



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

Composición corporal y control
glicémico en pacientes pediátricos
con Diabetes Mellitus tipo 2.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
SUB ESPECIALISTA EN :

ENDOCRINOLOGÍA PEDIÁTRICA.

P R E S E N T A:

Dra. Yuri Massiell Torres
Rodríguez.

TUTOR:

Dr. Darío Jorge Mario Molina



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOJA DE FIRMAS

DR. SARBELIO 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:

En primer lugar a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso.

A mis padres, Ángel y Cándida quienes con su amor, y paciencia me han permitido llegar a cumplir este sueño, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanas Mildred, Geylin, Ángela y Francys que gracias a su apoyo incondicional me he sentido acompañada en este camino.

A mis maestros, tutores y todos aquellos que un día me enseñaron algo, tanto de medicina como de la vida, gracias.

INDICE

RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES.....	7
MARCO TEÓRICO.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	23
JUSTIFICACIÓN.....	24
HIPÓTESIS.....	25
OBJETIVOS.....	25
METODOLOGÍA.....	26
PLAN DE ANÁLISIS.....	28
RESULTADOS.....	30
DISCUSIÓN.....	33
CONCLUSIÓN.....	36
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	41
ANEXO.....	42

RESUMEN:

TÍTULO: Composición corporal y control glicémico en pacientes pediátricos con Diabetes Mellitus tipo 2.

Presenta: Yuri Massiell Torres Rodríguez

Director de tesis: Dr. Darío Jorge Mario Molina Díaz.

ANTECEDENTES:

La resistencia a insulina precede al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, bajo estas condiciones se origina un efecto adverso sobre la masa grasa, su distribución y la masa magra contribuyendo a una menor masa muscular que podrían perpetuar esta disminución de la sensibilidad a la insulina, lo que puede fomentar el mal control glicémico en estos pacientes. Estas condiciones pueden implicar que un estado de sarcopenia se relacione con el fenotipo bioquímico de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 caracterizado por resistencia a la insulina, inflamación crónica y sistémica. Se necesitan estudios futuros para examinar las consecuencias de los cambios en la composición corporal, asociado a un mal control glicémico en pacientes con Diabetes tipo 2.

OBJETIVO: Evaluar la asociación entre la composición corporal y el control glucémico en adolescentes con Diabetes Mellitus tipo 2.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimar la prevalencia de las alteraciones en la composición corporal de los pacientes diabéticos con mal control glicémico.

Determinar si el porcentaje de grasa correlaciona con el resultado de perfil lipídico

DISEÑO DE ESTUDIO: ESTUDIO: Estudio Transversal Analítico.

POBLACIÓN DE ESTUDIO:

Niños de 10 a 17 años con Diabetes Mellitus tipo 2 que acuden a la consulta externa del Hospital Infantil Federico Gómez.

CONCLUSIONES:

- El 57.5% de los pacientes tienen valores de HgA1C superiores al 7%.
- El resultado de control glucémico deficiente se asociado a valores anormales del IMC, circunferencia abdominal.
- Mayores niveles de insulina en el grupo de mal control glucémico.
- Los parámetros de composición corporal relacionada a un desenlace adverso del control glucémico incluyen cambios negativos de agua corporal total.

LIMITACIONES:

- Debido a la temporalidad de los sucesos, no es posible establecer una relación de causalidad.
- Disminución del volumen de pacientes atendidos en consulta externa debido a contingencia actual.

INTRODUCCIÓN:

La diabetes tipo 2 ocurre en el contexto de múltiples factores genéticos, ambientales y es un área prioritaria para los esfuerzos de salud pública en todo el mundo

Durante mucho tiempo se han observado cambios progresivos y metabólicamente desfavorables en la composición corporal en pacientes con diabetes mellitus. (1)

La acumulación de grasa (especialmente la grasa abdominal) y la pérdida de masa magra son cambios importantes que tienen lugar en los pacientes que la padecen y se han relacionado con un mayor riesgo de complicaciones. El patrón y la tasa de cambios relacionados con la edad en la composición corporal pueden variar según el sexo, la etnia, el nivel de actividad física y la ingesta calórica. (1)

El estado nutricional es el resultado de la ingesta, absorción y utilización de nutrientes, capaces de influir en las condiciones fisiológicas y patológicas. El estado nutricional se puede medir para las personas con diferentes técnicas, como la composición corporal por Tomografía Computarizada, la Resonancia Magnética cuantitativa, el ultrasonido, la absorciometría de rayos X de energía dual y la Bioimpedancia. Debido a que la obesidad se está convirtiendo en una epidemia mundial, existe un interés creciente en el estudio de la composición corporal para monitorear las condiciones y el retraso en el desarrollo de enfermedades relacionadas con la obesidad. (2) La aparición de estas pruebas demuestra la necesidad de una evaluación estándar del estado nutricional basada en los cambios de peso corporal, que desempeña un papel importante en varios entornos clínicos, como en la medición cuantitativa de los tejidos y sus fluctuaciones en la composición corporal, en la tasa de supervivencia, en estado patológico y enfermedades. Dado que se ha demostrado que el índice de masa corporal es una medida imprecisa de la masa libre de grasa, la masa de células corporales y los líquidos, que no proporciona información si el peso cambia, por lo tanto, es necesario encontrar la manera ideal de evaluar la composición corporal, con el fin de evaluar la masa grasa y la masa libre de grasa con el aumento y la pérdida de peso.

ANTECEDENTES:

La resistencia a insulina precede al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, y además es un denominador común en el síndrome metabólico, bajo estas condiciones se origina un efecto adverso sobre la masa grasa, y su distribución contribuyendo a una menor masa muscular que podrían perpetuar esta disminución de la sensibilidad a la insulina, lo que puede fomentar el mal control glicémico en estos pacientes. Se necesitan estudios futuros para examinar las consecuencias de los cambios en la composición corporal, asociado a un mal control glicémico en pacientes con Diabetes tipo 2. (3)

Se realizó un estudio en donde se comparó la composición corporal de niños y adolescentes con sobrepeso mediante el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) y absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) antes y después de un programa de actividad física, participaron 110 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión Se observaron diferencias significativas cuando se compararon las medidas tomadas por DXA y BIA, respectivamente: porcentaje de grasa corporal total y masa libre de grasa. En cuanto a la grasa del tronco por DXA, hubo una correlación positiva con la relación circunferencia abdominal / talla. Después del período de intervención, se observó una reducción en el IMC (puntuación Z), desviación estándar de cintura y grasa corporal total y un aumento de la masa libre de grasa por DXA. BIA solo detectó reducción de grasa. En este estudio se concluye que en la evaluación de la composición corporal la Impedancia bioeléctrica subestima el porcentaje de grasa. (4)

