el Laboratorio de Nutrición y Actividad

Física de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) unidad Xochimilco y en el Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica en la UAM unidad Iztapalapa.

### a) Factores de riesgo cardiometabólico

Se evaluaron los siguientes factores de riesgo cardiometabólico en una muestra de sangre venosa:

- Triglicéridos
- Colesterol total
- Colesterol-HDL
- Colesterol-LDL
- Glucosa
- Insulina
- Índice HOMA

Además se midió la presión arterial elevada.

Después de un ayuno de entre 8 y 12 horas confirmado por el tutor del participante de forma verbal, se obtuvo una muestra de sangre venosa por un laboratorista químico en el área designada dentro de la UNGACC de la UAM-Xochimilco. A partir de la muestra de sangre se determinó la concentración en plasma de C-T, C-LDL y G de acuerdo al método enzimático; las concentraciones de C-HDL y TG con el método enzimático colorimétrico. Además de la concentración de In con el método quimioluminiscencia.

Para efectos de definir la presencia de concentraciones elevadas (o reducidas en el caso del C-HDL) de lípidos en plasma se consideraron los criterios de edad y sexo, estableciéndose el percentil de cada uno de las concentraciones de lípidos (C-T, C-HDL, C-LDL y TG) de acuerdo a la recomendación de la *American Academy of Pediatrics*.<sup>62</sup> Los valores en percentiles de las concentraciones de lípidos fueron clasificados según se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de concentración de lípidos de acuerdo a percentiles

| C-T, C-LDL y TG |                 | C-HDL      |                 |
|-----------------|-----------------|------------|-----------------|
| Percentil       | Clasificación   | Percentil  | Clasificación   |
| < 90            | Aceptable       | >10        | Aceptable       |
| ≥90 y <95       | Límite superior | ≥ 5 y ≤ 10 | Límite inferior |
| ≥ 95            | Elevado         | < 5        | Disminuido      |

Fuente: Daniels SR, Greer FR, Nutrition at Co. Lipid Screening and Cardiovascular Health in Childhood. *Pediatrics*. 2008 July 1, 2008;122(1):198-208.

La G elevada se definió cuando existió una concentración mayor o igual a 100 mg/dl<sup>37</sup>. La resistencia a la In se estimó mediante el índice HOMA siendo el punto de corte fue 3.16.<sup>63</sup> Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo del índice HOMA <sup>63,64</sup>:

$$RI = \frac{\text{Insulina plásmatica en ayuno } (\mu U/ml) * \text{glucosa plásmatica en ayuno (mmol/L)}}{22.5}$$

Una estudiante de la Licenciatura en Nutrición Humana estandarizada estuvo a cargo de la toma y registro la TA de acuerdo a los procedimientos descritos en la literatura.<sup>65,66</sup> La medición de la presión arterial se llevó a cabo después de transcurridos 20 minutos posteriores a la ingesta de un ligero refrigerio. Para la medición de la TA se utilizó un baumanómetro digital con brazalete pediátrico. Antes de la medición de la TA, los participantes permanecieron sentados en reposo por 10 minutos atendidos por el personal a cargo. Transcurrido el tiempo, el participante estaba sentado con la espalda recargada, las plantas de los pies sobre el piso y el brazo derecho sobre una superficie formando un ángulo de 90° permitiendo que la fosa cubital estuviera a nivel del corazón. El brazalete se colocó aproximadamente 2 cm arriba de la fosa cubital fue ajustado y se procedió a la medición. Solo se obtuvo un registro de la TA. Para clasificar a los escolares de acuerdo al registro de TA se consideraron los criterios de edad, sexo y estatura establecidos por el “*National High Blood Pressure Education Program Working Group High Blood Pressure in Children and Adolescents*” (NHBPEP).<sup>66</sup> Después de conocer los valores percentilares de TA fueron clasificados como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de la presión arterial de acuerdo a percentiles

| Percentil de TA                   | Diagnóstico de acuerdo NHBPEP | Clasificación en esta Investigación |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| < 90                              | Normal                        | Aceptable                           |
| >90 y < 95                        | Pre hipertensión              | Límite superior                     |
| >95 y hasta 5 mmHg después del 99 | Hipertensión etapa I          | Elevada                             |
| Más de 5 mmHg por arriba del 99   | Hipertensión etapa II         | Muy elevada                         |

Fuente: NHBPEP. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. Pediatrics. 2004;114(2):555-76.

## b) Índices y mediciones antropométricas

La realización de las medidas antropométricas estuvo a cargo de un pasante de la Licenciatura en Nutrición Humana quien fue estandarizado de acuerdo a los procedimientos descritos por Habicht.<sup>67</sup> En el proceso de estandarización, el evaluador midió a diez voluntarios en dos ocasiones, las medidas fueron registradas y comparadas con una antropometrista certificada por la “*The International Society for the Advancement of Kinanthropometry*” ISAK. El evaluador tuvo una precisión (variación intra-observador) aceptable -coeficiente de variación <5%- y la confiabilidad aceptable -coeficiente de variación <5%- (variación inter-observador) en las mediciones antropométricas. Se permitió la misma variación de los valores antropométricos utilizados en la construcción de las tablas de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud<sup>68</sup> : para el peso 0.1 kg, para estatura 2.5 cm, para PT 4 mm y para PSE 4 mm. En el caso del C se aceptó una variación hasta de 1 cm.<sup>14</sup>

Las mediciones antropométricas de estatura, estatura sentado, peso, PT y PSE se realizaron conforme a las técnicas estandarizadas descritas por Lohman et al.<sup>69</sup> La estatura fue medida con un estadímetro portátil SECA<sup>MR</sup> modelo 214 con una precisión de 0.1 cm (longitud máxima 200 cm), se registró la estatura al 0.1 cm más cercano. La estatura sentado se midió con un estadímetro portable marca Harpenden y se registró hasta el mm más cercano. El peso fue evaluado con una báscula digital SECA<sup>MR</sup> modelo Robusta 813 con precisión de 0.1Kg (capacidad máxima 200 kg) y se registró al 0.1 kg más cercano. Las mediciones de los pliegues se tomaron por triplicado y se utilizó el promedio de ellas para el análisis. Los pliegues adiposos subcutáneos fueron medidos con un plicómetro marca Baty modelo Harpenden con precisión de 0.2 cm, se registró el valor más cercano al 0.2 mm. El C se midió en la línea horizontal justo por encima de la frontera superior lateral del hueso ilíaco acorde con el método descrito por Fernández et al.<sup>32</sup> El C fue medida con una cinta metálica marca Lufkin modelo W606PM con precisión de 1 milímetro (longitud máxima de dos metros), registrando el C al milímetro más cercano después de una expiración normal.

A partir de las mediciones antropométricas se estimaron indicadores del estado de nutrición, obesidad abdominal y alta adiposidad de acuerdo a tablas de referencia en percentiles construidas con datos provenientes de la población de los Estados Unidos de Norteamérica e Inglaterra.<sup>8,32,70,71</sup> Se eligió esta población porque disponen valores de referencia para los indicadores antropométricos utilizados en la presente investigación y en nuestro país no contamos con tablas de referencia para estos indicadores.

Para conocer el estado de nutrición se calculó el IMC de los individuos mediante la división del peso en kilogramos entre la estatura en metros elevada al cuadrado. Se obtuvo el puntaje Z del IMC mediante el software AnthroPlus.<sup>72</sup> El puntaje Z IMC se calculó utilizando la mediana (m), la desviación estándar (l) y el factor de transformación de Box-Cox (s) según las tablas de referencia.

$$\text{puntación } Z(IM) = \frac{\left(\frac{IMC}{m}\right)^l - 1}{l * s}$$

Después de calcular el IMC se utilizaron las tablas de referencia de la Organización Mundial de la Salud<sup>73</sup> para diagnosticar el estado de nutrición. La clasificación de acuerdo al IMC se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de estado de nutrición de acuerdo a puntaje Z de IMC

| Puntuación Z  | Clasificación |
|---------------|---------------|
| ≤ - 2.00      | Desnutrición  |
| - 1.99 a 0.99 | Normal        |
| 1.00 a 1.99   | Sobrepeso     |
| ≥ 2.00        | Obesidad      |

Fuente: De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of WHO grown reference for school-aged children and adolescents. *Bolletín of the World Health Organization*. 2007; 85:660-667.

El grado de adiposidad de los miembros superiores y en la región superior del troco se evaluó con el puntaje Z del PT y PSE respectivamente de acuerdo a las curvas percentilares de referencia de Addo et al<sup>8</sup> clasificándose como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación de adiposidad de acuerdo a puntaje Z de PT y PSE

| Puntuación Z  | Clasificación       |
|---------------|---------------------|
| ≤ - 2.00      | Desnutrición        |
| - 1.99 a 0.99 | Adiposidad normal   |
| 1.00 a 1.99   | Alta adiposidad     |
| ≥ 2.00        | Muy Alta adiposidad |

Fuente: Addo OY, Himes JH. Reference curves for triceps and subscapular skinfold thickness in US children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2010; 91(3):635-642.

El puntaje Z del PT y PSE se calculó utilizando la mediana(m), la desviación estándar (l) y el factor de transformación de Box-Cox (s) según las tablas de referencia.<sup>8</sup> Los valores

del niño en evaluación (PT o PSE) son comparados con los valores de referencia usando la siguiente ecuación:

$$Puntuación Z(PT) = \frac{\left(\frac{PT}{m}\right)^l - 1}{l*s} ; puntuación Z(PS) = \frac{\left(\frac{PS}{m}\right)^l - 1}{l*s}$$

La adiposidad abdominal se determinó mediante el C de acuerdo a las tablas percentilares propuestas por Fernández et al<sup>32</sup> y se clasificó como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación de obesidad abdominal de acuerdo a percentiles de perímetro de cintura

| Percentil   | Clasificación             |
|-------------|---------------------------|
| < 75        | Adecuada                  |
| ≥ 75 y < 90 | Alta adiposidad abdominal |
| ≥ 90        | Obesidad abdominal        |

Fuente: Fernández JR, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican adolescents. *The Journal of Pediatrics*. 2004; 145:439-444.

### c) Grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal

Las imágenes de los cortes de la GI y la GS se obtuvieron con un equipo de resonancia magnética (RM) marca Phillips de 3 Teslas. El protocolo para la obtención de las imágenes en niños estuvo a cargo del personal del Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica de la UAM unidad Iztapalapa el cual tuvo como objetivo reducir el tiempo del estudio tanto como fuera posible con imágenes de alta calidad. Esto fue importante debido a que la población pediátrica tiende a quedarse quietos solo por periodos cortos de tiempo y al moverse las imágenes obtenidas tienen calidad insuficiente para hacer la segmentación de la GI y GS. El tiempo aproximado por cada niño fue de aproximadamente 7 minutos obteniéndose imágenes que permitieron la segmentación de la GI y GS. Se obtuvo una serie de imágenes de cada individuo del área abdominal iniciándose aproximadamente en la vértebra dorsal 12 y terminando en la primera vertebra sacra. Las imágenes abarcaron un grosor de 1 mm y fueron obteniéndose cortes consecutivos con una separación de 8 mm teniendo un tamaño mínimo del voxel de 2.3 x 3.3 x 8.0 mm.

Previo al estudio, los tutores contestaron un cuestionario de seguridad radiológica asociada al participante para garantizar que era candidato a realizarse el estudio de RM

(ver anexo III). Los participantes fueron escaneados vistiendo short o pants y camiseta, sin portar ningún objeto metálico.

Durante la evaluación los voluntarios permanecieron en posición supina en reposo, respirando libremente y no se les aplicó ningún tipo de sedantes, anestesia ni medio de contraste. Durante el barrido los niños escuchaban alguna canción que previamente habían seleccionado. Durante la fase de escaneo el personal a cargo de realizar el estudio se aseguraba que el sujeto se encontrara en condiciones adecuadas vía auriculares. Los tutores permanecieron junto a los participantes durante el barrido para dar mayor seguridad al participante.

Se cuantificó el área (en  $\text{cm}^2$ ) de la GI y GS en la imagen del corte correspondiente entre las lumbares 4 y 5 (L4-L5) estas áreas fueron nombradas como GI L4-L5 y GS L4-L5 respectivamente. Se seleccionó este corte ya que en niños y adolescentes existe mayor concentración de la GI en esa área.<sup>74,75</sup> Sin embargo otros autores, recomienda un mayor número de imágenes para tener mayor exactitud.<sup>76-78</sup> Siguiendo la recomendación anterior, se cuantificó también el área de la GI y GS de las imágenes correspondientes a los cortes localizados en los siguientes puntos anatómicos: entre las lumbares 1 y 2 (L1-L2), 2 y 3 (L2-L3), 3 y 4 (L3-L4). Posteriormente, se realizó a sumatoria del área GI y GS de los 4 cortes: L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5, a esta sumatoria se le llamo GI total y GS total, respectivamente.

La técnica del proceso de imagen para segmentar y medir el área de GS y GI se presentan en el anexo IV.

#### **d) Grasa corporal total medida con DEXA**

La GCT se midió por medio de absorciometría dual de rayos X (DEXA), con el densitómetro marca Hologic, modelo Discovery WI. Todos los días que se realizaron evaluaciones se realizaba el control de calidad del equipo. La evaluación fue realizada por personal capacitado. Antes de realizar la evaluación se les pidió a los tutores contestar un cuestionario de seguridad para confirmar que a los participantes se les podía realizar la prueba de manera segura (ver anexo V). Se les pidió a los voluntarios no portar ningún objeto metálico, usar ropa sin botones metálicos, cierres ni cintas reflejantes el día de la evaluación.

Para realizar el examen del cuerpo entero se siguió el siguiente procedimiento. Primero se capturaron los datos personales del voluntario, su estatura y peso. Se seleccionó el modo de exploración de cuerpo entero. El participante fue situado sobre la plancha en posición supina con la cara en dirección al techo en posición de plano de Frankfort, con la cabeza

en el extremo derecho aproximadamente a 10 cm del borde de la placa. El cuerpo fue centrado y alineado con respecto a la línea central de referencia señalada en la plancha. Los brazos se colocaron ligeramente separados de los muslos con las palmas sobre la placa. Se verificó que los hombros estuvieran en contacto con la plancha. A los voluntarios se les pidió girar ligeramente los pies hasta juntar los primeros dedos y mantener los talones separados entre sí. Para mantener esta posición se utiliza un prisma de plástico que se coloca entre los pies. Debido a la dificultad de permanecer quietos en esa posición los pies fueron sujetados con cinta velcro. Se indicó al sujeto que permaneciera quieto y que respirara de forma habitual para iniciar el estudio. Si el participante se movía durante la exploración, el escaneo se repitió en dos ocasiones más como máximo. El análisis del barrido se realizó con el software integrado en el equipo con la opción pediátrica por personal capacitado. La variable que se obtuvo fue el porcentaje de grasa corporal total (%GCT).

Para evaluar el porcentaje de grasa de cada voluntario de la muestra se utilizaron las curvas percentilares de referencia de Ogden et al.<sup>70</sup> Los escolares fueron clasificados como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Clasificación de adiposidad de acuerdo a percentiles de grasa corporal total (%)

| Percentil   | Clasificación |
|-------------|---------------|
| ≤ 5         | Bajo          |
| < 85 y >5   | Normal        |
| ≥ 85 y < 95 | Sobrepeso     |
| ≥ 95        | Obesidad      |

Fuente: Ogden C, Li Y, Freedman D, Flegal KM. Smoothed percentage body fat percentiles for U.S children and Adolescts, 1999-2004. *National Health Statistics Reports*. 2011; 43:1-8.

### **e) Grasa corporal total medida con bioimpedancia eléctrica**

La GCT se estimó con un equipo de bioimpedancia eléctrica modelo Inbody 720. El personal a cargo fue capacitado para realizar esta evaluación. A los participantes se les pedía haber orinado en los 30 minutos previos a la medición. Además contestó preguntas básicas por escrito sobre la práctica de ejercicio muy fuerte en las últimas horas, consumo de té o café y medicamentos para poder orinar; en el caso de las mujeres, no se declararon estar menstruando ni reteniendo líquidos por el evento<sup>7</sup>, confirmado verbalmente por el acompañante –al momento de la invitación se les comento a los tutores que las participantes no debían estar menstruando durante las evaluaciones-.Con

ello se buscó que los niños cumplieran con las condiciones para obtener mediciones confiables. Cuando se hacía la medición el sujeto se encontraba en ayunas, manifestó verbalmente no tener la necesidad de orinar o defecar y no portaba objetos de metal incluyendo botones, cierres y lentes.

Antes de realizar la evaluación se ingresaron datos personales en el equipo, como edad, sexo y estatura. Al momento de la evaluación el sujeto se encontraba con las plantas de los pies descubiertas, haciendo contacto con los electrodos. Los brazos se encontraban ligeramente despegados de los muslos formando un ángulo de 15 grados aproximadamente al mismo tiempo cada una de las manos sujetaba un mango con dos electrodos, el dedo pulgar sobre uno y los cuatro dedos restante sobre la superficie del otro electrodo.

Durante la evaluación se verificó que el sujeto no flexionara ni las extremidades superiores ni las inferiores y permaneciera sin moverse. Los valores del porcentaje de grasa corporal fueron comparados con los valores percentilares de las tablas de referencia propuestas por McCarthy et al.<sup>79</sup> Los puntos de cortes para la clasificación del porcentaje se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Clasificación de adiposidad de acuerdo a percentiles de grasa corporal total (%)

| Percentil   | Clasificación |
|-------------|---------------|
| ≤ 5         | Bajo          |
| < 85 y >5   | Normal        |
| ≥ 85 y < 95 | Sobrepeso     |
| ≥ 95        | Obesidad      |

Fuente: McCarthy HD, Cole T, Fry T, Jebb S, Prentice A. Body fat reference curves for children. Int J Obes. 2006; 30(4):598-602.

## f) Etapa de maduración sexual

Durante la niñez y pubertad existen cambios graduales en la composición corporal.<sup>80</sup> En el estudio se evaluó la etapa de maduración sexual de los participantes utilizando las ecuaciones predictivas<sup>81</sup> desarrolladas con las siguientes variables antropométricas: longitud de la pierna, estatura sentada, peso, estatura y edad.

*hombres*

$$= -9.236 + [0.0002708 \times lp \times es] + [-0.001663 \times edad\ exacta \times lp] \\ + [0.007216 \times edad\ exacta \times es] + [0.02292 \times pe]$$

$$mujeres = -9.376 + [0.0001882 \times lp \times es] + [0.0022 \times edad\ exacta \times lp] + [0.005841 \times edad\ exacta \times es] + [0.002658 \times edad\ exacta \times peso] + [0.07693] \times pe$$

Dónde:

*es* = *estatura sentado en cm*

*lp* (*longitud de pierna*) = *estatura en cm* – *estatura sentado en cm(es)*

$$pe(\text{relación peso} - \text{estatura}) = \left( \frac{\text{peso}}{\text{estatura en cm.}} \right) \times 100$$

Dicha ecuaciones han mostrado distinguir con exactitud la ocurrencia del brote de crecimiento característico de la pubertad. Los valores obtenidos de las ecuaciones anteriores se clasificaron como se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Clasificación de maduración sexual

| Valor obtenido de las ecuaciones. | Clasificación                           |
|-----------------------------------|---|
| Hasta -0.99                       | Antes del pico máximo de crecimiento    |
| -1 a 1                            | Durante el pico máximo de crecimiento   |
| >1.01                             | Posterior al pico máximo de crecimiento |

Fuente: Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Benin GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002; 34(4):689-69

## 5.6 Operacionalización de las variables

### a) Variables antropométricas

| Variable                                | Definición conceptual   | Definición operacional   | Unidad de medición | Escala de medición                       | Clasificación                  |
|---|---|--|--------------------|--|--------------------------------|
| Peso                                    | Es la fuerza de atracción con que la tierra atrae a un cuerpo.                                    | Es cantidad de masa corporal de un individuo, medido con una báscula de acuerdo a la técnica descrita por Lohman et al. <sup>69</sup>  | Kilogramo (kg)     | Cuantitativa<br>Continúa                 |                                |
| Estatura                                | Es la longitud de un cuerpo o considerada verticalmente desde su base hasta su punto más elevado. | Es la distancia de un individuo desde la planta del pie hasta el punto más elevado de la cabeza, con la cabeza en plano de Frankfort, medida con un estadímetro de acuerdo a la técnica descrita por Lohman et al. <sup>69</sup> | Centímetro (cm)    | Cuantitativa<br>Continúa                 |                                |
| Estatura sentado                        | Es la longitud de un cuerpo cuando está sentado hasta su punto más elevado.                       | Es la distancia de un individuo desde los isquiones hasta el punto más elevado de la cabeza, con la cabeza en plano de Frankfort, medida con un estadímetro de acuerdo a la técnica descrita por Lohman et al. <sup>69</sup>     | Centímetro (cm)    | Cuantitativa<br>Continúa                 |                                |
| Índice de masa corporal                 | Es un índice adiposidad corporal  | Es el resultado de dividir el peso (Kg) entre la estatura en metros elevada al cuadrado.   | Kg/m <sup>2</sup>  | Cuantitativa<br>Continúa/<br>Cualitativa | Onis et al. <sup>73</sup>      |
| Perímetro de cintura                    | Es un indicador de distribución grasa en el abdomen, para identificar obesidad abdominal.         | Es el perímetro máximo en el borde superior lateral del hueso ilíaco al final de una espiración normal, medida con una cinta métrica metálica de acuerdo a la técnica descrita por Fernández et al. <sup>32</sup>                | Centímetro (cm)    | Cuantitativa<br>Continúa/<br>Cualitativa | Fernández et al. <sup>32</sup> |
| Pliegue adiposo subcutáneo del tríceps  | Es un indicador de adiposidad en los miembros superiores para identificar exceso de adiposidad.   | Es la cantidad de grasa subcutánea situada directamente bajo la piel en la región del tríceps, medida con un plicómetro Harpenden, de acuerdo a la técnica descrita por Lohman et al. <sup>69</sup>                              | Milímetro (mm)     | Cuantitativa<br>Continúa/<br>Cualitativa | Addo et al. <sup>8</sup>       |
| Pliegue adiposo subcutáneo subescapular | Es un indicador de adiposidad en la región del tronco.  | Es la cantidad de grasa subcutánea situada directamente bajo la piel en la región del borde inferior de la escapula, medida con un plicómetro Harpenden, de acuerdo a la técnica descrita por Lohman et al. <sup>69</sup>        | Milímetro (mm)     | Cuantitativa<br>Continúa/<br>Cualitativa | Addo et al. <sup>8</sup>       |

## b) Operacionalización de las variables no antropométricas

| Variable                   | Definición conceptual  | Definición operacional   | Unidad de medición                       | Escala de medición                       | Clasificación   |
|----------------------------|--|--|--|--|---|
| Grasa intra-abdominal      | Es un indicador de distribución de grasa es el tejido ubicado alrededor de las vísceras en la cavidad abdominal  | Es la cantidad de grasa alrededor de las vísceras e incluye la grasa retro peritoneal, obtenida de la segmentación de archivos de imagen obtenidos por medio de resonancia magnética.                                | Centímetros Cuadrados (cm <sup>2</sup> ) | Cuantitativa<br>Continúa                 |   |
| Grasa subcutánea abdominal | Es un indicador de distribución de grasa de la cavidad abdominal, es el tejido adiposo almacenado debajo de la piel en la cavidad abdominal sin incluir la grasa intra-abdominal | Es la cantidad de grasa alrededor de las vísceras e incluye la grasa retro peritoneal, obtenida de la segmentación de archivos de imagen obtenidos por medio de resonancia magnética.                                | Centímetros Cuadrados (cm <sup>2</sup> ) | Cuantitativa<br>Continúa                 |   |
| Grasa corporal total       | Depósitos de tejido adiposo por todo el cuerpo compuesto de células grasas (adipocitos)  | Es el porcentaje de grasa corporal calculado como la cantidad de la grasa en gramos dividido entre la masa total, obtenida por el método de DEXA con el equipo Discovery Wi, Hologic y BIE con el equipo InBody 720. | Porcentaje (%)                           | Cuantitativa<br>Continúa/<br>Cualitativa | Ogden et al. <sup>70</sup><br>McCarthy et al. <sup>71</sup> |

### c) Operacionalización de las variables de riesgo cardiometabólico

| Variable         | Definición conceptual  | Definición operacional  | Unidad de medición | Escala de medición                     | Clasificación                 |
|------------------|--|---|--------------------|--|-------------------------------|
| Colesterol Total | Es el principal esteroles entre las lipoproteínas de alta y baja densidad.   | Es la concentración de las lipoproteínas de baja y alta densidad en plasma después de 8 horas de ayuno, medida con el método enzimático.    | mg/dl              | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Daniel et al. <sup>62</sup>   |
| Colesterol LDL   | Es el colesterol que se encuentra unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL), incluyendo ésteres de colesterol y colesterol libre.                                 | Es la concentración de lipoproteínas de baja densidad en plasma después de 8 horas de ayuno, medida con el método enzimática.               | mg/dl              | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Daniel et al. <sup>62</sup>   |
| Colesterol HDL   | Es el colesterol que se encuentra unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL), incluyendo ésteres de colesterol y colesterol libre.                                 | Es la concentración de lipoproteínas de alta densidad en plasma después de 8 horas de ayuno, medida con el método enzimática colorimétrica. | mg/dl              | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Daniel et al. <sup>62</sup>   |
| Triglicéridos    | Son lípidos formados por una molécula de glicerol esterificado con tres ácidos grasos y es la principal forma de almacenamiento de energía en las células.           | Es la concentración de triglicéridos en plasma después de 8 horas de ayuno, medida con el método enzimática colorimétrica.                  | mg/dl              | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Daniel et al. <sup>62</sup>   |
| Glucosa          | Es una fuente principal de energía del organismo.  | Es la concentración de glucosa en plasma después de 8 horas de ayuno, medida con el método enzimática                                       | mg/dl              | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Zimmel et al. <sup>37</sup>   |
| Insulina         | Es una hormona peptídica de 51 aminoácidos codificada en el brazo corto del cromosoma 11 y sintetizada en los islotes de Langerhans de la célula $\beta$ pancreática | Es la concentración de insulina en plasma después de 8 horas de ayuno medida con el método quimioluminiscencia.                             | $\mu$ U/ml         | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Martínez et al. <sup>63</sup> |
| Índice HOMA      | Es la función celular $\beta$ y la sensibilidad a la insulina en un modelo matemático donde se utilizan las concentraciones de glucosa e insulina en ayuno.          | Es el resultado de dividir la cantidad de insulina por la glucosa entre 22.5.   |                    | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | Martínez et al. <sup>63</sup> |
| Presión arterial | Es la a fuerza ejercida contra las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a través del cuerpo   | Es la presión de la sangre ejercida en las arterias, medida con un baumanómetro pediátrico  | mm/Hg              | Cuantitativa, continua/<br>Cualitativa | *NHBPEP <sup>66</sup>         |

\*NHBPEP, National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents, US.

## 5.7 Procedimiento de la investigación

Se presentó el proyecto a la Directora de la escuela, la cual permitió que se invitara a los alumnos y sus tutores a participar en el proyecto. Los alumnos que participaron en el proyecto estaban inscritos en el periodo lectivo 2012-2013.

Durante la clase de educación física se registró el peso y la estatura. Los datos fueron capturados en una base de datos y se calculó el IMC. Se tuvo acceso a la base de datos y se seleccionaron a los voluntarios de acuerdo a las características buscadas por el muestreo por cuota, de tal manera que aproximadamente el 50% fueran mujeres y el 50% fueran hombres en todas las edades, además una tercera parte tuvieran peso normal y dos terceras partes tuvieran sobrepeso u obesidad. La lista fue resguardada por un profesor responsable de la clase de educación física de la escuela. Posteriormente, se obtuvo el nombre de los escolares y se les dio de manera individual una invitación por escrito para que la entregara a tutor. En la reunión informativa se les informó a los tutores las características del proyecto, los riesgos y beneficios para los escolares que decidieran junto con ellos participar en el estudio. En la reunión se les dio por escrito la información brindada (ver anexo VI y I) y un consentimiento informado para los tutores interesados en que los escolares participaran en el estudio.

El día de las evaluaciones se les pidió a los tutores el consentimiento informado firmado por ellos y por el voluntario. Los escolares se presentaron en las condiciones necesarias para poderse llevar a cabo las evaluaciones: con un ayuno de entre 8 y no mayor a 12 horas y ropa cómoda sin botones ni cierres.

Cada día se evaluaron aproximadamente a 6 escolares. Las evaluaciones se realizaron en la UAM unidad Xochimilco y en la UAM unidad Iztapalapa. Primero se trasladó a los niños de la escuela primaria a la UAM-Xochimilco, la primera prueba fue la extracción de muestra de sangre venosa, seguidas de la medición de GCT con impedancia, luego la evaluación antropométrica, hubo un receso para que los participantes tomaran un ligero refrigerio. Se continuó con medición de GCT con DEXA, posteriormente se evaluó la presión arterial. Los voluntarios fueron trasladados de la UAM unidad Xochimilco a la UAM unidad Iztapalapa donde se les realizó la resonancia magnética de la región del abdomen.

## **5.8 Consideraciones éticas**

El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, el cual considera tanto los aspectos académicos como éticos de la investigación con el número de oficio DCBS 043.10.

En todos los casos se obtuvo consentimiento informado por escrito de los padres y el asentimiento de los escolares (ver anexo I y VI). De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la investigación fue clasificada como de riesgo mínimo por la extracción de sangre venosa de acuerdo al Título Segundo “De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos”, Cap. I, art. 14, frac. V y de riesgo mayor al mínimo (debido a que el DEXA es un estudio radiológico), de acuerdo al Título Segundo “De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos” Cap. I, art 17, frac. III.

La participación en el estudio fue de manera libre y voluntaria. Los tutores y alumnos conocían que tenían el derecho de retirarse del estudio en el momento que ellos consideraran oportuno. Ninguno de los participantes se retiró del estudio. No hubo ninguna compensación económica o beneficio académico para quienes decidieron participar en el estudio. Todas las mediciones antropométricas y no antropométricas realizadas a los voluntarios se hicieron en presencia de los tutores. A los tutores se les entregó de manera individual un sobre cerrado con los resultados del o los participantes sobre el estado de nutrición, TA, perfil de lípidos, G y densidad mineral ósea. Posteriormente, se invitó a los tutores a solicitar una consulta nutricional para los participantes en el estudio en los consultorios de nutrición de la UAM-Xochimilco de manera gratuita. A los tutores se les ofreció la posibilidad de realizarse una densitometría ósea de columna y cadera gratuita en el Laboratorio de Nutrición y Actividad Física.

## **5.9 Análisis Estadístico**

En la presente investigación se realizó análisis paramétrico y no paramétrico, por dos razones: debido el incumplimiento de algún supuesto del análisis paramétrico y el número reducido de individuos por grupo de edad y sexo. La ventaja de haber realizado ambos tipos de análisis fue la corroboración los pruebas de hipótesis y los resultados pueden ser comparados con otros estudios al mostrar ambos tipos de análisis. La descripción del análisis paramétrico y no paramétrico se describe por separado. Los voluntarios fueron

agrupados de acuerdo a la edad en los siguientes grupos: 6 a 7 (n= 34), 8 a 9 (n=32), 10 a 11 (n= 39) y 12 años de edad (n=14).

A continuación se describe el análisis paramétrico que se realizó. Para describir a la población se estimó la media, la desviación estándar, el valor mínimo y el valor máximo para las variables antropométricas (IMC, C, PT, PSE, puntaje z de IMC, puntaje z de PT y puntaje Z de PSE), no antropométricos (GCT, GI, GS) y factores de riesgo cardiometabólico (C-T, C-HDL, C-LDL, TG, G, In, índice HOMA, TS y TD) para la toda la muestra y por sexo. Se probó la hipótesis de distribución normal para cada una de las variables, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la toda la muestra y por sexo. Las variables cuantitativas que no tuvieron una distribución normal fueron transformadas logarítmicamente antes del análisis estadístico. Se realizó la prueba de hipótesis para la homogeneidad de varianza Levene. Cuando no se cumplió alguno a ambos supuestos de distribución normal y/o homogeneidad de varianza no se registró el valor de  $p$ , en las tablas de resultado se identifica a este evento como (N.A). Se consideró un valor de  $p$  menor a 0.050 para ser estadísticamente significativo. Se probó la hipótesis de igualdad de medias entre sexos con la prueba t-Student para muestras independientes en las variables antropométricas, de distribución grasa y factores de riesgo cardiometabólico. La muestra fue dividida por sexo y se sometió a comprobación la hipótesis de igualdad de medias entre grupos de edad en cada sexo con la prueba de ANOVA. Después de haber calculado la prevalencia de cada estado de nutrición (IMC), adiposidad (%GCT), adiposidad abdominal (C), adiposidad en los miembros superiores (PT) y adiposidad en el troco (PSE). Se sometió a comprobación la hipótesis de igualdad de proporciones entre hombres y mujeres utilizando la prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ). Los factores de riesgo cardiometabólico, se clasificaron según tablas de referencia obteniéndose las prevalencias y se comprobó la hipótesis de igualdad de proporciones entre hombres y mujeres con la prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ).

El análisis no paramétrico se presenta a continuación. Para describir a la población se estimó la mediana, el primer y el tercer cuartil para las variables antropométricas (IMC, C, PT, PSE, puntaje z de IMC, puntaje z de PT y puntaje z de PSE), no antropométricas (GCT, GI, GS) y factores de riesgo cardiometabólico (C-T, C-HDL, C-LDL, TG, G, In, índice HOMA, TS y TD) para la toda la muestra y por sexo. Se probó la hipótesis de igualdad de medias entre sexos con la prueba U Mann-Whitney para muestras independientes en las variables antropométricas, no antropométricas y factores de riesgo cardiometabólico. Se sometió a comprobación la hipótesis de igualdad de medias entre

grupos de edad por sexo con la prueba Kruskal-Wallis. El coeficiente de correlación de Spearman fue usado para conocer la fuerza de asociación entre los indicadores antropométricos y no antropométricos con cada uno de los factores de riesgo cardiovascular.

Para alcanzar el primer objetivo general, el coeficiente de correlación de Pearson y Spearman fue usado para investigar la asociación entre los indicadores antropométricos y no antropométricos con cada uno de los factores de riesgo cardiovascular, se considera una fuerza de asociación débil o baja cuando  $r < 0.40$ , moderada si  $r > 0.40$  a  $\geq 0.79$  y alta si es  $r > 0.80$ .

Los modelos de regresión lineal múltiple se utilizaron para determinar si la cantidad de GI y GS están asociadas con los factores de riesgo cardiometabólico independiente de la adiposidad total. Con este fin primero se realizó un análisis bivariado independiente, es decir que cada factor de riesgo cardiometabólico que se asoció significativamente con la GI, GS y GCT se analizó por separado, así las variables dependientes fueron: In, índice HOMA, TG, C-HDL, TD y TS y las variables independientes fueron: la GI, GS, GCT para cada análisis. El coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$ ) se utilizó para conocer el porcentaje de la varianza de la variable dependiente que fue explicada por las variables independientes.

Posteriormente, se estimó un modelo de regresión lineal para cada una de las variables dependientes con una variable independiente entre GI, GS y GCT ajustándose por edad y sexo. Finalmente los modelos anteriores fueron ajustados también por GCT. Se confirmaron los supuestos de la regresión lineal: linealidad (estadístico F), independencia (prueba Durbin-Watson) y homocedasticidad y normalidad (gráfica de residuales contra valores ajustados y grafica de probabilidad normal de residuales), no colinealidad (tolerancia y factores de inflación de varianza).

