



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Relación de masa muscular y reserva  
pancreática en pacientes pediátricos  
con diabetes mellitus tipo 2.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
SUBESPECIALISTA EN :

ENDOCRINOLOGIA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A:

Dra. Yessenia García Gómez

TUTOR:

Dr. Darío Jorge Mario Molina Díaz



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2022



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.

## HOJA DE FIRMAS

---

**DR. SÁRBELIO MORENO ESPINOSA**

**DIRECTOR DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO HOSPITAL INFANTIL DE  
MEXICO FEDERICO GOMEZ**

**TUTOR:**



---

**M. en C. DARIO JORGE MARIO MOLINA DIAZ**

**MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ENDOCRINOLOGIA PEDIATRICA.**

**HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

## **Dedicatoria**

A mi familia, a Dios y a mis maestros

Gracias por ser mi guía y fortaleza

## INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MARCO TEÓRICO.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
PREGNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
HIPÓTESIS.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
METODOLOGÍA.....	14
RESULTADOS.....	18
DISCUSION.....	20
CONCLUSION.....	22
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	23
REFERENCIAS.....	24
LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	26
ANEXO.....	27

## Resumen:

La incidencia de Diabetes Mellitus Tipo 2 en la población pediátrica ha incrementado de manera importante durante los últimos años, por lo que la comprensión de los mecanismos fisiopatológicos subyacentes es relevante para poder ofrecer mejores líneas de manejo y prevención. El uso de métodos de valoración de la composición corporal, ha permitido el estudio de la asociación de la proporción de los distintos componentes a condiciones patológicas, se ha descrito que la salud musculo esquelética puede tener impacto sobre la regulación metabólica y viceversa.

**Objetivo:** Evaluar la asociación entre la proporción de masa muscular y reserva de la función pancreática en los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2

**Metodología:** Se reclutó a pacientes de 10 a 18 años, que cuenten con Diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2 en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, a los cuales se les realizó estudio de composición corporal a través de Bioimpedancia eléctrica y determinación de Peptido C, glucosa e insulina (para cálculo de HOMA –Beta) y perfil de lípidos. Posteriormente se realizó análisis descriptivo con mediciones de dispersión central y se exploró la asociación estadística entre variables (cruce de variables – análisis bivariado

**Resultados y conclusiones:** Se incluyó un total de 33 pacientes entre 10 a 18 años, con Diabetes Mellitus Tipo 2, encontrándose alta prevalencia de sobrepeso y obesidad. El análisis de composición corporal, presentó un mayor porcentaje de Índice de Grasa, con respecto a la población de referencia. Sin embargo, no se encontró relación entre la masa magra y la reserva pancreática, se observa correlación con la función pancreática y masa visceral, pero no significativa, probablemente ambos relacionados con el tamaño de la muestra

**Limitaciones del estudio:** Debido a la temporalidad del estudio durante la contingencia, el tamaño de la muestra, fue limitado, por lo que es difícil extrapolar resultados, además de que el estudio es de tipo transversal, no será posible determinar causalidad

## INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus Tipo 2 es uno de los principales problemas de salud pública actual, incrementando su frecuencia en la población pediátrica durante los últimos años. Sin embargo, a pesar de su frecuencia, aún no logramos comprender completamente su fisiopatología y todos los procesos involucrados en su desarrollo y evolución.

Durante los últimos años se ha popularizado el uso de métodos de evaluación de la composición corporal, lo que ha permitido analizar la relación de los distintos componentes corporales con otras condiciones de salud, entre ellas se ha observado una relación entre la Diabetes Mellitus Tipo 2 y el estado de salud musculo esquelético, ya que comparten distintas vías de señalización, entre ellas la Insulina, por lo que es de nuestro interés evaluar la asociación entre la masa muscular y la funcionalidad de la célula Beta pancreática.

Por lo anterior es de nuestro interés evaluar la relación entre la masa magra y la resistencia a la insulina, logrando un muy escaso porcentaje de pacientes controlados a nivel mundial y especialmente en nuestro país, generando un alto coste en el manejo de la enfermedad y principalmente a sus complicaciones, por lo que de demostrarse nuestra hipótesis podría ayudarnos a comprender otro proceso en la fisiopatología de la enfermedad y de esta manera desarrollar a futuro una nueva línea de manejo y de lograrse una reducción en los costos de la enfermedad y sobre todo una mejor calidad de vida en las personas que sufren dicha patología.

## **MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES**

### **Diabetes Mellitus Tipo 2 en población Pediátrica**

La prevalencia de Diabetes Mellitus Tipo 2, ha incrementado dramáticamente al rededor del mundo en distintos grupos étnicos y en diversos estratos socioeconómicos. Durante la última década el incremento de niños con este diagnóstico se ha convertido en un importante problema de salud pública alrededor del mundo, etiquetado como “epidemia”<sup>1,2</sup>

La DM2 tanto en niños como en adolescentes se debe a la combinación de resistencia a la Insulina y falla relativa de la célula Beta Pancreática. Así mismo parece ser que la carga genética y los factores ambientales juegan un papel importante para la resistencia a la insulina y en la reserva limitada de células Beta.<sup>1</sup>

La DM2 en la edad pediátrica ocurre casi exclusivamente en niños y adolescentes con sobrepeso (SP) u obesidad (IMC > p85 para la edad) y la mayoría de los pacientes al momento del diagnóstico se encuentran en la pubertad (estadio de Tanner 2-4).<sup>1</sup>

En México, al igual que en el resto del mundo ha incrementado la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población pediátrica, de acuerdo con la última Encuesta Nacional de Salud, el sobrepeso y obesidad afectan al 14.6 y 23.8% de los adolescentes respectivamente<sup>3</sup>. De igual forma la tasa de diabetes tipo 2 en México en niños aumentó. En 2016, la incidencia de diabetes tipo 2 en niños de 10 a 14 años fue de 2.05 casos sobre cada 100 mil habitantes, incrementando a 2.9 en el año 2020, de acuerdo con la Dirección General de Epidemiología.<sup>4</sup>

### **Composición corporal (CC)**

El análisis de la composición corporal se ha vuelto una importante herramienta para la endocrinología pediátrica, con aplicaciones tanto clínicas, como de investigación, el objetivo de su determinación es cuantificar la cantidad de los distintos componentes y su relativa proporción del cuerpo<sup>5</sup>

La medición de la composición corporal puede ser útil para entender el impacto de la dieta, el crecimiento, actividad física, enfermedades y factores ambientales sobre el estado nutricional,



así como predictor de complicaciones, sin embargo, es un campo aún en desarrollo, especialmente en la población pediátrica.<sup>6,7</sup>

La composición corporal en niños y adolescentes es compleja y cambiante, produciéndose cambios en las proporciones y densidades de los componentes, por ello, los modelos multicomponente deben ser utilizados para desarrollar validación de ecuaciones predictivas de masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) con buena precisión.<sup>8</sup>

Algunos de los métodos que se utilizan en la actualidad incluyen antropometría, dilución de trazadores, densitometría, absorción de rayos X de energía dual, pletismografía por desplazamiento de aire y análisis por bioimpedancia eléctrica. Los diversos métodos disponibles se basan en modelos de dos compartimentos (2C), tres compartimentos (3C), cuatro compartimentos (4C) o multicompartimentales.<sup>9</sup>

#### **Métodos de medición de Composición Corporal:**

##### **- Modelo de dos compartimentos (2C)**

En este modelo el cuerpo es dividido en dos partes: la masa grasa (MG) y el resto, que se denomina la masa libre de grasa (MLG). Los modelos de 2C se basan en la medida de la densidad corporal. <sup>8</sup> La hidrodensitometría, la pletismografía por desplazamiento de aire (ADP) y la hidrometría son algunos de los métodos comúnmente utilizados basados en el modelo 2C.<sup>9</sup>

##### **- Modelo de tres compartimentos (3C)**

Este modelo incluye un tercer componente en el que la MLG se divide en masa de tejido magro (MTM) y contenido mineral óseo (CMO). La MLG se divide en dos partes: contenido de agua y el resto serían los materiales sólidos como proteínas y minerales. Por lo tanto, controla la variación interindividual en la hidratación. La absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) y la Bioimpedancia de multifrecuencia, son técnicas que pueden emplear este modelo.<sup>8-10</sup>

##### **- Modelo de cuatro compartimentos (4C)**

El modelo 4C, se obtiene combinando varios métodos para dividir la masa corporal en: grasa, mineral, agua corporal total y proteína (residual) y, por lo tanto, elimina la necesidad de hacer

suposiciones sobre la proporción relativa de estos componentes en el cuerpo. Se considera el estándar de referencia; sin embargo, es a menudo limitado en entornos clínicos y estudios grandes, debido al tiempo, costo y equipo necesarios.<sup>8,9</sup>

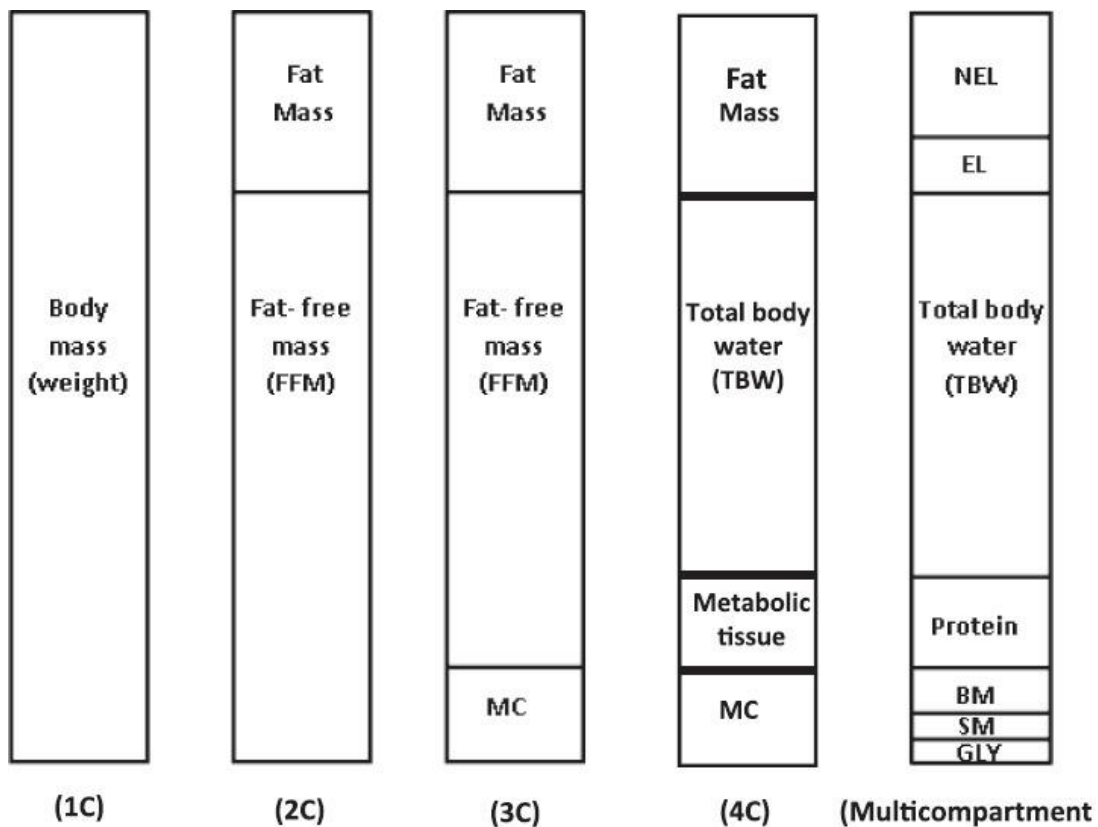
- **Modelos multicomponentes**

Requieren el análisis directo de los principales elementos del cuerpo, mediante elementos radiomarcados.<sup>10</sup> Se pueden distinguir 5 niveles:

- Nivel elemental o atómico: se incluyen elementos como: oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, cloro, sodio, magnesio y el sumatorio de todos esos elementos sería el peso corporal.
- Nivel molecular: Compuesto por la masa grasa, agua corporal total, proteína corporal total, mineral óseo y mineral en tejidos blandos.
- Nivel celular: Se incluyen la masa celular, el agua extracelular, los sólidos extracelulares y la grasa.
- Nivel de sistemas de tejidos: tejido adiposo (grasa + células), el tejido músculo esquelético, el tejido óseo y otros tejidos (piel, vísceras, sangre, etc.).<sup>8</sup>

Aunque proporcionan medidas precisas de la composición corporal, para validar otros métodos, la falta de instalaciones adecuadas, el elevado gasto y la exposición a la radiación limitan su uso habitual.