Se realizó un estudio basado en examen físico (antropometría) y exploraciones con DXA de una cohorte longitudinal (n: 2547) en niños daneses en donde se exploró la sensibilidad del Índice de masa corporal, Circunferencia abdominal y pliegue cutáneo para determinar el exceso de grasa corporal en adolescentes de peso aparentemente normal, con el fin de establecer curvas de referencia y comparar la especificidad y sensibilidad de diferentes métodos de evaluación de la grasa. Dichos datos mostraron que la medición simple y de bajo costo de los pliegues cutáneos tríceps y subescapulares proporciona una estimación del porcentaje de grasa corporal total, que se correlaciona mejor con las mediciones de DXA que el IMC y la Circunferencia abdominal. (6)

Se realizó un estudio en niños y adolescentes de 5 a 18 años referidos como sanos de escuelas privadas y públicas de la Ciudad de México. Se evaluaron 2104 individuos, se construyeron valores de referencia de composición corporal de participantes de entre 5 – 18 años, por sexo, de MG, MM, CMO. Se demostró que los valores de composición corporal mediante DXA así como escaneo de columna lumbar para medir la densidad mineral ósea, se concluyó que en niños mexicanos las características de la composición corporal son distintas a los reportadas en otras poblaciones, además que la medición de la composición corporal aporta mayor información clínica del estado nutricional que únicamente el Índice de masa corporal. (7)

La desnutrición es una complicación común en los niños con enfermedades crónicas. La sarcopenia es un componente de la desnutrición, que se caracteriza por una reducción de la masa del músculo esquelético (SMM) y la función muscular. La presencia de sarcopenia se asocia con resultados adversos en los niños. Aunque existe un creciente interés en la investigación de la sarcopenia, no se ha realizado ninguna revisión sobre este nuevo concepto en pediatría. (1)

MARCO TEÓRICO:

A través de la vida, el cuerpo humano cambia en su composición química. Conforme crece, madura, envejece, los diversos componentes corporales, a saber: la grasa, el musculo, el agua y el hueso se modifican en las cantidades absolutas y la proporción relativa de los lípidos, proteínas, agua y minerales. Se debe tener en cuenta una consideración cuidadosa de estos cambios subyacentes al aplicar e interpretar los análisis de composición corporal en la población pediátrica. (8)

La infancia es una época de rápido crecimiento y se asocia con cambios marcados en el compartimento, el tejido y la composición química. En los bebés, el agua extracelular y la masa de órganos comprenden una mayor proporción de la masa corporal en comparación con los niños y los adultos. Esto da como resultado una mayor hidratación de la masa libre de grasa y puede sesgar las estimaciones de la composición corporal. El porcentaje de grasa corporal en los seres humanos alcanza su punto máximo entre los 3 y los 6 meses de edad, cerca del 29% en los hombres y el 32% en las mujeres. Las diferencias sexuales en la composición corporal de los bebés se extienden más allá del porcentaje de grasa corporal, ya que se ha demostrado que los hombres tienen mayor masa libre de grasa, agua corporal total, potasio corporal total y contenido mineral óseo. (1,8)

El crecimiento durante la niñez progresa a un ritmo más lento con cambios menos pronunciados en la composición corporal. Las diferencias de sexo en el porcentaje de grasa corporal observadas durante la infancia continúan durante este período. Se observa un pequeño aumento en la tasa de aumento de peso, altura y amplitud corporal en el brote de crecimiento de la mitad de la niñez que ocurre alrededor de los 6 a los 8 años de edad. Un rebote en la masa corporal ocurre aproximadamente al mismo tiempo. El IMC alcanza su punto máximo cerca del final de la infancia, disminuye en la primera infancia antes de alcanzar un nadir alrededor de los 5-6 años, luego aumenta durante el resto de la niñez, la adolescencia y la edad adulta. El momento de este rebote del IMC puede estar regulado genéticamente. (9)

Descripción del modelo de la composición corporal:

La composición corporal humana es un fenotipo heterogéneo que resulta de los efectos combinados de genes, factores ambientales y sus interacciones. La composición corporal es una medida importante en la práctica pediátrica para comprender el crecimiento y desarrollo normal de un niño. Puede utilizarse con fines diagnósticos, terapéuticos y de seguimiento. (9)

La evaluación de la composición corporal tiene como objetivo cuantificar la cantidad y las proporciones relativas de los compartimentos de tejido corporal y, en algunos casos, sus componentes celulares, moleculares y atómicos.

El modelo de cinco niveles de composición del cuerpo humano desarrollado por Wang *et al*, define una serie de niveles interrelacionados y cada vez más complejos que proporcionan un marco organizativo para abordar cuestiones relacionadas con la composición corporal e identificar métodos de análisis adecuados. (9)

Más allá del modelo de cinco niveles, los enfoques para el análisis de la composición corporal se pueden organizar de acuerdo con el número de compartimentos descritos. Los modelos de dos compartimentos dividen el cuerpo en masa grasa (FM) y masa libre de grasa (FFM) de manera que la masa corporal total es $= FM + FFM$. Los métodos de dos compartimentos incluyen antropometría, densitometría, impedancia bioeléctrica o dilución de isótopos para el agua corporal total. (9,10)

Los modelos de tres compartimentos dividen la masa corporal en masa grasa, masa corporal magra no ósea (LBM) y masa ósea de manera que la masa corporal total $= FM + LBM + \text{masa ósea}$. Absorciometría de rayos X de energía dual ofrece un medio rápido y conveniente de análisis de tres compartimentos. La FM, la LBM y la masa ósea tienen densidades de tejido únicas y, por lo tanto, atenúan los haces de energía de manera diferente, lo que permite una cuantificación precisa de cada tejido. Debido a que la DXA mide el contenido mineral óseo directamente, este método elimina una de las principales fuentes de variabilidad inherente a la estimación de la masa libre de grasa en el modelo de dos compartimentos.

Una consideración adicional más allá de los modelos de compartimentos discutidos es la distribución del tejido adiposo en el cuerpo (patrón de grasa). Tradicionalmente, los patrones de grasa se han descrito como "androides" con mayor grasa en el tronco y menos grasa en las extremidades y "ginoides" con mayor grasa en las caderas y extremidades y menos grasa en el tronco. Las observaciones de que el riesgo de enfermedad cardiometabólica puede variar en función de estos patrones de distribución de la grasa han planteado cuestiones importantes con respecto a las diferencias cualitativas entre los depósitos de grasa. (9,10).