Para alcanzar el segundo objetivo general, primero para cada medida antropométrica (IMC, C, PT, PSE, percentiles de C, puntaje Z de IMC, puntaje Z PT y puntaje Z PSE) y no antropométrica (GI, GS y GCT) se calculó una curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para discriminar entre elevadas concentraciones de C-T, C-LDL, TG, G, índice HOMA y bajas concentraciones de C-HDL y elevada TA. Las curvas ROC se generaron al graficar en el eje de la y, la sensibilidad (verdaderos positivos / total de positivos) de todos los posibles puntos de corte de la clasificación que está siendo evaluada y en el eje de las x se grafican los valores de  $1 -$  especificidad o falsos positivos (verdaderos negativos / total de negativos).<sup>53</sup> Donde las variables en evaluación fueron

cada uno de los indicadores antropométricos y no antropométricos. Mientras que las variables de referencia fueron cada uno de los factores de riesgo cardiometabólico dicotomizadas en normal o elevado (en el caso del C-HDL disminuido) según los criterios descritos anteriormente. Se utilizó la estadística de resumen del área bajo la curva (ABC), para determinar la exactitud de los indicadores antropométricos y no antropométricos para predecir cada uno de los factores de riesgo cardiometabólico. En esta investigación, se consideró una exactitud pobre cuando el ABC fue menor a 0.70, moderada exactitud cuándo  $ABC \geq 0.70$  y menor a 0.90, una alta exactitud cuándo  $ABC \geq 0.90$ .<sup>53</sup> Para los indicadores antropométricos y no antropométricos con una exactitud del  $ABC \geq 0.70$  se determinó el punto de corte óptimo (PC). Para establecer el mejor PC se identificaron como puntos de corte óptimos a aquellos con balance de la sensibilidad y la especificidad obtenido por la siguiente expresión  $(1 - \text{sensibilidad})^2 + (1 - \text{especificidad})^2$ .<sup>53</sup> El valor corresponde al punto más cercano a las coordenadas (0,1) del plano cartesiano donde se graficó la sensibilidad contra 1-especificidad; por tanto representa al valor que mejor diferencia a los escolares con y sin concentraciones elevadas de C-T, C-LDL, TG, G, índice HOMA, concentraciones bajas de TA. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo para cada uno de los puntos de corte calculado. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 19.

## 6. Resultados

### 6.1 Características de la muestra

En el estudio participaron 119 escolares, de los cuales 61 eran hombres y 58 eran mujeres. El rango de edad fue de 5.7 a 12.9 años y la media fue 9.3 años. En la tabla 1 se presenta la distribución de acuerdo al grupo de edad y maduración por sexo para toda la muestra. La diferencia en el número de hombres y mujeres en cada uno de los grupos de edad no fue estadísticamente significativa ( $p=0.183$ ). El porcentaje de los participantes que se encontraba en el pico máximo de crecimiento fue del 10.9%, de los cuales uno era un hombre de doce años y doce eran mujeres (cuatro tenían diez años, cinco contaban con 11 años y tres reportaron tener 12 años). Existió mayor proporción de mujeres en pico máximo de crecimiento en comparación con los hombres, siendo la diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.001$ ).

Tabla 1. Distribución de edad y maduración por sexo de una muestra de escolares en México

|                      | Total |      | Hombres |      | Mujeres |      |                 |
|----------------------|-------|------|---------|------|---------|------|-----------------|
| <b>Edad en años</b>  |       |      |         |      |         |      |                 |
| N                    | 119   |      | 61      |      | 58      |      |                 |
| Mínimo               | 5.7   |      | 5.7     |      | 5.9     |      |                 |
| Máximo               | 12.9  |      | 12.9    |      | 12.8    |      |                 |
| Promedio             | 9.3   |      | 9.3     |      | 8.8     |      |                 |
| Desv. est.           | 2.1   |      | 2.1     |      | 1.8     |      |                 |
| <b>Grupo de edad</b> | n     | %    | n       | %    | n       | %    | $p^{\text{ch}}$ |
| 6-7                  | 34    | 28.6 | 18      | 29.5 | 16      | 27.6 | 0.183           |
| 8-9                  | 32    | 26.9 | 12      | 19.7 | 20      | 34.7 |                 |
| 10-11                | 39    | 32.8 | 21      | 34.4 | 18      | 31.0 |                 |
| 12                   | 14    | 11.8 | 10      | 16.4 | 4       | 6.9  |                 |
| <b>Maduración</b>    |       |      |         |      |         |      |                 |
| Antes del P.M.C.     | 106   | 89.1 | 60      | 98.4 | 46      | 79.3 | 0.001*          |
| En el P.M.C.         | 13    | 10.9 | 1       | 1.6  | 12      | 20.7 |                 |

P.M.C., pico máximo de crecimiento;  $p^{\text{ch}}$ , nivel de significancia para comparar proporciones entre hombres y mujeres (prueba de chi-cuadrada). \*  $p < 0.10$

### 6.2 Medición de la grasa corporal total, grasa subcutánea, grasa intra-abdominal, indicadores antropométricos

Las estadísticas descriptivas de la GCT, GI y GS de toda la muestra y por sexo se muestran en la tabla 2. Las variables de GCT, GI total de la suma de los cortes L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5 (GI total), GI en el corte L4-L5 (GI L4-L5), GS en el corte L4-L5 (GS L4-

L5) presentaron distribución normal y homocedasticidad de varianzas. Por otra parte, GS no tuvo una distribución normal y presentó heterocedasticidad de varianzas cuando se analizó toda la muestra.

La media del GCT estimado por DEXA fue del 31.8% y estimado por BIE fue de 29.1%. La media de la GI total y GS total de la muestra fue de 130.02 cm<sup>2</sup> y 433.86 cm<sup>2</sup> respectivamente. La media de la GI (L4-L5) fue de 34.46 cm<sup>2</sup> y la media de GS (L4-L5) 158.14 cm<sup>2</sup>.

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de indicadores antropométricos y no antropométricos en la muestra de acuerdo al sexo

|                             | Total           | Hombres          | Mujeres         | $ps^2$ |
|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------|
| GCTDEXA (%)                 | 31.8±7.16       | 31.94±7.55       | 31.71±6.7       | 0.418  |
| mín-máx                     | (17.3,46.5)     | (17.30,46.50)    | (20.4,44.30)    |        |
| $pN$                        | 0.391           | 0.539            | 0.637           |        |
| GCT BIE (%)                 | 29.1±8.8        | 29.31±9.37       | 28.91±8.22      | 0.356  |
| mín-máx                     | (3,47.10)       | (3.00,47.10)     | (14.90,44.00)   |        |
| $pN$                        | 0.654           | 0.603            | 0.941           |        |
| GI total (cm <sup>2</sup> ) | 130.02±61.20    | 141.16*±63.31    | 118.31*±57.11   | 0.344  |
| mín-máx                     | (37.85,359.2)   | (37.85,359.23)   | (41.38,275.323) |        |
| $pN$                        | 0.160           | 0.790            | 0.335           |        |
| GS total (cm <sup>2</sup> ) | 433.86± 243.25  | 472.94±268.2     | 392.76±208.36   | 0.046* |
| mín-máx                     | (105.24,128.20) | (105.24,1218.20) | (106.41,931.73) |        |
| $pN$                        | 0.044*          | 0.272            | 0.346           |        |
| GI L4-L5 (cm <sup>2</sup> ) | 34.46±17.28     | 37.11±18.10      | 31.68±16.07     | 0.623  |
| mín-máx                     | (5.62,88.33)    | (5.85,88.33)     | (5.66,70.02)    |        |
| $pN$                        | 0.140           | 0.676            | 0.139           |        |
| GS L4-L5 (cm <sup>2</sup> ) | 158.14±87.94    | 172.57±94.11     | 142.96±78.94    | 0.239  |
| mín-máx                     | (31.12,411.83)  | (37.66,411.83)   | (31.12,373.87)  |        |
| $pN$                        | 0.144           | 0.443            | 0.613           |        |

GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría de rayos X; BIE, bioimpedancia eléctrica; GI total, grasa intra-abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); GS total, grasa subcutánea abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); GI L4-L5,grasa intra-abdominal del corte L4-L5; GS L4-L5, grasa subcutánea abdominal del corte L4-L5;  $pN$ , nivel de significancia para distribución normal (prueba de Kolmogorov-Smirnov);;  $ps^2$ , prueba de homogeneidad de varianza entre hombres y mujeres (prueba de Levene); \*,  $p<0.05$ .

Las estadísticas descriptivas de los indicadores antropométricos de toda la muestra y por sexo se muestran en la tabla 3. Las variables IMC, C, PT, PSE, puntaje z del IMC, puntaje

z del PT y puntaje z del PSE presentaron distribución normal y homocedasticidad de varianzas.

La muestra tuvo una media para el IMC de 20.04 kg/m<sup>2</sup> y de 68.74 cm para el C. El promedio del PT de toda la muestra fue 16.69 mm y para el PSE fue de 15.03 mm. Los valores de puntuación z para el IMC, PT y PSE fueron mayores a 1.

Los hombres tuvieron mayores medias en comparación con las mujeres en las variables de GI, IMC, C, IMC Z, PT Z y PSE Z, las diferencias fueron estadísticamente significativas. La media de la GI en hombres fue de 141.16 cm<sup>2</sup> y en mujeres fue de 118.31 cm<sup>2</sup> ( $p=0.041$ ). La media del IMC en hombres fue de 21.01 kg/m<sup>2</sup> y en mujeres fue de 19.01 ( $p=0.003$ ). La media del C tuvo una media en hombres de 71.31 cm y en mujeres de 66.03 cm ( $p= 0.007$ ). La media del puntaje Z del IMC para la edad en hombres fue 1.79 y en mujeres la media fue de 1.00 ( $p=0.001$ ). En los hombres, las medias del puntaje Z para el PT fue de 1.34 y 0.80 en mujeres ( $p=0.001$ ). La media del puntaje Z del PSE en hombres fue de 1.69 y en mujeres de 1.23 ( $p=0.001$ ).

Las medias de las variables de GCT, GS, PT y PSE entre hombres y mujeres no fueron estadísticamente significativas ( $p> 0.050$ ).

Tabla 3. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de mediciones de antropometría en la muestra de acuerdo al sexo

|                          | Total         | Hombres       | Mujeres       | $ps^2$ |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 20.04±3.69    | 21.01**±3.78  | 19.01**±3.33  | 0.339  |
| mín-máx                  | (13.41,30.20) | (14.14,30.20) | (13.41,27.82) |        |
| $\rho N$                 | 0.661         | 0.975         | 0.757         |        |
| cintura (cm)             | 68.74±10.78   | 71.31**±11.56 | 66.03**±9.24  | 0.129  |
| mín-máx                  | (49.00,97.40) | (51.10,97.40) | (49.00,92.40) |        |
| $\rho N$                 | 0.734         | 0.950         | 0.776         |        |
| PT (mm)                  | 16.69±6.03    | 17.24±6.28    | 16.11±5.74    | 0.508  |
| mín-máx                  | (5.27,38.60)  | (6.27,38.60)  | (5.27,31.80)  |        |
| $\rho N$                 | 0.348         | 0.707         | 0.485         |        |
| PSE (mm)                 | 15.03±8.01    | 15.37±7.57    | 14.67±8.49    | 0.412  |
| mín-máx                  | (4.53,46.93)  | (4.53,33.40)  | (4.60,46.93)  |        |
| $\rho N$                 | 0.130         | 0.657         | 0.048*        |        |
| IMC (Z)                  | 1.41±1.27     | 1.79**±1.31   | 1.00**±1.10   | 0.483  |
| mín-máx                  | (-1.86,4.39)  | (-1.86,4.39)  | (-1.37,2.91)  |        |
| $\rho N$                 | 0.590         | 0.794         | 0.734         |        |
| PT (Z)                   | 1.08±.89      | 1.34**±0.79   | 0.80**±.90    | 0.491  |
| mín-máx                  | (-1.99,2.85)  | (-0.79,2.85)  | (-1.99,2.60)  |        |
| $\rho N$                 | 0.452         | 0.812         | 0.548         |        |
| PSE (Z)                  | 1.54±1.08     | 1.69**±0.8 2  | 1.23**±.81    | 0.668  |
| mín-máx                  | (-1.99,2.85)  | (-0.61,3.45)  | (-0.57,2.73)  |        |
| $\rho N$                 | 0.161         | 0.170         | 0.468         |        |
| N                        | 119           | 61            | 58            |        |

IMC, índice de masa corporal; cintura, perímetro de cintura; PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo subscapular; Z puntaje z;  $\rho N$ , nivel de significancia para distribución normal (prueba de Kolmogorov-Smirnov);  $ps^2$ , prueba de homogeneidad de varianza entre hombres y mujeres (prueba de Levene); \*,  $p < 0.05$ ; \*\*,  $p < 0.010$ .

Las medias, desviaciones estándar, el valor mínimo y máximo de GCT, según grupo de edad y sexo se muestran en la tabla 4. Las diferencias de las medias del porcentaje de grasa corporal estimado por DEXA entre los grupos de edad en hombres y en mujeres respectivamente, no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, entre los grupos de edad de los hombres, las medias del %GCT estimada por BIE, presentaron una tendencia a ser diferentes estadísticamente ( $p=0.054$ ).

Tabla 4. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de grasa total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo

| Edad            | GCT DEXA (%)                 |                              | GCT BIE (%)                 |                             |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                 | H (n=61)                     | M (n=58)                     | H(n=61)                     | M(n=58)                     |
| 6-7<br>(n=34)   | 28.88± 6.76<br>(19.10,40.10) | 29.07±5.34<br>(20.50,38.10)  | 25.00±9.86<br>(3.00,42.80)  | 26.04±6.91<br>(14.90,39.90) |
| 8-9<br>(n=32)   | 36.24±6.26<br>(18.80,42.30)  | 32.87±8.09<br>(20.40,44.00)  | 33.57±6.96<br>(14.90,42.00) | 29.63±9.65<br>(15.30,44)    |
| 10-11<br>(n=34) | 32.51±7.60<br>(20.90,46.90)  | 32.99±6.38<br>(21.20,44.30)  | 31.28±8.84<br>(15.40,47.10) | 31.16±7.82<br>(15.00,43.90) |
| 12<br>(n=14)    | 31.13±8.5<br>(17.30,44.40)   | 30.88± 5.22<br>(25.10,37.80) | 27.85±9.81<br>(11.60,44.00) | 26.60±5.01<br>(19.60,31.30) |
| $p^a$           | 0.066                        | 0.299                        | 0.054*                      | 0.293                       |
| Total           | 31.94±7.55<br>(17.30,46.50)  | 31.71±6.7<br>(20.4,44.30)    | 29.31±9.37<br>(3,47.10)     | 28.91±8.22<br>(14.90,44.00) |
| $p^t$           | 0.862                        |                              | 0.800                       |                             |

H, hombres; M, mujeres; GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; BIE, bioimpedancia eléctrica;  $p^a$ , nivel de significancia para comparación de medias entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de ANDEVA);  $p^t$ , nivel de significancia para comparación de medias entre sexos para toda la muestra (prueba de t-Student), <sup>b</sup> diferencia estadísticamente significativas entre sexos del mismo grupo de edad (prueba de t-Student); \*,  $p < 0.05$

Las estadísticas descriptivas de GI y GS, según grupo de edad y sexo se muestran en la tabla 5. En hombres como en mujeres, las medias GI L4-L5, GS L4-L5 y GI total de los diferentes grupos de edad en cada sexo fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). En los hombres y mujeres, la menor media estuvo en el grupo de 6 a 7 años. En los hombres la mayor media de GS (L-4) y GS total se encontró en el grupo de 12 años y la mayor media de GI total y GI (L4-L5) fue para el grupo de 8 a 9 años y 10 a 11 años respectivamente. En las mujeres la mayor media de GI L4-L5, GS L4-L5 y GI total fue para el grupo de 10 a 11 años. Se comparó la media de hombres y mujeres según cada grupo de edad para las variables de GI total, no encontrándose evidencias de diferencias estadísticamente significativas excepto entre las medias de hombres y mujeres de GI pertenecientes al grupo de 12 años ( $p = 0.019$ ).

Tabla 5. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de grasa total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo

| Edad                  | GI L4-L5 (cm <sup>2</sup> )  |                               | GS L4-L5 (cm <sup>2</sup> )     |                                 | GI total (cm <sup>2</sup> )                   |   | GS total (cm <sup>2</sup> )        |                                  |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|---|------------------------------------|----------------------------------|
|                       | H (n=61)                     | M (n=58)                      | H(n=61)                         | M(n=58)                         | H(n=61)                                       | M(n=58)                                       | H(n=61)                            | M(n=58)                          |
| 6-7<br>(n=34)         | 26.77±14.53<br>(6.39,65.74)  | 21.68±8.76<br>(10.12,43.64)   | 103.48±54.30<br>(37.66,185.66)  | 87.01±37.58<br>(39.70,155.06)   | 101.48±48.00<br>(37.85,226.89)                | 81.31±27.37<br>(41.38,127.75)                 | 302.39±172.26<br>(105.24,617.40)   | 248.20±109.14<br>(106.92,437.27) |
| 8-9<br>(n=32)         | 39.33±15.25<br>(5.85,69.70)  | 37.14±18.43<br>(10.80,70.02)  | 202.48±71.20<br>(50.33,332.69)  | 154.29±84.40<br>(31.12,305.57)  | 162.28±56.00<br>(51.44,236.40)                | 134.06±65.62<br>(53.23,260.27)                | 534.56±195.81<br>(138.81,904.48)   | 400.58±211.86<br>(106.41,835.19) |
| 10-11<br>(n=34)       | 44.96±20.08<br>(16.46,88.33) | 36.26±15.75<br>(5.66,65.22)   | 199.99±101.80<br>(72.75,411.83) | 178.91±84.22<br>(49.49,373.87)  | 155.30±68.62<br>(68.93,359.23)                | 137.16±58.47<br>(45.38,275.33)                | 531.52±281.16<br>(183.23, 1218.20) | 492.28±225.97<br>(131.61,931.73) |
| 12<br>(n=14)          | 36.56±15.53<br>(15.85,61.00) | 23.77±4.85<br>(17.07,28.33)   | 203.43±103.41<br>(63.23,359.45) | 148.42±26.10<br>(113.24,175.32) | 157.57 <sup>b*</sup> ±59.70<br>(68.36,234.46) | 102.68 <sup>b*</sup> ±12.75<br>(87.58,118.59) | 582.98±341.06<br>(145.58,116.24)   | 484.09±12.75<br>(87.58,118.59)   |
| <i>p</i> <sup>a</sup> | 0.015*                       | 0.009**                       | 0.002**                         | 0.004**                         | 0.014*  | 0.011*  | N.A                                | N.A                              |
| Total                 | 37.11±18.10<br>(5.85,88.3)   | 31.68±16.07<br>(31.12,373.87) | 172.57±94.11<br>(37.66,411.83)  | 142.96±78.94<br>(31.12,373.87)  | 141.16±63.31<br>(37.85,359.23)                | 118.31±57.11<br>(41.38,275.323)               | 472.94±268.2<br>(105.24,1218.20)   | 392.76±208.36<br>(106.41,931.73) |
| <i>p</i> <sup>t</sup> | 0.086                        |                               | 0.065                           |                                 | 0.041*  |   | N.A                                |                                  |

H, hombres; M, mujeres; GI L4-L5, grasa intra-abdominal del corte L4-L5; GS L4-L5, grasa subcutánea abdominal del corte L4-L5; GI total, grasa intra-abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); GS total, grasa subcutánea abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); *p*<sup>a</sup>, nivel de significancia para comparación de medias entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de ANDEVA); *p*<sup>t</sup>, nivel de significancia para comparación de medias entre sexos para toda la muestra (prueba de t-Student), <sup>b</sup> diferencia estadísticamente significativas entre sexos del mismo grupo de edad (prueba de t-Student); \*, *p*<0.05; \*\*, *p*<0.01; N.A, no aplica (distribución no normal y heterocedasticidad).

Las medianas, el primer y tercer cuartil de la GCT, GI y GS de por grupo de edad y sexo se muestran en la tabla 6. Existieron diferencias en las medianas de la GCT estimada por DEXA entre los grupos de edad en hombres ( $p=0.046$ ), no fueron significativas cuando se estimó por BIE ( $p=0.064$ ). En mujeres no hubo diferencias en las medianas de la GCT estimada por DEXA y BIE ( $p>0.05$ ). En hombres y mujeres, el grupo de 6 a 7 años tuvo la menor mediana para la GCT estimado por DEXA y BIE. En hombres, la mayor mediana de GCT estuvo en el grupo de 8 a 9 años y en mujeres en el grupo de 8 a 9 años (GCT estimada por DEXA) y en el grupo de 10 a 11 años (GCT estimada por BIE).

Tabla 6. Medianas, primer y tercer cuartil de grasa total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo

| Edad            | GCT DEXA (%)           |                        | GCT BIE (%)            |                        |
|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                 | H (n=61)               | M (n=58)               | H(n=61)                | M(n=58)                |
| 6-7<br>(n=34)   | 29.10<br>(22.65,34.27) | 28.80<br>(25.85,33.92) | 23.30<br>(18.12,32.97) | 25.55<br>(22.17,30.52) |
| 8-9<br>(n=32)   | 37.55<br>(33.72,40.35) | 36.05<br>(23.47,40.27) | 34.55<br>(31.52,37.47) | 31.65<br>(20.02,39.35) |
| 10-11<br>(n=34) | 33.40<br>(25.35,39.55) | 33.85<br>(28.20,37.82) | 32.30<br>(23.65,37.80) | 32.75<br>(24.72,35.65) |
| 12<br>(n=14)    | 32.35<br>(23.50,37.65) | 30.30<br>(26.35,35.97) | 28.25<br>(20.77,36.47) | 27.75<br>(21.40,30.65) |
| $p^k$           | 0.046*                 | 0.237                  | 0.064                  | 0.225                  |
| Total           | 33.30<br>(25.35,38.45) | 31.70<br>(27.12,37.27) | 30.30<br>(22.05,36.55) | 29.50<br>(23.22,35.02) |
| $p^M$           | 0.821                  |                        | 0.671                  |                        |

H, hombres; M, mujeres; GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; BIE, bioimpedancia eléctrica;  $p^k$ , nivel de significancia para comparación de medianas entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de Kruskal-Wallis);  $p^M$  nivel de significancia para comparación de medianas entre sexos (prueba de U Mann-Whitney); \*,  $p<0.05$ .

Las medianas, el primer y tercer cuartil de la GI y GS de por grupo de edad y sexo se muestran en la tabla 7. Las medianas de la GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total estimadas para cada grupo de edad según sexo mostraron diferencias estadísticamente significativas. En hombres y mujeres la mediana menor de GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total se encontró en el grupo de 6 a 7 años. En mujeres, el grupo de 10 a 11 años tuvo la mediana mayor de GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y el grupo de 12 años tuvo la mayor mediana de GS total. En hombres la mayor mediana de la GI L4-L5, GI total y GS total fue en el grupo de 8 a 9 años que coincide con el grupo de mayor mediana de GCT, la mayor media de GS L4-L5 se encontró en el grupo de 12 años. No hay diferencias estadísticamente significativas al comparar la mediana de las variables de GCT, GI y GS entre sexos para cada grupo de edad.

Tabla 7. Medianas, primer y tercer cuartil de grasa total, grasa intra, abdominal y grasa subcutánea abdominal de acuerdo a la edad y el sexo

| Edad            | GI L4-L5 (cm <sup>2</sup> ) |                         | GS L4-L5 (cm <sup>2</sup> )   |                               | GI total (cm <sup>2</sup> ) |                          | GS total (cm <sup>2</sup> ) |                           |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                 | H (n=61)                    | M (n=58)                | H(n=61)                       | M(n=58)                       | H(n=61)                     | M(n=58)                  | H(n=61)                     | M(n=58)                   |
| 6-7<br>(n=34)   | 25.41<br>(18.87,33.16)      | 20.73<br>(15.07,26.28)  | 93.23<br>(49.28,151.32)       | 75.66.<br>(51.87,117.81)      | 91.48<br>(69.84,118.12)     | 80.27<br>(58.63,98.64)   | 241.93<br>(135.59,456.)     | 243.13<br>(138.08,343.35) |
| 8-9<br>(n=32)   | 40.87<br>(33.79,46.90)      | 33.29<br>(20.57,54.40)  | 205.65<br>(166.89,247.4<br>6) | 159.33<br>(71.36,245.63)      | 171.43<br>(113.87,211.11)   | 125.44<br>(73.70,161.25) | 588.45<br>(395.23,644.76)   | 401.12<br>(217.23,573.09) |
| 10-11<br>(n=34) | 37.76<br>(27.24, 61.25)     | 35.85<br>(25.99,47.64)  | 170.56<br>(116.75,276.5<br>7) | 167.27<br>(125.83,245.9<br>4) | 144.34<br>(120.21,169.10)   | 129.37<br>(91.08,177.01) | 438.33<br>(306.09,756.37)   | 413.62<br>(35.64,647.74)  |
| 12<br>(n=14)    | 35.05<br>(23.99,51.42)      | 24.85<br>(18.72,27.78)  | 214.45<br>(116.86,300.7<br>9) | 152.57<br>(121.83,170.8<br>7) | 159.32<br>(96.62,212.60)    | 102.27<br>(90.81,114.95) | 509.30<br>(306.15,910.34)   | 499.41<br>(385.98,566.87) |
| $p^k$           | 0.016*                      | 0.012*                  | 0.003**                       | 0.003**                       | 0.009**                     | 0.013*                   | 0.010*                      | 0.002**                   |
| Total           | 34.39<br>(24.80,49.45)      | 26.77.<br>(19.99,44.79) | 165.71.<br>(88.59,243.63)     | 131.55<br>(75.21,176.63)      | 130.28<br>(92.42,181.06)    | 103.88<br>(74.62,141.32) | 432.89<br>(232.83,635.97)   | 363.79<br>(218.01,527.37) |
| $p^M$           | 0.066                       |                         | 0.088                         |                               | 0.035*                      |                          | 0.094                       |                           |

H, hombres; M, mujeres; GI L4-L5, grasa intra-abdominal del corte L4-L5; GS L4-L5, grasa subcutánea abdominal del corte L4-L5; GI total, grasa intra-abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); GS total, grasa subcutánea abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5);  $p^k$ , nivel de significancia para comparación de medianas entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de Kruskal-Wallis);  $p^M$  nivel de significancia para comparación de medianas entre sexos (prueba de U Mann-Whitney); \*,  $p < 0.05$ ; \*\*,  $p < 0.01$ .

### 6.3 Prevalencia de obesidad según porcentaje de grasa corporal total

La distribución de la población de acuerdo a su estado de nutrición utilizando el percentil de la GCT expresada en %GCT y estimado con DEXA y BIE para la muestra total y por sexo se muestra en la tabla 8. En toda la muestra, la prevalencia de sobrepeso y obesidad evaluada por %GCT estimada con DEXA fue del 21%. En los hombres la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue mayor (29.5%) que en las mujeres (12%), siendo la diferencia estadísticamente significativa ( $p= 0.003$ ).

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en todos los participantes fue del 71.4% cuando fue evaluada utilizando el percentil del %GCT estimado con BIE. En hombres, la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 78.7% y en mujeres fue del 63.8%. Los hombres tuvieron una menor proporción con un %GCT normal (18%) en contraste con las mujeres (32.8%), pero las diferencias no fueron significativas ( $p=0.309$ ).

Tabla 8. Distribución de la muestra de acuerdo a porcentaje de grasa corporal por sexo

|                       | Total |      | Hombres |      | Mujeres |      | $p^{\text{ch}}$ |
|-----------------------|-------|------|---------|------|---------|------|-----------------|
|                       | n     | %    | n       | %    | n       | %    |                 |
| <b>GCT DEXA ▲ (%)</b> |       |      |         |      |         |      |                 |
| Bajo                  | 6     | 5.0  | 0       | 0    | 6       | 10.3 | 0.011*          |
| Normal                | 88    | 73.9 | 43      | 70.5 | 45      | 77.6 |                 |
| Sobrepeso             | 20    | 16.8 | 15      | 24.6 | 5       | 8.6  |                 |
| Obesidad              | 5     | 4.2  | 3       | 4.9  | 2       | 3.4  |                 |
| <b>GCT BIE ▼ (%)</b>  |       |      |         |      |         |      |                 |
| Bajo                  | 4     | 3.4  | 2       | 3.3  | 2       | 3.4  | 0.309           |
| Normal                | 30    | 25.2 | 11      | 18.0 | 19      | 32.8 |                 |
| Sobrepeso             | 17    | 14.3 | 9       | 14.8 | 8       | 13.8 |                 |
| Obesidad              | 68    | 57.1 | 39      | 63.9 | 29      | 50.0 |                 |

GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; ▲, tablas de referencia Ogden et al<sup>70</sup> BIE, bioimpedancia eléctrica; ▼ tablas de referencia McCarthy et al<sup>71</sup>;  $p^{\text{ch}}$ , nivel de significancia para comparar proporciones entre hombres y mujeres (prueba de chi-cuadrada); \*  $p<0.05$ .

## 6.4 Índice e indicadores antropométricos

Las medias, desviaciones estándar, el valor máximo y mínimo de IMC, C, PT y PSE se muestran en la tabla 9. Las medias de los grupos de edad en los hombres y en las mujeres fueron estadísticamente diferentes para IMC, C, PT y PSE. En los hombres y mujeres, la menor media del IMC, C, PT y PSE se encontró en el grupo de 6 a 7 años de edad.

En hombres, la mayor media del IMC, PT y PSE estuvo en el grupo de 8 a 9 años, el grupo de 10 a 11 años tuvo una mayor media de C. Existieron diferencias en las medias de los grupos de edad para las variables de IMC, C y PSE ( $p < 0.05$ ) y no hubo diferencias en las medias de los grupos de edad para la variable de PT ( $p \geq 0.05$ ).

En las mujeres la mayor media del IMC, C y PT fue en el grupo de 10 a 11 años, existiendo diferencias entre los grupos de edad para cada uno de las variables ( $p < 0.05$ ) y en el grupo de 8 a 9 años se reportó la mayor media para el PSE pero no existieron diferencias en las medias de los grupos de edad ( $p > 0.05$ ). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre la media del PT y PSE de hombres y mujeres de cada grupo de edad. En el grupo de 6 a 7 años, la media del IMC en hombres fue mayor ( $18.92 \text{ kg/m}^2$ ) que en mujeres ( $16.90 \text{ kg/m}^2$ ) la diferencia fue significativa ( $p = 0.042$ ). En el grupo de 8 a 9 años, existió diferencia en la media del IMC fue mayor en hombres ( $22.10 \text{ kg/m}^2$ ) en comparación con las mujeres ( $19.06 \text{ kg/m}^2$ ), ( $p = 0.021$ ). En el grupo de 8 a 9 años, hubo diferencias en la media del C fue mayor en hombres ( $73.75 \text{ cm}$ ) que en mujeres de ( $65.73 \text{ cm}$ ) ( $p = 0.017$ ).

Tabla 9. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de indicadores antropométricos por grupo de edad y sexo

| Edad                  | IMC (kg/m <sup>2</sup> )                   |                             | Cintura (cm.)                              |                             | Pliegue del tríceps (mm)   |                             | Pliegue subescapular (mm)   |                             |
|-----------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | H (n=61)                                   | M (n=58)                    | H(n=61)                                    | M(n=58)                     | H(n=61)                    | M(n=58)                     | H(n=61)                     | M(n=58)                     |
| 6-7<br>(n=34)         | 18.92 <sup>b*</sup> ±3.10<br>(14.14,25.16) | 16.90±2.32<br>(13.41,20.50) | 62.27±8.62<br>(51.10,79.40)                | 58.83±5.59<br>(49.00,67.50) | 13.99±4.83<br>(7.93,35.33) | 12.02±3.30<br>(5.27,17)     | 11.28±5.87<br>(5,28.47)     | 10.08±4.49<br>(5.07,17)     |
| 8-9<br>(n=32)         | 22.10 <sup>b*</sup> ±3.45<br>(14.87,28.07) | 19.06±3.1<br>(14.42,24.93)  | 73.75 <sup>b*</sup> ±8.24<br>(51.90,83.50) | 65.73±8.93<br>(53.70,83.20) | 19.25±6.37<br>(4.53,27.93) | 16.82±6.06<br>(7.47,31.47)  | 19.44±6.37<br>(4.53,27.93)  | 16.88±11.10<br>(4.60,46.93) |
| 10-11<br>(n=34)       | 21.87±3.91<br>(14.86,30.20)                | 20.68±3.68<br>(14.79,27.28) | 75.72±11.02<br>(58.10,97.40)               | 72.09±8.70<br>(58.00,92.40) | 18.10±6.09<br>(9.73,29.07) | 18.90±5.78<br>(9.33,31.80)  | 16.36±7.94<br>(6.07,33.40)  | 16.24±7.35<br>(6.40,27.80)  |
| 12<br>(n=14)          | 21.67±3.99<br>(14.66,28.21)                | 19.78±1.07<br>(17.64,21.76) | 75.40±12.75<br>(58.90,94.00)               | 69.20±4.71<br>(62.60,72.60) | 18.91±8.51<br>(9.60,38.60) | 16.38±3.19<br>(13.47,20.93) | 15.79±8.35<br>(4.80,30)     | 15.02±4.68<br>(10.93,19.80) |
| <i>p</i> <sup>a</sup> | 0.044*                                     | 0.008**                     | 0.001**                                    | <0.0001***                  | 0.064                      | 0.003**                     | 0.024*                      | 0.080                       |
| Total                 | 21.01±3.78<br>(14.14,30.20)                | 19.01±3.33<br>(13.41,27.82) | 71.31±11.56<br>(51.10,97.40)               | 66.03±9.24<br>(49.00,92.40) | 17.24±6.28<br>(6.27,38.60) | 16.11±5.74<br>(5.27,31.80)  | 15.37*±7.57<br>(4.53,33.40) | 14.67±8.49<br>(4.60,46.93)  |
| <i>p</i> <sup>t</sup> | 0.003**                                    |                             | 0.007**                                    |                             | 0.307                      |                             | 0.637                       |                             |

H, hombres; M, mujeres; IMC, índice de masa corporal; cintura, perímetro de cintura; *p*<sup>a</sup>, nivel de significancia para comparación de medias entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de ANDEVA); *p*<sup>t</sup> nivel de significancia para comparación de medias entre sexos (prueba de t-Student), <sup>b</sup> diferencia estadísticamente significativas entre sexos del mismo grupo de edad (prueba de t-Student); \*, *p*<0.05; \*\* *p*<0.01; \*\*\* *p*<0.001.

Las medianas, primer y tercer cuartil del IMC, C, PT y PSE por grupo de edad y sexo se muestran en la tabla 10. Al compararse las medianas de IMC, C, PT y PSE entre los grupos de edad dentro de cada sexo se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En los hombres y las mujeres, la menor mediana de IMC, C, PT y PSE fue para el grupo de 6 a 7 años de edad. En hombres, la mayor mediana de IMC, C, PT y PSE fue para el grupo de 8 a 9 años de edad. En las mujeres la mayor mediana de IMC, PT y PSE se estimó en el grupo de 10 a 11 años de edad, para el C la media mayor fue en el grupo de 12 años de edad. No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre la mediana de PT y PSE de hombres y mujeres por cada grupo de edad. En el grupo de 6 a 7 años, la mediana del IMC en hombres (19.10) fue mayor que en mujeres (16.89), esta diferencia fue significativa pero limítrofe,  $p=0.049$ . En el grupo de 8 a 9 años, la media del IMC también fue mayor en hombres que en mujeres, ( $p=0.018$ ). Asimismo, en el grupo de 8 a 9 años, la mediana del C fue mayor en hombres en comparación con las mujeres ( $p= 0.013$ ).

Tabla 10. Mediana, primer y tercer cuartil de indicadores antropométricos por grupo de edad y sexo

| Edad            | IMC (kg/m <sup>2</sup> )             |                        | Cintura (cm.)                        |                        | Pliegue del tríceps (mm) |                        | Pliegue subescapular (mm) |                        |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                 | H (n=61)                             | M (n=58)               | H(n=61)                              | M(n=58)                | H(n=61)                  | M(n=58)                | H(n=61)                   | M(n=58)                |
| 6-7<br>(n=34)   | 19.10 <sup>b*</sup><br>(16.60,20.67) | 16.89<br>(14.36,18.86) | 60.20<br>(54.47,68.3)                | 60.70<br>(53.20,62.75) | 13.26<br>(9.51,16.96)    | 12.56<br>(9.56,14.80)  | 9.66<br>(6.40,14.21)      | 9.13<br>(6.65,12.18)   |
| 8-9<br>(n=32)   | 22.24 <sup>b*</sup><br>(20.39,24.71) | 18.74<br>(16.25,21.64) | 75.25 <sup>b*</sup><br>(70.75,78.47) | 64.55<br>(58.65,71.90) | 19.23<br>(17.85,23.78)   | 16.53<br>(11.96,19.83) | 20.90<br>(15.15,24.23)    | 14.10<br>(7.25,24.81)  |
| 10-11<br>(n=34) | 21.50<br>(19.51,23.62)               | 20.42<br>(17.48,23.28) | 73.60<br>(68.30,82.45)               | 70.35<br>(65.00,77.87) | 16.60<br>(12.66,23.23)   | 19.00<br>(13.68,23.15) | 16.40<br>(8.93,18.86)     | 16.20<br>(9.86,22.61)  |
| 12<br>(n=14)    | 20.92<br>(19.05,24.96)               | 19.86<br>(18.11,21.37) | 71.75<br>(63.72,88.75)               | 70.80<br>(64.20,72.60) | 16.73<br>(13.31,23.48)   | 15.56<br>(13.93,19.65) | 15.90<br>(8.40,22.23)     | 14.66<br>(10.96,19.41) |
| $p^K$           | 0.042*                               | 0.013*                 | 0.001**                              | <0.0001***             | 0.036*                   | 0.004**                | 0.013*                    | 0.077                  |
| Total           | 20.71<br>(18.31,23.62)               | 18.77<br>(16.06,20.63) | 71.50<br>(61.25,79.15)               | 65.00<br>(59.42,72.60) | 16.60<br>(12.26,20.80)   | 15.33<br>(12.48,19.78) | 14.66<br>(8.63,19.83)     | 11.13<br>(8.15,19.83)  |
| $p^M$           | 0.003**                              |                        | .009**                               |                        | 0.312                    |                        | 0.462                     |                        |

H, hombres; M, mujeres; IMC, índice de masa corporal; cintura, perímetro de cintura;  $p^K$ , nivel de significancia para comparación de medianas entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de Kruskal-Wallis);  $p^M$  nivel de significancia para comparación de medianas entre sexos (prueba de U Mann-Whitney); <sup>b</sup> diferencias estadísticamente significativas entre sexos del mismo grupo de edad (prueba de U Mann-Whitney); \*,  $p < 0.050$ ; \*\*,  $p < 0.01$ ; \*\*\*,  $p < 0.001$ .