Los diferentes modelos de composición corporal se muestran en la figura 1<sup>9</sup>



**FIGURA 1.- MODELOS DE COMPOSICIÓN CORPORAL.**

(MC, contenido mineral; NEL, lípido no esencial; EL, lípido esencial; BM, mineral óseo; SM, mineral de tejidos blandos; GLY, glucógeno). Fuente: Kuriyan R. *Body composition techniques. Indian J Med Res.*<sup>9</sup>

No existe un estándar de oro in vivo para la medición de la composición corporal en la población pediátrica. Uno o más métodos pueden ser apropiados para su uso según el individuo (o población) de interés y el tipo de información que se desea.<sup>5</sup>

### **Bioimpedancia eléctrica en población Pediátrica**

Todas las mediciones de la CC para uso clínico son métodos indirectos, basados en suposiciones.<sup>11</sup> La técnica de Bioimpedancia eléctrica (BE) evalúa la composición corporal a través de impedancia o valores de resistencia y reactancia de una pequeña corriente eléctrica a medida que viaja a través del el agua del cuerpo, debido a su bajo costo y facilidad de uso, se postula como uno de los métodos más reproducibles<sup>12</sup>, estudios recientes sugieren que la CC derivada de BIA y las mediciones del ángulo de fase son valiosas para evaluar el estado nutricional en población pediátrica.<sup>11</sup> Encontrando reproducibilidad casi perfecta en la estimación del% BF a través de BIA. Además, hubo una correlación casi perfecta en las

evaluaciones BIA en comparación con los métodos de referencia para la estimación de MG y MLG<sup>12</sup>

### **Absorciometría Dual de Rayos X (DXA)**

Técnica por emisión fotónica, que mide la captación- atenuación de fotones e indirectamente la cantidad de masa grasa y magra, así como su distribución, se considera el estándar para el Contenido Mineral Óseo<sup>13</sup>, requiere de personal capacitado y software especializado. Se considera en estudio factible para la determinación de CC, en personas mayores de 3 años.<sup>14</sup>

### **Valores de referencia en Población Pediátrica**

Debido a que la determinación de la CC en la población pediátrica es una técnica relativamente frecuente y de recién popularización, no existen valores de referencia internacionales estándar, sin embargo, se han publicado diferentes trabajos alrededor del mundo en el que se han obtenido valores de referencia locales, utilizando distintas técnicas de medición<sup>13</sup>

### **Valores de referencia en Población Pediátrica en México**

En México, se han publicado distintos reportes del estudio de la composición corporal en la población pediátrica, entre ellos en el año 2017, se publicó un estudio realizado por Melchor Alpizar, y colaboradores, en el que publican valores de referencia de composición corporal (porcentaje de masa grasa corporal total, porcentaje de masa grasa libre, índice de masa grasa, índice de masa libre de grasa) para edad y sexo de 6 a 12 años, basado en una muestra de en 2026 niños y niñas.<sup>15</sup>

Posteriormente en el año 2019, Costa-Urrutia y cols. publican valores de referencia para sexo y edad del porcentaje de grasa corporal medidos por BE, y de índice de Masa Corporal basado en un total de 2182 niños y niñas de entre 3 -17 años, sin embargo, con alto reclutamiento de niños con obesidad (43.7%), prevalencia mayor a la de la población general<sup>16</sup>

Recientemente en el año 2020, fue publicada en un trabajo de Tesis Doctoral, por López y Cols<sup>13</sup> nuevos valores de referencia de composición corporal en niños y adolescentes obtenidos de 20 escuelas y un club deportivo con un total de 1659 participantes de entre 4 y

20 años de edad, sanos, a los cuales se determinó CC, mediante DXA. Cuyos resultados se muestran en los Anexos 1-3. Dichos parámetros se utilizarán como referencia para percentilar

## **Sarcopenia**

Se define como la pérdida de masa y función del músculo esquelético. Aunque se observa principalmente en los ancianos, y la mayoría de las definiciones y criterios diagnósticos son orientadas para este grupo de edad, puede presentarse en todas las edades<sup>17</sup>

La sarcopenia se ha examinado en el contexto de una amplia gama de hábitos corporales, en niños con retraso del crecimiento (desnutrición) y exceso de adiposidad corporal, una condición conocida como obesidad sarcopénica (SO).

El principal obstáculo para definir la sarcopenia infantil es la falta de una definición uniforme y de criterios diagnósticos. En los niños, existe una gran heterogeneidad en las metodologías de composición corporal utilizadas para medir la SMM y pocos datos relacionados con la evaluación de la función y fuerza muscular, una característica clave en las definiciones de sarcopenia en adultos. Sin embargo, las implicaciones clínicas de la sarcopenia en los niños no pueden subestimarse, ya que la desnutrición en la primera infancia y la niñez tiene el potencial de tener consecuencias adversas para la salud de por vida<sup>18</sup>

En los niños, la sarcopenia puede ocurrir como parte de otras afecciones. Por ejemplo, la sarcopenia puede coexistir con la osteoporosis, y juntas las dos se denominan sarcosteoporosis, por lo que los pacientes pediátricos con distrofia muscular o uso crónico de esteroides, por ejemplo, pueden estar en riesgo. La sarcopenia también puede coexistir con la obesidad, y juntas las dos se denominan obesidad sarcopénica, en la que el aumento de la grasa exacerba la sarcopenia a través de la lipotoxicidad de los miocitos. La obesidad sarcopénica es de especial interés en la población pediátrica porque la prevalencia de la obesidad infantil está aumentando y la obesidad sarcopénica se ha observado en niños inactivos.<sup>19</sup>

## **Definición en Pediatría**

A la fecha, no existe una definición estandarizada de sarcopenia y Obesidad Sarcopénica. Existen diversos estudios en los que se evalúa la masa muscular en población pediátrica, empleando distintas técnicas de medición de la composición corporal.<sup>18</sup>

Dado que los niños maduran y se desarrollan a ritmos diferentes, comparar medidas absolutas, puede no ser apropiado. Por lo que, en McCarthy y cols.<sup>19</sup> proponen la obtención de la proporción de masa muscular (MM) y la masa de grasa corporal (MGCT), creando una relación Musculo/Grasa (RMG), que podría servir como un indicador del riesgo metabólico en los niños; utilizando IMC junto con la RMG. Definiendo a la Obesidad Sarcopenica como RMG <-2SD de la media para el tercer quintil del IMC para edad y sexo. Empleando como referencia los percentiles presentados previamente por Kim y cols.<sup>20</sup> Metodología que se empleará en este estudio como definición de Sarcopenia.

Age	MFR for normal BMI (BMI < 85 <sup>th</sup> percentile for age and sex)	MFR for overweight and obesity (BMI ≥ 85 <sup>th</sup> percentile for age and sex)	P value
<b>Boys</b>			
10 yr	1.36 ± 0.44	0.68 ± 0.13	< 0.001
11 yr	1.30 ± 0.51	0.71 ± 0.16	< 0.001
12 yr	1.57 ± 0.67	0.77 ± 0.18	< 0.001
13 yr	1.80 ± 0.68	0.92 ± 0.18	< 0.001
14 yr	2.08 ± 0.92	1.05 ± 0.38	< 0.001
15 yr	2.27 ± 0.77	0.99 ± 0.18	< 0.001
16 yr	2.21 ± 0.77	1.03 ± 0.21	< 0.001
17 yr	2.02 ± 0.73	1.19 ± 0.34	< 0.001
18 yr	1.99 ± 0.69	1.19 ± 0.28	< 0.001
total	1.88 ± 0.78	0.94 ± 0.30	< 0.001
<b>Girls</b>			
10 yr	1.02 ± 0.27	0.70 ± 0.10	< 0.001
11 yr	1.09 ± 0.31	0.71 ± 0.12	< 0.001
12 yr	1.13 ± 0.34	0.79 ± 0.14	< 0.001
13 yr	1.04 ± 0.30	0.69 ± 0.14	< 0.001
14 yr	0.90 ± 0.20	0.68 ± 0.16	< 0.001
15 yr	0.89 ± 0.19	0.66 ± 0.14	< 0.001
16 yr	0.88 ± 0.17	0.65 ± 0.13	< 0.001
17 yr	0.85 ± 0.17	0.64 ± 0.17	< 0.001
18 yr	0.92 ± 0.20	0.54 ± 0.12	< 0.001
total	0.96 ± 0.26	0.68 ± 0.15	< 0.001

Note- Data are means ± standard deviations.

Cuadro 1.- Percentiles para la Relación Músculo/Grasa por Kim y cols<sup>20</sup>

Sin embargo, en la práctica clínica, la fuerza muscular, en lugar de la masa muscular, puede usarse para diagnosticar afecciones como la sarcopenia<sup>21</sup>

## Reserva Pancreática

Se ha observado que una disminución de la función de las células beta pancreáticas es un factor clave que contribuye a la progresión de la diabetes tipo. Se estima que el páncreas

comprende ~ 1 millón de islotes de Langerhans, cada uno de los cuales contiene ~ 1000 células beta, con un peso total de ~ 0,9 g.

La cantidad de insulina liberada depende tanto del número absoluto de células beta en los islotes de Langerhans (masa de células beta) y la producción de cada una de estas células (función de la célula beta).