Se cree que la grasa visceral, ubicada en el tronco, es más activa metabólicamente que la grasa subcutánea y es un fuerte factor de riesgo de resistencia a la insulina, diabetes tipo 2 y enfermedad cardiovascular. Por el contrario, se ha encontrado que la grasa subcutánea de las extremidades inferiores se asocia con una mayor sensibilidad a la insulina y puede proteger contra el desarrollo de enfermedad cardiometabólica al suprimir la liberación de ácidos grasos libres. Las medidas antropométricas, como la circunferencia de la cintura, proporcionan un medio sencillo para estimar la distribución de la grasa que complementan las medidas de exceso de adiposidad como el IMC, pero en última instancia, no pueden diferenciar definitivamente entre tejido adiposo visceral y subcutáneo. La TC y la RM de un solo corte son actualmente los métodos más utilizados para cuantificar la grasa visceral. (10)

Composición corporal humana:

La composición corporal humana puede estudiarse desde diferentes perspectivas o niveles: químico, molecular, tejidos-órganos, tipos de células y elementos extracelulares. Para fines clínicos el estudio de la composición corporal evalúa principalmente la proporción de la masa magra (MG), el agua corporal total (ACT), el contenido mineral óseo (CMO), y la masa magra de un individuo. (2,9)

En la práctica clínica se utilizan diferentes métodos y dispositivos para estimar la composición corporal a través de modelos que tomen en cuenta la medición directa y/o el cálculo de 1 hasta 4 o más compartimientos. (12)

La composición corporal por el modelo de 2 compartimientos es quizás la más utilizada por la mayor disponibilidad de las tecnologías necesarias para estimarla: medición de

pliegues cutáneos o Plicometría, Bioimpedancia eléctrica convencional (BIA), desplazamiento de aire por Pletismografía (ADP), hidrodensitometría, y dilución de óxido de deuterio (D2O). (9,12)

Los modelos de 3 compartimentos permiten cuantificar MG, MM, CMO, cuando se mide por absorciometría dual de rayos x (DXA), o MG, ACT, MLG, cuando se mide por BIA.

El modelo de 4 compartimientos se basa en la medición de CMO, con DXA, de ACT con dilución de óxido y de deuterio (D2O), y de volumen corporal (VC) con ADP, y mediante ecuaciones estiman la MG y el contenido proteico. Este modelo de 4C se considera el estándar de referencia para estimar la composición corporal, sin embargo al requerir 3 métodos que requieren infraestructura sofisticada y personal especializado (ejemplo: densitómetro para DXA, hidrodensitometría o pletismógrafo para volumen corporal, y espectrómetro de masas para D2O), dificulta su aplicación en la práctica clínica de rutina. (12)

La evaluación de la composición corporal en pediatría es de gran relevancia debido a la creciente prevalencia de enfermedades crónicas degenerativas relacionadas al exceso de tejido adiposo, así como en la evaluación de múltiples condiciones clínicas donde la distribución de los compartimientos del cuerpo humano se ven modificados, entre ellas se mencionan: Obesidad, desnutrición, raquitismo, Enfermedad Renal Crónica, Hipogonadismo, Anorexia, Enfermedades Reumatológicas, Inmovilización prolongada, Receptores de trasplantes de órganos, pacientes con uso crónico de esteroides, Diabetes Mellitus, entre otras. (12,13)

Se han desarrollado numerosos métodos de evaluación de la composición corporal: antropometría, incluido el método de los 4 pliegues cutáneos, hidrodensitometría, análisis de activación de neutrones in vivo, antropogammagrafía del potasio 40 corporal total, resonancia magnética nuclear, absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA), Bioimpedancia eléctrica (BIA) y, más recientemente, Tomografía Computarizada (TC). DEXA, BIA, y TC parecen ser los métodos más convenientes para la práctica clínica, mientras que los demás métodos están reservados para uso científico. (13)

Los principios y la utilización clínica de BIA se han descrito ampliamente en dos documentos de posición de Sociedad Europea de Nutrición y Metabolismo. BIA se basa

en la capacidad de los tejidos hidratados para conducir energía eléctrica. La medición de la impedancia corporal total permite estimar el agua corporal total suponiendo que el agua corporal total es constante. A partir del agua corporal total, las ecuaciones validadas permiten el cálculo de la masa libre de grasa y la masa grasa, que se interpretan de acuerdo con valores de referencia. BIA es la única técnica que permite calcular el ángulo de fase, que se correlaciona con el pronóstico de diversas enfermedades. (13)

Las imágenes de TC dirigidas a la tercera vértebra lumbar (L3) podrían predecir fuertemente la grasa corporal total y la masa libre de grasa en pacientes con cáncer, en comparación con DEXA. Curiosamente, la evaluación de la composición corporal por TC presenta una gran importancia práctica debido a su uso rutinario en el diagnóstico, la estadificación y el seguimiento del paciente. Las imágenes de TC dirigidas a L3 evalúan la masa midiendo el área de la sección transversal del músculo desde L3 hasta la cresta ilíaca mediante el uso de umbrales de unidades de Hounsfield (HU) (-29 a +150). Los músculos incluidos en el cálculo del área de la sección transversal del músculo son el psoas, los músculos paraespinales (erector de la columna, cuadrado lumbar) y los músculos de la pared abdominal (transverso del abdomen, oblicuos externos e internos, recto del abdomen). La TC también proporciona detalles sobre músculos específicos, tejidos adiposos y órganos no proporcionados por DEXA o BIA. (2)

En resumen, las imágenes de TC dirigidas a DEXA, BIA y L3 podrían medir la composición corporal con precisión. La selección de la técnica dependerá del contexto clínico, el hardware y la disponibilidad de conocimientos. La evaluación de la composición corporal por DEXA debe realizarse en pacientes que tienen una evaluación de rutina de la densidad mineral ósea. También se debe realizar una evaluación de la composición corporal para cada TC abdominal realizada en pacientes con riesgo nutricional o desnutrido. Debido a su simplicidad de uso, BIA podría implementarse ampliamente como un método de evaluación y seguimiento de la composición corporal en un gran número de pacientes hospitalizados y ambulatorios. (2)

Características de los métodos de evaluación de la CC:

ANTROPOMETRIA:

Tipo de medición: peso, estatura, índice de masa corporal, circunferencia de cintura.
Plicometría: medidas de circunferencia con cinta métrica de bíceps, muslos y pantorrillas; y pliegues cutáneos con un plicómetro.

Resultados: Utiliza ecuaciones, estima MG y MLG, masa muscular.

Ventajas: Seguro, no invasivo, costo, accesible, portátil.

Desventajas: Operador dependiente-requiere capacitación, instrumento validado. Asume relaciones constantes entre tejido adiposo subcutáneo y tejido adiposo total.(9)

BIOIMPEDANCIA

Tipo de medición: Mide la impedancia, al paso de una corriente eléctrica a través del cuerpo, mediante reactancia y resistencia; cuyo principio se basa en que la conductividad del agua en el cuerpo varía en los diferentes compartimientos.

Resultados: utiliza ecuaciones: MG, MLG, masa muscular.

Ventajas: seguro, no invasivo, sencillo, no requiere capacitación, reproducible, puede ser portátil, costo.