Las medias, desviaciones estándar, el valor máximo y mínimo del puntaje Z del IMC, puntaje Z del PT y puntaje Z del PSE se muestran en la tabla 11. En los hombres por grupo de edad no se mostraron diferencias estadísticamente significativas en el puntaje Z del IMC y puntaje Z del PT, mientras que en el puntaje Z PSE sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.022$ ). En las mujeres, las medias del puntaje Z del IMC, puntaje Z del PT y puntaje Z del PSE entre los diferentes grupos no tuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ). En ambos sexos, la menor media del puntaje Z de las variables de IMC, PT y PSE fue para el grupo de 6 a 7 años de edad y la mayor media estuvo en el grupo de 8 a 9 años de edad.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en los grupos de 6 a 7 y 8 a 9 años de edad en las medias de los puntajes Z del IMC, PT y PSE. En el grupo de edad de 6 a 7 años de edad, la media del puntaje Z IMC fue mayor en hombres (1.80) que en mujeres (0.69),  $p=0.025$ . En el grupo de 8 a 9 años de edad, la media del puntaje Z del IMC fue mayor en hombres (2.47) que en mujeres (1.20) la diferencia fue significativa, ( $p=0.005$ ). En el puntaje Z del PT, para el grupo de 6 a 7 años de edad la media del puntaje Z fue de 1.30 en hombre y en mujeres fue de 0.43, ( $p=0.009$ ). En el grupo de 8 a 9 años de edad se encontró una media del puntaje Z del PT mayor en hombres (1.80) en comparación con las mujeres (1.02), ( $p=0.033$ ). Las medias del puntaje Z del PSE del grupo de 6 a 7 años en hombres fue mayor en hombres (1.79) que en mujeres (1.15), las diferencias fueron estadísticamente significativas, ( $p=0.038$ ). Para el grupo de 8 a 9 años de edad fue mayor la media del puntaje Z del PSE en hombres (2.22) que en mujeres (1.40), ( $p=0.020$ ).

Tabla 11. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de puntuación Z para indicadores antropométricos por sexo

| Edad            | IMC Z                                     |                           | PTZ                                      |                           | PSEZ                                     |                           |
|-----------------|---|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
|                 | H (n=61)                                  | M (n=58)                  | H (n=61)                                 | M (n=58)                  | H (n=61)                                 | M (n=58)                  |
| 6-7<br>(n=34)   | 1.80 <sup>b*</sup> ±1.46<br>(-1.10,4.39)  | 0.69±1.24<br>(-1.37,2.36) | 1.30 <sup>b**</sup> ±0.86<br>(-0.09)     | 0.43±0.96<br>(-1.99,1.58) | 1.79 <sup>b*</sup> ±0.88<br>(0.15,3.45)  | 1.15±0.85<br>(-0.28,2.44) |
| 8-9<br>(n=32)   | 2.47 <sup>b**</sup> ±1.17<br>(-0.58,3.59) | 1.20±1.11<br>(-0.76,2.91) | 1.80 <sup>b*</sup> ±0.87<br>(-0.79,2.53) | 1.02±0.99<br>(-0.94,2.60) | 2.22 <sup>b*</sup> ±0.78<br>(-0.15,2.78) | 1.40±0.96<br>(-0.57,2.73) |
| 10-11<br>(n=34) | 1.68±1.14<br>(-0.98,3.37)                 | 1.15±1.05<br>(-1.01,2.73) | 1.22±0.65<br>(0.16,2.13)                 | 0.97±0.75<br>(-0.64,2.23) | 1.55±0.56<br>(0.38,2.27)                 | 1.17±0.68<br>(-0.15,1.92) |
| 12<br>(n=14)    | 1.21±1.33<br>(-1.86,2.81)                 | 0.56±0.55<br>(-0.04,1.25) | 1.12±0.75<br>(-0.01,2.45)                | 0.50±0.43<br>(0.11,1.11)  | 1.20±0.93<br>(-0.61,2.07)                | 0.98±0.47<br>(0.48,1.43)  |
| $p^a$           | 0.149                                     | 0.425                     | 0.157                                    | 0.174                     | 0.022*                                   | 0.684                     |
| Total           | 1.79±1.31<br>(-1.86,4.39)                 | 1.00±1.10<br>(-1.37,2.91) | 1.34±0.79<br>(-0.79,2.85)                | 0.80±0.90<br>(-1.99,2.60) | 1.69 <sup>a</sup> ±0.82<br>(-0.61,3.45)  | 1.23±0.81<br>(-0.57,2.73) |
| $p^t$           | 0.001**                                   |                           | 0.001**                                  |                           | 0.001**                                  |                           |

H, hombres; M, mujeres; IMC Z, puntuación Z para el índice de masa corporal; PT Z, puntuación Z para pliegue subcutáneo adiposo del tríceps; PSE Z, puntuación Z para pliegue subcutáneo adiposo subescapular;  $p^a$ , nivel de significancia para comparación de medias entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de ANDEVA);  $p^t$ , nivel de significancia para comparación de medias entre sexos (prueba de t-Student),<sup>b</sup> diferencia estadísticamente significativas entre sexos del mismo grupo de edad (prueba de t-Student); \*,  $p < 0.05$ ; \*\*,  $p < 0.01$ .

Las medianas, primer y tercer cuartil del puntaje Z del IMC, puntaje Z del PT y puntaje Z del PSE se muestran en la tabla 12. En los hombres y mujeres, las medianas del puntaje Z de IMC y puntaje Z del PT entre grupos de edad no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). En los hombres, las medianas del puntaje Z del PSE entre los diferentes grupos de edad tuvieron diferencias ( $p = 0.022$ ). En ambos sexos, la menor media del puntaje z del IMC, PT y PSE fue para el grupo de 6 a 7 años de edad. En hombres y mujeres, las medianas más altas se estimaron para el grupo de 8 a 9 años. En las medianas del puntaje Z del IMC, PT y PSE se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en los grupos de 6 a 7 y 8 a 9 años de edad. En el grupo de edad de 6 a 7 años de edad, la mediana del puntaje Z IMC en hombres fue de mayor en hombres (2.04) que en mujeres (0.86), ( $p = 0.027$ ). En el grupo de 8 a 9 años de edad, la media del puntaje Z del IMC fue mayor en hombres (2.85) que en mujeres

(1.29), ( $p=0.003$ ). En el puntaje Z del PT, para el grupo de 6 a 7 años de edad la mediana del puntaje Z fue mayor en hombres(1.39) que en mujeres (0.68), ( $p= 0.019$ ). En el grupo de 8 a 9 años de edad se encontró una media del puntaje Z del PT mayor en hombres (2.05) en comparación con las mujeres (1.29), ( $p=0.015$ ). Las medias del puntaje Z del PSE del grupo de 6 a 7 años en hombres fue mayor de 1.88 que en mujeres 1.21, ( $p=0.042$ ).En el grupo de 8 a 9 años de edad se encontraron diferencias en las medias del puntaje Z PSE entre hombre (2.45) y mujeres (1.57), ( $p=0.05$ ).

Tabla 12. Mediana, primer y tercer cuartil de puntuación z para indicadores antropométricos por sexo

| Edad            | IMC Z                              |                      | PTZ                               |                      | PSEZ                               |                     |
|-----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|
|                 | H (n=61)                           | M (n=58)             | H (n=61)                          | M (n=58)             | H (n=61)                           | M (n=58)            |
| 6-7<br>(n=34)   | 2.04 <sup>b*</sup><br>(0.75,2.75)  | 0.86<br>(,0.66,1.72) | 1.39 <sup>b*</sup><br>(0.43,1.99) | 0.68<br>(,0.11,1.15) | 1.88 <sup>b*</sup><br>(0.95,2.54)  | 1.21<br>(0.47,1.81) |
| 8-9<br>(n=32)   | 2.85 <sup>b**</sup><br>(1.98,3.25) | 1.29<br>(0.23,1.71)  | 2.05 <sup>b*</sup><br>(1.65,2.26) | 1.29<br>(0.23,1.71)  | 2.45 <sup>b**</sup><br>(2.19,2.45) | 1.57<br>(0.49,2.29) |
| 10-11<br>(n=34) | 1.82<br>(1.29,2.44)                | 1.41<br>(0.07,2.05)  | 1.24<br>(0.57,1.80)               | 1.06<br>(0.41,1.60)  | 1.73<br>(0.99,1.93)                | 1.46<br>(0.63,1.80) |
| 12<br>(n=14)    | 1.36<br>(0.65,2.16)                | 0.52<br>(0.50,1.11)  | 1.09<br>(0.62,1.66)               | 0.37<br>(0.16,0.94)  | 1.58<br>(0.64,1.87)                | 0.99<br>(0.52,1.40) |
| $p^K$           | 0.073                              | 0.461                | 0.036*                            | 0.163                | 0.002**                            | 0.579               |
| Total           | 2.00<br>(1.11,2.75)                | 1.22<br>(0.07,1.75)  | 1.45<br>(0.70,1.99)               | 0.77<br>(0.27,1.50)  | 1.84<br>(1.00,2.35)                | 1.40<br>(0.62,1.86) |
| $p^M$           | <0.0001***                         |                      | 0.001**                           |                      | 0.001**                            |                     |

H, hombres; M, mujeres; IMC Z, puntuación Z para el índice de masa corporal; PT Z, puntuación Z para pliegue subcutáneo adiposo del tríceps; PSE Z, puntuación z para pliegue subcutáneo adiposo subescapular;  $p^K$ , nivel de significancia para comparación de medianas entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de Kruskal-Wallis);  $p^M$  nivel de significancia para comparación de medianas entre sexos (prueba de U Mann-Whitney); <sup>b</sup> diferencias estadísticamente significativas entre sexos del mismo grupo de edad (prueba de U Mann-Whitney); \*,  $p<0.050$ ; \*\*  $p<0.01$  ;\*\*  $p<0.001$ .

## **6.5 Prevalencia de obesidad, obesidad abdominal y alta adiposidad en la región apendicular de miembros superiores y cintura escapular por indicadores antropométricos**

La distribución de la muestra de acuerdo a los percentiles del IMC, C, PT y PSE se presenta en la tabla 13. El 50.0 % de los hombres y mujeres 22.4% presentaron obesidad de acuerdo al IMC, existiendo diferencias significativas en la proporción de casos según estado nutricional entre sexos ( $p=0.002$ ). La prevalencia de C arriba de lo normal ( $\geq 75$  y  $90 \leq$  percentil) en la muestra fue del 28.6% y el 31.1% presentaron obesidad abdominal ( $> 90$  percentil). En hombres el 41% presentó obesidad abdominal contra el 20.7% de las mujeres, hubo una tendencia a existir una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.051$ ). En los escolares se encontró que el 16.8% presentaron alta adiposidad apendicular de miembros superiores de acuerdo a PT ( $\geq 2 Z$ ), se encontraron diferencias significativas ( $p=0.008$ ) entre los hombres (24.4%) y las mujeres (8.6%). La prevalencia de muy alta adiposidad región de la cintura escapular en la muestra según el PSE fue del 29.4%, en los hombres la prevalencia fue mayor en hombres (39.3%) que en mujeres (15.5%), esta diferencia en la proporción de casos resultó estadísticamente significativa ( $p<0.015$ ).

Tabla 13. Distribución de la muestra de acuerdo a los indicadores antropométricos categorizados según tablas de referencia

|                                 | Total |      | Hombres |      | Mujeres |      | $p^{ch}$ |
|---------------------------------|-------|------|---------|------|---------|------|----------|
|                                 | N     | %    | N       | %    | N       | %    |          |
| <b>IMC</b>                      |       |      |         |      |         |      |          |
| -1.9 y $\leq 0.99$ Z            | 40    | 33.6 | 13      | 21.3 | 27      | 46.6 | 0.002**  |
| $\geq 1$ y $\leq 1.99$ Z        | 35    | 29.4 | 17      | 27.9 | 18      | 31.0 |          |
| $\geq 2$ Z                      | 44    | 37.0 | 31      | 50.8 | 13      | 22.4 |          |
| <b>Cintura</b>                  |       |      |         |      |         |      |          |
| <75 percentil                   | 48    | 40.3 | 20      | 32.8 | 28      | 40.3 | 0.051*   |
| $\geq 75$ y $\leq 90$ percentil | 34    | 28.6 | 16      | 26.2 | 18      | 31.0 |          |
| >90 percentil                   | 37    | 31.1 | 25      | 41.0 | 12      | 20.7 |          |
| <b>PT</b>                       |       |      |         |      |         |      |          |
| -1.9 y $\leq 0.99$ Z            | 52    | 43.7 | 19      | 31.1 | 33      | 56.9 | 0.008**  |
| $\geq 1$ y $\leq 1.99$ Z        | 47    | 39.5 | 27      | 44.3 | 20      | 34.5 |          |
| $\geq 2$ Z                      | 20    | 16.8 | 15      | 24.5 | 5       | 8.6  |          |
| <b>PSE</b>                      |       |      |         |      |         |      |          |
| -1.9 y $\leq 0.99$ Z            | 38    | 31.9 | 17      | 27.9 | 23      | 39.7 | 0.015*   |
| $\geq 1$ y $\leq 1.99$ Z        | 46    | 38.7 | 20      | 32.8 | 26      | 44.8 |          |
| $\geq 2$ Z                      | 35    | 29.4 | 24      | 39.3 | 9       | 15.5 |          |

IMC, índice de masa corporal; cintura, perímetro de cintura; PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo escapular; Z, puntaje z; pch, nivel de significancia para comparar proporciones entre hombres y mujeres (prueba de chi-cuadrada). \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

## 6.6 Factores de riesgo cardiometabólico

Las estadísticas descriptivas de las concentraciones de lípidos, G, In y TA de toda la muestra y por sexo se muestran en la tabla 8. Las concentraciones de C-T, C-HDL, C-LDL, G y TS presentaron distribución normal y homocedasticidad de varianzas se muestran en la tabla 14. Por otra parte, las concentraciones de TG, In, índice HOMA y presión sistólica no tuvieron una distribución normal y presentaron heterocedasticidad de varianzas cuando se analizó toda la muestra. Entre hombres y mujeres no existieron diferencias estadísticamente significativas en las media de la concentración de C-T, C-HDL, C-LDL, TG, G, In, índice HOMA, TS y TD ( $p > 0.050$ ).

Tabla 14. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de concentraciones de lípidos, glucosa e insulina en sangre y presión arterial en la muestra de acuerdo al sexo

|                                  | Total                                    | Hombres                                  | Mujeres                                 | $ps^2$ |
|----------------------------------|--|--|---|--------|
| Colesterol total mg/dl<br>$pN$   | 172.27±33.58<br>(92.00,279)<br>0.717     | 167±35.09<br>(100.00,262.00)<br>0.905    | 176.83±31.58<br>(92.00,279.00)<br>0.459 | 0.147  |
| Colesterol HDL mg/dl<br>$pN$     | 48.53±11.40<br>(269.00,87.90)<br>0.230   | 48.83±10.93<br>(26.30,73.80)<br>0.954    | 48.21±11.97<br>(26,87.90)<br>0.219      | 0.687  |
| Colesterol LDL mg/dl<br>$pN$     | 101.59±27.95<br>(40.470,195.00)<br>0.584 | 97.80±29.70<br>(43.00,171.60)<br>0.875   | 105.59±25.64<br>(40.40,195.00)<br>0.407 | 0.080  |
| Triglicéridos mg/dl<br>$pN$      | 112.64±71.89<br>(32,492)<br>0.014*       | 107.90±67.90<br>(32.00,492.00)<br>0.163  | 117±76.14<br>(36,468)<br>0.053*         | 0.449  |
| Glucosa mg/dl<br>$pN$            | 86.57±9.09<br>(64.10,131.50)<br>0.481    | 87.34±8.98<br>(64.10,112.50)<br>0.828    | 85.76±9.23<br>(70.30,131.50)<br>0.719   | 0.593  |
| Insulina mUI/ml<br>$pN$          | 11.97±9.99<br>(1.90,63)<br><0.0001***    | 13.44±12.34<br>(1.90,63.00)<br>0.002**   | 2.28±1.56<br>(2.60,30.80)<br>0.056      | 0.044* |
| Índice HOMA<br>$pN$              | 2.60±2.25<br>(.37,14.81)<br><0.0001***   | 2.93±2.75<br>(.37,14.81)<br>0.002**      | 2.27±1.55<br>(0.57,6.99)<br>0.049*      | 0.069  |
| presión sistólica mm/Hg<br>$pN$  | 105.16±11.93<br>(66.00,162.00)<br>0.042* | 106.17±11.64<br>(66.00,132.00)<br>0.032* | 104.44±12.95<br>(82.00,162.00)<br>0.145 | 0.476  |
| presión diastólica mm/Hg<br>$pN$ | 67.26±12.09<br>(40.00,111.00)<br>0.119   | 68.52±12.32<br>(50.00,111.00)<br>0.394   | 65.93±11.80<br>(40.00,109.00)<br>0.321  | 0.423  |

$pN$ , nivel de significancia para distribución normal (prueba de Kolmogorov-Smirnov);  $ps^2$ , prueba de homogeneidad de varianza entre hombres y mujeres (prueba de Levene); \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

Las medias, desviaciones estándar, el valor máximo y mínimo de las concentraciones de lípidos, G, In y TA por grupo de edad y sexo se muestran en las tablas 15 y 16. Las medias de las concentraciones de C-T, C-HDL, C-LDL, TG, G, In, índice HOMA y TA de los grupos de edad no fueron estadísticamente diferentes entre sexos.

En ambos sexos, la mayor media de la concentración de C-T fue para el grupo de 8 a 9 años de edad con 178.58 mg/dl y 181.95 mg/dl respectivamente. En hombres, la menor media de la concentración de C-HDL fue en el grupo de 12 años (45.27 mg/dl), y en mujeres fue en el grupo de 10 a 11 años de edad (44.49 mg/dl). En el grupo de 8 a 9 años de edad tanto hombres como mujeres se encontraron las medias más altas para la concentración de C-LDL con 107.80 mg/dl y 112.04 mg/dl respectivamente. El grupo de 10 a 11 años de edad tuvo las medias más altas de concentraciones de TG tanto en hombres (118.52 mg/dl) como en mujeres (165.50 mg/dl). En los hombres, la mayor media de la concentración de G fue en el grupo de 10 a 11 años (88.89 mg/dl) y en las mujeres fue en el grupo de 12 años (102.80 mg/dl). En hombres, la mayor media de la concentración de In (20.41 mg/dl) y índice HOMA (4.44) fue en el grupo de 12 años se igualmente en mujeres (13.55 mg/dl y 3.48 respectivamente). En hombres, el grupo de 10 a 11 años de edad tuvo la mayor media de la TS y TD (108/69 mmHg). Por otro lado, las mujeres del grupo de 12 años de edad tuvieron las mayores medias de TS y TD (106/68 mmHg).

Tabla 15. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de concentraciones de lípidos de acuerdo a grupo de edad y sexo

| Edad            | Colesterol total (mg/dl)        |                                 | Colesterol HDL (mg/dl)       |                              | Colesterol LDL (mg/dl)         |                                | Triglicéridos (mg/dl)          |                                 |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                 | H (n=61)                        | M (n=58)                        | H (n=61)                     | M (n=58)                     | H (n=61)                       | M (n=58)                       | H (n=61)                       | M (n=58)                        |
| 6-7<br>(n=34)   | 169.05±36.20<br>(100.00,247.00) | 174± 33.22<br>(127.00,279.00)   | 49.42±12.47<br>(31.10,73.20) | 50.50±13.49<br>(30.40,74.90) | 101.38±28.36<br>(45.20,146.00) | 108±27.03<br>(63.50,195.00)    | 91.22±40.54<br>(39,181)        | 80.75±37.64<br>(41.00,148.00)   |
| 8-9<br>(n=32)   | 178.58±37.92<br>(106.00,228.00) | 181.95±28.82<br>(133.00,239.00) | 52.41±9.42<br>(35.70,64.70)  | 49.74±12.48<br>(34.90,87.90) | 107.80±31.44<br>(50.00,154.70) | 112.04±26.78<br>(69.50,163.10) | 91.83±49.18<br>(32.00,180.00)  | 100.95±36.85<br>(36.00,171.00)  |
| 10-11<br>(n=34) | 168.33±35.48<br>(116.00,262.00) | 174.06±36.31<br>(92.00,254.00)  | 47.97±11.60<br>(26.30,73.80) | 44.49±10.82<br>(26.00,69.10) | 96.87±30.95<br>(43.00,171.60)  | 96.91±23.33<br>(40.40,149.00)  | 118.52±50.23<br>(56.00,239.00) | 165.50±111.11<br>(41,468)       |
| 12<br>(n=14)    | 152.40±27.46<br>(118.00,201.00) | 171.25±20.53<br>(141.00,185.00) | 45.27±7.80<br>(32.00,56.30)  | 48.18±5.91<br>(42.80,56.10)  | 81.29±23.65<br>(57.90,134.50)  | 101.60±20.39<br>(71.20,113.90) | 134.00±130.75<br>(47.00,492)   | 133.00±36.40<br>(100.00,185.00) |
| $p^a$           | 0.386                           | 0.846                           | 0.478                        | 0.459                        | 0.193                          | 0.313                          | 0.282                          | 0.005**                         |
| Total           | 167±35.09<br>(100.00,262.00)    | 176.83±31.58<br>(92.00,279.00)  | 48.83±10.93<br>(26.30,73.80) | 48.21±11.97<br>(26,87.90)    | 97.80±29.70<br>(43.00,171.60)  | 105.59±25.64<br>(40.40,195.00) | 107.90±67.90<br>(32.00,492.00) | 117±76.14<br>(36,468)           |
| $p^t$           | 0.150                           |                                 | 0.768                        |                              | 0.129                          |                                | 0.463                          |                                 |

H, hombres; M, mujeres;  $p^a$ , nivel de significancia para comparación de medias entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de ANDEVA);  $p^t$  nivel de significancia para comparación de medias entre sexos (prueba de t-Student); \*\* $p < 0.01$

Tabla 16. Medias y desviaciones estándar (valor mínimo y máximo) de concentraciones de glucosa, insulina y presión arterial de acuerdo a edad y sexo

| Edad            | Glucosa (mg/dl)                            |  | Insulina (mUI/ml)           |                            | Índice HOMA               |  | Presión sistólica (mmHg)       |                                | Presión diastólica (mmHg)     |                               |
|-----------------|--|--|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                 | H (n=61)                                   | M (n=58)                                       | H (n=56)                    | M (n=56)                   | H (n=56)                  | M (n=56)                               | H (n=60)                       | M(n=57)                        | H (n=60)                      | M(n=57)                       |
| 6-7<br>(n=34)   | 85.87±9.34<br>(64.10,106.00)               | 82.04±6.04<br>(70.30,91.20)                    | 7.32±4.10<br>(1.90,15.10)   | 5.70±2.25<br>(2.60,8.90)   | 1.55±.90<br>(0.37,3.17)   | 1.17±.48<br>(0.57,1.80)                | 102.44±12.21<br>(76.00,128.00) | 106.81±19.26<br>(82.00,162.00) | 69.78±16.13<br>(50.00,101.00) | 68.00±18.32<br>(40.00,109.00) |
| 8-9<br>(n=32)   | 87.14±8.91<br>(70.00,98.80)                | 84.13±6.39<br>(74.90,98.40)                    | 10.36±6.95<br>(2.60,28.30)  | 10.57±6.05<br>(3.50,25.20) | 2.31±1.75<br>(0.49,6.90)  | 2.19 <sup>a</sup> ±1.23<br>(0.72,4.85) | 107.55±17.14<br>(66.00,130.00) | 100.65±8.95<br>(79.00,114.00)  | 68.00±12.04<br>(50,88.00)     | 64.05±8.96<br>(43.00,77.00)   |
| 10-11<br>(n=34) | 88.89±10.08<br>(75.00,112.50)              | 87.10±7.47<br>(70.40,98.80)                    | 15.80±13.49<br>(3.40,60.60) | 13.49±8.17<br>(4.80,30.80) | 3.44±2.86<br>(0.72,12.71) | 2.97±1.94<br>(0.87,6.99)               | 108.48±9.16<br>(96.00,132.00)  | 105.18±6.43<br>(96.00,119.00)  | 68.95±11.27<br>(56.00,111.00) | 65.47±7.19<br>(52.00,76.00)   |
| 12<br>(n=14)    | 86.99 <sup>b*</sup> ±6.33<br>(79.40,95.30) | 102.80 <sup>b*</sup> ± 19.27<br>(90.00,131.50) | 20.41±17.64<br>(4.40,63.00) | 13.55±3.94<br>(8.30,17.40) | 4.44±4.12<br>(1.03,14.81) | 3.48±1.36<br>(1.93,5.03)               | 106.5±7.15<br>(91.00,116.00)   | 106.00±9.38<br>(100.00,120.00) | 65.90±6.98<br>(51.00,77.00)   | 69.00±8.78<br>(59.00,79.00)   |
| $p^a$           | 0.779                                      | <0.0001***                                     | 0.040*                      | 0.006**                    | 0.046*                    | 0.003**                                | 0.427                          | 0.468                          | 0.883                         | 0.740                         |
| Total           | 87.34±8.98<br>(64.10,112.50)               | 85.76±9.23<br>(70.30,131.50)                   | 13.44±12.34<br>(1.90,63.00) | 2.28±1.56<br>(2.60,30.80)  | 2.93±2.75<br>(0.37,14.81) | 2.27±1.55<br>(0.57,6.99)               | 106.17±11.64<br>(66.00,132.00) | 104.44±12.95<br>(79.00,162.00) | 68.52±12.32<br>(50.00,111.00) | 65.93±11.80<br>(40.00,109.00) |
| $p^f$           | 0.346                                      |  | 0.122                       |                            | 0.129                     |  | 0.353                          |                                | 0.249                         |                               |

H, hombres; M, mujeres;  $p^a$ , nivel de significancia para comparación de medias entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de ANDEVA);  $p^f$  nivel de significancia para comparación entre sexos (prueba de t-Student); \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

Las medianas, primer y tercer cuartil de las concentraciones de lípidos, G, In en sangre y TA por grupo de edad y sexo se muestran en las tablas 17 y 18. Las medianas de las concentraciones de C-T, C-HDL, C-LDL, TG, G, In, índice HOMA y TA entre los grupos de edad y según sexo no fueron estadísticamente diferentes.

En los hombres y mujeres, la mayor mediana de la concentración de C-T fue para el grupo de 8 a 9 años de edad con 190 mg/dl y 181.95 mg/dl respectivamente. En hombres, la menor mediana de la concentración de C-HDL fue en el grupo de 12 años (45.25 mg/dl), mientras que en mujeres se encontró en el grupo de 10 a 11 años de edad (42.50 mg/dl). En el grupo de 8 a 9 años de edad se encontraron las medianas más altas para la concentración de C-LDL en hombres fue de 117.0 mg/dl y en mujeres 113.55 mg/dl. El grupo de 10 a 11 años de edad tuvo la mayor mediana de la concentración de TG en hombres (114.00 mg/dl) y mujeres (146.00 mg/dl). En los hombres, la mayor mediana de la concentración de G fue en el grupo de 8 a 9 años (90.40 mg/dl) y en las mujeres fue en el grupo de 12 años (94.85 mg/dl). En hombres y mujeres la mayor mediana de la concentración de In se encontró en el grupo de 12 años de edad con 15.70 mg/dl y 14.25 mg/dl respectivamente. La mediana del índice HOMA en el grupo de 12 años en hombres (3.17) y mujeres (3.49) fue mayor en comparación con el resto de los grupos de edad. En hombres, el grupo de 8 a 9 años de edad tuvo la mayor mediana de la TS y TD (107/66.5mmHg). En las mujeres, el grupo de 12 años de edad tuvo las mayores medianas de TS y TD (104/65mmHg).

Tabla 17. Medianas, primer y tercer cuartil para lípidos de acuerdo a grupo de edad y el sexo

| Edad            | Colesterol total (mg/dl)  |                           | Colesterol HDL (mg/dl) |                        | Colesterol LDL (mg/dl)   |                          | Triglicéridos (mg/dl)    |                           |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                 | H (n=61)                  | M (n=58)                  | H (n=61)               | M (n=58)               | H (n=61)                 | M (n=58)                 | H (n=61)                 | M (n=58)                  |
| 6-7<br>(n=34)   | 170.50<br>(141,198.75)    | 170.00<br>(157.00,182.75) | 47.15<br>(39.20,58.40) | 64.55<br>(38.50,64.55) | 91.40<br>(81.77,126.30)  | 105.35<br>(94.15,114.50) | 80.50<br>(59.00,114.25)  | 66.00<br>(50.75,119.25)   |
| 8-9<br>(n=32)   | 190<br>(143.50,198.75)    | 181.00<br>(160.25,204.25) | 54.60<br>(44.85,60.45) | 44.80<br>(41.82,53.80) | 117.00<br>(81.15,121.00) | 113.55<br>(92.55,132.65) | 78.00<br>(61.50,131.25)  | 109.50<br>(67.25,126.25)  |
| 10-11<br>(n=34) | 169.00<br>(146.00,179.50) | 167.00<br>(157.75,195.25) | 47.70<br>(41.05,57.15) | 42.50<br>(39.65,49)    | 100.80<br>(82.40,107.05) | 100.35<br>(83.92,107.70) | 114.00<br>(75.00,147.50) | 146.00<br>(78.75,215.25)  |
| 12<br>(n=14)    | 148.00<br>(129.25,169.00) | 179.50<br>(149.75,184.50) | 45.25<br>(41.50,50.97) | 46.90<br>(43.27,54.35) | 74.20<br>(62.67,94.37)   | 110.65<br>(80.55,113.60) | 100.00<br>(66.00,136.00) | 123.50<br>(105.75,169.75) |
| $p^k$           | 0.296                     | 0.744                     | 0.400                  | 0.420                  | 0.111                    | 0.335                    | 0.285                    | 0.032*                    |
| Total           | 169.00<br>(142.00,192.25) | 175.50<br>(159.00,193.25) | 48.00<br>(41.15,56.95) | 45.00<br>(41.15,54.74) | 93.20<br>(77.25,117.90)  | 103.85<br>(91.15,115.47) | 91.00<br>(68.50,138.50)  | 102<br>(65.25,141.25)     |
| $p^M$           | 0.149                     |                           | 0.393                  |                        | 0.119                    |                          | 0.493                    |                           |

H, hombres; M, mujeres;  $p^k$ , nivel de significancia para comparación de medianas entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de Kruskal-Wallis);  $p^M$  nivel de significancia para comparación entre sexos (prueba de U Mann-Whitney); \*  $p < 0.05$ .

Tabla 18. Medianas, primer y tercer cuartil de glucosa e insulina en sangre y presión arterial de acuerdo a edad y sexo

| Edad            | Glucosa (mg/dl)        |                         | Insulina (mUI/ml)     |                       | Índice HOMA         |                     | presión sistólica (mmHg)  |                           | presión diastólica (mmHg) |                        |
|-----------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
|                 | H (n=61)               | M (n=58)                | H (n=56)              | M (n=56)              | H (n=56)            | M(n=56)             | H (n=60)                  | M (n=57)                  | H (n=60)                  | M(n=57)                |
| 6-7<br>(n=34)   | 84.95<br>(82.45,89.92) | 81.25<br>(78.95,87.52)  | 7.60<br>(3.82,10.02)  | 5.35<br>(3.62,8.02)   | 1.50<br>(0.79,2.25) | 1.01<br>(0.74,1.70) | 105.50<br>(93.75,109.25)  | 105.00<br>(94.25,110.50)  | 64.50<br>(58.50,87.00)    | 65.50<br>(56.75,73.00) |
| 8-9<br>(n=32)   | 90.40<br>(78.70,)      | 83.55<br>(80.45,87.65)  | 9.40<br>(6.10,12.70)  | 9.85<br>(5.44,12.15)  | 2.06<br>(1.17,2.64) | 2.02<br>(1.16,2.59) | 110.00<br>(102.00,116.00) | 104.00<br>(94.00,106.00)  | 69.00<br>(56.00,76.00)    | 65.00<br>(59.00,71.00) |
| 10-11<br>(n=34) | 85.80<br>(81.40,96.05) | 88.70<br>(81.70,92.22)  | 11.60<br>(8.40,16.50) | 10.30<br>(7.70,19.07) | 2.45<br>(1.96,3.43) | 2.22<br>(1.60,4.34) | 108<br>(103.00,110.00)    | 104.00<br>(99.50,108.50)  | 65<br>(62.50,72.00)       | 65.00<br>(62.00,72.50) |
| 12<br>(n=14)    | 86.10<br>(81.57,93.10) | 94.85<br>(91.07,122.47) | 15.70<br>(6.45,27.85) | 14.25<br>(9.47,16.92) | 3.17<br>(1.39,6.13) | 3.49<br>(2.16,4.79) | 106.50<br>(102.75,112.00) | 102.00<br>(100.50,115.50) | 67.00<br>(62.50,70.50)    | 69.00<br>(60.50,77.50) |
| $p^k$           | 0.907                  | 0.004**                 | 0.022*                | 0.001**               | 0.015*              | 0.001**             | 0.572                     | 0.731                     | 0.981                     | 0.863                  |
| Total           | 84.95<br>(80.47,90.97) | 85.80<br>(81.80,92.95)  | 8.65<br>(5.32,12.85)  | 9.90<br>(6.35,14.22)  | 2.28<br>(1.25,3.02) | 1.80<br>(1.06,2.69) | 106.00<br>(102.00,111.75) | 104.00<br>(98.00,108.50)  | 66.00<br>(62.00,73.75)    | 65.00<br>(59.00,73)    |
| $p^M$           | 0.230                  |                         | 0.276                 |                       | 0.188               |                     | 0.111                     |                           | 0.396                     |                        |

H, hombres; M, mujeres;  $p^k$ , nivel de significancia para comparación de medianas entre los grupos de edad dentro del mismo sexo (prueba de Kruskal-Wallis);  $p^M$  nivel de significancia para comparación entre sexos (prueba de U Mann-Whitney); \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

## 6.7 Prevalencia de factores de riesgo cardiometabólico

La distribución de la muestra de acuerdo a los percentiles de las concentraciones de lípidos, G, índice HOMA y TA se presenta en la tabla 19. El 23.5% de los escolares presentaron concentraciones elevadas de C-T, no hubo diferencias entre sexos ( $p>0.05$ ). La prevalencia de los participantes que presentaron baja concentración de C-HDL fue de 13.4%. En los hombres la prevalencia fue mayor (16.4%) que en las mujeres (10.3%), siendo la diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.043$ ). En los participantes se encontró que el 12.6% presentaron concentraciones elevadas de C-LDL, entre hombres y mujeres no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ). La prevalencia de concentraciones elevadas de TG en la muestra fue del 15.1%, en las mujeres la prevalencia fue mayor (25.9%) en comparación con los hombres (4.9%), esta diferencia en la proporción de casos resultó estadísticamente significativa ( $p<0.0001$ ). Aproximadamente el 4% del total de la muestra tuvo una concentración elevada de G y se presentó resistencia a la In en el 19.3% de los escolares estudiados. No existió diferencia entre hombres y mujeres en las concentraciones de G e In ( $p>0.05$ ). La prevalencia de valores elevados de la TA en los participantes fue del 32.2%. No hubo diferencias entre sexos ( $p>0.05$ ).