Se pueden utilizar varios métodos para proporcionar una evaluación de la función de las células beta. Aunque el estándar de oro para la evaluación de la función de las células beta es el clamp hiperglucémico, su uso se limita principalmente al ámbito de la investigación.<sup>22</sup>

Existen otras técnicas para su valoración, la medición del péptido C, éste último es secretado en concentraciones equimoleculares con la insulina, carece de efectos metabólicos conocidos, no es extraído por el hígado, es eliminado casi en su totalidad por los riñones y tiene una vida media de 30 minutos (la vida media de la insulina es de aproximadamente 4 minutos). Las características citadas han hecho que la determinación su determinación plasmática es una referencia muy buena de la reserva insulínica. Los valores considerados normales para la mujer y el varón varían, en general, entre 0.51 y 3.51 ng/mL o 0.30 y 1.30 nmol/L.<sup>23</sup>

Otro índice de utilidad es el HOMA-B, proporciona una evaluación de la función de las células beta mediante la proporción de insulina en ayunas a glucosa en ayunas ( $\text{HOMA-B} = 20 \times \text{insulina en mUI / ml} / (\text{glucosa en mmol / L} - 3.5)$ ). Sin embargo no hay rangos de referencia en población pediátrica, ya que dependen del análisis de insulina utilizado y pueden diferir hasta en un 100%.<sup>24</sup>

### **Masa muscular y Diabetes Mellitus**

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) se caracteriza por resistencia a la insulina, inflamación y aumento del estrés oxidativo. Estas características afectan negativamente la salud muscular, incluida la masa, fuerza, calidad y por alteración en el metabolismo de las proteínas, disfunción vascular, mitocondrial y muerte celular.

De la misma manera la sarcopenia puede contribuir al desarrollo y progresión de la DM2, a través del consumo alterado de glucosa debido a la baja masa muscular, y al aumento de la

inflamación localizada, que puede surgir a través de la acumulación de tejido adiposo inter e intramuscular.<sup>25</sup>

El músculo esquelético es uno de los tejidos diana para la insulina. Los receptores de insulina en el músculo juegan un papel importante en la regulación de la glucosa y es un sitio importante de eliminación de glucosa. El músculo también es una fuente de energía bajo ciertas condiciones, además de tener la capacidad de proporcionar aminoácidos para la gluconeogénesis. Estudios recientes han demostrado que el músculo esquelético secreta varios factores, los llamados mioquinas, que están asociados con el mantenimiento de la homeostasis.

La insulina es una hormona catabólica que estimula la síntesis de proteínas. El proceso de degradación y síntesis de proteínas se repite constantemente en el músculo esquelético. Los defectos en la señalización de la insulina como los que se observan en la resistencia a la insulina, pueden provocar una reducción de la síntesis muscular<sup>26</sup>



Figura 1. Diagrama esquemático de la relación de diabetes, estilo de vida y salud muscular<sup>23</sup>

Existen numerosos vínculos bidireccionales entre la DM2 y la sarcopenia, y la existencia de una afección puede aumentar el riesgo de desarrollar la otra. Factores como la resistencia a la insulina, la inflamación, la acumulación de ácidos grasos, el aumento del estrés oxidativo y las complicaciones vasculares pueden afectar varios componentes de la salud muscular; y la salud muscular deteriorada también pueden contribuir al desarrollo y progresión de la DM2.<sup>25</sup>



## **Planteamiento del Problema**

Durante la última década, se ha visto un incremento global en los índices de obesidad especialmente en la población pediátrica, convirtiéndose nuestro país en el primer lugar de Obesidad Infantil en el mundo, trayendo como consecuencia, un incremento en la incidencia de Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) en la población pediátrica.

Es bien sabido que parte de la fisiopatología de la Diabetes Tipo 2, tanto en población pediátrica como adulta es la resistencia a la Insulina como consecuencia de alteraciones metabólicas como la Obesidad, secundario en la mayoría de las veces a un mal estilo de vida como el sedentarismo y la mala alimentación, mismos procesos llevan consigo una disminución en la masa muscular, lo que a su vez participa de manera negativa en la fisiopatología de la Diabetes Mellitus Tipo 2. Por lo que sería esperable que esta se asocie a un mayor descontrol metabólico y a una disminución de la reserva pancreática.

Lo que nos lleva a plantear nuestra pregunta de investigación:

### **Pregunta de investigación:**

¿Existe asociación entre la proporción de masa magra y la reserva pancreática en los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2?

### **Justificación**

Debido al importante incremento en la incidencia y prevalencia de pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2 en la población Pediátrica a nivel mundial y alarmantemente a nivel nacional, llegándose a denominar incluso, como un “pandemia” que trae consigo un importante número de complicaciones metabólicas que conllevan grandes retos a la salud pública actual y a futuro, ya que se plantea/prevé dichas complicaciones puedan comprometer o incluso incapacitar a un estrato de la población joven, en edad reproductiva y económicamente activa, lo que resalta la importancia de conocer los mecanismos fisiopatológicos implicados en la Diabetes Mellitus Tipo 2 en la población pediátrica, para de esta manera poder plantear estrategias de prevención secundaria, limitando el progreso de la enfermedad, así como de prevención primaria.

## **Hipótesis**

La disminución en la relación músculo/ grasa, estará asociada con una disminución en la reserva de la función pancreática en los pacientes pediátricos con Diabetes Mellitus tipo 2

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la asociación entre la proporción de masa muscular y reserva de la función pancreática en los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2

### **Objetivos Específicos**

1. Describir la composición corporal en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2
2. Determinar la prevalencia de sarcopenia en pacientes pediátricos con diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2
3. Determinar la reserva pancreática endocrina de los pacientes pediátricos con diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2

## **Metodología**

**Diseño de estudio:** Estudio Analítico, Transversal y Observacional.

**Población:** Pacientes con Diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2, del Hospital Infantil de México, que otorguen consentimiento por escrito para incluirse en el protocolo de estudio y realizar los procedimientos necesarios para la inclusión en el mismo.

### **Criterios de inclusión de pacientes:**

Pacientes de cualquier sexo, de 10 a 18 años, que cuenten con Diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2 en el Hospital Infantil de México Federico Gómez

### **Criterios de exclusión y eliminación de pacientes:**

Pacientes que no acepten participar en el protocolo o que no se logre completar la recolección de datos.

**Tamaño muestral:** Se realizará muestreo por conveniencia, incluyendo todos los pacientes que reúnan los criterios de inclusión

**Proceso:** El estudio se llevó a cabo en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, con participación del Departamento de Endocrinología, (servicio clínico para la evaluación del paciente y servicio de laboratorio en la determinaciones bioquímicas) y el Departamento de Nutrición donde se realizó la valoración nutricional, antropometría y análisis de la composición corporal realizado con Bioimpedancia eléctrica mBCA de SECA, integrable en una red de tecnología inalámbrica, que además cuenta con un báscula integrada con una capacidad de carga de hasta 300 kg.

Se citó a los pacientes con ayuno de 12 horas, se obtuvieron las muestras de sangre, con un volumen aproximado de 20 ml, y posteriormente se realizó la evaluación antropométrica y de bioimpedancia eléctrica, para lo que se retiraba la mayoría de ropa y calzado, realizado por Nutriólogas Pediatras. Posteriormente se permitió la ingesta de alimentos y por último se realizaba valoración clínica y consulta médica.

### **Análisis de los datos. Estadística descriptiva**

En un primer momento se realizó una descripción de las variables cuantitativas y cualitativas. Las variables cualitativas (conocidas como categóricas): Se describieron en términos de frecuencias absolutas (número de casos observados) y frecuencias relativas (porcentajes). Los datos son mostrados en tablas de contingencia y gráficos de barra. Para variables cuantitativas se determinaron el promedio y la desviación estándar (DE), mediana y rango.

### **Estadística inferencial**

En un segundo momento se exploró la asociación estadística entre variables (cruce de variables – análisis bivariado). Para explorar la asociación entre dos variables categóricas se utilizó la prueba de Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ). Se consideró que una asociación o diferencia es estadísticamente significativa, cuando el valor de p sea  $<0.05$ . Las pruebas estadísticas se llevaron a cabo a través del programa SPSS 25.0

## Descripción de variables:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
Sexo	Características anatómicas que diferencian a los individuos en masculinos y femeninos	Femenino y Masculino	Cualitativa, nominal, dicotómica	Masculino=1 Femenino= 2
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de la evaluación	Años cumplidos al momento del estudio	Cuantitativa, continua	Años cumplidos
Peso	Medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto.	Peso del paciente en kilogramos	Cuantitativa continua	Kilogramos (Kg)
Talla	Medida de una persona desde los pies a la cabeza	Estatura del paciente en metros	Cuantitativa, continua	Metros (m)
Índice de Masa Corporal	Es el índice que resulta de dividir el peso expresado en kilogramos entre la talla (en metros) al cuadrado	Índice de masa corporal expresado en números y un decimal	Cuantitativa continua	Kg/m <sup>2</sup>
Masa grasa (MG)	Cantidad de tejido adiposo que contiene un cuerpo	Masa grasa expresada en porcentaje de masa corporal total	Cuantitativa, numérica	Gramos (Kg) y porcentaje
Masa magra (MM)	Masa corporal no grasa y no ósea	Masa magra expresada en porcentaje de masa corporal total	Cuantitativa, numérica	Kilogramos (kg) y porcentaje
Índice de Masa Magra	Relación de la cantidad de masa magra con el resto de masa de un cuerpo	Relación de la cantidad de masa magra con el resto de masa de un cuerpo	Cuantitativa, numérica	Kg/m <sup>2</sup>
Índice Musculo/Grasa (IMG)	Relación de la cantidad de masa magra entre la cantidad de grasa en el cuerpo	Masa magra/masa grasa	Cuantitativa, numérica	Kg/Kg
Agua Corporal Total	Contenido Total de agua de un cuerpo	Agua Corporal Total expresada en	Cuantitativa, numérica	Litros (L) numérica

## **Aspectos éticos.**

El presente protocolo de investigación fue sometido al comité de ética del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Se explicó ampliamente a los tutores de los pacientes y al paciente mismo de los riesgos y beneficios de participar en el estudio y se dejó muy en claro que de no aceptar participar en dicho estudio se continuaría su atención regular sin ningún tipo de represalia.

A todos los participantes y sus tutores se les solicitó por escrito tanto consentimiento informado (a los padres o tutor) como carta de asentimiento informado (a los niños), previa explicación del proceso en el que serían involucrados. Dado que el estudio utiliza parámetros clínicos (historia clínica y antropometría) y bioquímicos (muestras séricas por punción venosa periférica) se considera como riesgo mínimo.

Los investigadores declaran conocer la ley general de salud y su reglamento para la realización de estudios de investigación en seres humanos.