Desventajas: depende del estado de hidratación, puede subestimar los compartimientos. Equipo dependiente, variabilidad entre los equipos. (9,7)

HIDRODENSITOMETRÍA:

Tipo de medición: Pesaje bajo el agua, al final de una espiración forzada, dentro de un tanque de fibra de vidrio, con la medición simultánea del volumen residual pulmonar (espirómetro), el volumen corporal se obtiene por la diferencia entre el peso fuera del agua (pfa), y el peso dentro de esta, corregido por la densidad de esta.

Resultado: Estándar de oro para el volumen corporal total, Utiliza ecuaciones para MG, MLG.

Ventaja: costo

Desventajas: invasivo, depende de la cooperación del individuo, poco accesible. (9,7)

DESPLAZAMIENTO DE AIRE POR PLETISMOGRAFÍA:

Tipo de medición: Cálculo a través de medición del aire que se desplaza dentro de una cámara cerrada. Utiliza la relación inversa entre presión y volumen, basada en la ley de Boyle para determinar el volumen corporal. Una vez que este volumen es determinado, es posible establecer la composición corporal por medio de los principios de densitometría.

Resultados: Estándar de oro para volumen corporal. Utiliza ecuaciones para MG y MLG.

Ventajas: sencillo, no invasivo, rápido, elevada precisión y exactitud.

Desventajas: costo, no apto para claustrofóbicos, requiere vestimenta especial, poco accesible, difícil en individuos con patologías pulmonares. Uso en investigación. (9,7)

DILUCION DE ISÓTOPOS DE DEUTERIOS:

Tipo de medición: conociendo la cantidad de agua marcada con deuterio (isotopo de hidrógeno), suministrado a un sujeto y midiendo su dilución corporal, se puede medir la cantidad total de agua en el organismo. Aceptando que la masa libre contiene un 73% de agua puede calcularse esta y con posterioridad la masa grasa por sustracción del peso total.

Resultado: estándar de oro para la medición de agua corporal total, utiliza ecuaciones como MG y MLG.

Ventajas; seguro, costo, no invasivo.

Desventajas: requiere un tiempo estimado de 4 a 6 horas, requiere tecnología de tercer nivel, útil mayormente en investigación. (9,7)

ABSORCIOMETRIA DUAL DE RAYOS X:

Tipo de medición: emisión fotónica de menor densidad que la radiología convencional, utiliza alta y baja energía. Mide la capacidad de captación-atenuación de fotones e indirectamente la cantidad de masa grasa y magra, así como su distribución.

Resultados: estándar de oro para contenido mineral óseo. Medición directa de CMO, MLG, ecuaciones para masa grasa y masa magra.

Ventajas: rápido simultáneamente mide la densidad mineral ósea, preciso, reproducible, realiza mediciones por segmentos, costo. (9,7)

Desventajas: utiliza radiación, requiere software especializado, pocos equipos, se realizan diferentes cálculos de acuerdo al equipo utilizado. Mala precisión para medir masa magra, requiere capacitación del personal.

TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA:

Tipo de medición: rayos X, produce una imagen visual de 10mm. la transición de salida se utiliza para calcular el coeficiente de atenuación medida a lo largo del haz de rayos x.

Resultados: masa grasa, masa muscular y contenido óseo.

Ventajas: medida directa de tejido muscular, graso y óseo. Alta precisión. Permite medir la grasa infiltrada en el musculo esquelético. Puede determinar medición de segmentos.

Desventajas: utiliza altas dosis de radiación, costo, invasivo. (9,7)

RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR:

Tipo de medición: interacción entre los núcleos atómicos del hidrogeno y los campos magnéticos generados y controlados por el dispositivo, cuando un sujeto se coloca en el interior del imán. Cuando un campo de radiofrecuencia de pulsada se aplica a todos los tejidos los protones de hidrogeno absorben toda la energía, cuando la radiofrecuencia pulsada se apaga los protones vuelven a su estado anterior, y liberan energía absorbida en forma de otra señal de radio frecuencia pulsada que se utiliza para el desarrollo de imágenes utilizada en la resonancia magnética.

Resultado: estándar de oro para masa muscular, y volumen de tejido adiposo.

Ventajas: medición directa de grasa y músculo (esquelético y visceral) puede realizar determinación de segmentos.

Desventajas: costos, poco accesible, requiere capacitación del interpretador, no apto para individuos claustrofóbicos, población pediátrica requiere sedación médica. (9,7)

Medida de la adiposidad: Además de la medición de la adiposidad, los avances recientes en la medición del tejido adiposo intraabdominal o visceral (VAT) se consideran importantes para comprender el vínculo entre este componente de la composición corporal y las muchas facetas del síndrome metabólico y la Diabetes Mellitus, incluida la intolerancia a la glucosa, la hipertensión, la dislipidemia y la resistencia a la insulina; entre ellos se mencionan:

Absorciometría dual de rayos X: Para la medición de la adiposidad total, se ha informado de una precisión excelente para los modelos actuales de DXA. En comparación con un método 4-C, la DXA ha mostrado diferencias en el porcentaje de grasa corporal, que varían de -5,3% a + 2,9%, dependiendo del modelo, con una tendencia a subestimar el % BF en individuos más delgados y a sobreestimar el % BF en individuos con un % BF más alto. (14)

Los recientes avances tecnológicos en el análisis de los datos adquiridos por DXA ahora proporcionan una estimación de la cantidad de tejido adiposo visceral que reside dentro del compartimento androide (abdominal). La detección del grosor del tejido adiposo subcutáneo a los lados de la región androide permite al software DXA estimar el compartimento del tejido adiposo subcutáneo total y derivar indirectamente el tejido adiposo visceral restando el tejido adiposo subcutáneo de la grasa androide total. (14)

La estimación del tejido adiposo visceral derivada de DXA ha mostrado una excelente asociación con estimaciones obtenidas por tomografía computarizada (TC), el método de referencia reconocido para la medición del tejido adiposo intraabdominal.

Métodos de composición corporal en población pediátrica:

Existe una variedad de métodos de composición corporal que se pueden utilizar para evaluar la masa muscular. Las metodologías de antropometría, BIA y densitometría proporcionan un marcador sustituto de la masa muscular (masa libre de grasa y masa corporal magra), pero estos métodos son propensos a estimaciones erróneas, especialmente en niños con alto riesgo de sobrecarga de líquidos. Las modalidades de imágenes (CT y MRI) son el estándar de oro en la cuantificación de masa del músculo

esquelético en adultos. La alta exposición a la radiación es el principal inconveniente del uso rutinario de la TC para la evaluación de la sarcopenia en poblaciones pediátricas. Un estudio reciente en adultos ha demostrado que el estado de los fluidos corporales totales puede influir en la determinación de la masa del músculo esquelético derivada de la TC / RM transversal. Esto puede ser aplicable a poblaciones clínicas pediátricas que son propensas a alterar el estado de los fluidos corporales totales y, por lo tanto, justifican estudios adicionales. DEXA se recomienda como uno de los métodos para identificar la sarcopenia en adultos. (9)