Tabla 19. Distribución de la muestra de indicadores de riesgo cardiometabólico

|                                  | Total |      | Hombres |      | Mujeres |      | $p^{\text{ch}}$ |
|----------------------------------|-------|------|---------|------|---------|------|-----------------|
|                                  | n     | %    | n       | %    | n       | %    |                 |
| <b>Colesterol Total (mg/dl)</b>  |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 85    | 71.4 | 43      | 70.5 | 42      | 72.4 | 0.143           |
| Límite superior                  | 6     | 5    | 1       | 1.6  | 5       | 8.6  |                 |
| Elevado                          | 28    | 23.5 | 17      | 27.9 | 11      | 19   |                 |
| <b>Colesterol HDL (mg/dl)</b>    |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 98    | 82.4 | 46      | 75.4 | 52      | 89.7 | 0.043*          |
| Límite superior                  | 5     | 4.2  | 5       | 8.2  | 0       | 0    |                 |
| riesgo                           | 16    | 13.4 | 10      | 16.4 | 6       | 10.3 |                 |
| <b>Colesterol LDL (mg/dl)</b>    |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 95    | 79.8 | 45      | 73.8 | 50      | 86.2 | 0.240           |
| Límite inferior                  | 9     | 7.6  | 6       | 9.8  | 3       | 5.2  |                 |
| disminuido                       | 15    | 12.6 | 10      | 16.4 | 5       | 8.6  |                 |
| <b>Triglicéridos (mg/dl)</b>     |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 97    | 81.5 | 58      | 95.1 | 39      | 67.2 | <0.0001***      |
| Límite superior                  | 4     | 3.4  | 0       | 0    | 4       | 6.9  |                 |
| Elevado                          | 18    | 15.1 | 3       | 4.9  | 15      | 25.9 |                 |
| <b>Glucosa (mg/dl)</b>           |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 114   | 95.8 | 57      | 93.4 | 57      | 98.3 | 0.198           |
| Elevado                          | 5     | 4.2  | 4       | 6.6  | 1       | 1.7  |                 |
| <b>Índice HOMA</b>               |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 96    | 80.7 | 48      | 78.7 | 48      | 82.8 | 0.371           |
| Elevado                          | 23    | 19.3 | 13      | 21.3 | 10      | 17.2 |                 |
| <b>Presión diastólica (mmHg)</b> |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 89    | 75.4 | 46      | 75.4 | 43      | 75.4 | 0.795           |
| Límite superior                  | 16    | 13.6 | 7       | 11.5 | 9       | 15.8 |                 |
| Elevado                          | 7     | 5.9  | 4       | 6.6  | 3       | 5.3  |                 |
| Muy Elevado                      | 6     | 5    | 4       | 6.6  | 2       | 3.5  |                 |
| <b>Presión sistólica (mmHg)</b>  |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 95    | 80.5 | 48      | 78.7 | 47      | 82.5 | 0.059           |
| Límite superior                  | 9     | 7.6  | 4       | 6.6  | 5       | 8.8  |                 |
| Elevado                          | 11    | 9.3  | 9       | 14.8 | 2       | 3.5  |                 |
| Muy Elevado                      | 3     | 2.5  | 0       | 0    | 3       | 5.3  |                 |
| <b>Presión arterial (mmHg)</b>   |       |      |         |      |         |      |                 |
| Aceptable                        | 80    | 67.8 | 42      | 68.9 | 38      | 66.7 | 0.617           |
| Límite superior                  | 18    | 15.3 | 7       | 11.5 | 11      | 19.3 |                 |
| Elevada                          | 13    | 11.0 | 8       | 13.1 | 5       | 8.8  |                 |
| Muy Elevada                      | 7     | 5.9  | 4       | 6.6  | 3       | 5.3  |                 |

$p^{\text{ch}}$ , nivel de significancia para comparar proporciones entre hombres y mujeres (prueba de chi-cuadrada); \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.001$ .

El porcentaje de participantes según número de factores de riesgo cardiometabólico (concentraciones anormales de lípidos, G, índice HOMA y/o elevada TA) se muestran en la tabla 11. En la muestra, prácticamente 3 de cada 10 voluntarios no tuvieron factores de riesgo cardiometabólico, el 25.4% tuvo un factor de riesgo cardiometabólico y el 45.7% de los participantes tuvo 2 o más factores de riesgo cardiometabólico. Al evaluar la diferencia en la distribución del número factores de riesgo cardiometabólico entre hombres y mujeres, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 20).

Tabla 20. Distribución de indicadores de riesgo cardiometabólico\* en la muestra

| Número de factores de riesgo cardiometabólico* | Total |      | Hombres |      | Mujeres |      | $p^{ch}$ |
|--|-------|------|---------|------|---------|------|----------|
|  | n     | %    | n       | %    | n       | %    |          |
| 0  | 34    | 28.8 | 16      | 26.2 | 18      | 31.6 | 0.589    |
| 1  | 30    | 25.4 | 15      | 24.6 | 15      | 26.3 |          |
| 2  | 26    | 22.0 | 13      | 21.3 | 13      | 22.8 |          |
| 3  | 19    | 16.1 | 10      | 16.4 | 9       | 15.8 |          |
| 4  | 9     | 7.6  | 7       | 11.5 | 2       | 3.5  |          |

\*C-T  $\geq$  95percentil, C-HDL  $\leq$ 5 percentil, C-LDL  $\geq$  95 percentil, TG  $\geq$  95 percentil, glucosa > 100 mg/dl, índice HOMA  $\geq$  3.16 Presión arterial  $\geq$  95. $p^{ch}$ , nivel de significancia para comparar proporciones entre hombres y mujeres (prueba de chi-cuadrada).

### 6.8 Correlación de Pearson entre los factores de riesgo cardiometabólico y variables no antropométricas (grasa corporal total, grasa intra-abdominal, grasa subcutánea) y las variables antropométricas.

Las correlaciones de los factores de riesgo cardiometabólico entre las variables (GCT, GI y GS) ajustadas por edad y sexo para toda la muestra se muestran en la tabla 21. Los coeficientes de correlación fueron positivos y estadísticamente significativos para las concentraciones de TG, In e índice HOMA con la GCT, GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total, ( $p < 0.05$ ). La concentración de C-HDL se correlacionó de manera negativa y estadísticamente significativa con la GCT, GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total. Las concentraciones de C-T, C-LDL y G no tuvieron una fuerza de asociación ( $p < 0.05$ ) con GCT, GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total. El índice HOMA y la In se correlacionaron positivamente con la GCT (rango,  $r \geq 0.51$  y  $r \leq 0.57$ , respectivamente). Existió una correlación positiva moderada del índice HOMA ( $r = 0.46$ ) y la concentración de In ( $r = 0.50$ ) con la GI total y hubo una fuerza de asociación mayor con la GS total ( $r = 0.57$  y  $r = 0.60$  respectivamente). La fuerza de asociación positiva de GI L4-L5 con In y índice HOMA es

menor ( $r \geq 0.33$  y  $r \leq 0.35$ ) en comparación con la GS L4-L5 ( $r \geq 0.51$ ). El rango del coeficiente de correlaciones de la trigliceridemia con los indicadores no antropométricos fue  $r \geq 0.20$  y  $r \leq 0.31$ , la más elevada fuerza de asociación fue con la GS total. La concentración de C-HDL tuvo una asociación negativa débil ( $r \leq -0.34$  y  $r \geq -0.22$ ) con la GCT, GI y GS. Las correlaciones más débiles fueron entre la presión diastólica con la GCT y GS total ( $r \geq 0.13$  y  $\leq 0.22$ ). La presión sistólica solo tuvo una asociación positiva con la GCT estimada por medio de BIE ( $r = 0.21$ ).

Tabla 21. Correlaciones de factores de riesgo cardiovascular e indicadores no antropométricos.

|                                | C-T<br>(mg/dl) | C-HDL<br>(mg/dl) | C-LDL<br>(mg/dl) | TG<br>(mg/dl) | G<br>(mg/dl) | In<br>(mUI/ml) | Índice<br>HOMA | TS<br>(mmHg) | TD<br>(mmHg) |
|--------------------------------|----------------|------------------|------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|                                | r              | r                | r                | r             | r            | r              | r              | r            | r            |
| GCT<br>DEXA<br>(%)             | -0.08          | -0.34***         | -0.09            | 0.30**        | 0.05         | 0.57***        | 0.55***        | 0.17         | 0.21*        |
| GCT BIE<br>(%)                 | -0.04          | -0.30**          | -0.07            | 0.30**        | 0.03         | 0.53***        | 0.51***        | 0.22*        | 0.19*        |
| GI L4-L5<br>(cm <sup>2</sup> ) | -0.11          | -0.25**          | 0.13             | 0.23*         | -0.06        | 0.35***        | 0.33***        | 0.13         | 0.12         |
| GS L4-L5<br>(cm <sup>2</sup> ) | -0.04          | -0.31**          | -0.06            | 0.29**        | 0.03         | 0.53***        | 0.51***        | 0.13         | 0.14         |
| GI total<br>(cm <sup>2</sup> ) | -0.01          | -0.22*           | -0.03            | 0.20*         | -0.13        | 0.50***        | 0.46***        | 0.16         | 0.18         |
| GS total<br>(cm <sup>2</sup> ) | -0.06          | -0.32**          | -0.10            | 0.31**        | 0.00         | 0.60***        | 0.57***        | 0.13         | 0.19*        |

TS, presión sistólica; TD, presión diastólica; G, glucosa; In, insulina; TG, triglicéridos; C-T, colesterol total; C-HDL, colesterol HDL; C-LDL, colesterol LDL; GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; BIE, bioimpedancia eléctrica; GI L4-L5, grasa intra-abdominal del corte L4-L5; GS L4-L5, grasa subcutánea abdominal del corte L4-L5; GI total, grasa intra-abdominal total (suma de cortes L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5); GS total, grasa subcutánea abdominal total (suma de cortes L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5); \*p < 0.050; \*\* p < 0.010; \*\*\* p < 0.001.

Los índices e indicadores antropométricos correlacionaron positiva y significativamente con las concentraciones de In, TG e índice HOMA, la concentración de C-HDL se correlaciono de manera negativa con el PT, el PSE, el C, el IMC, el puntaje Z de IMC, puntaje Z del PT y el PSE se muestran en la tabla 22. Ningún indicador antropométrico se correlacionó significativamente con las concentraciones de G, C-T, C-LDL y TD.

La In y el índice HOMA tuvieron la mayor fuerza de asociación positiva con el C ( $r = 0.61$  y  $r = 0.59$  respectivamente). La trigliceridemia tuvo una fuerza de asociación positiva con el

puntaje z del PT ( $r= 0.29$ ) el C e IMC ( $r= 0.29$ ). El C-HDL tuvo una fuerza asociación significativa con los índices e indicadores antropométricos. En general, todas las correlaciones significativas de factores de riesgo cardiovascular y los indicadores antropométricos fueron de débiles a moderadas ( $0.23 \geq r \leq 0.61$ ).

Tabla 22. Correlaciones de indicadores antropométricos con parámetros de riesgo cardiometabólico

|                             | C-T<br>(mg/dl) | C-HDL<br>(mg/dl) | C-LDL<br>(mg/dl) | TG<br>(mg/dl) | G<br>(mg/dl) | In<br>(mUI/ml) | Índice<br>HOMA | TS<br>(mmHg) | TD<br>(mmHg) |
|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|                             | r              | r                | r                | r             | r            | r              | r              | r            | r            |
| IMC<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | -0.05          | -0.28**          | -0.09            | 0.28**        | 0.02         | 0.57***        | 0.55***        | 0.16         | 0.14         |
| Cintura<br>(cm)             | -0.00          | -0.29**          | -0.04            | 0.28**        | 0.02         | 0.61***        | 0.59***        | 0.19         | 0.17         |
| PT (mm)                     | -0.06          | -0.26*           | -0.02            | 0.26*         | 0.07         | 0.53***        | 0.52***        | 0.10         | 0.16         |
| PSE (mm)                    | -0.03          | -0.27**          | -0.05            | 0.25*         | 0.04         | 0.52***        | 0.51***        | 0.11         | 0.16         |
| IMC Z                       | -0.07          | -0.29**          | -0.10            | 0.27**        | 0.08         | 0.57***        | 0.57***        | 0.23*        | 0.14         |
| PT Z                        | -0.01          | -0.28**          | -0.02            | 0.29**        | 0.09         | 0.56***        | 0.55***        | 0.23*        | 0.21         |
| PSEZ                        | -0.10          | -0.24***         | -0.05            | 0.26*         | 0.11         | 0.59***        | 0.59***        | 0.25*        | 0.15         |

C-T, colesterol total; C-HDL, colesterol-HDL; C-LDL, colesterol-LDL; TG, triglicéridos; G, glucosa ; In, insulina; TS, presión sistólica; TD, presión diastólica; PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo subescapular; IMC, índice de masa corporal; IMC z, puntuación Z para el índice de masa corporal; PT z, puntuación z para pliegue subcutáneo adiposo del tríceps; PSE z, puntuación Z para pliegue subcutáneo adiposo subescapular; \*p < 0.050; \*\* p < 0.010; \*\*\* p < 0.001.

### 6.9 Correlación de Spearman para factores de riesgo cardiometabólico, indicadores no antropométricos (grasa corporal total, grasa intra-abdominal, grasa subcutánea) y las variables antropométricas

Los coeficientes de correlación fueron positivos y estadísticamente significativos para las concentraciones de TG, In, índice HOMA, TD y TS con la GCT, GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total. Existiendo además una correlación negativa para las concentraciones de C-HDL con la GCT, GI L4-L5, GI total, GS L4-L5 y GS total (Tabla 23). La mayoría de las correlaciones observadas con el coeficiente de Pearson (ver tabla 23) fueron similares a las estimadas con el coeficiente de Spearman (ver tabla 12 b). Con el primero, no se

observaron asociaciones significativas de la TS y TD con la GCT estimada con DEXA, GI L4-L5, GI total y GS L4-L5. La concentración de C-HDL se correlacionó negativamente y fue estadísticamente significativa con la GCT, GI (L4-L5 y total) y GS (L4-L5 y total). Las concentraciones de C-T, C-LDL y la G no tuvieron una fuerza de asociación lineal estadísticamente significativa con la grasa corporal, GI (L4-L5 y total) y GS (L4-L5 y total). El índice HOMA y la concentración de In tuvieron la mayor fuerza de asociación con la GS L4-L5 y total ( $r \geq 0.57$  y  $r \leq 0.63$ ), ( $p < 0.05$ ). La concentración de TG tuvo el coeficiente más alto con la GS L4-L5 ( $p < 0.05$ ). La concentración de C-HDL tuvo una fuerza de asociación negativa débil ( $r \geq -0.32$  y  $r \leq -0.25$ ) con la GCT, GI (L4-L5 y total) y GS (L4-L5 y total). Las asociaciones de TS y TD con GCT fueron estadísticamente significativas ( $r \geq 0.19$  y  $r \leq 0.25$ ) con GI (L4-L5 y total) y GS (L4-L5 y total) ( $0.19 \geq r \leq 0.31$ ).

Tabla 23. Correlaciones de factores de riesgo cardiovascular e indicadores no antropométricos

|                                | C-T<br>(mg/dl) | C-HDL<br>(mg/dl) | C-LDL<br>(mg/dl) | TG<br>(mg/dl) | G<br>(mg/dl) | In<br>(mUI/ml) | Índice<br>HOMA | TS<br>(mmHg) | TD<br>(mmHg) |
|--------------------------------|----------------|------------------|------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|                                | r              | r                | r                | r             | r            | r              | r              | r            | r            |
| GCT<br>DEXA<br>(%)             | -0.06          | -0.32***         | -0.05            | 0.27**        | 0.08         | 0.51***        | 0.48***        | 0.19*        | 0.29**       |
| GCT BIE<br>(%)                 | -0.04          | -0.30**          | -0.04            | 0.28**        | 0.11         | 0.48***        | 0.46***        | 0.25**       | 0.28**       |
| GI L4-L5<br>(cm <sup>2</sup> ) | 0.05           | -0.27**          | 0.06             | 0.27**        | 0.08         | 0.41***        | 0.39***        | 0.24**       | 0.20*        |
| GS L4-L5<br>(cm <sup>2</sup> ) | -0.07          | -0.31**          | 0.10             | 0.37***       | 0.16         | 0.58***        | 0.57***        | 0.27**       | 0.25**       |
| GI (cm <sup>2</sup> )          | -0.05          | -0.25**          | -0.09            | 0.24**        | 0.07         | 0.48***        | 0.46***        | 0.27**       | 0.26**       |
| GS (cm <sup>2</sup> )          | -0.09          | -0.31***         | -0.13            | 0.36***       | 0.19*        | 0.63***        | 0.62***        | 0.28**       | 0.31**       |

TS, presión sistólica; TD, presión diastólica; G, glucosa; In, insulina; TG, triglicéridos; C-T, colesterol total; C-HDL, colesterol HDL; C-LDL, colesterol LDL; GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; BIE, bioimpedancia eléctrica; GI, grasa intra-abdominal; GS, grasa subcutánea abdominal; \*p < 0.050; \*\* p < 0.010; \*\*\* p < 0.001.

Las correlaciones no paramétricas del IMC, C, PT, PSE y los puntajes z del IMC, PT y PSE fueron correlacionados positiva y significativamente con las concentraciones de TG, G, In, índice HOMA, TS y TD pero inversamente con la concentración de C-HDL se muestran en la tabla 24. Las correlaciones observadas con el coeficiente de Pearson de C-HDL, TG, In y índice HOMA (ver Tabla 24) fueron similares (débiles a moderadas) y significativas a las estimadas con el coeficiente de Spearman (ver Tabla 25). Con el primero, se observaron correlaciones más altas para los puntajes Z de IMC, PT y PSE y con el coeficiente de Pearson fueron las asociaciones más altas para In e índice HOMA con el IMC, C, PT, PSE. Las asociaciones significativas que no fueron observadas con el coeficiente de Pearson fueron con TD con todos indicadores antropométricos y para la TS con IMC, C, PT, PSE y puntaje Z PSE. También se observó que la G se asoció significativamente con el IMC y C ( $r = 19$  y  $r = 20$  respectivamente) la cual no fue observada con el coeficiente de Pearson.

Ningún indicador antropométrico se correlacionó significativamente con las concentraciones de C-T y C-LDL.

La concentración de In y el índice HOMA tuvieron la mayor fuerza de asociación positiva con el C ( $r = 0.66$  y  $r = 0.65$  respectivamente). La concentración de TG tuvo mayor fuerza de asociación positiva con el C ( $r = 0.34$ ). El C-HDL tuvo una asociación negativa débil con los indicadores antropométricos ( $r \geq 0.24$  y  $r \leq 0.31$ ). La presión sistólica y diastólica tuvieron asociaciones positivas débiles para los indicadores antropométricos.

Tabla 24. Correlaciones de indicadores antropométricos con parámetros de riesgo cardiometabólico

|                             | C-T<br>(mg/dl) | C-HDL<br>(mg/dl) | C-LDL<br>(mg/dl) | TG<br>(mg/dl) | G<br>(mg/dl) | In<br>(mUI/ml) | Índice<br>HOMA | TS<br>(mmHg) | TD<br>(mmHg) |
|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|                             | r              | r                | r                | r             | r            | r              | r              | r            | r            |
| IMC<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | -0.09          | -0.24**          | -0.13            | 0.28**        | 0.19*        | 0.59***        | 0.58***        | 0.30**       | 0.23*        |
| Cintura<br>(cm)             | -0.07          | -0.27**          | -0.11            | 0.34***       | 0.20*        | 0.66***        | 0.65***        | 0.31**       | 0.26**       |
| PT (mm)                     | -0.08          | -0.30**          | -0.10            | 0.31**        | 0.13         | 0.56***        | 0.55***        | 0.18*        | 0.23*        |
| PSE (mm)                    | -0.05          | -0.31**          | -0.05            | 0.31**        | 0.15         | 0.58***        | 0.57***        | 0.23*        | 0.25**       |
| IMC Z                       | -0.06          | -0.21**          | -0.06            | 0.16          | 0.15         | 0.45***        | 0.44***        | 0.27**       | 0.22*        |
| PT Z                        | -0.06          | -0.24**          | -0.05            | 0.21*         | 0.11         | 0.44***        | 0.43***        | 0.20*        | 0.25**       |
| PSE Z                       | -0.08          | -0.26**          | -0.01            | 0.11          | 0.10         | 0.39***        | 0.38***        | 0.23*        | 0.25**       |

C-T, colesterol total; C-HDL, colesterol-HDL; C-LDL, colesterol-LDL; TG, triglicéridos; G, glucosa ; In, insulina; TS, presión sistólica; TD, presión diastólica; PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo subescapular; IMC, índice de masa corporal; IMC z, puntuación Z para el índice de masa corporal; PT z, puntuación z para pliegue subcutáneo adiposo del tríceps; PSE z, puntuación Z para pliegue subcutáneo adiposo subescapular; \*p < 0.050; \*\* p < 0.010; \*\*\* p < 0.001.

### 6.10 Relación entre los factores de riesgo cardiometabólico e indicadores no antropométricos (grasa intra-abdominal total, grasa subcutánea abdominal total, grasa corporal total) como variables predictoras

Los resultados de la regresión lineal se presentan en la tabla 13. Cada factor de riesgo cardiometabólico fue introducido en el análisis bivariado como variable dependiente.

La variable independiente que explicó el mayor porcentaje de la varianza de la In fue la GS total (con el 44 %), seguida de la variable de la GI y GCT medida con DEXA (explicó el 30 % de la varianza), mientras que el porcentaje de grasa corporal estimado con BIE explicó el 26% de la varianza. La GS total explicó el 44% y 14% de la varianza del índice HOMA y la concentración de TG respectivamente. Las variables no antropométricas (GCT, GI total, GS total) explicaron menos del 12 % de la varianza de la concentración de C-HDL. La variable de GS total explico el 14% de la varianza de la presión diastólica. La

variable de GCT estimada por BIE prácticamente no explicó la varianza de la presión sistólica.

Tabla 25. Análisis bivariado para indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) e indicadores antropométricos (variable independientes)

|                         | $\beta_0$ | $\beta_1$ | $\beta_{e1}$ | $p$        | $R^2$        |
|-------------------------|-----------|-----------|--------------|------------|--------------|
| <b>V.D. In</b>          |           |           |              |            |              |
| GI                      | 1.421     | 0.000     | 0.553        | <0.0001*** | 0.30         |
| GS                      | -5.837    | 0.767     | 0.669        | <0.0001*** | <b>0.44</b>  |
| GCT-DEXA                | 0.539     | 0.053     | 0.554        | <0.0001*** | 0.30         |
| GCT-BIE                 | 0.989     | 0.043     | 0.52         | <0.0001*** | 0.26         |
| <b>V.D. ÍNDICE HOMA</b> |           |           |              |            |              |
| GI                      | -0.115    | 0.000     | 0.520        | <0.0001*** | 0.26         |
| GS                      | -7.660    | 0.793     | 0.660        | <0.0001*** | <b>0.44</b>  |
| GCT-DEXA                | -1.040    | 0.054     | 0.540        | <0.0001*** | 0.28         |
| GCT-BIE                 | -0.580    | 0.043     | 0.504        | <0.0001*** | 0.25         |
| <b>V.TG</b>             |           |           |              |            |              |
| GI                      | 4.28      | 0.000     | 0.260        | 0.005**    | 0.065        |
| GS                      | 1.114     | 0.329     | 0.377        | <0.0001*** | <b>0.140</b> |
| GCT-DEXA                | 3.898     | 0.021     | 0.288        | 0.001**    | 0.075        |
| GCT-BIE                 | 4.078     | 0.017     | 0.284        | 0.002**    | 0.073        |
| <b>V.D. C-HDL</b>       |           |           |              |            |              |
| GI                      | 55.04     | -0.001    | -0.269       | 0.003**    | 0.064        |
| GS                      | 29.997    | 3.515     | 0.170        | 0.066*     | 0.066        |
| GCT-DEXA                | 66.527    | -0.565    | -0.355       | <0.0001**  | <b>0.118</b> |
| GCT-BIE                 | 60.131    | -0.398    | -0.307       | 0.001**    | 0.087        |
| <b>V.D. TD</b>          |           |           |              |            |              |
| GI                      | 55.04     | -0.001    | -0.269       | 0.003**    | 0.064        |
| GS                      | 124.67    | -7.245    | -0.385       | <0.0001*** | <b>0.141</b> |
| GCT-DEXA                | 66.527    | -0.565    | -0.355       | <0.0001*** | 0.118        |
| GCT-BIE                 | 60.131    | -0.398    | -0.307       | 0.001***   | 0.087        |
| <b>V.D.TS</b>           |           |           |              |            |              |
| GCT-BIE                 | 4.548     | 0.003     | 0.199        | 0.030**    | 0.031        |

$\beta_0$ , coeficiente no estandarizado (constante);  $\beta_1$ , coeficiente no estandarizado de la variable de grasa intra-abdominal o subcutánea abdominal;  $\beta_{e1}$ , coeficiente estandarizado de la variable de adiposidad;  $r^2$ , coeficiente de determinación ajustado; V.D, variable dependiente; GI, grasa intra-abdominal total; GS, grasa subcutánea abdominal total; GCT-DEXA, grasa corporal total estimada por absorciometría de rayos X; GCT-BIE, grasa corporal total estimada por bioimpedancia eléctrica; In, insulina; TG, triglicéridos; C-HDL, colesterol-HDL; TD, presión diastólica; TS, presión sistólica; \*  $p < 0.10$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.01$ .

### **a) Modelo de regresión lineal múltiple ajustando por edad y sexo**

La GS total explicó la más alta proporción de varianza (49%) para la concentración de In y para el índice HOMA ajustando por edad y sexo (Tabla 26). Existió un incremento de aproximadamente 5% en la varianza que explica la concentración de In cuando el modelo se ajustó por edad y sexo comparado con el análisis bivariado que tiene como variable dependiente la concentración de In y la GS total como variable independiente. La GI total explicó el 45% de la varianza de la insulinemia y el 41% del índice HOMA. En ambos modelos la edad se relacionó con las variables dependientes y el sexo no fue significativo estadísticamente. La GCT (estimada con DEXA) ajustando por edad y sexo explica el 48% de la concentración de In e índice HOMA. La GCT (estimada con BIE) explicó entre el 46% y 44% de la varianza de la concentración de In y del índice HOMA respectivamente.

La GCT, la GI total y la GS total explican de manera independiente menos del  $\leq 16\%$  de la varianza de los TG. Las variables no antropométricas (GCT, GS total y GI total explican  $\leq 13\%$  de la variabilidad de la concentración de C-HDL y las variables de edad y sexo no fueron estadísticamente significativas en el modelo.

La GI total, la GS total y la GCT fueron predictores significativos de las concentraciones de In, índice HOMA, TG y C-HDL, después de ajustar por edad y sexo. En el modelo descrito anteriormente, la variable independiente de la edad fue significativa para explicar las concentraciones de In, índice HOMA y TG pero no significativa para explicar la varianza del C-HDL. Asimismo, la variable independiente del sexo no fue estadísticamente significativa en ningún modelo. Las variables no antropométricas no predicen la presión diastólica y sistólica.

Tabla 26. Modelos de regresión lineal para los indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) y la grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal y grasa corporal total (variables independientes) ajustando por edad y sexo

|                          | $\beta_0$ | $\beta_1$ | $\beta_{e1}$ | $p(\beta_1)$ | $\beta_2$ | $\beta_{e2}$ | $p(\beta_2)$ | $\beta_3$ | $\beta_{e3}$ | $p(\beta_3)$ | $R^2$        |
|--------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| <b>V. D. In</b>          |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |              |
| GI, edad, sexo           | 0.202     | 0.000     | 0.453        | <0.0001      | 0.136     | 0.388        | 0.001        | 0.074     | 0.054        | 0.466        | 0.45         |
| GS, edad, sexo           | -5.376    | 0.636     | 0.555        | <0.0001      | 0.094     | 0.270        | 0.028        | 0.031     | 0.023        | 0.743        | <b>0.49</b>  |
| GCT-DEXA, edad, sexo     | -0.628    | 0.047     | 0.493        | <0.0001      | 0.152     | 0.435        | <0.0001      | -0.033    | -0.024       | 0.724        | 0.48         |
| GCT- BIE, edad, sexo     | -0.247    | 0.037     | 0.456        | <0.0001      | 0.153     | 0.439        | <0.0001      | -0.020    | -0.015       | 0.836        | 0.46         |
| <b>V. D. ÍNDICE HOMA</b> |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |              |
| GI edad, sexo            | -1.434    | 0.000     | .413         | <0.0001      | 0.150     | 0.408        | <0.0001      | 0.066     | 0.046        | 0.543        | 0.41         |
| GS edad, sexo            | -7128     | 0.646     | 0.538        | <0.0001      | 0.105     | 0.287        | <0.0001      | 0.028     | 0.019        | 0.779        | <b>0.49</b>  |
| GCT-DEXA, edad, sexo     | -2.300    | 0.048     | 0.477        | <0.0001      | 0.164     | 0.447        | <0.0001      | -0.038    | -0.026       | 0.707        | 0.48         |
| GCT-BIE, edad, sexo      | -1.909    | 0.038     | 0.438        | <0.0001      | 0.038     | 0.438        | <0.0001      | -0.024    | -0.017       | 0.814        | 0.44         |
| <b>V. D. TG</b>          |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |              |
| GI edad, sexo            | 3.508     | 0.000     | 0.193        | 0.038        | 0.073     | 0.278        | 0.003        | 0.127     | 0.121        | 0.171        | 0.124        |
| GS edad, sexo            | 1.139     | 0.264     | 0.302        | 0.002        | 0.053     | 0.201        | 0.035        | 0.122     | 0.116        | 0.174        | <b>0.16</b>  |
| GCT-DEXA, edad, sexo     | 3.149     | 0.018     | 0.245        | 0.005        | 0.078     | 0.297        | 0.001        | 0.096     | 0.091        | 0.289        | 0.15         |
| GCT- BIE, edad, sexo     | 3.326     | 0.014     | 0.234        | 0.008        | 0.076     | 0.023        | 0.001        | 0.097     | 0.092        | 0.286        | 0.14         |
| <b>V. D. C-HDL</b>       |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |              |
| GI edad, sexo            | 62.932    | 0.000     | -0.253       | 0.009        | -0.590    | -0.105       | 0.267        | -1.953    | -0.086       | 0.345        | 0.065        |
| GS edad, sexo            | 129.198   | -7.390    | -0.393       | <0.0001      | -0.034    | -0.006       | 0.950        | -1.804    | -0.079       | 0.361        | <b>0.132</b> |
| GCT-DEXA, edad, sexo     | 73.727    | -0.536    | -0.336       | <0.0001      | -0.721    | -0.128       | 0.148        | -1.056    | -0.046       | 0.593        | 0.120        |
| GCT-BIE, edad, sexo      | 67.464    | -0.370    | -0.286       | 0.002        | -0.719    | -0.127       | 0.159        | -1.083    | -0.048       | 0.591        | 0.088        |
| <b>V. D. TD</b>          |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |              |
| GS edad, sexo            | 29.835    | 4.299     | 0.208        | 0.046        | -0.642    | -0.104       | 0.315        | -1.510    | -0.060       | 0.516        | 0.015        |
| GCT-DEXA, edad, sexo     | 61.502    | 0.333     | 0.190        | 0.042        | -0.252    | -0.041       | 0.663        | -1.935    | -0.077       | 0.403        | <b>0.016</b> |
| GCT-BIE, edad, sexo      | 67.023    | 0.159     | 0.111        | 0.240        | -0.200    | -0.032       | 0.733        | -1.940    | -0.078       | 0.408        | -0.008       |
| <b>V. D. TS</b>          |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |              |
| GCT-BIE edad, sexo       | 4.482     | 0.003     | 0.179        | 0.56         | 0.008     | 0.116        | 0.216        | 0.001     | 0.005        | 0.957        | 0.028        |

$\beta_0$ , coeficiente no estandarizado (constante);  $\beta_1$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable grasa intra-abdominal o subcutánea abdominal;  $\beta_{e1}$ , Coeficiente estandarizado de la variable de adiposidad;  $p(\beta_1)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable de adiposidad al ser incorporada en el modelo;  $\beta_2$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable de edad;  $\beta_{e2}$ , Coeficiente estandarizado de la variable edad;  $p(\beta_2)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable edad al ser incorporada en el modelo;  $\beta_3$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable sexo;  $\beta_{e3}$ , coeficiente estandarizado de a variable sexo;  $p(\beta_3)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable sexo al ser incorporada en el modelo;  $R^2$ , coeficiente de determinación ajustado; V.D, variable dependiente; GI, grasa intra-abdominal total; GS, grasa subcutánea abdominal total; GCT-DEXA, grasa corporal total estimada por absorciometría de rayos X; GCT-BIE, grasa corporal total estimada por bioimpedancia eléctrica; In, insulina; TG, triglicéridos; C-HDL, colesterol-HDL; TD, presión diastólica; TS, presión sistólica.

**b) Modelo de regresión lineal múltiple ajustando por edad, sexo y grasa corporal total (DEXA)**

En la siguiente tabla 27 se muestra la proporción de la varianza de las concentraciones de In, índice HOMA, TG, C-HDL y TA (variables dependientes) que fue explicada por la GI total y la GS total (variables independientes) en modelos diferentes. Cada modelo se ajustó por edad, sexo y GCT (estimado por DEXA). El mejor estimador para las concentraciones de In e índice HOMA después de ajustar por edad, sexo y GCT fue la GS total la cuál explicó el 50% y 48% de las varianzas respectivamente. La GI total explicó el 48% de la varianza de la concentración del índice HOMA. La GI total no fue significativa para explicar la concentración de In, TG y C-HDL. La GS total no fue un predictor de las concentraciones de TG y TS. La GCT no se asoció con la insulinemia, trigliceridemia, índice HOMA, C-HDL y la TD.

La GI total fue predictor de la concentración de In independiente de la edad, el sexo y la GCT. El efecto de la GS total para predecir las concentraciones de In e índice HOMA también fue independiente de la edad, el sexo y la GCT.

Tabla 27. Modelos de regresión lineal para los indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) y la grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal y grasa corporal total estimada con DEXA (variables independientes)

|                                | $\beta_0$ | $\beta_1$ | $\beta_{e1}$ | $p(\beta_1)$ | $\beta_2$ | $\beta_{e2}$ | $p(\beta_2)$ | $\beta_3$ | $\beta_{e3}$ | $p(\beta_3)$ | $\beta_4$ | $\beta_{e4}$ | $p(\beta_4)$ | R <sup>2</sup> |
|--------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|----------------|
| <b>V. D. In</b>                |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |                |
| GI, edad, sexo,<br>GCT-DEXA    | -0.491    | <0.0001   | 0.161        | 0.133        | 0.143     | 0.409        | 0.000        | 0.003     | 0.002        | 0.976        | 0.036     | 0.380        | 0.000        | 0.49           |
| GS, edad,<br>sexo,<br>GCT-DEXA | -3.648    | 0.396     | 0.345        | 0.046        | 0.115     | 0.329        | 0.0001       | 0.006     | 0.004        | 0.950        | 0.020     | 0.211        | 0.176        | <b>0.50</b>    |
| <b>V. D. INDICE HOMA</b>       |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |                |
| GI, edad, sexo,<br>GCT-DEXA    | -2.210    | <0.0001   | 0.431        | <0.0001      | 0.158     | 0.431        | 0.051        | -0.014    | -0.009       | 0.896        | 0.041     | 0.405        | <0.0001      | 0.48           |
| GS, edad,<br>sexo,<br>GCT-DEXA | -5.423    | 0.409     | 0.340        | 0.051        | 0.125     | 0.342        | <0.0001      | 0.003     | 0.002        | 0.975        | 0.020     | 0.199        | 0.205        | 0.491          |
| <b>V. D. TG</b>                |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |                |
| GI, edad, sexo,<br>GCT-DEXA    | 3.156     | <0.0001   | 0.010        | 0.943        | 0.077     | 0.295        | 0.001        | 0.097     | 0.092        | 0.297        | 0.018     | 0.239        | 0.061        | 0.143          |
| GS, edad,<br>sexo,<br>GCT-DEXA | 1.125     | 0.266     | 0.305        | 0.168        | 0.052     | 0.200        | 0.073        | 0.123     | 0.116        | 0.183        | <0.0001   | 0.002        | -0.002       | 0.16           |
| <b>V. D. C-HDL</b>             |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |                |
| GI, edad, sexo,<br>GCT-DEXA    | 73.909    | <0.000    | 0.012        | 0.930        | -0.734    | -0.130       | 0.159        | -1.014    | -0.045       | 0.620        | -0.549    | -0.345       | 0.008        | 0.113          |
| GS, edad,<br>sexo,<br>GCT-DEXA | 116.377   | -5.605    | -0.298       | 0.186        | -0.189    | -0.033       | 0.767        | -1.624    | -0.071       | 0.421        | -0.151    | -0.095       | 0.640        | 0.126          |
| <b>V. D. TD</b>                |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |                |
| GS, edad,<br>sexo,<br>GCT-DEXA | 46.863    | 1.925     | 0.093        | 0.697        | -0.435    | -0.070       | 0.561        | -1.743    | -0.070       | 0.463        | 0.201     | 0.115        | 0.95         | 0.009          |

$\beta_0$ , coeficiente no estandarizado (constante);  $\beta_1$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable de grasa intra-abdominal o subcutánea abdominal;  $\beta_{e1}$ , Coeficiente estandarizado de la variable de adiposidad;  $p(\beta_1)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable de adiposidad al ser incorporada en el modelo;  $\beta_2$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable de edad;  $\beta_{e2}$ , Coeficiente estandarizado de la variable edad;  $p(\beta_2)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable edad al ser incorporada en el modelo;  $\beta_3$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable sexo;  $\beta_{e3}$ , coeficiente estandarizado de a variable sexo;  $p(\beta_3)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable sexo al ser incorporada en el modelo;  $\beta_4$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable grasa corporal total;  $\beta_{e4}$ , coeficiente estandarizado de a variable grasa corporal total;  $p(\beta_4)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable grasa corporal total al ser incorporada en el modelo; R<sup>2</sup>, coeficiente de determinación ajustado; V.D, variable dependiente; GI, grasa intra-abdominal total; GS, grasa subcutánea abdominal total; GCT-DEXA, grasa corporal total estimada por absorciometría de rayos X; In, insulina; TG, triglicéridos; C-HDL, colesterol-HDL; TD, presión diastólica.