## Resultados:

Se consideraron a un total de 34 pacientes, de los cuales, se excluyó a 1 paciente por no contar con todos los resultados bioquímicos necesarios para el análisis. Resultando en una población total de 33 pacientes (tabla 1), 21 mujeres y 12 hombres

**Tabla 1.- Descripción Demográfica, de Composición Corporal y Bioquímica de la población**

P	Edad			Masa magra					Masa grasa				Laboratorios	
	Sexo	Años	C. IMC	kg	P. MM	%	kg/m2	RMG	kg	%	kg/m2	P. IMG	Pep C	HOMA- B
<b>Mujeres</b>														
1	F	12	N	47.48	p97	61	16.6	1.56	30.32	39	10.6	p95	6.6	0.0
2	F	13	N	34.78	p90	66.5	14.4	1.98	17.52	33.5	7.2	p50	2.05	0.0
3	F	14	N	29.56	p25	78.7	13.7	3.69	7.99	21.3	3.7	p3	1.3	495.0
4	F	14	N	30.55	p50	60.8	13.3	1.55	19.7	39.2	8.6	p75	3.3	0.0
5	F	15	N	36.74	p75	73.1	14.8	2.71	13.51	26.9	5.5	p10	0.9	4.3
6	F	15	N	40.55	P90	76.8	16	3.31	12.25	23.2	4.8	P5		
7	F	15	N	35.5	p75	68.9	15.5	2.21	16.05	31.1	7	p50	1.3	104.5
8	F	16	N	35.12	p75	68.5	16	2.17	16.13	31.5	7.4	p25	1.7	0.0
9	F	11	S	35.39	p97	69.5	14.9	2.28	15.51	30.5	6.5	p75	1.38	0.0
10	F	12	S	26.39	p50	63.5	13.8	1.74	15.16	36.5	7.9	p75	1.46	0.0
11	F	13	S	40.25	p97	63.7	15.8	1.75	22.95	36.3	9	p90	2.75	116.1
12	F	13	S	37.32	p95	63.2	14.7	1.71	21.73	36.8	8.5	p75	2.1	0.0
13	F	15	S	43.12	p97	61.6	15.4	1.6	26.83	38.4	9.6	p75	2.3	0.0
14	F	15	S	39.46	p90	63.2	16.6	1.71	22.99	36.8	9.6	p75	7	0.0
15	F	16	S	37.39	p75	60.5	15.1	1.53	24.41	39.5	9.8	p75	0.74	0.0
16	F	13	O	36.7	p95	60.2	16.8	1.51	24.25	39.8	11.1	p97	10.2	75.6
17	F	13	O	42.41	p97	66.2	17.1	1.95	21.69	33.8	8.7	p50	1	0.0
18	F	14	O	43.03	p97	56.4	18.2	1.29	33.31	43.6	14.1	p97	4.8	0.0
19	F	14	O	43.01	p97	59.2	16.1	1.44	29.69	40.8	11.1	p95	1.37	0.0
20	F	15	O	32.31	p50	53.4	15.1	1.14	28.24	46.6	13.2	p97	2.1	0.0
21	F	16	O	42.49	p95	52.9	16.2	1.12	37.81	47.1	14.4	p97	2.07	57.8
<b>Hombres</b>														
1	M	14	N	42.2	p90	73.1	18.1	2.72	15.5	26.9	6.7	p75	0.2	0.0
2	M	17	N	50.36	p75	76.4	18	3.24	15.54	23.6	5.6	p75	3.7	0.0
3	M	12	S	37.48	p95	68.5	16.1	2.17	17.22	31.5	7.4	p75	1.5	48.2
4	M	14	S	51.51	p97	81	18.8	4.27	12.04	19	4.4	p50	2.1	0.0
5	M	13	S	48.62	p97	74	18.9	2.84	17.08	26	6.6	p75	0.96	0.0
6	M	14	S	42.92	p90	72.4	17.1	2.55	16.78	27.6	6.5	p75	1.41	0.0
7	M	14	S	46.11	p95	77.2	17.1	3.38	13.64	22.8	5.1	p75	1.6	0.0
8	M	14	O	55.53	p97	65.9	19.3	1.93	28.77	34.1	10	p97	2.76	0.0
9	M	14	O	57.04	p97	70	19.4	2.33	24.46	30	8.3	p90	1.35	0.0
10	M	16	O	62.01	p97	71.4	21.5	2.5	24.79	28.6	8.6	p95	1.39	0.0
11	M	16	O	53.74	p97	67.6	19.5	2.09	25.71	32.4	9.3	p97	5.9	0.0
12	M	17	O	56.86	p90	68.8	20.1	2.2	25.79	31.2	9.1	p95	3.01	308.6

**Características clínicas y bioquímicas de la población incluida, estratificado por sexo, edad e IMC. Abreviaturas: RGM Relación Músculo Grasa, Pep C: Péptido C**

Variable	
N	33
Edad	14.21 ( $\pm 1.47$ )
Peso	63.3 ( $\pm 12.6$ )
Talla	158.4 ( $\pm 8.1$ )
IMC	24.8 ( $\pm 3.4$ )
Circunferencia Cintura	84.04 ( $\pm 8.6$ )
Masa Magra (kg)	42.2 ( $\pm 8.5$ )
Porcentaje Masa magra	67.0 ( $\pm 7.1$ )
Indice Masa Magra (kg/m <sup>2</sup> )	16.6 ( $\pm 2.0$ )
Masa Grasa (Kg)	21.0 ( $\pm 6.8$ )
Porcentaje Masa Grasa(%)	32.9 ( $\pm 7.1$ )
Agua Corporal Total (L)	30.8 ( $\pm 6.0$ )
Grasa Visceral (L)	1.91 ( $\pm 0.66$ )
Glucosa (mg/dl)	157.3 (79-294)
Pep C	2.59 (0.2 - 10.2)
HbA1C %	8.49 (5.4 - 13.8)

**Tabla 2. Distribución estadística de las variables**

Con una edad entre 10 a 18 años con una media de 14.2 ( $\pm 1.47$ ), a los que se realizaron mediciones antropométricas y determinaciones bioquímicas, cuyos resultados y distribución estadística se muestran en las tablas 1 y 2.

En cuanto a la valoración Nutricional, se encontró una prevalencia de obesidad del 36.4%, y un 33.3% de sobrepeso, siendo este último el estado nutricional más prevalente. Se observó un mayor porcentaje de obesidad en el sexo masculino (46.1%) contra un 30% en el caso de las mujeres (Tabla 3).

Respecto a los reportes de la Bioimpedancia eléctrica, el parámetro con mayor frecuencia de alteración es la masa grasa con un total de 13 pacientes (39%) que se encuentran el percentil  $\geq 90$ , (tabla 1) seguido de la masa visceral, con 9 pacientes que se encuentran por arriba del rango marcado por el software del equipo de bioimpedancia.

Al realizar análisis de correlación, entre las distintas variables antropométricas, de composición corporal y el valor de HOMA- Beta; referencia para valorar la reserva pancreática en los pacientes (considerándose como significativo un nivel de 0.01 bilateral) no se encontró correlación entre el valor de HOMA- Beta y la grasa Visceral, no así con el resto de los parámetros.

Se dividieron a los sujetos del estudio en dos grupos, dividiéndose en un grupo con reserva pancreática baja y un segundo grupo con reserva pancreática normal, sin encontrar diferencias significativas entre las distintas variables y ambos grupos. En la tabla 6, se describen las características de ambos grupos.

	<b>Reserva Pancreática Baja</b>	<b>Reserva Pancreática Normal</b>	<b>P</b>
<b>N</b>	15	18	
<b>Sexo (H)</b>	60%	61%	0.614
<b>Estado Nutricional</b>			
<b>Normal</b>	33.30%	27.70%	0.76
<b>Sobrepeso</b>	40%	33.30%	
<b>Obesidad</b>	26.70%	39%	
<b>Grasa Abdominal (ICT)</b>	73.3	72.2	0.627
<b>Edad</b>	13.9 ± 1.5	14.4 ± 1.4	0.329
<b>Peso</b>	59.3 ± 13.6	66.7 ± 10.9	0.092
<b>Talla</b>	156 ± 3.1	160.3 ± 7.4	0.136
<b>IMC</b>	24.0 ± 3.1	25.5 ± 3.5	0.199
<b>Cintura (cm)</b>	81.6 ± 8.9	86 ± 7.9	0.141
<b>Colesterol Total</b>	170.8 ± 33.4	173.3	0.835
<b>C-LDL</b>	98.6 ± 24.2	105.9 ± 25.3	0.41
<b>C-HDL</b>	81.6 ± 8.9	39.2 ± 8.0	0.581
<b>Porcentaje de masa magra</b>	69.1 ± 5.1	65.3 ± 8.1	0.129
<b>Porcentaje de masa grasa</b>	30.3 ± 5.1	34.6 ± 8.2	0.129
<b>Agua Corporal Total</b>	29.7 ± 6.7	51.8 ± 5.4	0.336
<b>Porcentaje Grasa Visceral</b>	1.8 ± 0.7	1.9 ± 0.6	0.688

**Tabla 3.-** Comparación grupos

## Discusión

En este estudio hemos realizado la medición y análisis de datos antropométricos, composición corporal y parámetros bioquímicos, con el objetivo de indagar entre la relación de la composición corporal, especialmente la masa muscular y la reserva Pancreática en adolescentes con Diabetes Mellitus Tipo 2.

Se reunió una muestra total de 33 pacientes (menor a lo proyectado a inicio del proyectado) con predominio de pacientes del sexo femenino, representando el 63% de la muestra. Respecto a la evaluación antropométrica, en nuestra población se reporta una prevalencia de sobrepeso y obesidad mayor a la de la población general del mismo grupo etario reportada por la ENSANUT 2018<sup>27</sup> (SP 36.4% vs 22.6% y Ob 33.3% vs 14.2%) mismo que es esperado por el diagnóstico de los pacientes del estudio. En 2011, se realizó un estudio por parte del Instituto Mexicano del seguro Social en el que se analizó a un total de 316 niños y



adolescentes de 7 a 15 años en el que al igual que en nuestro estudio, se observó mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños, que en niñas<sup>28</sup>.

En cuanto al estudio de la composición corporal, se usó como referencia las curvas realizadas por Gonzales y cols<sup>13</sup> para estadificar el Índice de Masa Grasa, en el que nuestra población se encontró un 39% igual o mayor al percentil 90 para su edad y sexo. Con una media de dicho parámetro de  $8.46 \pm 2.52$  kg/m<sup>2</sup>, menor a lo encontrado por Park y cols<sup>29</sup> de  $11.0 \pm 5.9$ , en el que midieron a 15 pacientes adolescentes con DM2, sin embargo esta diferencia no es representativa, ya que ambas muestras son escasas.

Uno de los parámetros de mayor importancia para este estudio fue la medición de la masa magra y el músculo esquelético, para lo cual se estadificó la masa magra (en kg), en base a las curvas de González y cols, en el que la mayoría de los pacientes se encuentran por arriba del percentil 75; resultado esperado, ya que los adolescentes incluidos en este estudio tienen una distribución similar de peso corporal. Otro parámetro considerado dentro de este rubro es el Índice de masa magra en el que se encontró una media de  $16.6 \pm 2.0$ , en este caso, muy similar al hallado por Park y cols. de  $16.2 \pm 2.7$ . Así mismo se determinó la relación Músculo/ Grasa, basados en la fórmula y percentiles publicadas en Corea por Kim y cols<sup>20</sup> para determinar la presencia de Sarcopenia, sin embargo, ningún paciente se encontró por debajo de 2 desviaciones estándar de la media publicada por dichos autores, sin embargo, la población de referencia es de características étnicas diferentes, actualmente no contamos con curvas de referencia para este parámetro en población mexicana o latinoamericana.

Con respecto a la determinación de la reserva pancreática encontramos un mayor porcentaje de pacientes con adecuada reserva, que, con reserva pancreática disminuida, probablemente debido al tiempo de evolución de la enfermedad, sin embargo, debido a que es un estudio transversal es un parámetro que no podrá ser medido, tampoco se incluyó dentro de las variables el tiempo de evolución, no contamos con bibliografía de referencia para comparar la reserva pancreática en población pediátrica.