En niños menores de 2 años, la DEXA puede ser difícil de realizar sin sedación, y la falta de datos pediátricos normativos en este grupo de edad puede limitar la capacidad de reconocer la sarcopenia en este grupo de edad. (15)

Aunque DEXA tiene una exposición a la radiación relativamente baja, pueden existir limitaciones relacionadas con el potencial de sobrestimar la masa magra (subestimando así la sarcopenia). (9,15)

Evidencia emergente en adultos sugiere que la ecografía podría ser utilizada como un enfoque práctico de cabecera para el grosor de los músculos cuádriceps, que potencialmente puede ser un buen sustituto de la masa de músculo esquelético. Sin embargo, en los niños, esta metodología no ha sido bien validada como una medida de la masa muscular y merece una mayor investigación. La selección de técnicas de composición corporal para determinar la prevalencia de sarcopenia debe basarse en consideraciones cuidadosas del grupo clínico objetivo, la viabilidad, precisión y limitaciones de cada método. Otra consideración importante en la evaluación de la composición corporal en pediatría incluye la evaluación cuidadosa del crecimiento general, que puede afectar la evaluación de la sarcopenia en los niños. Mientras que los niños y las niñas pueden tener una masa grasa y una masa libre de grasa comparables durante la primera infancia, se producen cambios importantes en la masa del músculo esquelético relativo y la masa grasa durante el estirón del crecimiento puberal. (15)

Definición de Sarcopenia:

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por una pérdida progresiva y generalizada de la masa y la fuerza del músculo esquelético con riesgo de resultados adversos como discapacidad física, mala calidad de vida y muerte. El Grupo de trabajo Europeo sobre la Sarcopenia recomienda utilizar la presencia de masa muscular baja y función muscular baja (fuerza o rendimiento) para el diagnóstico de sarcopenia. Por lo tanto, el diagnóstico requiere la documentación del criterio 1 más la documentación del criterio 2 o del criterio 3. (16)

Criterios para el diagnóstico de sarcopenia.

El diagnóstico se basa en la documentación del criterio 1 más (criterio 2 o criterio 3).

1. Baja masa muscular
2. Fuerza muscular baja
3. Bajo rendimiento físico.

La estadificación de la sarcopenia, que refleja la gravedad de la afección, es un concepto que puede ayudar a guiar el tratamiento clínico de la afección. Se sugiere una estadificación conceptual como 'presarcopenia', 'sarcopenia' y 'sarcopenia severa'. La etapa de 'presarcopenia' se caracteriza por una masa muscular baja sin impacto en la fuerza muscular o el rendimiento físico. Esta etapa solo puede identificarse mediante técnicas que miden la masa muscular con precisión y en referencia a poblaciones estándar. La etapa de "sarcopenia" se caracteriza por una masa muscular baja, más una fuerza muscular baja o un rendimiento físico bajo. La "sarcopenia grave" es la etapa identificada cuando se cumplen los tres criterios de la definición (masa muscular baja, fuerza muscular baja y rendimiento físico bajo). Reconocer las etapas de la sarcopenia puede ayudar a seleccionar tratamientos y establecer metas de recuperación adecuadas. La puesta en escena también puede respaldar el diseño de estudios de investigación que se centren en una etapa en particular o en los cambios de etapa a lo largo del tiempo

La sarcopenia y la obesidad central son cambios en la composición corporal relacionados. La obesidad por sarcopenia es un factor de riesgo más alto para el síndrome metabólico que la simple obesidad.

La resistencia a la insulina está involucrada en uno de varios mecanismos subyacentes de la inducción de sarcopenia. El proceso de degradación y síntesis de proteínas se repite constantemente en el músculo esquelético. Los defectos en la señalización de la insulina pueden provocar una reducción de la síntesis muscular. También se considera que están involucradas la inflamación crónica y la disfunción mitocondrial. La pérdida de la integridad neuromuscular también podría estar involucrada en la sarcopenia. No se ha determinado en la población pediátrica el desarrollo de obesidad por sarcopenia, se necesitan más investigaciones. (16,20)

Resultados adversos de la Sarcopenia:

La obesidad sarcopénica se asocia con una disminución de la supervivencia y un aumento de la toxicidad de la terapia en pacientes con cáncer mientras que la pérdida de masa libre de grasa, se relaciona con una disminución de la supervivencia, un resultado clínico negativo, aumento de los costos de atención médica, y deterioro de la salud general, las capacidades funcionales y la calidad de vida. Por lo tanto, la detección y el tratamiento de la pérdida de masa libre de grasa es un problema importante de salud pública. (17)

Se observa una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en todos los países occidentales y emergentes. Simultáneamente, el envejecimiento de la población, la reducción del nivel de actividad física y la mayor prevalencia de enfermedades crónicas y cáncer aumentaron el número de pacientes con riesgo de desarrollar sarcopenia. Por lo tanto, más pacientes presentan "sobrepeso u obesidad sarcopénica". En estos pacientes, la evaluación del estado nutricional mediante métodos antropométricos, es decir, la pérdida de peso y el cálculo del IMC, no es lo suficientemente sensible para detectar el deterioro de la masa libre de grasa. Como resultado, la desnutrición no se detecta, empeora e impacta negativamente en morbilidad, mortalidad, duración de la estadía, duración de la recuperación, calidad de vida y costos de atención médica. Por el contrario, en pacientes con "sobrepeso u obesidad sarcopénica", la detección temprana

de la desnutrición con un método específico de evaluación de la composición corporal permitiría el inicio temprano del soporte nutricional y, a su vez, la mejora del estado nutricional y el resultado clínico. (17)

La aparición del concepto de obesidad sarcopénica aumentará el número de situaciones asociadas con la falta de sensibilidad de los cálculos del IMC y el cambio de peso corporal para la detección precoz de la pérdida de masa libre de grasa. Esto respalda un mayor uso de la evaluación de la composición corporal para la evaluación y el seguimiento del estado nutricional en la práctica clínica

Papel de la diabetes en las alteraciones de la composición corporal:

El término Diabetes Mellitus describe un trastorno metabólico complejo caracterizado por hiperglucemia crónica resultante de defectos en la secreción de la insulina, acción de la insulina o ambas. La secreción inadecuada de la insulina y/o la respuesta tisular disminuida a la insulina en las vías complejas de la actividad hormonal da como resultado una acción deficiente de la insulina en los tejidos diana, lo que conduce a anomalías del metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas. En la etiopatogenia de esta enfermedad pueden considerarse 2 situaciones involucrándose tanto a la resistencia a la insulina en el tejido muscular, como a la falla de la célula beta pancreática para producir suficiente insulina para compensar esta resistencia. (18)