### **c) Modelo de regresión lineal múltiple ajustando por edad, sexo y grasa corporal total (bioimpedancia eléctrica)**

En la siguiente tabla 28 se muestra la proporción de la varianza de las concentraciones de In, índice HOMA, TG, C-HDL y TD (variable dependientes) que fue explicada por el modelo que considera a la GI I total como variable dependiente y otro modelo donde la GS total se considera como variable dependiente. Cada uno de los modelos se ajustó por edad, sexo y GCT (estimado por BIE). La GS total explicó el 49% de la varianza de la concentración de In después de ajustar cada modelo por edad, sexo y GCT, en el modelo el sexo y la GCT no fueron variables significativas. La GI total no es significativa para predecir las concentraciones de In. Para el índice HOMA, la GS total explica el 48% de la varianza, las variables de sexo y GCT no fueron significativas en los modelos. La grasa intra-abdominal total y la GS total no explicaron la varianza de la concentración de TG al no ser significativas en el modelo, tampoco las variables de sexo y GCT. La GI y GS total no fueron significativas para explicar la varianza del C-HDL. La GS total no fue un predictor de la varianza de la presión diastólica.

La asociación de la GI total con las concentraciones de In e índice HOMA no fueron significativas al ser ajustado el modelo por edad, el sexo y la GCT. La GCT fue un predictor significativo para explicar la concentración del índice HOMA. La GS total fue un predictor para las concentraciones de In e índice HOMA independiente de la edad, el sexo y la GCT.

Tabla 28. Modelos de regresión lineal para los indicadores de riesgo cardiometabólico (variables dependientes) y la grasa intra-abdominal, grasa subcutánea abdominal y grasa corporal total estimada con bioimpedancia eléctrica (variables independientes)

|                          | $\beta_0$ | $\beta_1$ | $\beta_{e1}$ | $p(\beta_1)$ | $\beta_2$ | $\beta_{e2}$ | $p(\beta_2)$ | $\beta_3$ | $\beta_{e3}$ | $p(\beta_3)$ | $\beta_4$ | $\beta_{e4}$ | $p(\beta_4)$ | $R^2$       |
|--------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-------------|
| <b>V. D. Insulina</b>    |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |             |
| GI, edad, sexo, GCT BIE  | -0.149    | <0.0001   | 0.215        | 0.062        | 0.142     | 0.406        | <0.0001      | 0.024     | 0.018        | 0.808        | 0.024     | 0.299        | 0.808        | 0.46        |
| GS, edad, sexo, GCT-BIE  | -5.681    | 0.675     | 0.589        | 0.002        | 0.091     | 0.261        | 0.005        | 0.034     | 0.025        | 0.723        | -0.003    | -0.034       | 0.844        | <b>0.49</b> |
| <b>V. D. ÍNDICE HOMA</b> |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |             |
| GI, edad, sexo, GCT-BIE  | -1.835    | <0.000    | 0.153        | 0.187        | 0.157     | 0.428        | <0.0001      | 0.009     | 0.006        | 0.931        | 0.028     | 0.326        | 0.004        | 0.44        |
| GS, edad, sexo, GCT-BIE  | -7.653    | 0.713     | 0.594        | 0.002        | 0.099     | 0.272        | 0.003        | 0.033     | 0.023        | 0.742        | -0.005    | -0.056       | 0.748        | 0.48        |
| <b>V. D. TG</b>          |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |             |
| GI, edad, sexo, GCT-BIE  | 3.333     | <0.0001   | 0.026        | 0.850        | 0.075     | 0.288        | 0.002        | 0.101     | 0.096        | 0.281        | 0.013     | 0.216        | 0.096        | 0.14        |
| GS, edad, sexo, GCT-BIE  | 0.751     | 0.313     | 0.359        | 0.097        | 0.049     | 0.187        | 0.084        | 0.127     | 0.121        | 0.167        | -0.003    | -0.057       | .771         | 0.158       |
| <b>V. D. C-HDL</b>       |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |             |
| GI, edad, sexo, GCT-BIE  | 67.067    | <0.0001   | -0.070       | 0.617        | -0.653    | -0.116       | 0.216        | -1.326    | -0.058       | 0.524        | -0.307    | -0.237       | 0.077        | 0.082       |
| GS, edad, sexo, GCT-BIE  | 153.842   | -10.50    | -0.558       | 0.120        | -0.207    | -0.093       | 0.736        | -2.104    | -0.093       | 0.296        | 0.216     | 0.167        | 0.400        | 0.130       |
| <b>V. D. TD</b>          |           |           |              |              |           |              |              |           |              |              |           |              |              |             |
| GS, edad, sexo, GCT-BIE  | -17.456   | 10.275    | 0.497        | 0.034        | -1.108    | -0.179       | 0.124        | -0.956    | -0.038       | 0.684        | -0.416    | -0.292       | 0.166        | .023        |

$\beta_0$ , coeficiente no estandarizado (constante);  $\beta_1$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable de grasa intra-abdominal o subcutánea abdominal;  $\beta_{e1}$ , Coeficiente estandarizado de la variable de adiposidad;  $p(\beta_1)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable de adiposidad al ser incorporada en el modelo;  $\beta_2$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable de edad;  $\beta_{e2}$ , Coeficiente estandarizado de la variable edad;  $p(\beta_2)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable edad al ser incorporada en el modelo;  $\beta_3$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable sexo;  $\beta_{e3}$ , coeficiente estandarizado de a variable sexo;  $p(\beta_3)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable sexo al ser incorporada en el modelo;  $\beta_4$ , coeficiente no estandarizado (constante) de la variable grasa corporal total;  $\beta_{e4}$ , coeficiente estandarizado de a variable grasa corporal total;  $p(\beta_4)$  nivel de significancia del coeficiente de regresión de la variable grasa corporal total al ser incorporada en el modelo;  $r^2$ , coeficiente de determinación ajustado; V.D, variable dependiente; GI, grasa intra-abdominal total; GS, grasa subcutánea abdominal total; GCT-BIE, grasa corporal total estimada por bioimpedancia eléctrica; In, insulina; TG, triglicéridos; C-HDL, colesterol-HDL; TD, presión diastólica.

## 6.11 Análisis de Curvas ROC (receiver operating characteristic)

La exactitud de los indicadores no antropométricos de GCT, GI y GS para predecir la existencia de factores de riesgo cardiometabólico es presentada en la tabla 29. En hombres y mujeres el porcentaje de grasa corporal estimado por DEXA tuvo una exactitud moderada para identificar concentraciones elevadas de TG (área bajo la curva, ABC=0.70 en ambos sexos) y un elevado índice HOMA (ABC= 0.78 en ambos sexos). En las mujeres, la GCT estimada con DEXA también permitió discriminar moderadamente la existencia de concentraciones elevadas de G (ABC=0.80). El porcentaje de grasa determinado por BIE permitió con exactitud moderada para identificar a los casos de trigliceridemia (ABC=0.70 en los hombres y ABC=0.72 en las mujeres) y de elevados valores de índice HOMA (ABC=0.78 en ambos sexos).

Tabla 29. Exactitud (área bajo la curva) de la grasa corporal total, grasa subcutánea abdominal para identificar factores de riesgo cardiometabólico

|                    | GCT DEXA (%) |             | GCT BIE (%) |             |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                    | H            | M           | H           | M           |
| Colesterol total   | 0.53         | 0.49        | 0.52        | 0.61        |
| Colesterol-HDL     | 0.62         | 0.44        | 0.64        | 0.40        |
| Colesterol-LDL     | 0.45         | 0.49        | 0.46        | 0.57        |
| Triglicéridos      | <b>0.70</b>  | <b>0.70</b> | <b>0.70</b> | <b>0.72</b> |
| Glucosa            | 0.43         | <b>0.80</b> | 0.52        | 0.60        |
| Índice HOMA        | <b>0.78</b>  | <b>0.78</b> | <b>0.78</b> | <b>0.78</b> |
| Presión sistólica  | 0.60         | 0.57        | 0.60        | 0.54        |
| Presión diastólica | 0.52         | 0.63        | 0.52        | 0.65        |
| Presión arterial   | 0.63         | 0.60        | 0.66        | 0.60        |

H, hombre; M, mujer; GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; BIE, bioimpedancia eléctrica.

La exactitud de los indicadores de GI y GS para predecir la existencia de factores de riesgo cardiometabólico es presentada en la tabla 30. La GI total tuvo una exactitud moderada (ABC=0.79) para predecir resistencia a la In en hombres y pobre en mujeres, la GI L4-L5 tuvo una exactitud pobre para predecir un elevado índice HOMA. Mientras que la GI L4-L5 tuvo una exactitud moderada para predecir concentraciones elevadas de C-T y TG (ABC= 0.74 y 0.70 respectivamente). Los resultados indicaron que la GS total tuvo una alta exactitud como predictor de un elevado índice HOMA (ABC=0.87 en los hombres

y ABC=0.90 en las mujeres) mientras que la exactitud de la GS L4-L5 es menor (ABC=0.88 en los hombres y ABC=0.81 en las mujeres).

Tabla 30. Exactitud (área bajo la curva) de la grasa corporal total, grasa subcutánea abdominal para identificar factores de riesgo cardiometabólico

|                    | GI L4-L5<br>(cm <sup>2</sup> ) |             | GS L4-L5<br>(cm <sup>2</sup> ) |             | GI total<br>(cm <sup>2</sup> ) |      | GS total<br>(cm <sup>2</sup> ) |             |
|--------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|------|--------------------------------|-------------|
|                    | H                              | M           | H                              | M           | H                              | M    | H                              | M           |
| Colesterol total   | 0.54                           | <b>0.74</b> | 0.45                           | 0.63        | 0.51                           | 0.63 | 0.45                           | 0.59        |
| Colesterol-HDL     | 0.64                           | 0.30        | 0.69                           | 0.45        | 0.64                           | 0.29 | 0.67                           | 0.43        |
| Colesterol-LDL     | 0.47                           | 0.61        | 0.37                           | 0.64        | 0.40                           | 0.65 | 0.37                           | 0.61        |
| Triglicéridos      | 0.63                           | <b>0.70</b> | <b>0.72</b>                    | <b>0.75</b> | 0.62                           | 0.67 | <b>0.71</b>                    | <b>0.76</b> |
| Glucosa            | 0.48                           | 0.39        | 0.52                           | 0.60        | 0.49                           | 0.37 | 0.52                           | <b>0.77</b> |
| Índice HOMA        | 0.67                           | 0.69        | <b>0.88</b>                    | 0.81        | <b>0.79</b>                    | 0.68 | <b>0.87</b>                    | <b>0.90</b> |
| Presión sistólica  | 0.48                           | 0.62        | 0.57                           | 0.51        | 0.52                           | 0.57 | 0.60                           | 0.51        |
| Presión diastólica | 0.49                           | 0.54        | 0.56                           | 0.58        | 0.52                           | 0.53 | 0.54                           | 0.59        |
| Presión arterial   | 0.53                           | 0.61        | 0.63                           | 0.54        | 0.59                           | 0.58 | 0.65                           | 0.54        |

H, hombre; M, mujer; GI L4-L5, grasa intra-abdominal del corte L4-L5; GS L4-L5, grasa subcutánea abdominal del corte L4-L5; GI total, grasa intra-abdominal total (suma de cortes L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5); GS total, grasa subcutánea abdominal total (suma de cortes L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5).

Los puntos de corte con los que se maximiza la sensibilidad y especificidad para el porcentaje de grasa corporal (PGCT), la GI y la GS para predecir trigliceridemia, hiperglucemia y resistencia a la In para hombres y mujeres de 6 a 12 años de edad se presentan en la tabla 31.

El punto de corte del porcentaje de GCT varía según el método utilizado para la determinación. Se encontró que el punto de corte para discriminar las concentraciones elevadas de TG en las mujeres del porcentaje de GCT determinado con fue de 29.7% con sensibilidad (sen) de 0.88, especificidad (esp) de 0.65 y eficiencia (efi) de 0.74. En las mujeres el punto de corte del porcentaje de grasa corporal determinado con DEXA para identificar hiperglucemia y resistencia a la In fue de 37.6% (sen=0.69, esp=0.66 y efi=0.67 y sen=0.77, esp=0.73 y efi= 0.74 respectivamente). En los hombres el punto de corte del porcentaje de grasa corporal determinado con DEXA para identificar concentraciones elevadas de TG e índice HOMA fue del 33.3% (sen=0.69, esp=0.66 y efi=0.67) y del 35.1% (sen=0.77, esp=0.73 y efi=0.74), respectivamente.

A continuación se presentan los puntos de corte para el porcentaje de GCT determinado por BIE. Un porcentaje de 26% y 30.2% en hombres y mujeres respectivamente discriminó la presencia de trigliceridemia (sen=0.88, esp=0.62 y efi=0.72 en mujeres y

sen=0.80, esp=0.67 y efi=0.69 en hombres). Un porcentaje GCT de 31.2% en mujeres y de 36.2% en hombres predijo la presencia de resistencia a la In (sen=0.80, esp=0.67 y efi=0.69 y sen=0.77, esp=0.69 y efi= 0.72, respectivamente).

Un área de 38.45 y 32.42 cm<sup>2</sup> de GI L4-L5 en fueron los puntos de corte para discriminar a mujeres con concentraciones elevadas de C-T y TG. Un área de 117.90 cm<sup>2</sup> de grasa subcutánea L4-L5 fue el punto de corte para distinguir mujeres con concentraciones elevadas de TG (sen=0.88, esp=0.65 y efi=0.74). En hombres, un área de 171 cm<sup>2</sup> fue el punto de corte para discriminar altas concentraciones de TG (sen=0.60, esp=0.71 y efi=0.69). Una área de 168.5 cm<sup>2</sup> fue el punto de corte para discriminar mujeres con valores elevados de índice HOMA (sen=0.70, esp=0.77 y efi=0.70) y de 205.7 cm<sup>2</sup> para discriminar hombres con valores elevados de índice HOMA (sen=0.74, esp=0.86 y efi=0.84)

Un área de 144.5 cm<sup>2</sup> de GI total en hombres fue el punto de corte para distinguir a niños con resistencia a la In (sen=0.85, esp=0.67 y efi=0.70). El área de GS total de 401 cm<sup>2</sup> en mujeres (sen=0.71, esp=0.76 y efi=0.74) y 451 cm<sup>2</sup> en hombres (sen=0.62, esp=0.71 y efi=0.7) identificó a los escolares con elevados TG. El punto de corte de la GS total de 442 cm<sup>2</sup> predijo la presencia de hiperglucemia con sen=1.00, esp= 0.77 y efi=0.84.

Para el área de la GS total, el punto de corte (441.78 cm<sup>2</sup>) tiene una mayor sensibilidad para identificar resistencia a la In (0.90) y especificidad (0.83) en comparación con la GCT, además tuvo la más alta eficacia de la prueba con el 0.84.

Tabla 31. Puntos de corte, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y eficiencia de la grasa corporal total, grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal por sexo para la presencia de factores de riesgo cardiometabólico

|                                  |                  | Punto de Corte | sensibilidad | especificidad | VPP  | VPN  | Eficacia |
|----------------------------------|------------------|----------------|--------------|---------------|------|------|----------|
| <b>GCT DEXA (%)</b>              |                  |                |              |               |      |      |          |
| Mujeres                          | Triglicéridos    | 29.7           | 0.88         | 0.65          | 0.64 | 0.88 | 0.74     |
|                                  | Glucosa          | 37.6           | 1            | 0.79          | 0.08 | 1    | 0.79     |
|                                  | Índice HOMA      | 37.6           | 0.70         | 0.88          | 0.54 | 0.93 | 0.84     |
| Hombres                          | Triglicéridos    | 33.3           | 0.69         | 0.66          | 0.60 | 0.74 | 0.67     |
|                                  | Índice HOMA      | 35.1           | 0.77         | 0.73          | 0.43 | 0.92 | 0.74     |
| <b>GCT BIE (%)</b>               |                  |                |              |               |      |      |          |
| Mujeres                          | Triglicéridos    | 26.5           | 0.88         | 0.62          | 0.62 | 0.88 | 0.72     |
|                                  | Índice HOMA      | 31.2           | 0.80         | 0.67          | 0.33 | 0.94 | 0.69     |
|                                  | Triglicéridos    | 30.2           | 0.77         | 0.69          | 0.65 | 0.80 | 0.72     |
| Hombres                          | Índice HOMA      | 36.2           | 0.57         | 0.85          | 0.48 | 0.89 | 0.80     |
| <b>GI L4-L5(cm<sup>2</sup>)</b>  |                  |                |              |               |      |      |          |
| Mujeres                          | Colesterol total | 38.45          | 0.73         | 0.79          | 0.44 | 0.93 | 0.78     |
|                                  | Triglicéridos    | 32.40          | 0.63         | 0.74          | 0.63 | 0.74 | 0.69     |
| <b>GS L4-L5(cm<sup>2</sup>)</b>  |                  |                |              |               |      |      |          |
| Mujeres                          | Triglicéridos    | 117.90         | 0.88         | 0.65          | 0.64 | 0.88 | 0.74     |
|                                  | Índice HOMA      | 168.52         | 0.70         | 0.77          | 0.39 | 0.93 | 0.70     |
|                                  | Triglicéridos    | 171.06         | 0.60         | 0.71          | 0.63 | 0.74 | 0.69     |
|                                  | Índice HOMA      | 205.67         | 0.74         | 0.86          | 0.57 | 0.93 | 0.84     |
| <b>GI total(cm<sup>2</sup>)</b>  |                  |                |              |               |      |      |          |
|                                  | HOMA             | 144.50         | 0.85         | 0.67          | 0.41 | 0.94 | 0.70     |
| <b>GS total (cm<sup>2</sup>)</b> |                  |                |              |               |      |      |          |
| Mujeres                          | Triglicéridos    | 400.97         | 0.71         | 0.76          | 0.68 | 0.79 | 0.74     |
|                                  | Glucosa          | 535.76         | 1            | 0.77          | 0.07 | 1    | 0.78     |
|                                  | Índice HOMA      | 441.78         | 0.90         | 0.83          | 0.53 | 0.98 | 0.84     |
| Hombres                          | Triglicéridos    | 450.88         | 0.62         | 0.71          | 0.62 | 0.71 | 0.67     |
|                                  | Índice HOMA      | 593.85         | 0.77         | 0.83          | 0.56 | 0.93 | 0.82     |

GCT, grasa corporal total; DEXA, absorciometría dual de rayos x; BIE, bioimpedancia eléctrica; GI L4-L5, grasa intra-abdominal del corte L4-L5; GS L4-L5, grasa subcutánea abdominal del corte L4-L5; GI total, grasa intra-abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); GS total, grasa subcutánea abdominal total (suma de cortes L1-L2,L2-L3,L3-L4 y L4-L5); VPP, valor predictivo positivo; VPN, valor predictivo negativo.

Los resultados del análisis de la exactitud de los indicadores de antropométricos de IMC, C, PT y PSE para predecir la existencia de factores de riesgo cardiometabólico se presentan en la tabla

32. El IMC tuvo una exactitud moderada para identificar elevadas concentraciones de TG en mujeres (ABC= 0.76) y una elevada exactitud para discriminar hiperglucemia (ABC=0.80) y resistencia a la In (ABC=0.84). En hombres, el IMC tuvo una exactitud moderada (ABC=0.78) para discriminar a un elevado índice HOMA. El C tuvo una elevada exactitud para discriminar resistencia a la In en hombres (ABC=0.83) y mujeres (ABC=0.89). El PT y el PSE tuvieron una moderada exactitud ( $\geq 0.72$   $ABC \leq 0.77$ ) en mujeres para identificar hiperglucemia e trigliceridemia. En hombres, el PSE tuvo una moderada exactitud (ABC=0.73) para identificar trigliceridemia. Los resultados anteriores indican que el C tiene la mayor exactitud para discriminar a los participantes con resistencia a la In en ambos sexos y el IMC tiene una mayor exactitud para identificar trigliceridemia, hiperglucemia y resistencia a la In en mujeres.

Tabla 32. Exactitud (área bajo la curva) de IMC, cintura y pliegues adiposos subcutáneos, para identificar para identificar la presencia de factores de riesgo cardiometabólico

|                    | IMC         |             | cintura     |             | PT          |             | PSE         |             |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                    | H           | M           | H           | M           | H           | M           | H           | M           |
| Colesterol total   | 0.47        | 0.60        | 0.50        | 0.56        | 0.47        | 0.62        | 0.60        | 0.48        |
| Colesterol-HDL     | 0.62        | 0.40        | 0.60        | 0.41        | 0.65        | 0.39        | 0.59        | 0.49        |
| Colesterol-LDL     | 0.38        | 0.56        | 0.45        | 0.49        | 0.39        | 0.65        | 0.49        | 0.39        |
| Triglicéridos      | 0.67        | <b>0.76</b> | 0.69        | <b>0.75</b> | 0.67        | <b>0.72</b> | <b>0.73</b> | <b>0.70</b> |
| Glucosa            | 0.60        | <b>0.80</b> | 0.58        | <b>0.77</b> | 0.42        | <b>0.77</b> | 0.34        | <b>0.77</b> |
| Índice HOMA        | <b>0.78</b> | <b>0.84</b> | <b>0.83</b> | <b>0.89</b> | <b>0.80</b> | <b>0.82</b> | <b>0.78</b> | <b>0.81</b> |
| Presión sistólica  | 0.55        | 0.53        | 0.51        | 0.52        | 0.54        | 0.52        | 0.54        | 0.61        |
| Presión diastólica | 0.51        | 0.62        | 0.49        | 0.59        | 0.46        | 0.54        | 0.55        | 0.62        |
| Presión arterial   | 0.60        | 0.56        | 0.59        | 0.54        | 0.57        | 0.53        | 0.60        | 0.64        |

H, hombres, M, mujeres; IMC, índice de masa corporal; cintura, perímetro de cintura; PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo escapular.

En la tabla 33 se muestra, la exactitud de los puntajes Z del IMC, PSE, PT y el percentil del C para los para discriminar la existencia de factores de riesgo cardiometabólico. En mujeres puntaje Z del IMC tuvo una exactitud moderada para identificar elevadas concentraciones de TG e índice HOMA ( $ABC \leq 0.74$ ). El percentil del C tuvo una exactitud moderada para hombres y mujeres con un  $ABC = 0.72$  y  $ABC = 0.75$  respectivamente. En las mujeres el puntaje Z del PT permitió discriminar la existencia de elevadas concentraciones de C-HDL ( $ABC=0.70$ ) y elevado índice HOMA ( $ABC= 0.74$ ). El puntaje Z del PT tuvo una exactitud moderada para predecir valores altos de presión sistólica ( $ABC=0.70$ ) e hipertensión arterial ( $ABC= 0.72$ ) en los hombres.

Tabla 33. Exactitud (área bajo la curva) de puntaje Z IMC, pliegues adiposos subcutáneos, y percentil de perímetro de cintura para identificar factores de riesgo cardiometabólico

|                    | IMC Z |             | Cintura p   |             | PT z |             | PSE Z       |      |
|--------------------|-------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|------|
|                    | H     | M           | H           | M           | H    | M           | H           | M    |
| Colesterol total   | 0.54  | 0.63        | 0.53        | 0.57        | 0.56 | 0.63        | 0.65        | 0.54 |
| Colesterol-HDL     | 0.56  | 0.42        | 0.53        | 0.42        | 0.60 | 0.34        | 0.53        | 0.44 |
| Colesterol-LDL     | 0.40  | 0.65        | 0.43        | 0.60        | 0.43 | <b>0.70</b> | 0.51        | 0.43 |
| Triglicéridos      | 0.66  | <b>0.71</b> | 0.67        | 0.64        | 0.66 | 0.67        | 0.64        | 0.67 |
| Glucosa            | 0.57  | 0.51        | 0.54        | 0.35        | 0.36 | 0.60        | 0.27        | 0.53 |
| HOMA               | 0.65  | <b>0.74</b> | <b>0.72</b> | <b>0.75</b> | 0.67 | <b>0.74</b> | 0.60        | 0.68 |
| Presión sistólica  | 0.65  | 0.55        | 0.64        | 0.55        | 0.64 | 0.55        | <b>0.70</b> | 0.62 |
| Presión diastólica | 0.56  | 0.63        | 0.56        | 0.66        | 0.53 | 0.58        | 0.61        | 0.64 |
| Presión arterial   | 0.68  | 0.61        | 0.68        | 0.64        | 0.65 | 0.59        | <b>0.72</b> | 0.67 |

H, hombres, M, mujeres; IMC, índice de masa corporal; cintura p, percentil perímetro de cintura, PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo escapular; z, puntaje z; p, Percentil.

El punto de corte, la sensibilidad, especificidad y eficacia a partir del cual los indicadores antropométricos fueron capaces de discriminar a los escolares con concentraciones elevadas de TG, G e índice HOMA se presentan en la tabla 34.

El punto de corte del IMC para mujeres para predecir la presencia de elevadas concentraciones de TG y G fue de 19.1 (sen=0.71, esp= 0.74, efic= 0.72) y 21.3 (sen=1, esp=0.81, efic= 0.81) respectivamente.

La diferencia en el punto de corte del C para identificar escolares con un elevado índice HOMA entre sexos es de prácticamente 11 cm, en mujeres fue de 68.9 cm. (sen=0.90, esp=0.77, efi=0.79) y en hombres de 79.8 (sen=0.69, esp=0.90, efi=0.85). En mujeres el punto de corte para discriminar concentraciones elevadas de TG fue de 63.5 cm. (sen= 0.83, esp=0.68, efi=0.74) y para hiperglucemia fue de 71.5 cm. (sen=1, esp=0.75, efi=0.76).

En mujeres el punto de corte del espesor PT para detectar trigliceridemia e hiperglucemia fue de 15.2 mm (sen=0.75, esp=0.65 y efi=0.69) y 20.1 mm (sen=1.00, esp=0.77 y efi=0.78). En mujeres y hombres se encontró que el punto de corte del PT para identificar resistencia a la In fue similar 19.3 mm y 19.5 mm, respectivamente con un rango de sen ≤ 0.7, esp ≤ 0.81 y efi ≤ 0.76.

El punto de corte de 10.5 mm en mujeres y de 14.8 mm de espesor del PSE fue capaz de discriminarla presencia de concentraciones elevadas de TG con sen=0.88, esp= 0.59 y efi= 0.71 en mujeres y una sen=0.73, esp=0.69 y efi=0.70 en hombres. El punto de corte para el espesor del PSE para discriminar un elevado índice HOMA fue de 16.9 mm en mujeres (sen=0.80, esp=0.75, efi=0.76) y 15.2 mm (sen=0.83, esp=0.69, efi= 0.72) en hombres. En el caso de las mujeres el PSE fue capaz de identificar una G elevada a partir de los 19.6 mm con sen=1.00, esp= 0.75 y efi= 0.76.

En mujeres el puntaje Z del IMC de 1.46 predijo la presencia de TG elevados (sen= 0.63, esp=0.76, efic=0.71). Para mujeres y hombres el puntaje Z del IMC que discrimina la presencia de resistencia a la In fue de 2.1 (sen=0.50, esp=0.88, efi= 0.74) y 2 (sen =0.77, esp =0.57 y efi =0.62).

En hombres y mujeres a partir del percentil 90 del C se identifican a escolares con resistencia a la In.

El punto de corte del puntaje Z del PT para elevadas concentraciones de C-LDL e índice HOMA fue de 1 (sen=0.80, esp=0.60 y efi=0.62) y 1.1 (sen=0.70, esp=0.63 y efi=0.64) respectivamente.

El puntaje z de 1.9 del PSE identificó escolares con una presión sistólica y una TA elevada. En resumen, los puntos de corte del C para discriminar resistencia a la In en mujeres tiene la más alta sen (0.90), tanto en mujeres como en hombres tiene la más alta esp (0.90) y la más alta efi (0.85)

Tabla 34. Puntos de corte, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y eficiencia del IMC, cintura y pliegues adiposos subcutáneos para identificar factores de riesgo cardiometabólico.

|                               |                   | Puntos de Corte | sensibilidad | especificidad | VPP  | VPN  | Eficacia |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------|------|------|----------|
| <b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b> |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Triglicéridos     | 19.1            | 0.71         | 0.74          | 0.65 | 0.78 | 0.72     |
|                               | Glucosa           | 21.3            | 1.00         | 0.81          | 0.08 | 1.00 | 0.81     |
|                               | Índice HOMA       | 20.1            | 0.80         | 0.77          | 0.42 | 0.95 | 0.78     |
| Hombres                       | Índice HOMA       | 22.9            | 0.77         | 0.81          | 0.53 | 0.93 | 0.80     |
| <b>Cintura (cm)</b>           |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Triglicéridos     | 63.5            | 0.83         | 0.68          | 0.65 | 0.85 | 0.74     |
|                               | Glucosa           | 71.5            | 1.00         | 0.75          | 0.07 | 1.00 | 0.76     |
|                               | Índice HOMA       | 68.9            | 0.90         | 0.77          | 0.45 | 0.97 | 0.79     |
|                               | Índice HOMA       | 79.8            | 0.69         | 0.90          | 0.64 | 0.91 | 0.85     |
| <b>PT (mm)</b>                |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Triglicéridos     | 15.2            | 0.75         | 0.65          | 0.60 | 0.79 | 0.69     |
|                               | Glucosa           | 20.1            | 1.00         | 0.77          | 0.07 | 1.00 | 0.78     |
|                               | Índice HOMA       | 19.3            | 0.70         | 0.81          | 0.44 | 0.93 | 0.76     |
| Hombres                       | Índice HOMA       | 19.5            | 0.69         | 0.75          | 0.43 | 0.90 | 0.74     |
| <b>PSE (mm)</b>               |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Triglicéridos     | 10.5            | 0.88         | 0.59          | 0.60 | 0.87 | 0.71     |
|                               | Glucosa           | 19.6            | 1.00         | 0.75          | 0.07 | 1.00 | 0.76     |
|                               | Índice HOMA       | 16.9            | 0.80         | 0.75          | 0.40 | 0.95 | 0.76     |
| Hombres                       | Triglicéridos     | 14.8            | 0.73         | 0.69          | 0.63 | 0.77 | 0.70     |
|                               | Índice HOMA       | 15.2            | 0.83         | 0.69          | 0.40 | 0.94 | 0.72     |
| <b>IMC (Z)</b>                |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Triglicéridos     | 1.46            | 0.63         | 0.76          | 0.65 | 0.74 | 0.71     |
|                               | Índice HOMA       | 2.1             | 0.50         | 0.88          | 0.45 | 0.89 | 0.81     |
| Hombres                       | Índice HOMA       | 2.0             | 0.77         | 0.57          | 0.33 | 0.90 | 0.62     |
| <b>Cintura ( Percentil)</b>   |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Índice HOMA       | 90              | 1.00         | 0.08          | 1.00 | 0.18 | 0.24     |
| Hombres                       | Índice HOMA       | 90              | 1.00         | 0.125         | 0.23 | 1.00 | 0.31     |
| <b>PT (z)</b>                 |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Mujeres                       | Colesterol-LDL    | 1.0             | 0.80         | 0.60          | 0.16 | 0.97 | 0.62     |
|                               | Índice HOMA       | 1.1             | 0.70         | 0.63          | 0.28 | 0.91 | 0.64     |
| <b>PSE (z)</b>                |                   |                 |              |               |      |      |          |
| Hombres                       | Presión sistólica | 1.9             | 0.73         | 0.70          | 0.44 | 0.89 | 0.70     |
|                               | Presión arterial  | 1.9             | 0.68         | 0.71          | 0.52 | 0.83 | 0.70     |

IMC, índice de masa corporal; cintura, perímetro de cintura, PT, pliegue adiposo subcutáneo del tríceps; PSE, pliegue adiposo subcutáneo escapular; z, puntaje z; PC, punto de corte; SEN, sensibilidad; ESP, especificidad; VPP, valor predictivo positivo; VPN, valor predictivo negativo.

## 7. Discusión

La presente investigación estuvo encaminada a identificar los indicadores antropométricos (IMC, C, PSE, PT) y no antropométricos (GCT, GI y GS) que tienen mayor asociación con factores de riesgo cardiometabólico en escolares de 6 a 12 años de la Ciudad de México. Además se establecieron los puntos de corte de indicadores antropométricos y no antropométricos para identificar a escolares con mayor probabilidad de presentar riesgo cardiometabólico.

### 7.1 Diferencias en grasa corporal por edad y sexo

Entre sexos existen diferencias en los cambios del %GCT en la población pediátrica: en los hombres el %GCT se incrementa hasta los 10 o 11 años de edad y después decrece hasta los 18 años aproximadamente; mientras que en las mujeres tienden a incrementar gradualmente el %GCT hasta los 20 años.<sup>70,71</sup> Estas diferencias se atribuyen a las diferencias en el inicio de la maduración sexual y el dimorfismo sexual en la composición corporal que se desarrolla durante la pubertad<sup>82</sup>.

En las niñas de la Ciudad de México las diferencias en el %GCT-medido con DEXA- entre los grupos de edad fueron similares a las observadas en niñas de Estados Unidos y Corea<sup>70,83</sup>: fue mayor en las de 11 años y menor en el grupo de 12 años. Encontramos que en nuestro estudio, la media más alta del %GCT fue en los niños de 8 a 9 años; mientras que en los grupos de mayor edad la media fue menor. Este “pico” observado del %GCT en los escolares mexicanos difiere de lo observado en otras poblaciones, donde el valor máximo de la media del %GCT se observa hasta los 12 años aproximadamente.<sup>70,83</sup>

Las discrepancias señaladas en primer término pueden deberse a los criterios de selección, ya que al tratarse de un estudio de validez diagnóstica se utilizó un muestreo por cuotas encaminado a tener la misma proporción de niños con peso normal, sobrepeso y obesidad evaluados con el IMC. Otro factor que puede explicar las discrepancias es el reducido número de niños en ciertos grupos de edad y sexo, por ejemplo, solo se incluyeron cuatro niñas de 12 años.

### 7.2 Medición de la grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal

Existen pocos estudios donde se cuantifica la cantidad de GI y GS en población pediátrica. La acumulación GI y GS está asociada con el desarrollo de diversas enfermedades metabólicas y cardiovasculares. La acumulación de la GI se asocia con hiperlipidemia e hiperglicemia por su alta actividad lipolítica y la desregulación de la secreción de adipocitocinas.<sup>84,85</sup> Mientras que los adipocitos de la GS pueden ser infiltrados por macrófagos produciendo un perfil inflamatorio asociado a un riesgo metabólico.<sup>16</sup> Debido a las consecuencias a la salud que puede tener la acumulación GI y GS es importante cuantificarla y determinar la cantidad asociada con factores de riesgo cardiometabólico en la población pediátrica.