Llama la atención que contrario a lo que se ha observado en estudios de población adulta, no encontramos asociación entre la composición corporal; específicamente entre el nivel de masa magra o músculo esquelético que es el objetivo principal del presente trabajo, y el nivel

de reserva pancreática, esto puede atribuirse al tamaño de la muestra o a diversos factores que desconocemos.

Sin embargo, un aspecto que podría ser importante considerar es el tiempo de evolución de la enfermedad, menor al de la población adulta que impacta directamente en la funcionalidad de la célula Beta. Curiosamente observamos un mayor índice de HOMA- Beta en pacientes con obesidad y con un mayor índice de grasa corporal, que podría ser secundario a una importante resistencia a la Insulina y mayor hiperinsulinismo respecto a los pacientes con mejor estado nutricional, condición que probablemente se invierta durante la evolución de la enfermedad.

### **Conclusión:**

Por lo anterior mencionado podemos concluir que la composición corporal de los pacientes de 10 a 18 años, con Diabetes Mellitus Tipo 2, incluidos en este estudio, tienen mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad que la población general.

El análisis de composición corporal de nuestro grupo de estudio, presenta un mayor porcentaje de Índice de Grasa, con respecto a la población de referencia, de la misma manera se observa una mayor cantidad de masa magra total, relacionado con mayor peso corporal total, y no encontramos pacientes que cumplieran con la definición operacional de Sarcopenia.

No se encontró relación entre la masa magra y la reserva pancreática, se observa correlación con la función pancreática y masa visceral, pero no significativa, probablemente ambos relacionados con el tamaño de la muestra.

Es necesario realizar estudios con mayor población para describir la composición corporal y la reserva pancreática en pacientes adolescentes tanto de población general como con diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2, para poder tener valores de referencia.

**Cronograma de actividades:**

<b>Actividad</b>	<b>2021</b>					
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
<b>Realizar Protocolo</b>	X					
<b>Recolección Datos</b>		X	X	X		
<b>Resultados y análisis.</b>					X	
<b>Presentación del Trabajo</b>						X

- 1.- Copeland KC, Zeitler P, Geffner M, Guandalini C, Higgins J, Hirst K, Kaufman FR, Linder B, Marcovina S, McGuigan P, Pyle L, Tamborlane W, Willi S; TODAY Study Group. Characteristics of adolescents and youth with recent-onset type 2 diabetes: the TODAY cohort at baseline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011 Jan;96(1):159-67. doi: 10.1210/jc.2010-1642. Epub 2010 Oct 20. PMID: 20962021; PMCID: PMC3038479.
- 2.- ISPAD Mayer-Davis EJ, Kahkoska AR, Jefferies C, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Definition, epidemiology, and classification of diabetes in children and adolescents. *Pediatr Diabetes.* 2018;19 (Suppl. 27):7–19
- 3.- Romero-Martinez M, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: metodología y perspectivas de Salud Pública mex. 2019;61 (6):917-23
- 4.- Secretaria de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Boletín Epidemiológico. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-231750>
- 5.- Weber et al. Body Composition Analysis in the Pediatric Population. *Pediatr Endocrinol Rev.* 2012 November ; 10(1): 130–139
- 6.- Salas-Flores, Ricardo; González-Pérez, Brian; Cornejo-Barrera, Judith; Llanas-Rodríguez, José Daniel; Cruz-Hernández, Cosme Body composition by bioelectrical impedance analysis and prevalence of obesity in school -age children *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 49, núm. 5, 2011, pp. 493-498
- 7.- UG Kyle, et al. Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* (2015) 69, 1298–1305
- 8.- Alvero-Cruz J, et al. COMPOSICIÓN CORPORAL EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. Volumen XXVI Número 131 2009 Págs.228-237
- 9.- Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res.* 2018;148(5):648-658. doi:10.4103/ijmr.IJMR\_1777\_18
- 10.- Toomey, Clodagh & Cremona, Alexandra & Hughes, Katie & Norton, Catherine & Jakeman, Philip. (2015). A Review of Body Composition Measurement in the Assessment of Health. *Topics in clinical nutrition.* 30. 16-32.
- 11.- UG Kyle, et al. Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* (2015) 69, 1298–1305; doi:10.1038/ejcn.2015.86
- 12.- Chula de Castro, J.A., Lima, T.R.d., Silva, D.A.S., Body composition estimation in children and adolescents by bioelectrical impedance analysis: A systematic review, *Journal of Bodywork & Movement Therapies* (2017), doi: 10.1016/j.jbmt.2017.04.010.
13. López González D, Determinación de valores de referencia de composición corporal en niños y adolescentes mexicanos, Universidad Autónoma de México, Agosto 2020.

- 14.- Guss, C. E., McAllister, A., & Gordon, C. M. (2020). DXA in Children and Adolescents. *Journal of Clinical Densitometry*. doi:10.1016/j.jocd.2020.01.006
- 15.- Melchor Alpiza, Smoothed Body Composition Percentiles Curves for Mexican Children Aged 6 to 12 Years
- 16.- Costa-Urrutia P, Vizuet-Ga´mez A, Ramirez-Alca´ntara M, Guillen-Gonza´lez MA´, Medina-Contreras O, Valdes-Moreno M, et al. (2019) Obesity measured as percent body fat, relationship with body mass index, and percentile curves for Mexican pediatric population. *PLoS ONE* 14(2): e0212792
- 17.- Santilli V, et al. Clinical definition of Sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism* 2014; 11(3): 177-180
- 18.- Poh Hwa O, et al. Pediatric Sarcopenia: A Paradigm in the Overall Definition of Malnutrition in Children?. *Nutrition* Volume 00 Number 0. 2019 1–12.
- 19.- McCarthy HD, Samani-Radia D, Jebb SA, Prentice AM. Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatr Obes.* 2014; 9: 249–259. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2013.00168.x> PMID: 23776133
- 20.-KimK,HongS,KimEY(2016)Reference Values of Skeletal Muscle Mass for Korean Children and Adolescents Using Data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2011.*PLoS ONE*11(4):e0153383.doi:10.1371/ journal.pone.0153383
- 21.-Steffl M, Chrudimsky J, Tufano JJ (2017) Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity. *PLoS ONE* 12(5): e0177006.
- 22.- Carol Wysham & Jay Shubrook (2020) Beta-cell failure in type 2 diabetes: mechanisms, markers, and clinical implications, *Postgraduate Medicine*, 132:8, 676-686, DOI: 10.1080/00325481.2020.1771047
- 23.- POMBO
- 24.- Cersosimo E, Solis-Herrera C, Trautmann ME, et al. Assessment of pancreatic beta-cell function: review of methods and clinical applications. *Curr Diabetes Rev.* 2014 Jan;10(1):2–42.
- 25.- Mesinovic J. Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional relationship. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2019;12 1057–1072
- 26.- Umegaki. Sarcopenia and diabetes: Hyperglycemia is a risk factor for age-associated muscle mass and functional reduction. *J Diabetes Investig* Vol. 6 No. 6 November 2015
- 27.- Rivera-Dommarco J, Colchero A, Fuentes M, Aguilar-Salinas C, Hernández-Licona G, Barquera S, et al. La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2018. Disponible en: <https://www.slaninternacional.org/publicaciones/docs/LaObesidadenMexico.pdf>

28.- Salas-Flores, Ricardo; González-Pérez, Brian; Cornejo-Barrera, Judith; Llanas-Rodríguez, José Daniel; Cruz-Hernández, Cosme Body composition by bioelectrical impedance analysis and prevalence of obesity in school -age children Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, vol. 49, núm. 5, 2011, pp. 493-498

29. Park H, et al. Adolescent Build Plotting on Body Composition Chart and the Type of Diabetes Mellitus. J Korean Med Sci 2012; 27: 1385-1390

### **Limitaciones del estudio:**

Debido a la temporalidad del estudio durante la contingencia, el tamaño de la muestra, fue limitado, por lo que es difícil extrapolar resultados, además de que el estudio es de tipo transversal, no será posible determinar causalidad

## ANEXOS



### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título del estudio:** Composición corporal y control glicémico en pacientes pediátricos con Diabetes Mellitus tipo 2

Su hijo(a), ha sido considerado (a) para realizar un estudio de investigación en el que se busca la asociación entre la composición corporal y el control glucémico en adolescentes con Diabetes Mellitus tipo 2.

En el estudio requerimos que su hijo(a) acudan en dos ocasiones al Hospital Infantil de México Federico Gómez, para llevar a cabo una serie de estudios, que a continuación le explicamos:

#### *Visita 1*

- a. Usted y su hijo(a) deberán acudir el día de la cita a la Clínica de Diabetes del Hospital Infantil de México Federico Gómez, con un ayuno como mínimo de 12 horas (deberá cenar el día anterior a las 19:00 horas, posteriormente sólo podrá ingerir agua simple).
- b. El día de la cita, se obtendrá una muestra de sangre de su antebrazo con un volumen total de 22 mL para la determinación de exámenes de laboratorio.
- c. Posterior a la toma de las muestras, será valorado por un endocrinólogo pediatra quien realizará una historia clínica que consiste en un interrogatorio sobre sus antecedentes médicos y una exploración física completa.

## *Visita 2*

- a. En esta cita se le entregará por escrito un resumen de la valoración realizada, así como de los resultados de laboratorio (glucosa, perfil de lípidos, hemoglobina Glucosilada).

Los riesgos de este estudio surgen de la necesidad de obtener muestras de sangre. Las punciones venosas pueden causar dolor y posiblemente moretones. La extracción de muestras de sangre puede causar ligero mareo que puede remediarse con bajar la cabeza y alzar las piernas.

Puede haber varios beneficios para su hijo(a) por su participación con este estudio. La identificación de alguna alteración en el control metabólico, grasas de la sangre, nos permitirá mejorar el plan de tratamiento para controlar y evitar que sigan evolucionando esas alteraciones. Por participar en este estudio usted y su hijo(a) no recibirán ninguna compensación monetaria.

Durante el estudio, el médico responsable del mismo responderá a cualquier duda que usted o su hijo(a) tengan acerca del procedimiento, los riesgos y beneficios, así como los resultados del estudio. Su participación en el estudio es totalmente voluntaria y una vez aceptada su participación, ésta se puede cancelar en cualquier momento sin que por ello se afecte la atención de usted o su familia en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.



Por medio de la presente, aceptamos en forma voluntaria que nuestro hijo (a) participe en el estudio de investigación. Hemos leído de forma cuidadosa este documento y entendemos todo lo que implica, además se nos ha asegurado que las muestras de sangre que se tomen serán utilizadas únicamente con los fines propuestos en esta investigación y que los resultados nos serán notificados y serán totalmente confidenciales. En caso de que el paciente y/o el tutor no sepan escribir se colocará la huella digital.

ACEPTAMOS: \_\_\_\_\_ SÍ \_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_  
*Nombre y firma del padre*

\_\_\_\_\_  
*Nombre firma de la madre*

\_\_\_\_\_  
*Nombre y firma del testigo 1*

\_\_\_\_\_  
*Nombre y firma de testigo 2*

*Dirección* \_\_\_\_\_

*Dirección* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Nombre y firma del investigador*

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

Responsable

Dr. Mario Molina Díaz

Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dr. Márquez # 162. Col. Doctores. CP 06720. México DF. Teléfono: (55)

52 28 99 17 Ext. 2167



## CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO

### **Título del estudio: Composición corporal y control glicémico en pacientes pediátricos con Diabetes Mellitus tipo 2**

Estamos realizando un estudio de investigación en niños con diabetes mellitus tipo 2. El realizar estudios de investigación es una forma de aprender más sobre las enfermedades. Te estamos invitando a participar en este proyecto para evaluar la condición actual de tu enfermedad se valorará el riesgo que tienes de presentar otras complicaciones de la enfermedad.