La diabetes mellitus es una de las enfermedades metabólicas más comunes con una etiología compleja, multifactorial, con diversas manifestaciones clínicas y bioquímicas. La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una de las formas más frecuente de enfermedades crónicas a nivel mundial. Se espera que el número de personas con Diabetes llegue a ser de 642 millones para el año 2040, siendo los mayores incrementos en pacientes con economías de rápido crecimiento, debido a un alto consumo de alimentos ricos en carbohidratos, adopción de estilos de vida sedentarios y urbanización, un número cada vez mayor de personas está desarrollando esta patología y la edad a la que se diagnostica a los individuos está disminuyendo. (18)

Se sabe desde varios años que la reducción de la absorción de la glucosa en respuesta a los niveles de insulina es el primer desencadenante de la Diabetes Tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares en la población pediátrica, aparte de otros factores de riesgo no modificables como: etnia, la pubertad, algunas enfermedades genéticas o adquiridas muy raras que se acompañan de lipodistrofia, la obesidad es el denominador común de la resistencia a la insulina en niños y adolescentes. Se ha demostrado desde hace más de 2 décadas la correlación inversa entre la grasa corporal total evaluada mediante varios métodos, como la dilución de isótopos, la Bioimpedancia, las técnicas de imagen, así como el Índice de masa corporal, y la sensibilidad a la insulina. (19)

La adiposidad total explica un alto porcentaje de la variación en la sensibilidad a la insulina entre los niños de cualquier edad y en cualquier etapa de la pubertad.

El modelo explicativo clásico de la Diabetes Mellitus tipo 2 ubica a la obesidad (especialmente la grasa visceral) y la inactividad física como los principales factores ambientales la enfermedad también se presenta en los miembros de la familia lo que indica un componente hereditario de susceptibilidad. (3,19)

La obesidad representa del 80% al 85% del riesgo general de desarrollar Diabetes Mellitus tipo 2, y subyace a la propagación mundial actual de la enfermedad. El riesgo de Diabetes Mellitus tipo 2 aumenta a medida que incrementa el índice de masa corporal. La obesidad central puede impartir un mayor riesgo independientemente del nivel de obesidad general, debido a que la adiposidad central se asocia a resistencia a la insulina, y a la disfunción de las células β , debido al aumento de ácidos grasos libres y lipotoxicidad. La obesidad también se asocia con otras anomalías metabólicas como dislipidemia e hipertensión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La resistencia a insulina precede al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, y además es un denominador común en el síndrome metabólico, bajo estas condiciones se origina un efecto adverso sobre la masa grasa, su distribución y la masa magra contribuyendo a una menor masa muscular que podrían perpetuar esta disminución de la sensibilidad a la insulina, lo que puede fomentar el mal control glicémico en estos pacientes. Estas condiciones pueden implicar que un estado de sarcopenia se relacione con el fenotipo bioquímico de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 caracterizado por resistencia a la insulina, inflamación crónica y sistémica. Se necesitan estudios futuros para examinar las consecuencias de los cambios en la composición corporal, asociado a un mal control glicémico en pacientes con Diabetes tipo 2.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN: ¿Cuál es la asociación entre la composición corporal y el control glucémico en adolescentes con Diabetes Mellitus tipo 2?

JUSTIFICACIÓN:

Se ha informado de una prevalencia creciente de sobrepeso y obesidad en niños con diabetes mellitus tipo 2 probablemente debido a un estilo de vida sedentario, y a una nutrición desequilibrada. Los análisis de la composición corporal pueden ayudar a describir el aumento real de la masa grasa, lo que contribuye al riesgo cardiometabólico. Los jóvenes con diabetes mellitus tipo 2 están más predispuestos a complicaciones cardiovasculares a largo plazo. El índice de masa corporal (IMC) se usa de manera rutinaria en las evaluaciones clínicas de los pacientes con Diabetes Mellitus, pero no es una medida precisa de la adiposidad. El análisis de la composición corporal puede ser más útil para evaluar los riesgos cardiometabólicos en estos pacientes.

Se sabe desde hace varios años que la resistencia a la insulina (RI), es decir, la reducción de la absorción de glucosa en todo el cuerpo en respuesta a los niveles fisiológicos de insulina, es un desencadenante cardinal de la alteración del metabolismo de la glucosa, la diabetes tipo 2 (DM2) y las enfermedades cardiovasculares tanto en adultos como en niños. Dado que la obesidad es el factor de riesgo más prevalente en todo el mundo para la morbilidad y mortalidad temprana cardiovascular, y la RI es un vínculo importante entre la obesidad infantil y el riesgo cardiovascular, es de gran importancia comprender cómo la obesidad afecta la sensibilidad a la insulina en niños y adolescentes y, en particular, cómo la composición corporal influye en la sensibilidad a la insulina independientemente del grado de obesidad. Esto tiene una importancia potencial para identificar diferentes categorías de pacientes obesos que deben ser priorizados para diferentes ensayos de intervención.

HIPÓTESIS:

La composición corporal (Sarcopenia y aumento del porcentaje de grasa) será mayor en pacientes con mal control glucémico.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la asociación entre la composición corporal y el control glucémico en adolescentes con Diabetes Mellitus tipo 2.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar la prevalencia de las alteraciones en la composición corporal de los pacientes diabéticos con mal control glicémico.
2. Determinar si el porcentaje de grasa se correlaciona con el resultado de **parámetros bioquímicos.**

METODOLOGÍA:

Diseño de estudio: Estudio Analítico, Transversal y Observacional.

Sujetos:

Universo de estudio: niños y adolescentes con diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2

Población de estudio: individuos con Diagnóstico de Diabetes Mellitus del Hospital Infantil de México, que acudan a la Clínica de Diabetes del HIMFG

Criterios de inclusión de pacientes:

- Edad: 10 a 18 años.
- Sexo: Ambos sexos.
- DM2 (Dx criterios ADA).

Criterios de exclusión:

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, es decir, se reclutarán todos los pacientes de cumplan con los criterios.

Lugar de desarrollo del estudio: el estudio se llevó a cabo en Clínica de atención al niño con Diabetes Mellitus del Hospital Infantil de México Federico Gómez, así como en el departamento de Nutrición donde se realizaron las valoraciones médicas y nutricionales de los participantes, antropometría, 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.

En primer lugar se citó a los pacientes los cuales acudieron con ayuno de al menos 12 horas se les indicó una dieta estructurada normal el día previo, se les solicitó retirarse la mayor cantidad de ropa y calzado, para colocarse en el analizador de composición corporal. Además se citó en el Laboratorio de Endocrinología donde se obtuvieron una muestra de sangre de su antebrazo con un volumen de 22ml para la determinación de

exámenes de laboratorio. En un segundo momento se procedió a la valoración clínica, y se tomaron medidas antropométricas.