En los escolares evaluados en el presente estudio, las medias de GI L4-L5 (41.5 cm<sup>2</sup>) y GS L4-L5 (313 cm<sup>2</sup>) fueron menores en comparación con niños con sobrepeso y obesos hispano-americanos de 7 a 16 años donde las medias de reportadas de GI y GS fueron 44.4 cm<sup>2</sup> y 325 cm<sup>2</sup> respectivamente. Para niños caucásicos y afro-americanos de 7 a 11 años con obesidad, también encontramos que las medias de GI (48.1 cm<sup>2</sup> a 80.06 cm<sup>2</sup>) son mayores en dichas poblaciones en comparación con nuestra media y la GS fue mayor en niños afro-americanos (437 cm<sup>2</sup>).<sup>86,87</sup> En niños y adolescentes de Japón<sup>47,88</sup> y Corea entre 6 y 18 años con sobrepeso u obesidad,<sup>46,89-91</sup> el rango de media de GI (44.7 a 87.3 cm<sup>2</sup>) fue menor en comparación con nuestra media (41.5 cm<sup>2</sup>) y la media de GS (196 cm<sup>2</sup> a 324 cm<sup>2</sup>) fue mayor (313 cm<sup>2</sup>) que en los escolares evaluados en esta investigación.

Por otra parte, en los estudios donde no solo se incluye sujetos con sobrepeso u obesidad la media de GI L4-L5 en nuestro estudio es mayor y sobre todo la GS L4-L5 la cual es entre 50% y 100% mayor en comparación con población euro-americanos y afro-americanos. En los escolares de nuestro estudio la media de la GI L4-L5 fue menor (34.40 cm<sup>2</sup> vs 41.2 cm<sup>2</sup>) y la GS mayor (155.76 cm<sup>2</sup> vs 121.8 cm<sup>2</sup>) en comparación con una muestra<sup>92</sup> de niños hispano-americanos de 7 a 12 años. Asimismo, la media de GI L4-L5 de los escolares de la muestra es menor aproximadamente 11.4 cm<sup>2</sup> en comparación con niños pre-púberes caucásicos<sup>93</sup> y la GS es mayor en 15.2 cm<sup>2</sup>.

Al interior de la población pediátrica de Estados Unidos de Norteamérica (E.E.U.U.) se han identificado diferencias entre grupos étnicos respecto a la cantidad de GI y GS: la población hispana tiende a tener mayor GI y GS en comparación los con euro-americanos, afro-americanos y caucásicos.<sup>86,92</sup> Estas diferencias étnicas en la distribución de la adiposidad parecen ser explicadas por diferencias genéticas y ambientales que no son bien conocidas.<sup>94</sup>

En una muestra de pre-púberes (n= 46) de México se estimó el volumen de GI de 7.1 cm<sup>3</sup> y 27.1 cm<sup>3</sup> en sujetos con peso normal y sobrepeso, respectivamente; y los volúmenes de GS de 36.8 cm<sup>3</sup> y 231.4 cm<sup>3</sup>, respectivamente<sup>95</sup> lo que sugiere que los sujetos con sobrepeso tienen mayor cantidad de GI y GS en comparación con los sujetos con peso normal. Sin embargo, por diferencias en la métrica (se midió la grasa en volumen y no se describió como se calculó el volumen) no son comparables con nuestro estudio donde se estimó el área de la GI y GS.

En los voluntarios estudiados de la Ciudad de México, las medias de GI L4-L5 y GS L4-L5 entre hombres y las mujeres; no fueron estadísticamente significativas, aunque los niños de mayor edad tendieron a tener valores más altos de GI y GS. En población caucásica y afro-americana de 4 a 12 años se ha observado que la GI se incrementa significativamente con la edad.<sup>96</sup> Un estudio donde se evaluó la GI y la GS en población estadounidense que incluyó sujetos de entre 5 a 18 años de edad concluye que hay una mayor cantidad de GI a mayor edad y no hay diferencias entre hombres y mujeres en la cantidad de GI.<sup>97</sup> En afro-americanos, caucásicos, japoneses de

entre 5 y 15 años de edad no se han reportado diferencias entre las medias de GI y GS entre hombres y mujeres, aunque en los hombres existe mayor acumulación.<sup>91,98</sup>

Las diferencias en GS y GI de acuerdo al sexo y la edad observadas en los niños de la Ciudad de México pueden atribuirse a que alrededor del 89% eran pre-púberes y el 11% se encontraban al inicio del brote puberal (la mayoría mujeres) y probablemente se observaron diferencias entre sexo para GI debido a que los cambios hormonales durante la pubertad que contribuyen a la diferenciación sexual también determinan la distribución de la grasa.<sup>42</sup> Los niños acumulan más GI durante la niñez antes de la pubertad en comparación con las niñas, en los niños el incremento de la GI es independiente de la GCT durante la niñez.<sup>94</sup>

Los sitios anatómicos más usuales para medir la GI y la GS abdominal son la L4-L5.<sup>16</sup> En este estudio se observó que el ombligo no es una ideal referencia porque éste se puede ubicar por arriba o por debajo de la L4-L5 del sujeto (ver anexo VII). Al no tener una correspondencia anatómicamente con un punto óseo de referencia que es fijo, puede ocasionar un sesgo de medición. Por ello, se utilizó en el análisis la imagen del corte L4-L5 en cm<sup>2</sup>, el cual es el procedimiento más utilizado para caracterizar el área (cm<sup>2</sup>) de la GI y GS.<sup>99</sup> Sin embargo, algunos autores han cuantificado el volumen de ambas grasas con distintos métodos, lo cual dificulta las comparaciones.<sup>100-103</sup>

No existe un solo procedimiento para la cuantificación de GI y GS a partir de las imágenes obtenidas. En la mayoría de los estudios se utilizan software que forman parte de los equipos de TC o RM; o bien, utilizando software para el manejo de las imágenes para su segmentación semiautomática. El problema de este tipo de software es que no son de libre acceso. El software utilizado en esta investigación para la segmentación y selección del área considerada como GI y GS tiene la ventaja de ser de libre acceso, permitiendo una alta la reproducibilidad de la técnica presentada.

### **7.3 Diferencias entre métodos en las estimaciones de la prevalencia de obesidad**

El método DEXA tiene una buena precisión, baja dosis de radiación y es útil para la evaluación de la composición corporal y es considerado como un estándar de oro,<sup>104-106</sup> sin embargo, es difícil su acceso por el elevado costo del equipo. Otra alternativa para cuantificar el %GCT es la BIE. Este método es válido y preciso para evaluar la composición corporal. Se puede utilizar para estimar la masa grasa correlacionada con enfermedades cardiovasculares y puede ser aplicado en estudios epidemiológicos.<sup>107,108</sup> La antropometría es el método más económico y de fácil acceso, pero se trata de indicadores de la composición corporal indirectos.

Se encontraron diferencias en la prevalencia de obesidad diagnosticada de acuerdo a las curvas percentilares de %GCT y los indicadores antropométricos. La prevalencia de obesidad en la muestra (4.2%) fue menor estimada con las curvas percentilares de %GCT de población pediátrica estadounidense,<sup>70</sup> en comparación con las curvas percentilares de %GCT medida con

BIE en población pediátrica británica en 1985 sujetos (57.1%).<sup>71</sup> Esta prevalencia es menor cuando se utilizan los indicadores antropométricos para identificar, obesidad, obesidad abdominal y muy alta adiposidad: 37% con IMC, 31.1% con C, 29.4% con PSE y 16.8% con PT.

En los escolares estudiados de la Ciudad de México se observó que al considerar como referencia las curvas percentilares para el diagnóstico obtenido con %GCT estimado por impedancia, los indicadores antropométricos subestimaron los casos de obesidad. En una muestra de 5622 adolescentes blancos, negros y mexico-americanos de E.E. U.U reportaron que los mexico-americanos en promedio tuvieron mayor %GC para un determinado IMC en comparación con los blancos y negros, por lo que el IMC no representa el mismo grado de adiposidad (%GCT medido con DEXA) para los diferentes grupos étnicos.<sup>109</sup>

El IMC define la obesidad basada en el peso y no en la adiposidad per se en niños. No se ha establecido un consenso sobre el punto de corte del IMC por edad y sexo para identificar a niños quien en un futuro tendrán una salud adversa debido al sobrepeso u obesidad.<sup>9</sup> Por lo que se sugiere que la discrepancia entre la prevalencia de sobrepeso y obesidad de acuerdo a las diferentes curvas percentilares para el IMC y %GCT se reducirían si se establecieran puntos de corte basados en riesgo a la salud como el riesgo cardiometabólico.<sup>110</sup>

#### **7.4 Indicadores de riesgo cardiometabólico**

En la presente investigación la prevalencia de sujetos con tres o más factores de riesgo fue mayor (28%) a lo reportado en otros estudios realizados en población pediátrica mexicana donde la prevalencia fue entre 9% y 20%.<sup>56-58</sup> Aunque nuestro estudio no es de prevalencia, a continuación se comentan los resultados de análisis descriptivo con el objetivo de caracterizar a la muestra estudiada.

Los indicadores de riesgo con mayor prevalencia en la muestra estudiada fueron: elevadas concentraciones de C-T (23.5%) y TG (15.1%), valores altos de índice HOMA (19.3%) y de presión arterial (19%). En sujetos obesos mexicanos de entre 11 y 13 años de edad del estado de Campeche<sup>58</sup>, la prevalencia de: elevadas concentraciones de C-T fue menor (11%), la concentración de C-LDL fue parecida (11%) y la de TG fue mayor (29%) a la observada en los escolares aquí evaluados. En población pediátrica del Nuevo León y de la Ciudad de México<sup>56,57</sup> la prevalencia de hipertrigliceridemia fue más alta (21% y 25%) que la encontrada en los escolares de la Ciudad de México. En un estudio longitudinal del *National Heart, Lung, and Blood Institute Princeton* con población de 6 a 18 años estadounidense (caucásicos y afro-descendientes)<sup>111</sup> se encontró que las concentraciones elevadas de TG en la infancia fue el único predictor independiente y significativo de las enfermedades cardiovasculares; mientras que las concentraciones de C-HDL, C-LDL, G y TA no predijeron dichas condiciones (43). En población pediátrica obesa inglesa, se reporta que la concentración de TG es predictor independiente de factores de riesgo cardiovascular.<sup>112</sup> Es importante destacar que en los escolares de la Ciudad de

México la prevalencia de concentraciones anormales de TG fue la segunda de mayor importancia entre los indicadores de dislipidemia.

En sujetos de entre 6 a 13 años provenientes de estados del centro del país (San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro)<sup>113</sup> la prevalencia para el índice HOMA fue más elevada (24%) en comparación con la encontrada en este estudio (19.3%). En la muestra estudiada, la prevalencia de pre hipertensión (19%) fue similar a la de otras poblaciones pediátricas de la Ciudad de México (19.2%-22.8%).<sup>27,57</sup> Sin embargo, dicha prevalencia fue mayor a la reportada en otro estudio realizado con sujetos de la Ciudad de México de entre 8 y 12 años de edad con una prevalencia menor al 9%.<sup>27,28</sup>

En la presente investigación al no tratarse de un estudio de prevalencia, los niños con sobrepeso y obesidad fueron 2 terceras partes del total de la muestra, mientras que en los estudios donde comparamos la prevalencia en población pediátrica con tres o más factores de riesgo, la prevalencia de sobrepeso y obesidad es de aproximadamente de una tercera a una cuarta parte<sup>56-58</sup>. Las diferencias en la prevalencia de factores de riesgo pudieran deberse a una mayor prevalencia de obesidad en nuestra muestra. Las diferencias en la prevalencias del índice HOMA en diferentes regiones del país pudiera tener un componente genético que se ve influenciado por estilos de vida.<sup>113</sup> La dieta (consumo excesivo de grasa y azúcares), poca actividad física, la etnia y el desarrollo económico de diferentes áreas pueden contribuir a las diferencias de las concentraciones de lípidos en niños de diferentes regiones<sup>114</sup>.

## **7.5 Asociación de indicadores antropométricos y no antropométricos con el riesgo cardiometabólico.**

### **a) Correlaciones de grasa intra-abdominal y grasa subcutánea**

En los voluntarios del presente estudio tanto la GI como la GS se asociaron positivamente y con una fuerza moderada con las concentraciones de In y el índice HOMA. En el caso de GS (L4-L5), en población japonesa obesa de 6 a 14 años<sup>88</sup> se reportan correlaciones débiles con In. La correlación entre GI con índice HOMA en población japonesa y población estadounidense blanca y negra de 7 a 11 años<sup>88,115</sup> fue más fuerte ( $r=0.43$ ) y  $r=0.40$ , respectivamente) que en nuestra muestra ( $r=0.25$ ).

Se reconoce que la asociación de GI y GS con la In e índice HOMA puede ser por la diferencia en el tamaño de los adipocitos entre estos dos compartimentos. En la GI hay un mayor número de adipocitos y son de mayor tamaño que en la GS. Los adipocitos de mayor tamaño son insulino-resistentes y los adipocitos de menor tamaño son más insulino-sensibles.<sup>116</sup> La GI tiene una alta actividad lipolítica debido a las catecolaminas que regulan la lipólisis a través de la concentración de adreno-receptores  $\beta$  ( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ). Particularmente, el  $\beta_3$  disminuye el número de receptores  $\alpha_2$  (de anti-lipólisis), favoreciendo con ello la lipólisis y la liberación de ácido grasos libres de la GI al

hígado a través del sistema porta. La GS menos sensible al efecto de receptores  $\beta_3$ , por lo que es más sensible al efecto anti-lipolítico de la In.<sup>15,117</sup>

Además, la GI secreta más citoquinas proinflamatorias (i.e IL-6 y TNF- $\alpha$ ) y menos adipocinas (i.e adiponectina y leptina).<sup>84</sup> La IL-6 y TNF- $\alpha$  se asocian con resistencia a la In; mientras que las concentraciones elevadas de adiponectina se asocia negativamente con la resistencia a la In.<sup>118,119</sup> Las citoquinas pro-inflamatorias afecta la homeostasis de la G y la función de las células  $\beta$ . El TNF- $\alpha$  puede alterar la captación de la G porque altera la actividad del transportador GLUT4 insulino-sensible, provocando con ello resistencia de In en hígado y músculos.<sup>120-122</sup> El incremento de las citoquinas inflamatorias<sup>122</sup> también produce incremento de macrófagos y de la lipotoxicidad en los tejidos periféricos contribuyendo con ello a la resistencia a la In. La “teoría portal” plantea que la exposición directa del hígado a cantidades crecientes de ácidos grasos libres y factores pro-inflamatorios liberados por la GI a la vena porta contribuyen al desarrollo de la resistencia a la In en el hígado y a esteatosis hepática.<sup>123,124</sup>

La acumulación en exceso de lípidos en los adipocitos y el depósito ectópico de grasa en el hígado y músculos también puede llevar a la resistencia a la In a través de la formación de productos metabólicamente tóxicos.<sup>122</sup>

En revisiones Patel y Abate<sup>125,126</sup> mencionan que la asociación de la GS con las concentraciones de In se debe a la gran cantidad de volumen de este tipo de grasa, de modo que la GS puede contribuir al flujo sistémico de ácidos grasos libres. De este modo, la distribución y la función del tejido adiposo en diferentes compartimientos del cuerpo pueden ser heterogéneos y pueden contribuir diferencialmente a resistencia a la In. Cambiar el enfoque de que la GI es el único contribuyente a la resistencia a la In, puede ayudar a entender mejor la relación de la obesidad y la resistencia a la In,<sup>126</sup> debido a que la GS también se asocia con las concentraciones de In.

En los niños de la ciudad de México la correlación de la GI y la GS fue débil y positiva con TG y negativa con las concentraciones de C-HDL. Ni la GI ni la GS se asociaron con las concentraciones de C-T, C-LDL y G. En población estadounidense (blanca y negra) de 7 a 11 años,<sup>115</sup> reportan hallazgos similares, de la GS con C-HDL  $r=0.34$ , y con TG ( $r=0.22$ ), la GI tuvo correlaciones moderadas entre C-HDL y TG, y en nuestra muestra son bajas. En el caso de GS (L4-L5), en la niños japoneses obesos de 6 a 14 años<sup>88</sup> se reporta correlaciones débiles similares con nuestro estudio para TG y C-HDL. En ambos estudios<sup>88,115</sup> hay una correlación moderada entre GI con TG ( $r=0.50$  y  $r=0.46$  respectivamente), en este estudio la correlación fue baja ( $r=0.23$ ).

Tchernof y Després,<sup>119</sup> mencionan que la hipertrigliceridemia y la baja concentración de C-HDL son las dos mayores anomalías asociadas con la obesidad abdominal, mientras que el C-T y C-LDL generalmente están en un rango de normalidad. Sin embargo, las personas con obesidad abdominal presentan mayor proporción de lipoproteínas C-LDL con menor tamaño y más densas, además presentan aumento de apolipoproteína B en las LDL, las cuales son mejores predictores

de riesgo de enfermedad coronaria.<sup>127</sup> Rizzo et al<sup>128</sup> confirmaron que las LDL pequeñas y densas son un factor predictivo independiente de eventos cerebro-vasculares. En nuestro estudio no se evaluó el fenotipo de las lipoproteínas de baja densidad, solo la concentración, lo cual sugerimos incluir en futuras investigaciones.

La GI se asocia con dislipidemia por el aumento de ácidos grasos, la disfunción de mitocondrias en los adipocitos y el aumento de la enzima 11 $\beta$ -HSD1. La excesiva acumulación de la grasa visceral incrementa la circulación de ácidos grasos libres y con ello se promueve el aumento de la secreción de LDL, siendo factor de riesgo para enfermedad coronaria aterosclerótica.<sup>106</sup> También la hipertrofia de los adipocitos genera la disfunción de las mitocondrias que incrementa la fosforilación de la perilipin (proteína reguladora intra-adipocitos que almacena lípidos y protege contra de la actividad lipolítica de la lipasa), lo cual aumenta la lipólisis intra-adipocito y favoreciendo el desarrollo de dislipidemia.<sup>61,106</sup> El incremento de la actividad de la enzima 11 $\beta$ -HSD1 (producida en los adipocitos) de la GI se correlaciona con dislipidemia a través de la activación de glucocorticoides que incrementan la lipólisis y la liberación de ácidos grasos.<sup>106,129</sup>

#### **b) Correlaciones de GI y GS con factores de riesgo cardiometabólico**

En esta investigación se estimó el área de la GI y GS (L4-L5) con el corte de la imagen correspondiente a L4-L5 y además se obtuvo el área de la GI total y la GS total con la sumatoria de cuatro cortes (L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5). Se observaron diferencias entre la fuerza de asociación de la GI (L4-L5) y GI total con In e índice HOMA. Las asociaciones entre la GI total con In e índice HOMA son moderadas ( $r \leq 50$ ), mientras que las asociaciones entre la GI (L4-L5) con In e índice HOMA son débiles ( $r \leq 35$ ). En el caso de la GS, ambas estimaciones (L4-L5 o total) se correlacionaron de forma moderada con In e índice HOMA. Se sugiere que existe una mayor asociación entre el área de la GI calculada con un mayor número de imágenes con In e índice HOMA. En población afro-americana y euro-americana de 8 a 18 años, el lugar de la medición de la GI, así como la forma en que ésta es determinada tiene influencia en las asociaciones con los factores de riesgo cardiometabólico, siendo mejor la cuantificación de la GI, 5 cm por arriba del corte L4-L5.<sup>130</sup>

Se propone el análisis del efecto que posiblemente tenga la razón matemática de la GS y la GI sobre los indicadores de metabolismo de G (índice HOMA e In). Específicamente, se plantea que conforme la GS es mayor que la GI, la correlación de la primera con la In y el índice HOMA puede ser más fuerte que con la segunda. En apoyo a este hipótesis, en la muestra estudiada de los niños de la Ciudad de México la media de la GS y total fue 4.5 veces mayor en comparación con la media de la GI total, siendo la GS total la que tuvo una asociación con la In ( $r=0.53$ ) más fuerte que la GI total ( $r=0.53$ ) con la In tuvo una asociación débil ( $r= 0.35$ ). En sujetos euro-americano y afro-americanos de 7 a 11 años<sup>115</sup> la media de la GS total fue 5.3 veces mayor que la media de la GI y la primera tuvo mayor asociación con la In ( $r= 0.40$ ) en comparación con la GI ( $r=0.34$ ). En

contraste, en otras investigaciones<sup>88,93</sup> en donde la GS fue aproximadamente 3.3 veces mayor que la GI, esta grasa tuvo mayor asociación con la In ( $r \geq 0.54$ ) en contraste con la GS ( $r \leq 0.52$ ). Por lo anterior, en el futuro convendría seguir analizando la razón de la GS y la GI, para conocer si en la población pediátrica a mayor razón de GS, existirá una mayor fuerza de asociación con la In e índice HOMA en comparación con la GI, con lo cual se contribuirá a la mejor comprensión de la función del tejido adiposo en los diferentes depósitos entre poblaciones.

### **c) Correlaciones de indicadores antropométricos y no antropométricos con factores de riesgo cardiometabólico**

Los indicadores no antropométricos (GI, GS y GCT) y los indicadores antropométricos (IMC, C, PT y PSE) en general se asociaron con indicadores de metabolismo de G (glucemia, In e índice HOMA). En los escolares de la Ciudad de México el C, IMC, PT, PSE y los puntajes Z de IMC, PT y PSE se asociaron moderadamente con In e índice HOMA.

En los niños de la Ciudad de México, el indicador antropométrico con mayor fuerza de asociación con In e índice HOMA fue el C ( $r=0.61$  y  $r= 0.59$ ). En población argentina de 6 a 13 años<sup>131</sup> el C tuvo una fuerza de asociación moderada para In ( $r=0.59$ ). En población estadounidense de entre 5 y 17 años del "*Bogalusa Heart Study*"<sup>132</sup> la fuerza de asociación fue de moderada ( $r=0.51$ ). Sin embargo, en población australiana de 7 a 15 años se encontró una fuerza de asociación débil ( $r= 0.16$ ). En niños y adolescentes se ha probado que el C es un predictor de In y enfermedades cardiometabólicas independiente del IMC y grupo étnico (66). El C se ha asociado con riesgo cardiometabólico por la fuerte relación que existe entre el exceso de grasa abdominal y la GI.

<sup>120,133,134</sup>

Otro indicador antropométrico con fuerza de asociación moderada con In e índice HOMA fue el puntaje Z del PSE ( $r=0.59$  y  $r= 0.59$ ). Cabe señalar que el puntaje Z del PSE ha sido poco estudiado. En sujetos de 6 a 10 años provenientes del Estudio Longitudinal para la Evaluación de Riesgo Cardiometabólico en Población Joven de Bucaramanga (Colombia)<sup>135</sup> la fuerza de asociación del puntaje Z del PSE con In e índice HOMA también fue moderada. En niños entre 5 a 18 años se reporta que existe una correlación alta ( $r \geq 0.84$ ) entre el PSE y PT con la GCT estimada con BIE y DEXA,<sup>136,137</sup> siendo los pliegues subcutáneos mejores predictores de adiposidad en la juventud que el IMC.<sup>138</sup>

En los escolares de la Ciudad de México el puntaje Z del IMC tuvo una correlación moderada con In e índice HOMA, ( $r=0.57$ ,  $r=0.55$ ). En población pediátrica de Suecia<sup>139</sup> las asociaciones entre IMC con In e índice HOMA fueron moderadas ( $r=0.45$  y  $r=0.49$ ). Mientras que en población australiana de 7 a 15 años la fuerza asociación de IMC con In fue débil ( $r=0.11$ ).<sup>140</sup> En pre-púberes colombianos<sup>135</sup> se reportó una fuerza de asociación menor entre el puntaje Z del IMC con índice HOMA ( $r=0.48$ ) en comparación con nuestro estudio. Aunque, el IMC ha sido usado como una medida de adiposidad, es más preciso considerarlo como una medida de la masa total.<sup>136</sup> En

población de E.E.U.U de 5 a 18 años, el puntaje Z del IMC explica más del 80% de la varianza medida con DEXA, lo que lo hace un buen indicador de adiposidad.<sup>136</sup> Además de que el exceso de peso identificado con el IMC se asocia con factores de riesgo cardiometabólico.<sup>141-143</sup>

En los niños de la ciudad de México la fuerza de asociación fue moderada entre el %GCT con la ln ( $r=0.57$ ). Es escasa la información sobre la fuerza de asociación entre %GCT estimado con DEXA o bioimpedancia eléctrica con factores de riesgo cardiometabólico en población escolar. En niños obesos caucásicos y afro-descendientes de 7 a 11 años,<sup>115</sup> se reportó una fuerza de asociación débil entre %GCT con ln ( $r=0.35$ ). En una cohorte de 30 de sujetos pre-púberes italianos, el %GCT se asoció moderadamente con la ln ( $r=0.46$ ). Mientras que datos provenientes de un estudio longitudinal en pre-púberes afro-americanos y caucásicos<sup>93</sup> tuvo una fuerza de asociación moderada y alta con ln ( $r=0.52$  y  $r=0.86$  respectivamente).

Los indicadores antropométricos y no antropométricos en general se asociaron con C-HDL y TG, pero no con C-T y C-LDL. En nuestro estudio, el %GCT (estimado con DEXA) tuvo la mayor fuerza de asociación ( $r=-0.34$ ) con el C-HDL ( $r=-0.34$ ) y los TG ( $r=0.30$ ) y no tuvo asociación con C-T y C-LDL. En el estudio "Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)"<sup>105</sup> con población inglesa que incluyó más de 4000 niños de entre 8 y 11 años las asociaciones entre %CGT (estimado con DEXA) con C-HDL, TG y C-LDL fueron bajas ( $r=-0.28$ ,  $r=0.21$  y  $r=0.18$ , respectivamente), y no se relacionó con el C-T. En hombres de 8 a 19 años, se ha encontrado que la alta adiposidad (mediada por DEXA) se asocia con concentraciones elevadas de TG y bajas de C-HDL, pero no se observa en mujeres.<sup>144</sup>

El C y el IMC también se asociaron con C-HDL y TG ( $r\leq -0.29$  y  $r\leq 0.28$  respectivamente). Nuestros resultados son similares con lo reportado en la literatura. En escolares argentinos de 6 a 13 años la fuerza de asociación entre el C con C-HDL es moderada ( $r=-0.45$ ) y con TG es baja ( $r=0.28$ ). En sujetos de entre 7 y 15 años existió una correlación positiva débil entre IMC con C-HDL y TG ( $r=-0.15$  y  $r=0.26$ ).<sup>145</sup> En el estudio Bogalusa, que incluyó 6866 sujetos de entre 5 y 17 años, las correlaciones (ajustadas por, edad, sexo, raza y periodo de estudio) fueron débil entre IMC con TG ( $r=0.33$ ) y con C-HDL ( $r=-0.21$ ).<sup>146</sup> En el estudio ALSPAC la fuerza de asociación entre el C con C-HDL ( $r=-0.28$ ) y TG( $r=0.22$ )<sup>105</sup> fueron similares a las encontradas en nuestro estudio, lo anterior sugiere que el C e IMC tienen una baja fuerza de asociación con las concentraciones de C-HDL y TG.

Puede apreciarse consistentemente elevadas concentraciones de TG y concentraciones bajas de C-HDL en niños con sobrepeso y obesidad. El exceso de tejido adiposo conduce a una disfunción de los adipocitos tipificada por inflamación local y elevación en las citoquinas pro-inflamatorias.<sup>147</sup>

El IMC tiene una fuerte asociación con la GCT ( $r=0.87$ )<sup>148</sup>, lo cual explicaría su asociación con factores de riesgo cardiometabólico.<sup>146</sup>

En los escolares estudiados no se encontraron asociación entre el C-T y el C-LDL con los indicadores antropométricos y no antropométricos. De igual modo, en una muestra de 64 niños

obesos caucásicos y afro-descendientes de 7 a 11 años no existió asociación de la GI, GS y %GCT con C-T y C-LDL.<sup>115</sup> El estudio *ALSPAC*<sup>105</sup> reportó asociaciones débiles del C e IMC ( $p < 0.001$ ) con C-T y C-LDL ( $r \leq 0.13$ ) y de %GCT (medido con DEXA) con C-T y C-LDL ( $r \leq 0.18$ ). Con datos del estudio *Bogalusa*<sup>132,146</sup> que agrupó a 6866 escolares se estimó una fuerza de asociación débil del C-LDL con IMC, C, PSE y PT ( $r \leq 0.20$ ). Un estudio longitudinal en población estadounidense (caucásicos y afro-descendientes) evaluó a 2531 sujetos entre 2 y 17 años de edad, se observó que después de ajustar por edad, sexo y raza, el IMC y PT se asoció débilmente con la concentración de C-T y C-LDL ( $r \leq 0.10$ ), aunque en este caso la correlación pudo ser resultado del tamaño de muestra.

En la muestra estudiada, los indicadores que tuvieron mayor fuerza de asociación positiva con la TD fue el puntaje Z del IMC y el puntaje Z del PT ( $r = 0.23$ ); mientras que el %GCT (medido con impedancia) tuvo fuerza de asociación con la TS y TD ( $r = 0.22$  y  $r = 0.19$ ). Como en este estudio, en otros se ha reportado una correlación positiva entre indicadores antropométricos y TA. En un estudio en la ciudad de México con 2029 sujetos de entre 5 y 12 años se confirmó que el incremento del IMC estaba asociado con el incremento de TA, siendo la TS la más afectada.<sup>39</sup> En 996 niños de 6 a 16 años de Australia, la TS y TD se incrementó en los percentiles más altos de IMC.<sup>149</sup> En 818 sujetos de entre 3 y 11 años de Italia<sup>150</sup>, el PT tuvo una fuerza de asociación débil con la TS ( $r = 0.35$ ) y la TD ( $r = 0.21$ ), el PSE tuvo una asociación débil con TS ( $r = 0.28$ ) y TD ( $r = 0.16$ ). En el estudio *ALSPAC*<sup>105</sup> existió asociación débil ( $r \leq 0.23$ ) entre IMC, C y %GCT (medido con DEXA). En sujetos de 8 a 11 años de Suecia<sup>151</sup> la asociación ajustada por sexo fue débil ( $r = 0.28$ ) entre el %GCT (mediada con DEXA) y TS; pero no existió asociación con TD.

Respecto a las variables no antropométricas, en la muestra de escolares de la Ciudad de México, la TA no se asoció con la GI, pero sí con la GS. Lo cual concuerda con lo observado en niños de 7 a 11 años caucásicos y afro-descendientes con obesidad, donde la GI no se asoció con TS ni TD y la GS tuvo una fuerza de asociación débil con la TS ( $r = 0.28$ ). En niños de Suiza de 8 a 11 años,<sup>151</sup> se estimó la grasa abdominal con DEXA y se encontró una fuerza de asociación débil positiva con TS ( $r = 0.35$ ) y con TD ( $r = 0.12$ ).

Los mecanismos relacionados entre el aumento de la grasa corporal y el desarrollo de la hipertensión arterial no son bien conocidos. Se considera que un exceso de la grasa corporal incrementa en el tejido adiposo la actividad de catecolaminas y con ello la lipólisis. A su vez en el sistema nervioso simpático se disminuye la capacidad para contrarrestar la adiposidad en el incremento tamaño de los adipocitos y el incremento de la energía expendida. El incremento de la actividad del sistema nervioso simpático se asocia con elevada presión arterial a través del incremento de catecolaminas, de leptina, estimulación de las neuronas de proopiomelanocortina y activación de los receptores de melanocortina4 del sistema nervioso central, lo cual que controla funciones cardiovasculares y metabólicas.<sup>106,152</sup>

## 7.6 ¿La fuerza de asociación de la grasa intra-abdominal y la grasa subcutánea con el riesgo cardiometabólico es independiente de la grasa corporal total?

Aunque existe una asociación entre la cantidad total de grasa corporal (i.e. %GCT) y factores de riesgo cardiometabólico en la población pediátrica<sup>148,151</sup>, la distribución de la grasa en específicas regiones también puede ser un factor independiente.<sup>153</sup> En niños caucásicos y afro-americanos se documentó que la acumulación de GCT es acompañada de la distribución de la grasa subcutánea de todo el cuerpo y no es depositada preferentemente en la región del abdomen, por lo que la acumulación de la GI no es necesariamente resultado de la acumulación de GS.<sup>98</sup> Una mayor acumulación de GI entre niños obesos franceses se asocia con mayor riesgo de desarrollar riesgo cardiometabólico.<sup>42</sup> En niños la mayor proporción de GI es independiente de la GCT.<sup>84</sup> En 101 escolares caucásicos y afro-americanos tuvieron una fuerte asociación ( $r > 0.80$ .) la GI y GS con %GCT, además un exceso de GI fue independiente del %GCT (estimado con DEXA).<sup>154</sup>

Uno de los problemas al estudiar este fenómeno es la colinealidad del %GCT con la GI y la GS. En nuestro estudio, se evidenció que existe alta colinealidad ( $r=0.87$ ) entre la GCT con GS (total, L4-L5) y moderada colinealidad entre la GCT con GI (total, L4-L5) ( $r=0.65$ ), lo cual conlleva que los parámetros estimados sean menos precisos al aumentar la varianza. En niños estadounidenses de 8 años, la GI y GCT tiene una correlación moderada ( $r=0.56$ ) y la GS con GCT tiene una correlación alta ( $r=0.89$ )<sup>100</sup> como en los escolares evaluados de la Ciudad de México.

En los niños mexicanos se observó que tanto la GS total como la GI fueron predictores de las concentraciones de In e índice HOMA independientemente del %GCT, edad y sexo. En 159 sujetos caucásicos de entre 7 y 18 años con sobrepeso y obesidad de Francia, la GI fue predictor de hipertrigliceridemia, hiperglicemia, elevada presión arterial, baja concentración de C-HDL y obesidad abdominal (SM) independientemente de la GCT.<sup>42</sup>

La GI es la que contribuye más a la resistencia de la In pero la GS tiene también impacto en el desarrollo de la resistencia a la In, la distribución y función en diferentes compartimientos del tejido adiposo puede ser heterogénea y diferencialmente contribuir a la resistencia a la In.<sup>125</sup> En una sección previa ya se mencionaron algunos mecanismos que explican por que tanto la GS como la GI pueden tener efectos negativos en el riesgo cardiometabólico. Hay que agregar que si la GS comienza a ser acumulada de manera excesiva empieza a ser disfuncional ya que es producida por la hipertrofia de los adipocitos produciendo una reacción inflamatoria, siendo los ácidos grasos libres dispersados en los tejidos ectópicos.<sup>125,126</sup> Además, al tener la GS mayor volumen puede contribuir al flujo de ácidos grasos libres y, por tanto, a resistencia a la In.<sup>125</sup>

## **7.7 Exactitud de los indicadores antropométricos y no antropométricos para discriminar factores de riesgo cardiometabólico**

En nuestro estudio en general, la GCT, GS y GI tuvieron una exactitud de moderada ( $70 \geq ABC < 90$ ) para identificar valores elevados de In, índice HOMA y TG. Existen escasos estudios que determinen los puntos de corte asociados con factores de riesgo cardiometabólico. En la muestra, el punto de corte del %GCT con bioimpedancia eléctrica fue de entre 26.5% y 36.2% para identificar niños con concentraciones elevadas de TG e índice HOMA. En un estudio realizado en 214 sujetos con sobrepeso u obesidad y 47 con peso normal de entre 6 y 12 años de la ciudad de Monterrey<sup>155</sup> se estableció como punto de corte de GCT 33.8% para identificar SM. En 280 obesos de entre 6 a 15 años de Japón, el punto de corte del %GCT medido con bioimpedancia eléctrica para identificar TG e In fue de 37.6%.<sup>47</sup> Esto último coincide con el punto de corte de nuestro estudio para el %GCT (37.6%) estimado DEXA pero no con el punto de corte de GCT medido con bioimpedancia eléctrica (en hombres 30.2%) que fue el método utilizado en dicho estudio. En nuestro estudio el punto de corte para GCT con DEXA y bioimpedancia eléctrica tuvo una mayor sensibilidad en comparación con la población pediátrica japonesa, ( $>0.77$  vs 0.45), una menor especificidad ( $>0.60$  vs. 82) y una mayor exactitud de la prueba evaluada con AUC ( $>0.70$  vs 0.62), con lo cual nuestro estudio tiene una mayor capacidad de discriminar a los niños con concentraciones elevadas de TG e In.