Si decides participar en el estudio, deberás asistir para que se te tomen muestras de sangre en ayuno en la primera cita. Se tomará una muestra de sangre de tu brazo. Además serás valorado por un médico para que contestes algunas preguntas acerca de tus antecedentes de salud. El médico te realizará un examen físico y medirá tu peso, estatura, y cintura.

Otro día se te citará para que tú y tus papás reciban los resultados de las pruebas que se te realizaron.

Los riesgos de este estudio están dados porque se necesita tomar muestras de sangre, lo cual puede ser doloroso o causarte moretones. Este estudio nos proporcionará más conocimientos acerca de la diabetes mellitus en niños, los cuales podemos utilizar para transmitirlos a otros médicos y ayudar a otros niños para prevenir que padezcan esta

enfermedad o sus complicaciones. Además, si encontramos alguna alteración en los resultados, recibirás el tratamiento adecuado para controlar y evitar que sigan evolucionando esas alteraciones.

Cuando hayamos terminado el estudio escribiremos un reporte sobre los resultados y lo que hemos aprendido. En este reporte no aparecerá tu nombre y nadie sabrá que participaste en el estudio. Puedes preguntar todas las dudas que tengas en cualquier momento y eres libre de participar o no según sea tu deseo. Nosotros seguiremos dándote la atención. Si decides participar en el estudio escribe tu nombre y firma.

Estoy de acuerdo en participar:      Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Nombre con letra de molde

\_\_\_\_\_

Firma:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Nombre y firma del testigo 1*

\_\_\_\_\_

*Nombre y firma de testigo 2 Dirección*

\_\_\_\_\_ *--Dirección* \_\_\_\_\_

Nombre y firma del investigador responsable

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

Dr. Mario Molina Díaz.

Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dr. Márquez # 162. Col. Doctores. CP 06720. México DF.

### HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

1.- NOMBRE: \_\_\_\_\_ 2.- EDAD: \_\_\_\_\_

3.- REGISTRO: \_\_\_\_\_ 4.- PESO: \_\_\_\_\_ 5.- TALLA: \_\_\_\_\_ 6.- IMC: \_\_\_\_\_

7.- (P) IMC: \_\_\_\_\_ 8.- FECHA DIAGNÓSTICO DE DIABETES: \_\_\_\_\_

9.- CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO: \_\_\_\_\_

#### 10.- DATOS AL DIAGNÓSTICO

EDAD: \_\_\_\_\_ PERÍMETRO ABDOMINAL: \_\_\_\_\_ (P): \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_ (P) \_\_\_\_\_

#### 11.- LABORATORIOS

FECHA	PEP C	GLUCOSA	HOMA -	HBA1C	PERFIL LIPÍCO

#### 12.- BIOIMPEDANCIA

FECHA	PESO	TALLA	IMC	MMG	MG	MM

#### 13.- DATOS ACTUALES:

EDAD: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_ TALLA: \_\_\_\_\_ PERÍMETRO ABDOMINAL: \_\_\_\_\_

(P): \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_ (P) \_\_\_\_\_ INDICE CINTURA TALLA

#### 14.- COMPOSICION CORPORAL

MASA GRASA	M. MAGRA	MASA OSEA	MASA RESIDUAL	OBSERVACIONES

OBSERVACIONES:

---

---

Anexo 4 Percentiles Para Edad y Sexo de Masa Grasa Corporal

Edad	Femenino centiles									Masculino centiles								
	3th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th	3th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th
5	3.34	3.51	3.80	4.38	5.23	6.44	8.03	9.35	10.43	2.67	2.83	3.10	3.66	4.49	5.65	7.15	8.37	9.34
5.25	3.43	3.60	3.90	4.50	5.40	6.66	8.33	9.71	10.85	2.75	2.91	3.19	3.78	4.64	5.85	7.43	8.72	9.75
5.5	3.51	3.69	4.00	4.63	5.56	6.88	8.63	10.08	11.27	2.82	2.99	3.29	3.90	4.80	6.07	7.73	9.09	10.18
5.75	3.59	3.77	4.10	4.75	5.73	7.11	8.94	10.46	11.71	2.90	3.08	3.39	4.02	4.97	6.30	8.05	9.48	10.63
6	3.66	3.86	4.19	4.88	5.90	7.34	9.25	10.85	12.16	2.99	3.17	3.49	4.15	5.14	6.55	8.39	9.90	11.12
6.25	3.74	3.94	4.29	5.00	6.07	7.57	9.57	11.25	12.62	3.08	3.27	3.60	4.29	5.33	6.80	8.75	10.35	11.65
6.5	3.82	4.03	4.39	5.13	6.24	7.82	9.91	11.66	13.10	3.17	3.37	3.72	4.44	5.53	7.08	9.13	10.83	12.20
6.75	3.90	4.12	4.49	5.26	6.42	8.07	10.25	12.09	13.59	3.26	3.47	3.84	4.59	5.73	7.37	9.54	11.34	12.80
7	3.98	4.21	4.60	5.40	6.61	8.33	10.62	12.54	14.12	3.37	3.58	3.97	4.76	5.95	7.67	9.97	11.88	13.44
7.25	4.07	4.30	4.71	5.55	6.80	8.60	11.00	13.01	14.66	3.47	3.70	4.10	4.92	6.18	8.00	10.43	12.46	14.12
7.5	4.16	4.40	4.82	5.70	7.01	8.89	11.40	13.50	15.23	3.58	3.82	4.23	5.10	6.42	8.33	10.90	13.06	14.83
7.75	4.25	4.51	4.95	5.86	7.22	9.19	11.81	14.02	15.82	3.69	3.94	4.37	5.28	6.67	8.69	11.41	13.70	15.58
8	4.35	4.62	5.08	6.02	7.45	9.50	12.25	14.55	16.43	3.81	4.07	4.52	5.47	6.93	9.05	11.93	14.36	16.36
8.25	4.46	4.74	5.21	6.20	7.69	9.83	12.70	15.10	17.06	3.92	4.20	4.67	5.66	7.19	9.43	12.47	15.05	17.18
8.5	4.58	4.86	5.36	6.39	7.94	10.18	13.17	15.66	17.70	4.04	4.33	4.82	5.86	7.46	9.82	13.03	15.76	18.02
8.75	4.70	5.00	5.52	6.59	8.21	10.55	13.66	16.25	18.37	4.17	4.46	4.98	6.06	7.74	10.21	13.60	16.49	18.88
9	4.84	5.15	5.69	6.81	8.51	10.94	14.18	16.87	19.06	4.29	4.59	5.13	6.26	8.02	10.61	14.18	17.23	19.76
9.25	4.99	5.31	5.88	7.05	8.82	11.36	14.72	17.52	19.78	4.41	4.73	5.29	6.47	8.30	11.01	14.75	17.96	20.63
9.5	5.15	5.49	6.08	7.31	9.15	11.80	15.30	18.19	20.53	4.53	4.86	5.44	6.67	8.57	11.41	15.33	18.70	21.51
9.75	5.33	5.68	6.30	7.58	9.51	12.27	15.90	18.89	21.30	4.65	4.99	5.59	6.86	8.85	11.80	15.90	19.42	22.36
10	5.52	5.89	6.53	7.87	9.88	12.75	16.52	19.60	22.08	4.76	5.11	5.74	7.05	9.11	12.19	16.45	20.13	23.20
10.25	5.72	6.10	6.78	8.17	10.27	13.26	17.15	20.33	22.87	4.87	5.24	5.88	7.24	9.37	12.56	16.98	20.80	23.99
10.5	5.92	6.33	7.03	8.49	10.68	13.77	17.80	21.06	23.66	4.98	5.35	6.01	7.42	9.62	12.91	17.49	21.44	24.75
10.75	6.14	6.56	7.30	8.82	11.09	14.30	18.45	21.79	24.44	5.08	5.46	6.14	7.59	9.85	13.24	17.96	22.04	25.44
11	6.36	6.81	7.57	9.16	11.52	14.84	19.10	22.51	25.21	5.17	5.56	6.26	7.74	10.06	13.54	18.39	22.57	26.07
11.25	6.60	7.06	7.86	9.51	11.96	15.38	19.75	23.23	25.96	5.25	5.65	6.36	7.87	10.25	13.81	18.77	23.05	26.63
11.5	6.84	7.32	8.16	9.87	12.40	15.93	20.40	23.94	26.70	5.32	5.73	6.45	8.00	10.42	14.05	19.10	23.46	27.10
11.75	7.10	7.59	8.46	10.23	12.86	16.48	21.05	24.63	27.42	5.38	5.79	6.53	8.10	10.56	14.25	19.38	23.81	27.49
12	7.36	7.87	8.77	10.61	13.32	17.04	21.68	25.31	28.11	5.42	5.85	6.59	8.19	10.68	14.42	19.61	24.08	27.81
12.25	7.62	8.16	9.09	10.99	13.78	17.58	22.30	25.96	28.77	5.46	5.89	6.65	8.26	10.78	14.56	19.80	24.30	28.05
12.5	7.89	8.45	9.42	11.38	14.24	18.12	22.90	26.58	29.39	5.50	5.93	6.69	8.32	10.86	14.67	19.94	24.46	28.22
12.75	8.17	8.74	9.74	11.76	14.69	18.65	23.48	27.16	29.97	5.53	5.96	6.73	8.37	10.93	14.76	20.05	24.58	28.34
13	8.44	9.04	10.06	12.14	15.14	19.16	24.02	27.71	30.50	5.55	5.99	6.76	8.41	10.99	14.83	20.13	24.66	28.41
13.25	8.72	9.33	10.38	12.51	15.57	19.65	24.54	28.22	30.99	5.57	6.01	6.79	8.45	11.04	14.89	20.20	24.72	28.45
13.5	8.99	9.62	10.70	12.88	15.99	20.11	25.02	28.68	31.43	5.59	6.04	6.82	8.49	11.09	14.95	20.25	24.76	28.48
13.75	9.26	9.90	11.02	13.24	16.40	20.56	25.47	29.11	31.82	5.62	6.06	6.85	8.52	11.13	15.01	20.30	24.80	28.49
14	9.52	10.19	11.32	13.59	16.79	20.98	25.88	29.49	32.17	5.64	6.09	6.88	8.57	11.18	15.06	20.35	24.82	28.49
14.25	9.78	10.46	11.62	13.92	17.17	21.37	26.26	29.83	32.47	5.67	6.12	6.92	8.61	11.24	15.12	20.40	24.85	28.49
14.5	10.04	10.73	11.91	14.25	17.52	21.74	26.60	30.13	32.73	5.70	6.16	6.96	8.66	11.29	15.18	20.45	24.88	28.50
14.75	10.28	10.99	12.19	14.56	17.86	22.08	26.91	30.40	32.95	5.74	6.19	7.00	8.71	11.35	15.25	20.51	24.92	28.51
15	10.51	11.23	12.45	14.85	18.17	22.39	27.18	30.62	33.13	5.77	6.23	7.04	8.76	11.42	15.32	20.57	24.96	28.52
15.25	10.73	11.46	12.70	15.12	18.46	22.67	27.42	30.82	33.27	5.81	6.27	7.09	8.82	11.49	15.40	20.65	25.01	28.55
15.5	10.94	11.68	12.93	15.38	18.73	22.92	27.63	30.97	33.38	5.85	6.32	7.15	8.88	11.57	15.48	20.73	25.08	28.59
15.75	11.14	11.89	13.15	15.61	18.97	23.15	27.81	31.10	33.46	5.90	6.37	7.20	8.95	11.65	15.58	20.82	25.16	28.65
16	11.32	12.08	13.35	15.83	19.19	23.35	27.96	31.19	33.51	5.95	6.43	7.27	9.03	11.74	15.69	20.93	25.26	28.73
16.25	11.49	12.25	13.54	16.03	19.39	23.52	28.08	31.26	33.53	6.01	6.49	7.33	9.11	11.84	15.80	21.05	25.37	28.83
16.5	11.65	12.42	13.71	16.21	19.56	23.67	28.17	31.30	33.52	6.06	6.55	7.40	9.20	11.95	15.93	21.19	25.50	28.95
16.75	11.79	12.57	13.87	16.37	19.72	23.80	28.24	31.31	33.49	6.12	6.61	7.48	9.29	12.06	16.06	21.34	25.65	29.09
17	11.92	12.70	14.01	16.52	19.86	23.91	28.29	31.30	33.44	6.19	6.68	7.56	9.39	12.18	16.21	21.50	25.82	29.25
17.25	12.05	12.83	14.15	16.66	19.99	24.00	28.32	31.28	33.37	6.26	6.76	7.64	9.49	12.31	16.37	21.68	26.00	29.44
17.5	12.17	12.95	14.27	16.78	20.10	24.08	28.35	31.25	33.30	6.32	6.83	7.72	9.59	12.44	16.53	21.88	26.21	29.64
17.75	12.28	13.07	14.39	16.91	20.21	24.16	28.36	31.22	33.23	6.40	6.91	7.81	9.70	12.58	16.71	22.08	26.42	29.87
18	12.39	13.19	14.51	17.02	20.32	24.23	28.38	31.19	33.16	6.47	6.99	7.90	9.82	12.73	16.89	22.30	26.66	30.11