DEFINICIÓN DE VARIABLES:

Variable	Dedición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Tiempo transcurrido desde su nacimiento hasta el momento de la evaluación.	Numérica	Años y meses cumplidos
Sexo	Condición anatómica que distingue al hombre de la mujer	Cualitativa, nominal, dicotómica	Masculino Femenino
Peso	Cantidad de materia que contiene un cuerpo, su unidad de medida en el sistema internacional es el kilogramo	Numérica continua	Kilogramos (kg)
Talla	Altura, medida de una persona desde los pies hasta la cabeza	Numérica continua	Centímetros (cm)
IMC	Para obtener el índice se utiliza la fórmula: $\text{peso}/\text{talla}^2$	Numérica continua	Kg/m^2
Categoría de Índice de masa corporal	Se obtendrá el percentil para el valor de IMC de acuerdo a las tablas de la CDC y se clasificara de en base a los puntos de corte	Categórica ordinal	Peso bajo, peso normal, sobrepeso, obesidad
Circunferencia de cintura (OMS)	Medida con cinta métrica no expandible. En el punto medio entre el borde inferior del reborde costal y la parte superior de la cresta ilíaca, la medición se toma al final de la expiración normal	Numérica continua	Centímetros (cm)
Índice Cintura - Talla	Cociente entre la circunferencia de la cintura y la altura, como medida de la distribución de la grasa corporal.	Numérica continua	Centímetros (cm)
Masa grasa	Cantidad de tejido adiposo que contiene un cuerpo	Cuantitativa	Gramos (g) y porcentaje (%)
Masa magra	Cantidad de materia NO grasa y NO ósea que contiene un cuerpo	Cuantitativa	Gramos (g)
Índice de masa grasa	Resulta de aplicar la fórmula: $\text{masa grasa}/\text{talla}^2$	Numérica continua	Kg/m^2

Índice de masa magra	Resulta de aplicar la fórmula: masa magra/ talla ²	Numérica continua	Kg/m ²
Agua corporal total	Contenido total de agua en un cuerpo	Numérica	Litros
Hemoglobina Glucosilada	Examen de sangre que determina el promedio de glucosa en los 3 meses, complementa el diagnóstico de Diabetes Mellitus	Numérica continua	Nivel de glucosa en mg/dl
Perfil de lípidos	Cuantificación analítica de una serie de lípidos que son transportados en la sangre por los diferentes tipos de lipoproteínas plasmáticas. Diagnóstico y seguimiento de enfermedades metabólicas.	Numérica continua	Nivel de Colesterol total, triglicéridos, Col HDL, Col LDL en mg/dl.

Análisis y métodos estadísticos de los datos:

La captación de los participantes, la valoración médica y nutricional se realizó en la Clínica de atención al niño (a) con Diabetes Mellitus. El procesamiento de los datos y el análisis estadístico se realizará por los investigadores con el asesoramiento del tutor de la investigación.

Técnicas de procesamiento y análisis de la información. La información obtenida a través de la aplicación del instrumento fue introducida en una base de datos utilizando el programa SPSS 25.0 versión para Windows. Para las comparaciones realizadas se tomó un valor de $p < 0.05$ para definir significancia estadística.

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-Cuadrada (X^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.

Resultados esperados: Esperamos encontrar asociación entre resultados adversos de la composición corporal y un mal control glicémico en los pacientes pediátricos con Diabetes Mellitus tipo 2.

Utilidad y aplicabilidad: Al identificar las características de la composición corporal de los pacientes con Diabetes Mellitus tipo II, se podrá correlacionar su implicación en el mal control glicémico así como en el desarrollo de complicaciones micro y macro vasculares para implementar medidas terapéuticas.

Aspectos éticos: el protocolo de investigación fue sometido al comité de ética del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

A todos los participantes del estudio se les solicitó la firma tanto de consentimiento (a los padres) como de asentimiento informado (a los niños), el riesgo que existe por participar en este estudio se considera como un riesgo mínimo. Dado que el estudio utiliza parámetros clínicos (historia clínica y antropometría), que se consideran en la evaluación de los pacientes con técnicas mínimamente invasivas.

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

Se explicó ampliamente a los tutores de los pacientes y al paciente mismo de los riesgos y beneficios de participar en el estudio y dejaron muy claro que de no aceptar en dicho estudio se continuaría su atención regular sin ningún tipo de represalia. Se entregó la carta de consentimiento informado, explicando en cada consulta y aclarando las dudas a los pacientes que accedieron a participar del estudio.

RESULTADOS:

Se evaluaron un total de 33 pacientes adolescentes que cumplían con los criterios de inclusión, , la tabla 1 refleja la características generales de la población de estudio, respecto a los reportes de Bioimpedancia eléctrica el parámetro que refleja mayor alteración en la masa grasa, sin encontrarse una relación estadística con el mal control glicémico.

El cuadro 2 describe las características clínicas y demográficas de los sujetos sometidos al estudio, y su relación con el control glicémico, el sexo que predominó fue el femenino con un 60.6%, con una media de edad de 14,2 años ($DE \pm 1,56$), el porcentaje más alto de control glucémico desfavorable se presentó en el sexo masculino, sin mostrar una significancia estadística.

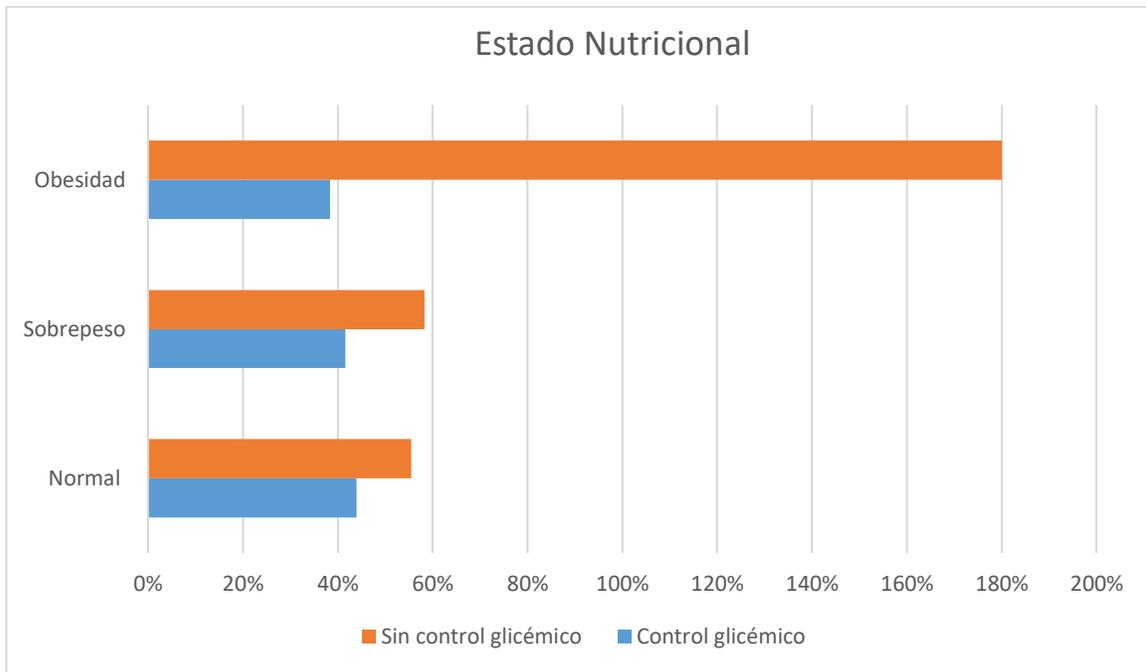
Los parámetros antropométricos que demostraron una significancia estadística respecto al control metabólico fueron el Índice de masa corporal ($p = 0.015$) y la circunferencia abdominal ($p = 0.046$). Respecto a la población de estudio que se encontró en un estado de sobrepeso y obesidad no se logró demostrar significancia estadística con el descontrol glucémico a pesar de evidenciar que los pacientes en rango de sobrepeso y obesidad tenían un mal control en la HgA1C.