El punto de corte del %GCT medido con DEXA en nuestro estudio (37% en mujeres y 35% hombres) asociado con factores de riesgo cardiovascular corresponde a los percentiles 75 en mujeres y 80 en hombres de las curvas de referencia de %GCT medido por DEXA derivadas de la encuesta nacional de salud y nutrición de E.E.U.U de 1999-2004 para población de entre 8 y 19 años.<sup>70</sup> En los escolares mexicanos estudiados el punto de corte de %GCT medido con bioimpedancia eléctrica ( $\approx 29\%$  en mujeres y  $\approx 33.2\%$  hombres) corresponde al percentil 95 para mujeres y 98 para hombres de las curvas de referencia de %GCT (medida con impedancia) derivadas de 1,985 sujetos caucásicos de entre 5 y 18.5 años de Inglaterra.<sup>71</sup> Lo anterior indicaría que un escolar mexicano al ser diagnosticado con sobrepeso de acuerdo a dichas curvas percentilares tiene mayor probabilidad de presentar concentraciones elevadas de TG y/o resistencia a la In evaluada por el índice HOMA.

Asayama et al.<sup>47</sup> reportaron en 280 obesos de entre 6 a 15 años de Japón que los puntos de corte para identificar concentraciones anormales de TG, In y alanina aminotransferasa fue de 51.8 cm<sup>2</sup> en GI y 246.1 cm<sup>2</sup> en GS en mujeres y de 54.2 cm<sup>2</sup> y 233 cm<sup>2</sup> de GI y GS respectivamente para hombres. En nuestro estudio los puntos de corte son menores: 38.45 cm<sup>2</sup> (para discriminar valores altos de C-T) para mujeres 32.40 cm<sup>2</sup> (para identificar concentraciones elevadas de TG) para hombres. También es el punto de corte para GS es menor para identificar índice HOMA (168 cm<sup>2</sup> y 205 cm<sup>2</sup> en mujeres y hombres respectivamente) en comparación con el estudio reportado anteriormente.

Asayama et al.<sup>47</sup>, propuso un punto de corte de 83.13 cm para el C para mujeres (sen= 0.73 y esp= 0.82) y 79.4 cm en hombres (sen= 0.90 y esp= 0.56) para identificar TG, In y alanina aminotransferasa. En los escolares mexicanos se identificó un punto de corte menor en mujeres para identificar concentraciones elevadas de TG (63.5 cm; sen=0.83 y esp=0.65) y en los hombres se calculó prácticamente el mismo punto de corte (79. 8 cm) para discriminar un elevado índice HOMA (sen=0.69 y esp=0.90). En 214 niños con sobrepeso u obesidad y 47 con peso normal de entre 6 y 12 años de la Ciudad de Monterrey<sup>155</sup> se estableció un punto de corte de 90 cm del C para identificar casos de SM (sen=0.85 y esp= 0.72). Se puede apreciar que el C tiende a tener mayor sensibilidad que especificidad para discriminar concentraciones elevadas en TG y resistencia a la In.

Los puntos de corte del C identificados en este estudio fueron el percentil 75 en mujeres y el percentil 90 en hombres de las curvas de referencia derivadas de la tercera encuesta nacional de salud y nutrición de E.E.U.U donde se incluyeron una total de 9713 sujetos de entre 2 y 18 años, de los cuales 3553 fueron Mexicano-americanos<sup>32</sup> y las curvas percentilares propuestas por Klünder-Klünder et al. derivadas de un estudio en el que se incluyeron 3378 sujetos de entre 6 y 16 años de la Ciudad de México,<sup>30</sup> ambos estudios contemplan población de origen mexicano. Las diferencias en los puntos de cortes entre sexos pueden atribuirse a la mayor adiposidad abdominal en las niñas que en los niños. Las niñas pre púberes aunque tienen un menor C tienen un mayor porcentaje de grasa en el tronco en comparación con las niños prepúberes.<sup>61,156</sup>

El punto de corte del puntaje Z del IMC para identificar la presencia de concentraciones elevadas de TG fue de 1.46 en mujeres y para identificar resistencia a la In fue mayor a  $\geq 2$  aunque con baja sensibilidad (sen=50 y sen= 63, respectivamente) y moderada especificidad (esp=0.76 y esp=0.88). En el caso de los hombres, el punto de corte para identificar resistencia a la In fue el puntaje Z del IMC de 2 (sen=0.77 y esp=0.57). No se identificó algún estudio sobre la validez de las tablas de la OMS, por eso se revisó un estudio sobre validez de las curvas percentilares del CDC<sup>157</sup> en el que se incluyeron 369 niños caucásicos y afro-americanos de entre 5 y 18 años.<sup>143</sup>

En este estudio el punto de corte ideal para identificar población pediátrica con dos o más factores de riesgo cardiometabólico fue el percentil 95 (sen=66, esp=68) de las curvas de referencia percentilares de IMC del CDC.<sup>157</sup> Estos resultados muestran que el uso del IMC debe ser cuestionado ya que tiene una sensibilidad modesta.

El punto de corte para los PT y PSE en los escolares de la Ciudad de México corresponde a los percentiles 90 y 97 para mujeres y hombres, respectivamente, de las curvas de derivadas de tres encuestas nacionales de nutrición y salud de E.E.U.U y que se basan en datos de 32,728 sujetos de 1.5 a 20 años de edad. Existe evidencia de que los pliegues del tríceps y bíceps permiten medir mejor la adiposidad que el IMC.<sup>8</sup> En este estudio se encontró que los PSE y PT tienen mayor sensibilidad (sen $\geq$ 0.75) en comparación con el IMC (sen=0.71) para discriminar alteración anormales en las concentraciones de TG. Aunque el PSE e IMC tienen la misma sensibilidad

(sen=0.80) para discriminar concentraciones elevadas del índice HOMA. En un estudio longitudinal con población pediátrica (12 a 16 años), en 350 sujetos de Ámsterdam, se concluyó que los pliegues adiposos subcutáneos (incluidos el PSE y PT) son una mejor herramienta que el IMC para detectar adolescentes con mayor riesgo de convertirse en adultos con alta adiposidad.<sup>138</sup> Conviene llamar la atención respecto al hecho de que el punto de corte del PSE para predecir concentraciones elevadas de TG, La G e índice HOMA, tuvo sensibilidad similar a la del punto de corte del %GCT estimada con DEXA o bioimpedancia eléctrica. La evaluación del PSE es económica y sencilla, mientras que el DEXA o la bioimpedancia eléctrica tienen mayor costo y no siempre son accesibles. Por ello el PSE puede ser una herramienta práctica que puede ser utilizada en la evaluación de riesgo cardiometabólico en población pediátrica.

### **7.8 Limitantes**

La presente investigación tiene las siguientes limitaciones:

- El tamaño de la muestra fue calculada con una precisión del 10%. A pesar que el tamaño de muestra no nos permitió definir puntos de corte por grupo de edad y sexo, este uno de los pocos estudios que propone puntos de corte en escolares para los indicadores antropométricos y no antropométricos provenientes de población mexicana.
- No se examinó el efecto de la maduración sexual en los factores de riesgo cardiometabólico, porque fueron pocos los casos detectados al inicio de la maduración sexual.
- No hemos cuantificado la GI y GS en volumen lo cual dificulta la comparación con otros estudios. Sin embargo, se reporta la medición de estos compartimentos en diferentes puntos anatómicos del abdomen.

### **7.9 Fortalezas**

En población pediátrica mexicana se cuentan con escasa información sobre puntos de corte asociados con factores de riesgo cardiometabólico. En especial, son muy escasos los trabajos relacionados con la cuantificación de la GI y GS por resonancia magnética en población pediátrica de México. En este estudio se compararon la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos positivos y negativos de los puntos de corte propuestos de IMC, puntuación Z del IMC, PT, puntuación Z del PT, PSE, puntuación Z del PSE, GCT, GI y GS en una misma muestra de escolares mexicanos.

## **8. Conclusiones**

- En general, los indicadores antropométricos se asociaron con indicadores de metabolismo de la glucosa (insulina e índice HOMA), teniendo las mayores fuerzas de asociación en

comparación con el resto de los factores de riesgo (colesterol-HDL, triglicéridos y presión arterial).

- Dentro de los indicadores antropométricos el perímetro de la cintura fue el indicador con mayor fuerza de asociación con insulina e índice HOMA.
- Solo dos indicadores del metabolismo de lípidos (colesterol-HDL y triglicéridos) se relacionaron con los indicadores antropométricos y no antropométricos evaluados en esta investigación. Los indicadores no antropométricos de grasa subcutánea abdominal total y grasa corporal total tuvieron correlaciones mayores en comparación con los indicadores antropométricos.
- El puntaje Z del pliegue del tríceps tuvo la mayor fuerza de asociación con triglicéridos y colesterol-HDL.
- Los indicadores antropométricos y no antropométricos no se correlacionaron con las concentraciones de colesterol-total y colesterol-LDL.
- El porcentaje de grasa corporal, la grasa subcutánea abdominal total, el puntaje Z del IMC y los pliegues adiposos subcutáneos del tríceps y subescapular se correlacionaron con la presión arterial.
- La grasa subcutánea abdominal tuvo mayor fuerza de asociación que la grasa intra-abdominal con los factores de riesgo cardiometabólico.
- En las mujeres el punto de corte del perímetro de cintura y de la grasa subcutánea abdominal fueron los que tuvieron la mayor sensibilidad para predecir concentraciones elevadas de glucosa y resistencia a la insulina. Mientras que la grasa subcutánea abdominal, la grasa corporal total y el pliegue adiposo subcutáneo del tríceps tuvieron la misma sensibilidad para predecir las concentraciones elevadas de triglicéridos.
- En los hombres el punto de corte del perímetro de la cintura -percentil 90 - tuvo la mayor sensibilidad para predecir resistencia a la. La grasa corporal total –medida con bioimpedancia eléctrica- y el pliegue adiposo subcutáneo subescapular tuvieron mayor exactitud para identificar concentraciones elevadas de triglicéridos.
- Los resultados de este estudio indican que el perímetro de cintura puede ser utilizado en la práctica clínica como una herramienta de cribado para identificar a individuos con posibles factores de riesgo cardiometabólico a temprana edad con una sensibilidad de moderada a alta. De este modo, se podrían iniciar medidas preventivas para reducir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2.
- Tradicionalmente se considera que para evaluar la composición corporal es mejor utilizar técnicas con mayor precisión como DEXA, bioimpedancia eléctrica o resonancia magnética

ya que su error para medir adiposidad es bajo. Mientras que los indicadores antropométricos aunque tienen menor costo, son menos precisos. Los resultados de este estudio son alentadores en términos del uso de la antropometría

- El procedimiento más común para evaluar la grasa intra-abdominal y subcutánea abdominal es la obtención de la imagen en el nivel de las L4-L5. Sin embargo, los resultados obtenidos en este proyecto sugieren que no necesariamente permite identificar a los sujetos con riesgo cardiometabólico. Evidencia de ello es que se observaron asociaciones más fuertes con los factores de riesgo cardiometabólico cuando se usó la suma de cuatro cortes de grasa subcutánea abdominal que cuando se usó uno solo. Además, la sensibilidad para identificar niveles elevados de TG, G e índice HOMA fue mayor con la grasa intra-abdominal total y grasa subcutánea abdominal total que con las estimaciones hechas a nivel de L4-L5.

### **Contribuciones**

En México no se cuentan con puntos de corte validados de indicadores antropométricos y no antropométricos para identificar a individuos con mayor probabilidad de presentar factores de riesgo cardiometabólico por medio. Considerando los hallazgos de la presente investigación se propone utilizar:

- El percentil 75 para hombres y 80 para mujeres de las curvas percentilares de porcentaje de grasa corporal estimado por DEXA<sup>70</sup>.
- El percentil 98 en ambos sexos de las curvas percentilares de porcentaje de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica<sup>71</sup>.
- El percentil 75 para mujeres y percentil 90 para hombres de las curvas percentilares del perímetro de cintura<sup>30,32</sup>.
- El percentil 90 para mujeres y el percentil 97 para hombres de las curvas percentilares del pliegue subescapular y tricípital<sup>8</sup>.

Para identificar posibles factores de riesgo cardiometabólico en la población pediátrica mexicana. El uso de los puntos de corte para los indicadores antropométricos (C, PSE, PT e IMC) establecidos en esta investigación podrían ser usados como métodos de tamizaje a nivel individual o en estudios epidemiológicos para identificar a individuos con factores de riesgo cardiometabólico, ayudando a establecer la prevalencia de factores de riesgo cardiometabólico. Esto contribuiría a evaluar la pertinencia de programas preventivos y de atención dirigidos a la población pediátrica mexicana. Se puede suponer que el uso de la antropometría es aceptable para la población propuesta ya que no existió rechazo por parte de los participantes y sus tutores para llevar a cabo las mediciones corporales.

La presente investigación contribuye a generar datos descriptivos de GI y GS en un grupo de escolares, además de documentar su asociación con factores de riesgo cardiometabólico. Esta

investigación representa un avance significativo en esta área ya que en México se dispone de muy poca información sobre la cuantificación de la GI y GS para la población pediátrica. Otro avance de esta investigación se relaciona con la estimación de la DI y la GS. Para ello se utilizó el software ImagenJ, además se desarrollaron ecuaciones para cuantificar los píxeles a partir de lo cual se estimó el área ocupada por dichos tejidos. De este modo se desarrolló la técnica para el segmentado de la GI y GS en las imágenes con costo bajo. Este procedimiento tiene la ventaja de ser replicable, lo cual permite la comparación entre estudios.

### **Futuras líneas de investigación**

- Se requieren estudios longitudinales para caracterizar el incremento de la cantidad de GI y GS por grupo de edad y sexo en población pediátrica mexicana y examinar la variación de la cantidad de GI en presencia de órganos específicos. Además, se debe documentar la influencia de la pubertad en el cambio de la cantidad de GI y GS.
- Se requiere verificar cual es el mejor corte (L1-L2, L2-L3, L3-L4 y L4-L5) asociado con riesgo cardiometabólico para observar la distribución de la grasa abdominal en la población pediátrica mexicana.
- Llevar a cabo un estudio de seguimiento para establecer la relación causal entre la distribución de los depósitos y verificar si a mayor razón de GS con respecto a la GI existe una mayor fuerza de asociación con los factores de riesgo cardiometabólico.
- Establecer puntos de corte por edad y sexo del C, PT, PSE e IMC para discriminar la presencia de factores de riesgo cardiometabólico.
- Identificar cual es el mejor punto anatómico para medir la cintura (borde superior de las crestas iliacas, borde inferior de las costillas, punto medio entre el borde superior de las crestas iliacas y el borde inferior de las costillas, en el punto más prominente del abdomen) que tiene más fuerza de asociación con la GI y GS y los factores de riesgo cardiometabólico en la población pediátrica mexicana.

## 9. Anexos

### Anexo I. Carta de consentimiento informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA MEDICIONES DE PESO, ESTATURA Y OTRAS DIMENSIONES CORPORALES, LA TOMA DE UNA MUESTRA SANGUÍNEA Y ESTUDIOS PARA MEDIR LA GRASA CORPORAL

#### TEXTO DECLARATORIO

#### PROYECTO:

**“Validación de indicadores antropométricos y de grasa corporal como instrumentos para identificar riesgo cardiometabólico en un grupo de niños de una escuela de la Ciudad de México”**

YO: \_\_\_\_\_ declaro libre y voluntariamente que acepto que mi hijo(a) participe en el estudio “Validación de indicadores antropométricos y de grasa corporal como instrumentos para identificar riesgo cardiometabólico en un grupo de niños de una escuela de la Ciudad de México”.

Entiendo que en este estudio se comparará el resultado del análisis clínico de sangre (glucosa, insulina, “colesterol bueno”, “colesterol malo”, triglicéridos), además de la presión sanguínea con las medidas antropométricas y con los resultados de grasa corporal arrojados por los estudios de “bioimpedancia eléctrica”, “absorciometría por rayos X de energía dual (DEXA)” y “resonancia magnética.” Comprendo que los métodos que se utilizarán no afectarán a mi hijo(a).

Para lo cual a mi hijo(a) se le realizarán las siguientes mediciones: peso, estatura, estatura sentada, perímetro de cintura, pliegue tricipital y subscapular. Además, se le medirá la presión sanguínea, se le tomara una muestra de sangre, y se medirá la grasa corporal por medio de la bioimpedancia eléctrica, la resonancia magnética y el DEXA.

Después de que me explicaron los objetivos, los procedimientos y los beneficios del estudio y de haber leído el “Texto Informativo”, doy mi consentimiento para que mi hijo(a) participe. Es de mi conocimiento que ésta carta firmada quedará anexada a los datos de mi hijo(a).

Estoy consciente que mi hijo(a) puede retirarse del estudio en el momento que yo y/o el (ella) lo decidamos sin que esto perjudique en algo a mi hijo(a); que puede estar

acompañado(a) en todo momento de alguna persona de mi confianza; que las evaluaciones serán realizadas por personal calificado y no tendrá ningún costo; que la información obtenida de mi hijo(a) no será publicada de manera individual sino grupal y que su identidad no se revelará bajo ninguna circunstancia.

Estoy enterado(a) que durante el estudio los investigadores me han ofrecido aclarar cualquier duda o contestar cualquier pregunta que al momento de firmar la presente no hubiese expresado o que surja durante el desarrollo de la investigación. Para lo anterior, cuento con los datos de los investigadores responsables (Dra. Norma Ramos Ibáñez y Dr. Luis Ortiz Hernández,) para poder contactarlos.

Estoy enterado(a) que, en caso de que a mi hijo(a) le detecten alguna alteración en las evaluaciones que se le realicen, tengo derecho a saberlo y recibir orientación sobre la forma de obtener la atención necesaria.

Autorizó que a mi hijo le realicen los siguientes procedimientos que a continuación marco:

- Medición de peso, estatura y otras mediciones corporales
- Medición de bioimpedancia eléctrica
- Muestra de sangre en ayuno de 12 horas
- Estudio DEXA (absorciometría por rayos X de energía dual)
- Estudio de resonancia magnética
- Medición de presión arterial

\_\_\_\_\_  
Nombre del estudiante

\_\_\_\_\_  
Firma del estudiante

\_\_\_\_\_  
Nombre del tutor(a) del estudiante

\_\_\_\_\_  
Firma del tutor(a) del estudiante

Fecha:\_\_\_\_\_

## Anexo II. Actividades realizadas durante el día de evaluación

| Hora de Inicio | Hora de Termino | Lugar   | Actividad  |
|----------------|-----------------|---|--|
| 6:20 am        | 6:55 am         | Traslado de voluntarios de la Escuela Primaria Valentín Zamora Orozco a UAM- Xochimilco.        |  |
| 7:00 am        | 7:30 am         | Unidad de Nutrición, Composición Corporal y Gasto de Energía. Edif. G-203.                      | Extracción de muestra sanguínea.                             |
| 7:30 am        | 8:30 am         | Unidad de Nutrición, Composición Corporal y Gasto de Energía. Edif. G 203.                      | Mediciones antropométricas y medición de GCT con impedancia. |
| 8:30am         | 8:50 am         | Laboratorio de Nutrición y Actividad Física G-301.  | Refrigerio   |
| 9:00 am        | 10:00 am        | Laboratorio de Nutrición y Actividad Física G-301.  | Medición de GCT con DEXA.                                    |
| 9:30 am        | 10:00 am        | Laboratorio de Nutrición y Actividad Física G-301.  | Toma de presión arterial                                     |
| 10:10 am       | 10:55 am        | Traslado de voluntarios de UAM-Xochimilco a UAM-Iztapalapa                                      |  |
| 11:00 am       | 13:00 pm        | Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica en la UAM Iztapalapa. | Resonancia magnética abdominal                               |
| 13:05 pm       | 14:00 pm        | Traslado de voluntarios de UAM-Iztapalapa a Escuela Primaria Valentín Zamora Orozco.            |  |

## Anexo III. Cuestionario de seguridad radiológica para voluntarios en imagenología por resonancia magnética



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA IZTAPALAPA**  
*Centro Nacional de Investigación en Instrumentación e Imagenología Médica*

### Título del Proyecto:

**“Validación de indicadores antropométricos y de grasa corporal como instrumentos para identificar riesgo cardiometabólico en un grupo de niños de una escuela de la Ciudad de México”**

### Responsables del Proyecto:

**Dra. Norma Ramos Ibáñez, Dr. Luis Ortiz Hernández, Lic. Citlali González Álvarez**

Con el objeto de participar en este estudio, el (la) niño(a) entrará a un área donde el campo magnético tiene gran intensidad, el cual está presente todo el tiempo, de ahí la importancia para su seguridad y la seguridad de los demás necesitamos que responda el siguiente cuestionario. Por favor responda las siguientes preguntas cuidadosamente y pregúntenos si alguna pregunta no esté clara para usted. Todas sus respuestas son estrictamente confidenciales. En algunas preguntas se plantean cosas obvias o que no aplican a la situación del niño(a), pero por seguridad las tenemos que hacer.

- |   |    |    |
|---|----|----|
| 1. ¿Tiene algún implante metálico dentro de su cuerpo?  | Sí | No |
| 2. ¿Tiene clips de aneurisma (clips que se ponen alrededor de las venas en cirugías)?                 | Sí | No |
| 3. ¿Ha tenido algún problema relacionado al corazón?  | Sí | No |
| 4. ¿Ha tenido alguna cirugía de la cabeza, en específico con el cerebro?                              | Sí | No |
| 5. Por favor, mencione los detalles relacionados a la cirugía   | Sí | No |
| 6. ¿Tiene algún metal en su cuerpo como un tornillo, bala?  | Sí | No |
| 7. ¿Ha trabajado con material metálico sin protección para los ojos?                                  | Sí | No |
| 8. ¿Tiene alguna prótesis artificial?   | Sí | No |
| 9. ¿Es usted claustrofóbico?, es decir, se siente mal cuando está en lugares muy pequeños o estrechos | Sí | No |
| 10. ¿Existe alguna posibilidad que se encuentre embarazada?   | Sí | No |
| 11. ¿En caso de encontrar alguna anomalía médica, desea ser informado?                                | Sí | No |

¿Antes de entrar al sistema, está usted seguro que el (la) niño(a) se han quitado objetos como: relojes, tarjetas de crédito o de débito, toda tarjeta con banda magnética, joyería, *piercing*, dientes falsos, aparato auditivo, llaves, monedas, cinturón, es decir, todo aquello que contenga metal? Si se requiere, aquí hay casilleros donde puede guardar sus pertenencias.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
No. de Voluntario del Centro de Imagen para Resonancia Magnética: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: Considero que el voluntario ha entendido todas las preguntas.

Firma del Encargado en el Centro de Imagen: \_\_\_\_\_

Nombre del Encargado en el Centro de Imagen: \_\_\_\_\_

**ESTE QUESTIONARIO DEBE SER COMPLETADO ANTES DE ENTRAR  
AL AREA DEL ESCANER DE RESONANCIA MAGNETICA.**

San Rafael Atlixco No. 186 Col Vicentina Delegación Iztapalapa DF. 09340.

Fax: 8502 4569, Tel: 8502 4569, buzón-e: arog@xanum.uam.mx

## Anexo IV. Cuantificación del área de grasa intra-abdominal y grasa subcutánea abdominal en cm<sup>2</sup>

El procedimiento para la obtención de la cuantificación del área abdominal se describe a continuación. Las imágenes obtenidas de la RM se encuentran en el formato estándar DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). Se utilizó el software Weasis versión 1.1.2 para visualizar y seleccionar las imágenes correspondientes a los cortes seleccionados (L4-L5, L3-L4, L3-L2 y L1-L2) de cada uno de los individuos. Cada corte se analizó de forma independiente.

Una vez seleccionada la imagen del corte a evaluar fue exportada y almacenada en un formato gráfico tipo TIFF (*Tagged Image File Format*). Posteriormente, las imágenes con formato TIFF fueron procesada con el programa ImageJ (*Image Proccesing and Analysis in Java*) de acceso libre en <http://rsb.info.nih.gov/ij/index.html> (acceso enero 2013).

Procesamiento de la imagen con el software ImageJ

- a) Se abrió la imagen con formato .TIFF con el programa ImagenJ.
- b) Se cambió la resolución de la imagen a blanco y negro con 16 bits (IBN).
- c) La imagen (IBN) fue duplicada (herramienta *Duplicate*), obteniéndose dos imágenes (IBN-1 y IBN-2)
- d) Se segmentó de manera manual la imagen (IBN-2) (herramienta *Freehand selections*) para dejar solo la GI o GS, dependiendo cual se esté cuantificando, ya que el procedimiento es independiente para cada una.
- c) La imagen segmentada (IBN-2) se duplicó, una de ellas fue saturada con color blanco con la herramienta *floodfill* obteniéndose la imagen IBNSS-3. La imagen IBN-2 se utilizó como referencia de la imagen original.
- f) A la imagen IBN-1, se le aplicó un filtro gaussiano con un sigma radio de 40 a la imagen original (herramientas *filter, gaussianblur*) y fue renombrada como IBN-FG.
- g) En el siguiente paso se hizo una “substracción de imágenes”. A la imagen IBNSS-3 se le restó la imagen IBN-FG (herramientas *Imagen calculator, subtraction*). Obteniéndose una nueva imagen IBN-SUST
- h) A la nueva imagen IBN-SUST se le aplicó un umbral que indicara el área a determinar (herramientas *Image, Adjust, Threshold*).El umbral fue ajustado de manera manual (herramienta *Huang y B&W*) hasta que se consiguió el área grasa deseada a ser cuantificada, se observó detalladamente la imagen de referencia IBN-2, para asegurarse de estar considerando solo el área grasa y no incluir p. e. órganos.
- i) Se obtuvo el porcentaje del área en blanco (herramienta *Measure*).

j) Se procedió a la conversión del porcentaje de área en blanco a un área en mm<sup>2</sup> que fue equivalente al área de la GI o GS segmentada, utilizando las siguientes fórmulas, las cuales fueron elaboradas por los académicos del CI3M:

$$Pixeles = \frac{(100 - \text{porcentaje de área de blancos}) \times (\text{Tamaño de la imagen} \times \text{tamaño de la imagen})}{100}$$

$$\text{Area de blancos} = \text{pixeles} * 0.2$$



|  |    |    |
|--|----|----|
| 1. ¿Tiene marcapasos?  | Sí | No |
| 2. <b>Si es mujer</b> , ¿Existe alguna posibilidad de que se encuentre embarazada?   | Sí | No |
| 3. ¿En los últimos 14 días se ha sometido a algún procedimiento en el que haya tomado algún medio de contraste como el yodo o bario, o bien, se ha realizado alguna tomografía computarizada o ultrasonido?                                | Sí | No |
| 4. ¿Se ha tomado radiografías en los últimos 2 días?   | Sí | No |
| 5. ¿Está recibiendo terapia con radiaciones para tratar algún tipo de cáncer?  | Sí | No |
| 6. ¿Le han realizado alguna cirugía de fusión de columna?  | Sí | No |
| 7. <b>Si es diabético</b> ¿Está usando una bomba de insulina o tiene sondas de insulina ahora?   | Sí | No |
| <p>Si, contesto al menos un <b>sí</b> en las preguntas anteriores 1-7, usted no es candidato para este estudio, no es necesario que continúe con el cuestionario.</p> <p style="text-align: center;"><b>AGRADECEMOS SU COOPERACIÓN</b></p> |    |    |
| 8. ¿Le han realizado alguna cirugía en la que le hayan colocado algún objeto metálico como prótesis, placas, algún dispositivo metálico, grapas quirúrgicas o clips de aneurisma (clips que se ponen alrededor de las venas en cirugías)?  | Sí | No |
| <p>Indique el objeto y el área de su cuerpo en donde lo tiene</p> <p>1) _____</p> <p>2) _____</p> <p>3) _____</p>  |    |    |
| 10. ¿Tiene algún metal extraño dentro de su cuerpo como una bala o un tornillo?  | Sí | No |
| <p>Indique el área del cuerpo _____</p>  |    |    |
| 11. ¿Usa algún aparato auditivo?   | Sí | No |

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del tutor

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del técnico

## **Anexo VI. Texto informativo para mediciones de peso, estatura y otras dimensiones corporales, la aplicación de un cuestionario y estimación de grasa corporal.**

### **PROYECTO:**

“Validación de indicadores antropométricos y de grasa corporal como instrumentos para identificar riesgo cardiometabólico en un grupo de niños de una escuela de la Ciudad de México”

Estimado padre de familia y estudiante:

Por medio de la presente le estamos solicitando que autorice la participación de su hijo(a) en el estudio “Validación de indicadores antropométricos y de grasa corporal como instrumentos para identificar riesgo cardiometabólico en un grupo de niños de una escuela de la Ciudad de México”. A continuación le explicamos en qué consiste dicha participación.

### **Antecedentes**

La obesidad y algunas enfermedades crónicas asociadas a ella se han incrementado en las últimas décadas. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del año 2006, uno de cuatro niños presenta sobrepeso y obesidad. En los adolescentes, uno de cada tres presenta sobrepeso y obesidad.

La obesidad y las enfermedades crónicas asociadas con ella, aunque se presentan con claridad en la vida adulta, se inician desde la niñez y la adolescencia. Por ello es importante diagnosticar la obesidad de manera oportuna. En específico, en este proyecto se comparará el diagnóstico obtenido con el peso y la estatura con métodos precisos de medición de la grasa corporal denominados “bioimpedancia eléctrica”, “absorciometría por rayos X de energía dual (DEXA)” y “resonancia magnética”.

### **Procedimientos**

Si acepta que el estudiante participe en el estudio se le aplicará un cuestionario en el que se indagan cuestiones como el nombre, la edad. Además se le medirán las siguientes características: peso, estatura, estatura sentada, perímetro de cintura, pliegue tricípital y pliegue subscapular. A continuación se ilustran las mediciones que se tomarán. Algunas mediciones se realizarán por duplicado para obtener un valor más confiable.

Estas hojas son para usted, conservelas

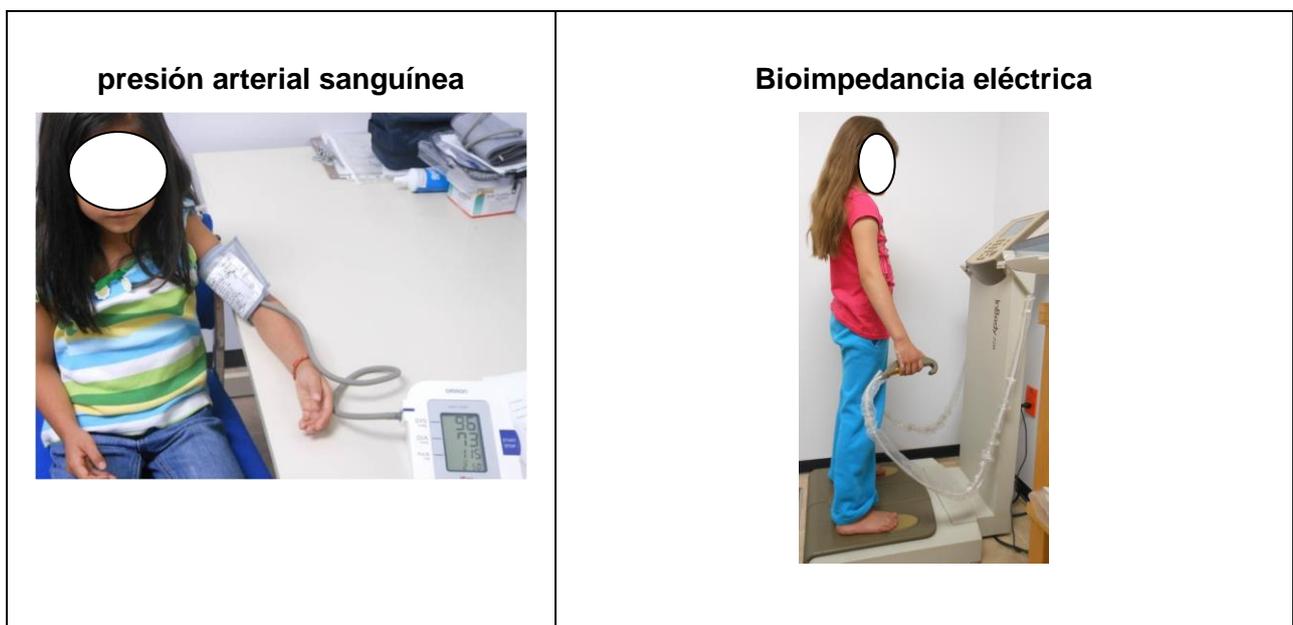
## Técnicas de medición

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>Peso</b></p>                   | <p><b>Estatura</b></p>              | <p><b>Estatura sentado</b></p>                |
| <p><b>Perímetro de cintura</b></p>  | <p><b>Pliegue tricípital</b></p>  | <p><b>Pliegue subscapular (espalda)</b></p>  |

Además de las mediciones antropométricas descritas se medirá por parte de personal calificado la **presión sanguínea** y se tomará una **muestra de sangre** después de 12 horas de ayuno con el fin de conocer las concentraciones de glucosa, insulina, triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad (colesterol bueno) y lipoproteínas de baja densidad (colesterol malo); los análisis se realizarán en un laboratorio certificado. El análisis clínico permitirá conocer si el estudiante presenta concentraciones anormales de glucosa y colesterol los cuales en conjunto con una presión sanguínea elevada y una elevada obesidad abdominal (aumento del perímetro de cintura) se consideran factores de riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades

cardiovasculares en adultos. Una detección temprana en los estudiantes en conjunto con una intervención oportuna podría evitar o retrasar la presencia de este tipo de enfermedades a corto plazo.

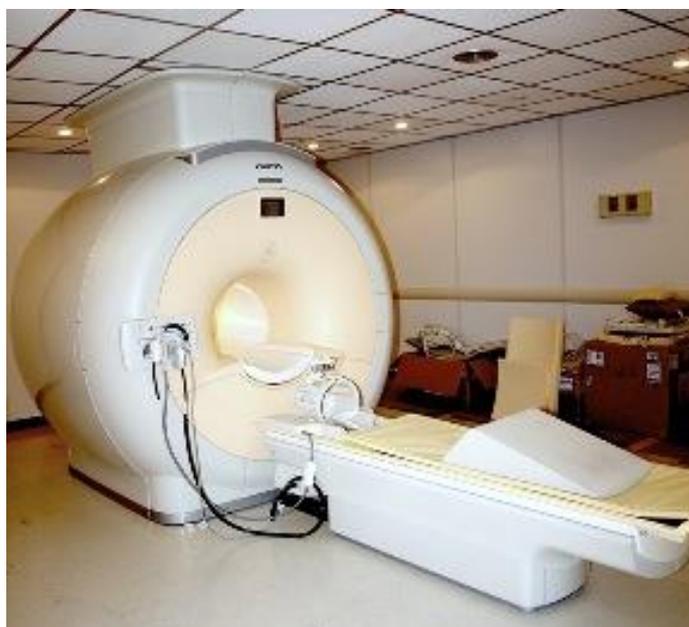
Para conocer la cantidad de grasa que tiene el (la) estudiante se utilizará una técnica llamada **bioimpedancia eléctrica**. En esta técnica se hace pasar una corriente eléctrica a través del cuerpo de las personas. La corriente que es tan baja que las personas no la sienten. Dado que la grasa no conduce la electricidad, las personas que tienen más grasa conducen menos electricidad. El aparato que se utiliza mide que tanta electricidad conduce el cuerpo de las personas. La medición se realiza como se muestra en la siguiente imagen.



Adicionalmente, al estudiante se le medirá la cantidad de mineral en el hueso, la cantidad de grasa y el tejido magro por medio de un estudio de absorciometría por rayos X de energía dual (**DEXA**). Para este estudio el estudiante recibe una pequeña cantidad de radiación que es menor a la que recibe una persona que hace un viaje intercontinental en avión y es mucho menor en comparación con la exposición a la radiación cuando se realiza una placa de pecho con rayos X. ver siguiente imagen.



Para conocer la cantidad de grasa intra-abdominal la cual se asocia con complicaciones metabólicas como el aumento de triglicéridos y resistencia a la insulina. El estudiante será evaluado por medio de resonancia magnética (ver siguiente imagen) la cual utiliza rayos no ionizados, es decir, no radiactivos por lo que no hay contraindicaciones para el uso en niños. Un técnico especializado en el Centro de Investigación en Instrumentación e Imagenología Médica de la UAM-Iztapalapa realizará el estudio.



Los beneficios que el estudiante podrá tener si acepta participar en el estudio son:

- Conocerá si presenta desnutrición, sobrepeso, obesidad o se encuentra con un peso adecuado.
- Conocerá el contenido de grasa de su cuerpo.

- Conocerá si las concentraciones de glucosa, insulina, triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad (colesterol bueno) y lipoproteínas de baja densidad (colesterol malo) se encuentran “normales”.
- Si lo desea, usted y/o el adolescente recibirán asesoría nutricional.

Si usted acepta que el estudiante participe, las evaluaciones no tendrán ningún costo. Su participación es totalmente voluntaria y podrá retirarse en el momento que lo desee, sin que esto le afecte en algo.