Anexo 5 Percentiles Para Edad y Sexo de Masa Magra Corporal Total

Edad	Femenino centiles									Masculino centiles								
	3th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th	3th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th
5	9.46	9.72	10.15	10.94	11.98	13.24	14.61	15.58	16.28	10.45	10.79	11.34	12.32	13.53	14.87	16.19	17.05	17.63
5.25	9.70	9.96	10.40	11.21	12.28	13.57	14.97	15.96	16.67	10.61	10.96	11.52	12.53	13.76	15.12	16.47	17.34	17.93
5.5	9.93	10.20	10.65	11.49	12.58	13.90	15.34	16.34	17.07	10.78	11.14	11.71	12.74	14.00	15.38	16.75	17.64	18.23
5.75	10.17	10.45	10.91	11.77	12.89	14.24	15.71	16.73	17.47	10.96	11.33	11.91	12.96	14.24	15.66	17.05	17.95	18.56
6	10.42	10.70	11.17	12.06	13.21	14.59	16.09	17.13	17.89	11.15	11.53	12.13	13.20	14.51	15.95	17.37	18.28	18.90
6.25	10.67	10.96	11.45	12.35	13.53	14.94	16.48	17.54	18.31	11.36	11.74	12.35	13.45	14.78	16.25	17.70	18.63	19.26
6.5	10.93	11.23	11.73	12.66	13.86	15.31	16.88	17.97	18.75	11.57	11.96	12.59	13.71	15.08	16.58	18.05	19.00	19.64
6.75	11.20	11.51	12.02	12.97	14.21	15.69	17.29	18.41	19.20	11.80	12.20	12.84	14.00	15.39	16.93	18.43	19.40	20.05
7	11.48	11.80	12.32	13.30	14.57	16.09	17.73	18.86	19.68	12.05	12.46	13.12	14.30	15.73	17.30	18.84	19.82	20.49
7.25	11.77	12.10	12.63	13.64	14.94	16.50	18.18	19.34	20.17	12.31	12.74	13.42	14.63	16.09	17.70	19.28	20.28	20.96
7.5	12.07	12.41	12.96	14.00	15.34	16.93	18.65	19.83	20.68	12.60	13.04	13.73	14.98	16.49	18.13	19.75	20.78	21.47
7.75	12.39	12.74	13.31	14.37	15.74	17.38	19.14	20.35	21.22	12.91	13.36	14.08	15.36	16.91	18.60	20.26	21.31	22.02
8	12.72	13.08	13.67	14.76	16.17	17.85	19.65	20.90	21.78	13.24	13.71	14.45	15.77	17.36	19.10	20.80	21.88	22.61
8.25	13.07	13.44	14.05	15.17	16.62	18.35	20.19	21.47	22.37	13.60	14.08	14.85	16.21	17.85	19.64	21.39	22.50	23.25
8.5	13.44	13.82	14.44	15.60	17.10	18.87	20.76	22.07	23.00	13.99	14.48	15.28	16.68	18.38	20.23	22.03	23.17	23.94
8.75	13.83	14.22	14.86	16.06	17.60	19.42	21.36	22.70	23.65	14.41	14.92	15.74	17.19	18.95	20.85	22.71	23.88	24.68
9	14.24	14.64	15.30	16.53	18.12	19.99	21.99	23.36	24.34	14.85	15.38	16.23	17.74	19.56	21.53	23.44	24.66	25.47
9.25	14.67	15.08	15.77	17.04	18.67	20.60	22.66	24.06	25.06	15.33	15.88	16.77	18.33	20.21	22.25	24.23	25.48	26.32
9.5	15.12	15.55	16.26	17.57	19.25	21.24	23.36	24.80	25.83	15.84	16.41	17.33	18.95	20.90	23.01	25.06	26.35	27.22
9.75	15.59	16.04	16.77	18.12	19.87	21.92	24.09	25.58	26.63	16.37	16.97	17.92	19.61	21.63	23.82	25.93	27.27	28.17
10	16.09	16.55	17.31	18.71	20.50	22.62	24.86	26.39	27.47	16.93	17.55	18.54	20.29	22.39	24.66	26.85	28.23	29.16
10.25	16.60	17.08	17.86	19.31	21.17	23.35	25.65	27.22	28.33	17.51	18.15	19.18	21.01	23.18	25.53	27.80	29.23	30.19
10.5	17.13	17.62	18.43	19.93	21.85	24.09	26.47	28.09	29.23	18.11	18.78	19.85	21.74	24.00	26.44	28.78	30.26	31.25
10.75	17.67	18.18	19.01	20.56	22.54	24.86	27.30	28.97	30.14	18.72	19.42	20.53	22.50	24.84	27.36	29.79	31.32	32.34
11	18.22	18.74	19.61	21.20	23.25	25.64	28.15	29.86	31.06	19.34	20.07	21.23	23.27	25.70	28.31	30.83	32.41	33.46
11.25	18.77	19.31	20.20	21.85	23.96	26.42	29.01	30.76	31.99	19.98	20.73	21.94	24.06	26.58	29.28	31.88	33.51	34.60
11.5	19.32	19.88	20.80	22.51	24.68	27.21	29.86	31.66	32.93	20.62	21.41	22.66	24.86	27.47	30.27	32.95	34.64	35.76
11.75	19.87	20.45	21.40	23.16	25.39	27.99	30.72	32.56	33.86	21.27	22.09	23.38	25.66	28.37	31.26	34.03	35.77	36.93
12	20.42	21.02	22.00	23.80	26.10	28.77	31.57	33.46	34.78	21.93	22.77	24.12	26.48	29.27	32.26	35.12	36.92	38.11
12.25	20.96	21.58	22.58	24.44	26.80	29.54	32.41	34.34	35.69	22.58	23.46	24.85	27.29	30.18	33.27	36.22	38.06	39.29
12.5	21.49	22.12	23.16	25.06	27.48	30.29	33.23	35.20	36.58	23.24	24.14	25.58	28.11	31.09	34.28	37.32	39.21	40.48
12.75	22.00	22.66	23.72	25.67	28.15	31.03	34.03	36.04	37.45	23.88	24.82	26.31	28.92	32.00	35.28	38.41	40.36	41.66
13	22.50	23.17	24.26	26.26	28.80	31.74	34.80	36.85	38.29	24.53	25.49	27.03	29.72	32.90	36.28	39.49	41.49	42.83
13.25	22.98	23.66	24.78	26.83	29.42	32.42	35.54	37.63	39.09	25.16	26.16	27.75	30.52	33.79	37.27	40.56	42.62	43.99
13.5	23.43	24.13	25.27	27.37	30.01	33.07	36.25	38.37	39.85	25.78	26.81	28.45	31.31	34.67	38.24	41.62	43.73	45.13
13.75	23.86	24.58	25.74	27.87	30.57	33.69	36.91	39.07	40.57	26.39	27.45	29.14	32.08	35.53	39.19	42.66	44.82	46.25
14	24.26	24.99	26.17	28.35	31.10	34.26	37.53	39.72	41.24	26.98	28.08	29.81	32.83	36.38	40.13	43.68	45.89	47.35
14.25	24.63	25.37	26.57	28.78	31.57	34.78	38.10	40.31	41.85	27.56	28.69	30.47	33.57	37.21	41.05	44.68	46.94	48.43
14.5	24.95	25.71	26.93	29.18	32.01	35.26	38.61	40.85	42.40	28.13	29.29	31.12	34.30	38.03	41.96	45.67	47.97	49.49
14.75	25.25	26.01	27.25	29.53	32.39	35.68	39.07	41.32	42.89	28.69	29.88	31.75	35.02	38.83	42.85	46.64	48.98	50.54
15	25.50	26.27	27.53	29.83	32.73	36.05	39.46	41.73	43.31	29.23	30.45	32.37	35.72	39.62	43.73	47.59	49.98	51.56
15.25	25.72	26.50	27.77	30.10	33.02	36.37	39.81	42.09	43.67	29.77	31.02	32.99	36.41	40.40	44.59	48.53	50.96	52.58
15.5	25.90	26.69	27.98	30.33	33.28	36.64	40.10	42.39	43.98	30.29	31.57	33.59	37.09	41.17	45.44	49.46	51.93	53.57
15.75	26.06	26.86	28.15	30.52	33.49	36.87	40.34	42.64	44.23	30.81	32.12	34.18	37.76	41.93	46.28	50.37	52.89	54.56
16	26.19	26.99	28.29	30.68	33.66	37.06	40.54	42.84	44.44	31.31	32.65	34.77	38.42	42.67	47.11	51.27	53.83	55.53
16.25	26.29	27.09	28.41	30.81	33.80	37.22	40.70	43.01	44.60	31.81	33.18	35.34	39.08	43.41	47.93	52.16	54.76	56.48
16.5	26.36	27.18	28.50	30.91	33.92	37.34	40.83	43.13	44.72	32.30	33.70	35.91	39.72	44.14	48.74	53.04	55.69	57.43
16.75	26.42	27.23	28.56	30.98	34.00	37.43	40.92	43.22	44.80	32.78	34.22	36.47	40.36	44.86	49.55	53.92	56.60	58.37
17	26.45	27.27	28.60	31.03	34.06	37.49	40.98	43.27	44.85	33.26	34.72	37.02	40.99	45.58	50.34	54.78	57.50	59.30
17.25	26.47	27.29	28.63	31.06	34.09	37.52	41.01	43.30	44.88	33.73	35.22	37.57	41.62	46.29	51.13	55.64	58.40	60.22
17.5	26.47	27.30	28.64	31.07	34.11	37.54	41.02	43.30	44.87	34.19	35.72	38.12	42.24	46.99	51.91	56.49	59.29	61.13
17.75	26.46	27.29	28.63	31.07	34.11	37.53	41.00	43.28	44.85	34.65	36.21	38.65	42.86	47.69	52.69	57.33	60.17	62.04
18	26.44	27.27	28.61	31.06	34.09	37.51	40.98	43.24	44.80	35.10	36.69	39.19	43.47	48.39	53.47	58.18	61.05	62.95