El estudio se realizará en una sola sesión. Las técnicas y el equipo utilizados están aprobadas a nivel nacional e internacional. Todas las mediciones las realizarán estudiantes de la Licenciatura en Nutrición y una antropóloga física que han sido capacitadas previamente. Las estudiantes de la Licenciatura en Nutrición en todo momento estarán bajo supervisión de los responsables del proyecto (Dra. Norma Ramos Ibáñez y Dr. Luis Ortiz Hernández). Se contará además con el apoyo de un técnico laboratorista para la extracción de la muestra sangre y con un técnico del centro de imagen de la UAM unidad Iztapalapa para la evaluación de la grasa intra-abdominal.

En todo momento se respetará la privacidad del estudiante. Si lo desea, el estudiante puede ser acompañado por alguna persona de su confianza y estar con él en todo momento.

Se garantizará la absoluta confidencialidad de toda la información que proporcione, es decir, le aseguramos que la información que nos proporcione se mantendrá en anonimato. En caso de que se publiquen o se presenten en algún congreso se usarán datos agrupados y en ningún momento se identificará a persona alguna.

Si en cualquier momento el estudiante o sus tutores tienen alguna duda respecto al estudio podrán acudir con alguno de las estudiantes de la Licenciatura que participan en él, o bien comunicarse al teléfono 54 83 70 00 ext. 3 666 con la Dra. Norma Ramos Ibáñez o al teléfono 54 83 72 43 con el Dr. Luis Ortiz Hernández, quien es el coordinadores de este proyecto. La dirección de los profesores es:

Dra. Norma Ramos Ibáñez y Dr. Luis Ortiz Hernández  
Departamento de Atención a la Salud  
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco  
Calz. Del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán  
México, D.F., CP 04960

Si acepta que su hijo(a) participe, por favor, firme las últimas dos hojas y devuélvalas al equipo de investigación.

Le agradecemos su participación ya que consideramos que el presente estudio tendrá beneficios para el estudiante y la comunidad escolar en general.

De ante mano agradecemos su atención y participación.

Atentamente

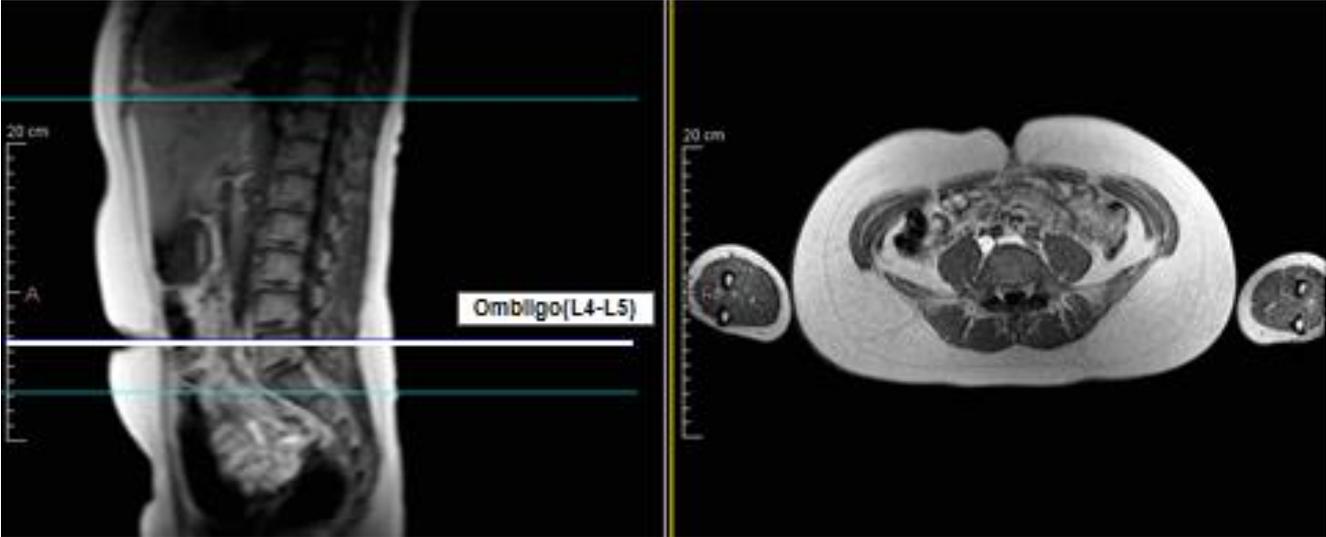
\_\_\_\_\_  
Nombre del(a) encuestador(a)

\_\_\_\_\_  
Firma del(a) encuestador(a)

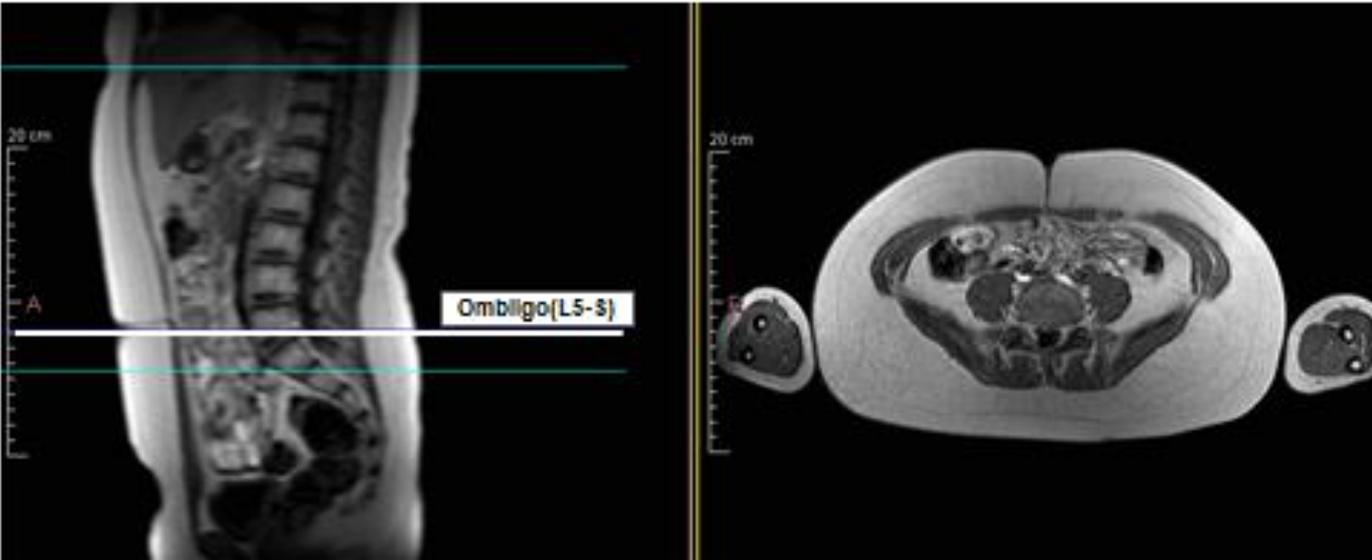
Fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo VII. Ubicación anatómica del ombligo con respecto a la columna vertebral**

Sexo: masculino  
Edad: 10 años  
Ombligo: L4-L5



Sexo: masculino  
Edad: 10 años  
Ombligo: L5-S



## 10. Referencias

1. Sabán-Ruiz J. Prologo. In: Sabán-Ruiz J, ed. *Control Global del Riesgo Cardiometabólico*. Vol 1. España: Díaz de Santos; 2009.
2. Alberti SG, Zimmet P, Shaw J, Grundy SM. *The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*. Brussels, Belgium: IDF Communications; 2006.
3. Newman TB, Pletcher MJ, Hulley SB. Overly Aggressive New Guidelines for Lipid Screening in Children: Evidence of a Broken Process. *Pediatrics*. August 1, 2012 2012;130(2):349-352.
4. OMS. Obesity and Overweight. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> 2011;acceso 10 febrero, 2011.
5. Lohman TG. Dual Energy X-Ray Absorptiometry. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition*. Vol 1. United States of America: Human Kinetics; 1996:63-78.
6. Baumgartner RN. Electrical Impedance and Total Body Electrical Conductivity. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition*. Vol 1. United States of America: Human Kinetics; 1996:79-107.
7. Heyward VH, Stolarzyk LM. *Applied Body Composition Assessment*. United States of America: Versa Press; 1996.
8. Addo OY, Himes JH. Reference curves for triceps and subscapular skinfold thicknesses in US children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*. March 1, 2010 2010;91(3):635-642.
9. Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The Epidemiology of Obesity. *Gastroenterology*. 2007;132(6):2087-2102.
10. WHO. The Problem of Overweigh and obesity. *Obesity: Preventing and Managing the global epidemic*2000:5-37.
11. WHO. Growth reference 5-19 years BMI-for-age. *WHO reference 2007*. [http://www.who.int/growthref/who2007\\_bmi\\_for\\_age/en/](http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/). Accessed Abril 20, 2011.
12. Bosy-Westphal A, Geisler C, Onur S, et al. Value of body fat mass vs anthropometric obesity indices in the assessment of metabolic risk factors. *International Journal of Obesity*. 2006;30:475-483.
13. Malina RM. Regional Body Composition: Age, Sex, and Ethnic Variation. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition*. United States of America 1996:217-255.
14. WHO. *Waist Circunference and Waist-Hip Ratio*. Geneva: Report of a WHO Expert Consultation; World Health Organization; 2008.
15. Ramos-Ibáñez N. Tejido adiposo intra-abdominal: crecimiento, evaluación y su asociación con el desarrollo de problemas metabólicos en niños y adolescentes. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*. 66:492-502.
16. Katzmarzyk PT, Shen W, Baxter-Jones A, et al. Adiposity in children and adolescents: correlates and clinical consequences of fat stored in specific body depots. *Pediatr Obes*. Oct 2012;7(5):e42-61.
17. Després J-P, Ross R, Lemieux S. Imaging Techniques Applied to the Measurement of Human Body Composition. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition*. United States of America: Human Kinetics; 1996:149-183.
18. OMS. *El estado físico: uso e interpretación de la antropometría*. . Ginebra: OMS.; 1995.

19. Hirschler V, Ruiz A, Romero T, Dalamon R, Molinari C. Comparison of different anthropometric indices for identifying insulin resistance in schoolchildren. *Diabetes Technology & Therapeutics*. 2009;11(9):615(617).
20. Guerrero-Romero F, Rodriguez-Moran M. Prevalence of dyslipidemia in non-obese prepubertal children and its association with family history of diabetes, high blood pressure, and obesity. *Archives of Medical Research*. Nov 2006;37(8):1015-1021.
21. Villalpando S, Carrion C, Barquera S, Olaiz-Fernandez G, Robledo R. Body mass index associated with hyperglycemia and alterations of components of metabolic syndrome in Mexican adolescents. *Salud Publica De Mexico*. 2007;49:S324-S330.
22. Castillo EH, Borges G, Talavera JO, et al. Body Mass Index and the prevalence of metabolic syndrome among children and adolescents in two Mexican populations. *Journal of Adolescent Health*. Jun 2007;40(6):521-526.
23. Mokha J, Srinivasan S, DasMahapatra P, et al. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatrics*. 2010;10(1):73.
24. Kim JA, Park HS. Association of abdominal fat distribution and cardiometabolic risk factors among obese Korean adolescents. *Diabetes & Metabolism*. 2008;34(2):126-130.
25. Bassali R, Waller JL, Gower B, Allison J, Davis CL. Utility of waist circumference percentile for risk evaluation in obese children. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2010;5(1):97-101.
26. Bosy-Westphal A, Booke C-A, Blöcker T, et al. Measurement Site for Waist Circumference Affects Its Accuracy As an Index of Visceral and Abdominal Subcutaneous Fat in a Caucasian Population. *The Journal of Nutrition*. May 2010 2010;140(5):954-961.
27. Colín-Ramírez E, Castillo-Martínez L, Orea-Tejeda A, Villa Romero AR, Castañeda AV, Asensio Lafuente E. Waist Circumference and Fat Intake Are Associated with High Blood Pressure in Mexican Children Aged 8 to 10 Years. *Journal of the American Dietetic Association*. 2009;109(6):996-1003.
28. Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Schiffman-Selechnik E, Barbato-Dosal A, Vadillo-Ortega F. Obesity increases metabolic syndrome risk factors in school-aged children from an urban school in Mexico City. *Journal of the American Dietetic Association*. Jan 2007;107(1):81-91.
29. Gómez-Díaz R, Martínez-Hernández AJ, Aguilar-Salinas CA, et al. Percentile distribution of the waist circumference among Mexican pre-adolescents of a primary school in Mexico City. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 2005;7:716-721.
30. Klünder-Klünder M, Flores-Huerta S. Waist Circumference Values According to Height Percentiles: A Proposal to Evaluate Abdominal Obesity in Mexican Children and Adolescents Between 6 and 16 Years of Age. *Archives of medical research*. 2011;42(6):515-522.
31. Miranda-Fedriks A, Buuren Sv, Fekkes M, Verloove-Vanhorick SP, Maarten J. Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice? *Eur J Pediatr*. 2005;164:216-222.
32. Fernández JR, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican adolescents. *The Journal of Pediatrics*. October 2004;145:439-444.
33. Adegboye ARA, Andersen LB, Froberg K, Sardinha LB, Heitmann BL. Linking definitions of childhood and adolescent obesity to current health outcomes. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2010;5:130-142.

34. Jolliffe CJ, Janssen I. Development of Age-Specific Adolescent Metabolic Syndrome Criteria That Are Linked to the Adult Treatment Panel III an International Diabetes Federation Criteria. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007;49(8):891-898.
35. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan S, et al. Combined Influence of Body Mass Index and Waist Circumference on Coronary Artery Disease Risk Factors Among Children and Adolescents. *Pediatrics*. Jun 2005;115(6):1623-1630.
36. Okuda M, Sugiyama S, Kunitsugu I, et al. Use of Body Mass Index and Percentage Overweight Cutoffs to Screen Japanese Children and Adolescents for Obesity-Related Risk Factors. *J Epidemiol*. 2010;20(1):46-53.
37. Zimmel P, George AK, Kaufman F, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents- an IDF consensus report. *Pediatrics Diabetes*. 2007;8:299-306.
38. Denney-Wilson E, Hardy LL, Dobbis T, Okley AD, A BL. Body Mass Index, Waist Circumference, and Chronic Disease Risk factors in Australian Adolescents. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. June 2008 2008;162(6):566-573.
39. Flores-Huerta S, Klünder-Klünder M, Reyes de la Cruz L, Santos JI. Increase in Body Mass Index and Waist Circumference Is Associated with High Blood Pressure in Children and Adolescents in Mexico City. *Archives of Medical Research*. 2009;40(3):208-215.
40. Maffei C, Banzato C, Talamini G. Waist-to-Height Ratio, a Useful Index to Identify High Metabolic Risk in Overweight Children. *The Journal of Pediatrics*. 2008;152(2):207-213.e202.
41. Yamborisut U, Sakamoto N, Wimonpeerapattana W, Tontisirin K. Waist circumference and body fat distribution indexes as screening tools for the overweight and obesity in Thai preschool children. 2010;4(4):e307-e314.
42. Druet C, Baltakse V, Chevenne D, et al. Independent Effect of Visceral Adipose Tissue on Metabolic Syndrome in Obese Adolescents. *Hormone Research*. 2008;70(1):22-28.
43. Brufani C, Fintini D, Giordano U, Tozzi AE, Barbetti F, Cappa M. metabolic syndrome italian obese children adolescents: stronger association central fat depot than insulin sensitivity birth weight. *International Journal Hypertension* 2011;2011(January):1-6.
44. Reyes M, Espinoza A, Rebollo JM, Moraga F, Mericq v, Castillo-Duran C. Mediciones de adiposidad intraabdominal por ultrasonido y factores asociados con riesgo cardiovascular. *Rev Méd Chile*. 2010;138:152-159.
45. Reinehr T, Wunsch R. Relationships between cardiovascular risk profile, ultrasonographic measurement of intra-abdominal adipose tissue, and waist circumference in obese children. *Clinical Nutrition*. 2010;29(1):24-30.
46. Kwon J-H, Jang H-Y, Oh M-J, et al. Association of Visceral Fat and Risk Factors for Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Yonsei Med J*. 2011;52(1):39-44.
47. Asayama K, Hayashibe H, Endo A, et al. Threshold values of visceral fat and waist girth in Japanese obese children. *Pediatrics International*. Oct 2005;47(5):498-504.
48. Ochoa-Sangrador C, González-de-Dios J, Hernández M, Buñuel-Álvarez JC. Evaluación de artículos científicos sobre pruebas diagnósticas. *Evid Pediatrics*.3(1):24.
49. Steurer J, Fischer JE, Bachmann LM, Koller M, Riet GT. Communicating accuracy of tests to general practitioners: a controlled study.
50. Akobeng A. Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta Paediatr*. 2007;96:338-341.

51. Burgueño MJ, García-Bastos JL, González-Buitrago JM. Las curvas ROC en la evaluación de las pruebas diagnósticas. *Med Cli (Barc)*. 1995;14(17):661-670.
52. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 3: receiver operating characteristic plots. *BMJ British Medical Journal* 1994;309(6948):188.
53. Akobeng A. Understanding diagnostic tests 3: Receiver operating characteristic curves. *Acta Paediatr* 2007;96:644-647.
54. Zweig M, Campbell G. Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine [published erratum appears in *Clin Chem* 1993 Aug;39(8):1589]. *Clin Chem*. April 1, 1993 1993;39(4):561-577.
55. Pública INdS. *Encuesta Nacional Salud y Nutrición 2012. Resumen ejecutivo* 2012.
56. Cárdenas-Villarreal VM, López-Alvarenga JC, Bastarrachea RA, Rizo-Baeza MM, Cortés-Castell E. Prevalencia del síndrome metabólico y sus componentes en adolescentes de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. *Archivos de cardiología de México*. 2010;80:19-26.
57. Saldaña GC, Yamamoto K-L, Medina-Urrutia A , Posadas-Sánchez R -, Portilla NA Caracas , . RC-P. Obesity or overweight and metabolic syndrome in Mexico City teenagers. *Arch Cardiol Mex*. 2010;80(1):12-17.
58. Juarez-Lopez C, Klunder-Klunder M, Medina-Bravo P, Madrigal-Azcarate A, Mass-Diaz E, Flores-Huerta S. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health*. 2010;10(1):318.
59. Secretaria\_de\_Salud. *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria: Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad* primera edición ed. México: Secretaría de Salud; 2010.
60. Obuchowski LM, Wians FH, Jr.2. ROC Curves in Clinical Chemistry: Uses, Misuses, and Possible Solutions. *Clinical Chemistry*. 2004;50(7):1118 -1125.
61. Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex Differences in Regional Body Fat Distribution From Pre- to Postpuberty. *Obesity*. 2010;18(7):1410-1416.
62. Daniels SR, Greer FR, Nutrition atCo. Lipid Screening and Cardiovascular Health in Childhood. *Pediatrics*. July 1, 2008 2008;122(1):198-208.
63. Martínez Basila A, Maldonado Hernández J, López Alarcón M. Métodos diagnósticos de la resistencia a la insulina en la población pediátrica. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 2011;68:397-404.
64. Wallace TM, Levy JC, Matthews DR. Use and abuse of HOMA modeling. *Diabetes care*. 2004;27(6):1487-1495.
65. NOM-030-SSA2-1999. NOM. Para la prevención, tratamiento y control de la hipertensión arterial 1999.
66. Adolescents NHBPEPWGoHBPiCa. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2):555-576.
67. Habicht JP. Standardization Procedures for Quantitative Epidemiologic Field Methods. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 1974;75(5):375-384.
68. de Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food and nutrition bulletin*. Mar 2004;25(1 Suppl):S27-36.
69. Lohman TG, Roche A, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. United States of America: Human Kinetics Books; 1988.
70. Ogden C, Li Y, Freedman D, Flegal KM. Smoothed percentage body fat percentiles for U.S children and Adolescts, 1999-2004. *National Health Statistics Reports*. 2011;43:1-8.

71. McCarthy HD, Cole T, Fry T, Jebb S, Prentice A. Body fat reference curves for children. *Int J Obes.* 2006;30(4):598-602.
72. WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva: WHO, 2009 (<http://www.who.int/growthref/tools/en/>). .
73. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of WHO grown reference for school-aged children and adolescents. *Bolletín of the World Health Organization.* 2007;85:660-667.
74. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation and physical activity.* Champaign IL: Human Kinetics 2004.
75. Peters D, Fox K, Armstrong N, Sharpe P, Bell M. Estimation of body fat and body fat distribution in 11-year-old children using magnetic resonance imaging and hydrostatic weighing, skinfolds, and anthropometry. *American Journal of Human Biology.* 1994;6(2):237-243.
76. Owens S, Gutin B, Barbeau P, et al. Visceral Adipose Tissue and Markers of the Insulin Resistance Syndrome in Obese Black and White Teenagers. *Obesity.* 2000;8(4):287-293.
77. Elbers JMH, Haumann G, Asscheman H, Seidell JC, Gooren LJG. Reproducibility of fat area measurements in young, non-obese subjects by computerized analysis of magnetic resonance images. *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders.* 1997;21(12):1121.
78. Thomas EL, Bell JD. Influence of undersampling on magnetic resonance imaging measurements of intra-abdominal adipose tissue. *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders.* 2003;27(2):211.
79. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes.* 2006;30(4):598-602.
80. Van Loan MD. Total body composition: birth to old age. In: Roche A, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition.* Champaign, Illinois, : Human Kinetics; 1996: 205-215.
81. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise.* 2002;34(4):689-694.
82. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism.* 2007;21(3):415-430.
83. Kim K, Yun SH, Jang MJ, Oh KW. Body Fat Percentile Curves for Korean Children and Adolescents: A Data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2010. *J Korean Med Sci.* 2013;28(3):443-449.
84. Gil A, Olza J, Gil-Campos M, Gomez-Llorente C, Aguilera C. Is adipose tissue metabolically different at different sites? *International Journal of Pediatric Obesity.* 2011;6(S1):13-20.
85. Matsuzawa Y. The role of fat topology in the risk of disease. *International journal of obesity.* 2008;32:S83-S92.
86. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *International Journal of Obesity.* 2006;30(1):23-30.
87. Goran MI, Lane C, Toledo-Corral C, Weigensberg MJ. Persistence of Pre-Diabetes in Overweight and Obese Hispanic Children: Association With Progressive Insulin Resistance, Poor Beta-cell Function and Increasing Visceral Fat. *Diabetes.* 2008;57(11):3007-3012.

88. Asayama K, Dobashi K, Hayashibe H, et al. Threshold values of visceral fat measures and their anthropometric alternatives for metabolic derangement in Japanese obese boys. *International Journal of Obesity*. 2002;26:208-213.
89. Yu O-K, Rhee Y-K, Park T-S, Cha Y-S. Comparisons of obesity assessments in overweight elementary students using anthropometry, BIA, CT and DEXA. *Nutr Res Pract*. 2010;4(2):128-135.
90. Lee KK, Park HS, Yum KS. Cut-off values of visceral fat area and waist-to-height ratio: diagnostic criteria for obesity-related disorders in Korean children and adolescents. *Yonsei Med J*. Jan 2012;53(1):99-105.
91. Araki S, Dobashi K, Kubo K, et al. Plasma Visfatin Concentration as a Surrogate Marker for Visceral Fat Accumulation in Obese Children. *Obesity*. 2008;16(2):384-388.
92. Casazza K, Dulin-Keita A, Gower BA, Fernandez JR. Intraabdominal fat is related to metabolic risk factors in Hispanic Americans, African Americans and in girls. *Acta Paediatrica*. 2009;98(12):1965-1971.
93. Gower BA, Nagy TR, Goran MI. Visceral fat, insulin sensitivity, and lipids in prepubertal children. *Diabetes*. 1999;48(8):1515.
94. Staiano AE, Katzmarzyk PT. Ethnic and sex differences in body fat and visceral and subcutaneous adiposity in children and adolescents. *Int J Obes*. 2012;36(10):1261-1269.
95. Medina-Bravo P, Meza-Santibáñez R, Rosas-Fernández P, et al. Decrease in Serum Adiponectin Levels Associated with Visceral Fat Accumulation Independent of Pubertal Stage in Children and Adolescents. *Archives of medical research*. 2011;42(2):115-121.
96. Huang TT, Johnson MS, Figueroa-Colon R, Dwyer JH, Goran MI. Growth of visceral fat, subcutaneous abdominal fat, and total body fat in children. *Obes Res*. May 2001;9(5):283-289.
97. Vasan RS. Biomarkers of Cardiovascular Disease: Molecular Basis and Practical Considerations. *Circulation*. May 16, 2006 2006;113(19):2335-2362.
98. Huang TTK, Johnson MS, Figueroa-Colon R, Dwyer JH, Goran MI. Growth of Visceral Fat, Subcutaneous Abdominal Fat, and Total Body Fat in Children. *Obesity Research*. 2001;9(5):283-289.
99. Siegel MJ, Hildebolt CF, Bae KT, Hong C, White NH. Total and Intraabdominal Fat Distribution in Preadolescents and Adolescents: Measurement with MR Imaging. *Radiology*. March 2007 2007;242(3):846-856.
100. Saelens BE, Seeley RJ, van Schaick K, Donnelly LF, O'Brien KJ. Visceral abdominal fat is correlated with whole-body fat and physical activity among 8-y-old children at risk of obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*. January 1, 2007 2007;85(1):46-53.
101. Liem ET, De Lucia Rolfe E, L'Abée C, Sauer PJJ, Ong KK, Stolk RP. Measuring abdominal adiposity in 6 to 7-year-old children. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2009;63(7):835-841.
102. Pausova Z, Mahboubi A, Abrahamowicz M, et al. Sex differences in the contributions of visceral and total body fat to blood pressure in adolescence. *Hypertension*. Mar 2012;59(3):572-579.
103. Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. *The American Journal of Clinical Nutrition*. July 1, 1996 1996;64(1):12-17.

104. Mansoub S, Chan MK, Adeli K. Gap analysis of pediatric reference intervals for risk biomarkers of cardiovascular disease and the metabolic syndrome. *Clinical Biochemistry*. 2006;39(6):569-587.
105. Falaschetti E, Hingorani AD, Jones A, et al. Adiposity and cardiovascular risk factors in a large contemporary population of pre-pubertal children. *European Heart Journal*. December 1, 2010 2010;31(24):3063-3072.
106. Bays HE, Toth PP, Kris-Etherton PM, et al. Obesity, adiposity, and dyslipidemia: A consensus statement from the National Lipid Association. *Journal of Clinical Lipidology*. 2013;7(4):304-383.
107. Böhm A, Heitmann B. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *European journal of clinical nutrition*. 2013;67:S79-S85.
108. McCrindle BW, Kwiterovich PO, McBride PE, Daniels SR, Kavey R-EW. Guidelines for Lipid Screening in Children and Adolescents: Bringing Evidence to the Debate. *Pediatrics*. August 1, 2012 2012;130(2):353-356.
109. Dugas LR, Cao G, Luke AH, Durazo-Arvizu RA. Adiposity Is Not Equal in a Multi-Race/Ethnic Adolescent Population: NHANES 1999–2004. *Obesity*. 2011;19(10):2099-2101.
110. Shea JL, Randell EW, Sun G. The Prevalence of Metabolically Healthy Obese Subjects Defined by BMI and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Obesity*. 2011;19(3):624-630.
111. Morrison JA, Glueck CJ, Wang P. Childhood risk factors predict cardiovascular disease, impaired fasting glucose plus type 2 diabetes mellitus, and high blood pressure 26 years later at a mean age of 38 years: the Princeton–lipid research clinics follow-up study. *Metabolism*. 2012;61(4):531-541.
112. Hobkirk JP, King RF, Gately P, et al. The Predictive Ability of Triglycerides and Waist (Hypertriglyceridemic Waist) in Assessing Metabolic Triad Change in Obese Children and Adolescents. *Metabolic syndrome and related disorders*. 2013;XX(XX).
113. Aradillas-Garcia C, Malacara JM, Garay-Sevilla ME, et al. Prediabetes in rural and urban children in 3 states in Mexico. *Journal of the CardioMetabolic Syndrome*. 2007;2(1):35-39.
114. Can M, Piskin E, Guven B, Acikgoz S, Mungan G. Evaluation of Serum Lipid Levels in Children. *Pediatr Cardiol*. 2013/03/01 2013;34(3):566-569.
115. Owens S, Gutin B, Ferguson M, Allison J, Karp W, Le N-A. Visceral adipose tissue and cardiovascular risk factors in obese children. *The Journal of Pediatrics*. 1998;133(1):41-45.
116. Ibrahim MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obesity Reviews*. 2010;11(1):11-18.
117. Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev*. 2000;21:697-738.
118. Pittas AG, Joseph NA, Greenberg AS. Adipocytokines and Insulin Resistance. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. February 1, 2004 2004;89(2):447-452.
119. Tchernof A, Després J-P. Pathophysiology of Human Visceral Obesity: An Update. *Physiological Reviews*. January 1, 2013 2013;93(1):359-404.
120. Steinberger J, Daniels SR, Eckel RH, et al. Progress and challenges in metabolic syndrome in children and adolescents a scientific statement from the American Heart Association atherosclerosis, hypertension, and obesity in the young committee of the council on cardiovascular disease in the young; council on cardiovascular nursing; and council on nutrition, physical activity, and metabolism. *Circulation*. 2009;119(4):628-647.

121. Greenberg A, McDaniel M. Identifying the links between obesity, insulin resistance and  $\beta$ -cell function: potential role of adipocyte-derived cytokines in the pathogenesis of type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Investigation*. 2002;32(s3):24-34.
122. Hardy OT, Czech MP, Corvera S. What causes the insulin resistance underlying obesity? *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*. 2012;19(2):81-87  
10.1097/MED.1090b1013e3283514e3283513.
123. Rytka JM, Wueest S, Schoenle EJ, Konrad D. The Portal Theory Supported by Venous Drainage–Selective Fat Transplantation. *Diabetes*. 2011;60(1):56.
124. Item F, Konrad D. Visceral fat and metabolic inflammation: the portal theory revisited. *Obesity Reviews*. 2012;13:30-39.
125. Patel P, Abate N. Body Fat Distribution and Insulin Resistance. *Nutrients*. 2013;5(6):2019-2027.
126. Patel P, Abate N. Role of Subcutaneous Adipose Tissue in the Pathogenesis of Insulin Resistance. *Journal of Obesity*. 2013;2013:5.
127. Després J-P, Lemieux I, Prud'homme D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. *BMJ: British Medical Journal*. 2001;322(7288):716.
128. Rizzo M, Pernice V, Frasher A, et al. Small, dense low-density lipoproteins (LDL) are predictors of cardio- and cerebro-vascular events in subjects with the metabolic syndrome. *Clinical Endocrinology*. 2009;70(6):870-875.
129. Seckl J, Morton N, Chapman K, Walker B. Glucocorticoids and 11 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase in adipose tissue. *Recent Prog Horm Res*. 2004;59:359–393.
130. Lee S, Kuk JL, Kim Y, Arslanian SA. Measurement site of visceral adipose tissue and prediction of metabolic syndrome in youth. *Pediatr Diabetes*. May 2011;12(3 Pt 2):250-257.
131. Hirschler V, Delfino AM, Clemente G, et al. ¿Es la Circunferencia de Cintura un Componente del Síndrome Metabólico en la Infancia? *Arch Argent Pediatr*. 2005;103(1):7-13.
132. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. February 1, 1999 1999;69(2):308-317.
133. Lee S, Bacha F, Gungor N, Arslanian SA. Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. *The Journal of Pediatrics*. 2006;148(2):188-194.
134. Spolidoro JV, Pitrez Filho ML, Vargas LT, et al. Waist circumference in children and adolescents correlate with metabolic syndrome and fat deposits in young adults. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2013;32(1):93-97.
135. Mueller NT, Pereira MA, Buitrago-Lopez A, et al. Adiposity indices in the prediction of insulin resistance in prepubertal Colombian children. *Public Health Nutr*. Feb 2013;16(2):248-255.
136. Freedman DS, WANG J, OGDEN CL, et al. The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents. *Annals of Human Biology*. 2007;34(2):183-194.
137. Boeke C, Oken E, Kleinman K, Rifas-Shiman S, Taveras E, Gillman M. Correlations among adiposity measures in school-aged children. *BMC Pediatrics*. 2013;13(1):99.
138. Nooyens AC, Koppes LL, Visscher TL, et al. Adolescent skinfold thickness is a better predictor of high body fatness in adults than is body mass index: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. June 1, 2007 2007;85(6):1533-1539.

139. Larsson C, Hernell O, Torbjön L. Moderately elevated body mass index is associated with metabolic variables and cardiovascular risk factors in Swedish children. *Acta Paediatrica*. July 2011;100:102-108.
140. Schmidt M, Dwyer T, Magnussen C, Venn A. Predictive Associations Between Alternative Measures of Childhood Adiposity and Adult Cardio-Metabolic Health. *International Journal of Obesity*. September 2010:1-8.
141. Schmidt MD, Dwyer T, Magnussen CG, Venn AJ. Predictive associations between alternative measures of childhood adiposity and adult cardio-metabolic health. *International Journal of Obesity*. 2011;35(1):38-45.
142. McCarthy DH. Body fat measurements in children as predictors for the metabolic syndrome: focus on waist circumference. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2006 2006;65:385-392.
143. Harrington DM, Staiano AE, Broyles ST, Gupta AK, Katzmarzyk PT. BMI percentiles for the identification of abdominal obesity and metabolic risk in children and adolescents: evidence in support of the CDC 95th percentile. *Eur J Clin Nutr*. Feb 2013;67(2):218-222.
144. Lamb MM, Ogden CL, Carroll MD, Lacher DA, Flegal KM. Association of body fat percentage with lipid concentrations in children and adolescents: United States, 1999–2004. *The American Journal of Clinical Nutrition*. September 1, 2011 2011;94(3):877-883.
145. Jahagirdar R, Hemchand KP, Chiplonkar SA, Khadilkar VV, Khadilkar AV. Relationship between body mass index, fat distribution and cardiometabolic risk factors in Indian children and adolescents. *Pediatric Obesity*. 2012;7(4):E37-E41.
146. Freedman DS, Katzmarzyk PT, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of body mass index and skinfold thicknesses to cardiovascular disease risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. July 1, 2009 2009;90(1):210-216.
147. Balagopal P, de Ferranti SD, Cook S, et al. Nontraditional Risk Factors and Biomarkers for Cardiovascular Disease: Mechanistic, Research, and Clinical Considerations for Youth: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. June 14, 2011 2011;123(23):2749-2769.
148. Steinberger J, Jacobs DR, Jr., Raatz S, Moran A, Hong CP, Sinaiko AR. Comparison of body fatness measurements by BMI and skinfolds vs dual energy X-ray absorptiometry and their relation to cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2005;29(11):1346-1352.
149. Bell L, Hung J, Knuiman M, et al. Body mass index and waist circumference: Relationship to cardiometabolic risk factors in children - Busselton Health Study 2005-2007. *J Paediatr Child Health*. Jun 26 2013.
150. Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tatò L. Waist Circumference and Cardiovascular Risk Factors in Prepubertal Children. *Obesity Research*. 2001;9(3):179-187.
151. Dencker M, Wollmer P, Karlsson MK, Linden C, Andersen LB, Thorsson O. Body fat, abdominal fat and body fat distribution related to cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Acta Paediatr*. Aug 2012;101(8):852-857.
152. Hall JE, da Silva AA, do Carmo JM, et al. Obesity-induced Hypertension: Role of Sympathetic Nervous System, Leptin, and Melanocortins. *Journal of Biological Chemistry*. June 4, 2010 2010;285(23):17271-17276.
153. Tchernof A. Visceral Adipocytes and the Metabolic Syndrome. *Nutrition Reviews*. 2007;65:S24-S29.

154. Goran M, Nagy T, Treuth M, et al. Visceral fat in white and African American prepubertal children. *The American Journal of Clinical Nutrition*. June 1, 1997 1997;65(6):1703-1708.
155. Elizondo-Montemayor L, Serrano-González M, Ugalde-Casas P, Bustamante-Careaga H, Cuello-García C. Waist-to-height: cutoff matters in predicting metabolic syndrome in Mexican children. *Metab Syndr Relat Disord*. 2011;9(3):183-190.
156. Garnett SP, Högler W, Blades B, et al. Relation between hormones and body composition, including bone, in prepubertal children. *The American Journal of Clinical Nutrition*. October 1, 2004 2004;80(4):966-972.
157. Ogden CL, Kuczmarski RJ, Flegal KM, et al. Centers for Disease Control and Prevention 2000 Growth Charts for the United States: Improvements to the 1977 National Center for Health Statistics Version. *Pediatrics*. January 1, 2002 2002;109(1):45-60.