Anexo 6.- Percentiles Para Edad y Sexo de Porcentaje de Grasa Corporal Total

edad	3th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th	3th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th
5	20.76	21.64	23.10	25.88	29.57	34.06	39.00	42.45	44.94	17.68	18.39	19.57	21.82	24.81	28.48	32.55	35.43	37.51
5.25	20.84	21.72	23.20	25.99	29.67	34.14	39.02	42.41	44.84	17.71	18.43	19.62	21.90	24.93	28.66	32.78	35.70	37.81
5.5	20.92	21.81	23.29	26.09	29.78	34.22	39.04	42.38	44.76	17.74	18.47	19.68	21.98	25.06	28.83	33.02	35.97	38.11
5.75	21.00	21.90	23.39	26.20	29.88	34.30	39.06	42.34	44.67	17.78	18.51	19.74	22.07	25.19	29.02	33.26	36.26	38.43
6	21.08	21.98	23.48	26.30	29.98	34.37	39.08	42.31	44.59	17.81	18.56	19.80	22.17	25.33	29.22	33.52	36.56	38.76
6.25	21.15	22.07	23.58	26.40	30.08	34.45	39.10	42.28	44.52	17.86	18.61	19.87	22.28	25.49	29.43	33.79	36.88	39.11
6.5	21.23	22.15	23.67	26.51	30.18	34.52	39.12	42.24	44.44	17.91	18.68	19.95	22.39	25.65	29.65	34.08	37.22	39.48
6.75	21.31	22.24	23.76	26.61	30.28	34.59	39.14	42.21	44.37	17.97	18.75	20.04	22.52	25.83	29.89	34.39	37.57	39.87
7	21.38	22.32	23.85	26.71	30.37	34.66	39.16	42.18	44.30	18.04	18.83	20.14	22.66	26.02	30.15	34.72	37.95	40.29
7.25	21.46	22.40	23.94	26.80	30.47	34.73	39.18	42.15	44.23	18.11	18.91	20.25	22.81	26.22	30.42	35.07	38.36	40.73
7.5	21.53	22.48	24.03	26.90	30.56	34.79	39.19	42.12	44.16	18.20	19.02	20.37	22.97	26.45	30.72	35.45	38.79	41.21
7.75	21.60	22.55	24.11	26.99	30.64	34.85	39.20	42.09	44.09	18.30	19.13	20.51	23.15	26.69	31.04	35.86	39.26	41.71
8	21.67	22.63	24.19	27.08	30.73	34.91	39.21	42.06	44.02	18.41	19.25	20.66	23.35	26.96	31.39	36.29	39.76	42.26
8.25	21.73	22.70	24.27	27.16	30.81	34.97	39.22	42.02	43.95	18.53	19.39	20.83	23.57	27.24	31.76	36.76	40.29	42.83
8.5	21.80	22.77	24.35	27.25	30.88	35.02	39.22	41.98	43.88	18.66	19.54	21.00	23.80	27.54	32.15	37.25	40.84	43.44
8.75	21.86	22.84	24.43	27.33	30.96	35.07	39.23	41.95	43.81	18.79	19.68	21.17	24.02	27.84	32.54	37.74	41.40	44.05
9	21.92	22.91	24.50	27.41	31.03	35.12	39.23	41.91	43.74	18.91	19.82	21.34	24.24	28.13	32.92	38.22	41.95	44.65
9.25	21.99	22.98	24.58	27.49	31.11	35.16	39.23	41.88	43.68	19.02	19.94	21.49	24.44	28.41	33.28	38.68	42.48	45.22
9.5	22.05	23.05	24.66	27.58	31.19	35.22	39.24	41.85	43.62	19.10	20.04	21.61	24.62	28.65	33.61	39.10	42.96	45.75
9.75	22.12	23.12	24.74	27.66	31.27	35.27	39.26	41.83	43.58	19.16	20.11	21.70	24.76	28.85	33.89	39.46	43.39	46.21
10	22.19	23.20	24.82	27.76	31.35	35.34	39.28	41.82	43.54	19.18	20.14	21.76	24.85	29.01	34.11	39.76	43.74	46.60
10.25	22.27	23.28	24.92	27.85	31.45	35.41	39.31	41.82	43.51	19.15	20.13	21.76	24.89	29.09	34.26	39.98	43.99	46.89
10.5	22.35	23.37	25.01	27.96	31.55	35.49	39.36	41.83	43.50	19.08	20.06	21.71	24.87	29.11	34.33	40.09	44.14	47.06
10.75	22.44	23.47	25.12	28.07	31.66	35.58	39.41	41.85	43.50	18.95	19.94	21.60	24.78	29.04	34.29	40.09	44.16	47.09
11	22.54	23.57	25.23	28.20	31.78	35.68	39.48	41.90	43.52	18.76	19.75	21.41	24.60	28.88	34.14	39.96	44.04	46.97
11.25	22.65	23.69	25.36	28.33	31.91	35.80	39.57	41.96	43.56	18.50	19.49	21.15	24.34	28.62	33.88	39.68	43.76	46.69
11.5	22.76	23.81	25.49	28.48	32.06	35.93	39.67	42.03	43.62	18.19	19.17	20.83	24.00	28.26	33.50	39.28	43.34	46.25
11.75	22.89	23.95	25.64	28.64	32.22	36.08	39.80	42.13	43.70	17.82	18.80	20.44	23.59	27.82	33.02	38.76	42.79	45.68
12	23.03	24.10	25.80	28.81	32.40	36.25	39.94	42.26	43.80	17.42	18.38	20.01	23.13	27.32	32.47	38.15	42.13	44.99
12.25	23.18	24.26	25.98	29.00	32.59	36.43	40.10	42.40	43.93	16.98	17.93	19.53	22.62	26.76	31.84	37.45	41.38	44.20
12.5	23.34	24.43	26.16	29.20	32.80	36.63	40.28	42.56	44.07	16.51	17.45	19.03	22.07	26.15	31.17	36.69	40.56	43.34
12.75	23.51	24.61	26.35	29.41	33.01	36.84	40.47	42.73	44.23	16.03	16.96	18.51	21.50	25.52	30.45	35.89	39.69	42.42
13	23.68	24.79	26.55	29.62	33.24	37.06	40.67	42.91	44.40	15.54	16.45	17.98	20.91	24.86	29.71	35.05	38.78	41.46
13.25	23.85	24.98	26.75	29.84	33.46	37.28	40.87	43.10	44.57	15.05	15.94	17.44	20.32	24.20	28.96	34.20	37.86	40.48
13.5	24.03	25.16	26.95	30.06	33.69	37.50	41.08	43.29	44.75	14.57	15.44	16.91	19.74	23.55	28.22	33.36	36.95	39.51
13.75	24.21	25.35	27.16	30.29	33.92	37.72	41.29	43.48	44.93	14.10	14.96	16.40	19.18	22.91	27.50	32.54	36.05	38.57
14	24.38	25.54	27.36	30.50	34.15	37.94	41.49	43.67	45.10	13.65	14.50	15.91	18.64	22.31	26.81	31.76	35.20	37.67
14.25	24.56	25.72	27.55	30.72	34.36	38.15	41.68	43.85	45.27	13.24	14.07	15.46	18.14	21.75	26.18	31.03	34.42	36.84
14.5	24.72	25.90	27.74	30.92	34.57	38.36	41.87	44.01	45.43	12.86	13.67	15.05	17.69	21.25	25.61	30.39	33.72	36.09
14.75	24.88	26.07	27.93	31.11	34.77	38.55	42.04	44.17	45.57	12.52	13.33	14.68	17.30	20.81	25.12	29.84	33.12	35.46
15	25.03	26.22	28.09	31.30	34.96	38.72	42.19	44.31	45.69	12.24	13.04	14.38	16.97	20.45	24.72	29.40	32.65	34.97
15.25	25.16	26.37	28.25	31.46	35.12	38.88	42.33	44.42	45.80	12.00	12.80	14.14	16.71	20.18	24.43	29.08	32.30	34.60
15.5	25.28	26.50	28.39	31.61	35.27	39.01	42.44	44.51	45.88	11.82	12.61	13.94	16.52	19.98	24.23	28.86	32.08	34.37
15.75	25.39	26.61	28.52	31.74	35.40	39.12	42.52	44.58	45.93	11.67	12.47	13.81	16.39	19.86	24.11	28.76	31.98	34.27
16	25.48	26.71	28.62	31.85	35.50	39.20	42.58	44.62	45.95	11.57	12.37	13.71	16.31	19.80	24.08	28.74	31.98	34.27
16.25	25.56	26.79	28.71	31.94	35.58	39.26	42.61	44.63	45.94	11.50	12.30	13.66	16.28	19.81	24.12	28.82	32.07	34.39
16.5	25.62	26.86	28.78	32.01	35.64	39.30	42.62	44.61	45.91	11.46	12.27	13.65	16.30	19.87	24.23	28.98	32.27	34.60
16.75	25.67	26.91	28.84	32.07	35.68	39.31	42.60	44.57	45.86	11.45	12.28	13.67	16.36	19.98	24.40	29.22	32.54	34.90
17	25.70	26.95	28.88	32.11	35.71	39.31	42.57	44.52	45.79	11.46	12.30	13.72	16.46	20.14	24.63	29.52	32.89	35.28
17.25	25.73	26.98	28.91	32.13	35.71	39.29	42.52	44.44	45.70	11.50	12.35	13.80	16.59	20.33	24.91	29.88	33.31	35.74
17.5	25.74	27.00	28.93	32.15	35.71	39.26	42.45	44.36	45.59	11.55	12.42	13.90	16.74	20.57	25.23	30.30	33.79	36.26
17.75	25.75	27.01	28.94	32.15	35.70	39.22	42.37	44.25	45.47	11.62	12.51	14.01	16.92	20.83	25.60	30.77	34.32	36.84
18	25.75	27.01	28.95	32.15	35.67	39.17	42.29	44.14	45.35	11.69	12.61	14.15	17.12	21.12	25.99	31.27	34.90	37.46