En la gráfica de barras se hizo una comparación de las categorías nutricionales en base a Índice de masa corporal y su relación con el control glicémico

Tabla 2. Relación de las características clínicas y demográficas con los resultados del control glucémico de la población de estudio.

VARIABLE	CONTROL (n=14)	SIN CONTROL (n=19)	p
Sexo			0.503
- F	40%	50%	
- M	38.46%	61.5%	
Estado nutricional			0.817
- Normal	44%	55.5%	
- Sobrepeso	41.6%	58.3%	
- Obesidad	36.36%	63.63%	
Índice Cintura/Talla			0.164
- Normal	22%	55%	
- Alterado	50%	58%	
Edad (años)	14.14 ± 1.5	14.26 ± 1.4	0.821
Peso (kg)	63.66 ± 10.4	63.15 ± 14.2	0.910
Talla (cm)	158.4 ± 6.7	158.3 ± 9.2	0.140
IMC (kg/m²)	24.84 ± 3.4	24.8 ± 3.5	0.015
Cintura (cm)	89.7 ± 7.7	85.03 ± 9.2	0.046

Gráfica 1. Relación del estado nutricional en base a IMC y el control glucémico de los sujetos incluidos en el estudio



En la tabla 3. Se describen los parámetros bioquímicos de la población en estudio y su relación con el control glucémico.

Tabla 3. Relación de los parámetros bioquímicos con el control glucémico

	CONTROL n = 14	SIN CONTROL n= 19	p
Colesterol total (mgdl)	163.2 ± 39.5	178.7 ± 34.4	0.211
Colesterol LDL(mgdl)	99.14 ± 27.6	105. 1 ± 22.7	0.683
Colesterol HDL(mgdl)	39.5 ± 6.7	40.1 ± 7.9	0.460
Insulina (UI/ml)	14.5 ± 9.6	18.14 ± 7.2	0.016
Glucosa (mgdl)	125. 9 ± 56	180.4 ± 56.7	0.010
Hb A1C (%)	6.39 ± 0.7	10.03 ± 03	0.000

En la tabla 4 se describen la composición corporal muestral por Bioimpedancia eléctrica y su relación el mal control Glucémico, las diferencias de la composición corporal respecto al mal control glicémico mostraron una relación positiva significativa con el resultado adverso del Agua Corporal total.

Tabla 4. Relación de los parámetros de la composición corporal por Bioimpedancia eléctrica con el control glucémico

	CONTROL	SIN CONTROL	p
Masa magra (kg)	41.4 ± 7.4	42.79 ± 9.5	0.675
Masa magra (%)	65.49 ± 7.0	68.27 ± 7.1	0.274
Masa grasa (kg)	22.10 ± 6.3	20.31 ± 7.32	0.469
Masa grasa (%)	34.5 ± 7.0	31.72 ± 7.1	0.274
ACT*	1.81 ± 0.4	1.98 ±	0.004

*ACT: agua corporal total

DISCUSION

El control glucémico inadecuado entre los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) indica un problema importante de salud pública y un factor de riesgo significativo para la progresión y las complicaciones causadas por la diabetes. El control glucémico es el principal objetivo terapéutico para la prevención del daño orgánico y otras complicaciones derivadas de la diabetes.

En este estudio, se utilizó el valor de HbA1c siendo la prueba indicada para el control glucémico. En pacientes con diabetes, un buen control glucémico se define como: valores de HbA1c ≤ 7% y un control glucémico deficiente con valores de HbA1c > 7%. Al realizar la evaluación de las características demográficas de la población en estudio se demostró un mayor porcentaje de la población masculina sin demostrarse significancia estadística, sin embargo Roy et al (21) mostraron un control glucémico subóptimo descrito en varones ($p < 0,001$).

En este estudio, los efectos significativos de la obesidad sobre el control glucémico deficiente podrían explicarse por la resistencia a la insulina y la secreción de insulina deterioradas. Otra investigación informada por Bays et al (22), confirmó la asociación de tener sobrepeso u obesidad como un predictor significativo de un control glucémico deficiente. Por el contrario en Miller et al, refieren que el IMC no era predictivo de un mal control glucémico. La obesidad no se relacionó con un mal control glucémico, probablemente porque los pacientes con diabetes tipo 2, incluidos los pacientes con buen control glucémico que han aumentado de peso y los pacientes con mal control glucémico que han perdido peso debido al proceso de la enfermedad.

La composición corporal aporta mayor información clínica del estado nutricional que únicamente el IMC, la evaluación de la CC puede ser comparada con referentes de la población mexicana a partir del estudio realizado por González et al, donde se caracterizó la CC de la población pediátrica sana de la Ciudad de México. En este estudio se evaluaron los componentes de composición corporal a través de Bioimpedancia eléctrica evidenciando que los resultados anormales de Agua corporal total tienen relación estadística con un mal control glicémico.

Se evaluó en un grupo de niños el porcentaje de grasa corporal, masa grasa, masa magra mediante impedancia bioeléctrica, para analizar la correlación entre la grasa corporal y el índice de masa corporal (IMC) y el perímetro de cintura, y determinar la prevalencia de sobrepeso y obesidad por estadio puberal en dicha evaluación no se determinó diferencias significativas con el Índice de masa corporal, pero a pesar de su utilidad éste representa la masa grasa y masa libre de grasa y puede estar afectado por variaciones en el agua corporal total, la masa ósea y el tejido muscular clasificando erróneamente el contenido total de tejido adiposo en niños con mayor desarrollo muscular. (23)

La hiperinsulinémica puede provocar una incidencia de diabetes tipo 2 al afectar la resistencia a la insulina, el almacenamiento de grasa y / o los efectos directos sobre las células β u otros tejidos. En este estudio las alteraciones en el nivel de insulina basal se relaciona con el resultado adverso del control glucémico ($p < 0.005$). La hiperinsulinemia fue el predictor más significativo de la progresión a DM2 en un estudio

de 515 hombres normoglucémicos en Israel durante un período de seguimiento de 24 años. De forma similar, en la descendencia de dos padres con DM2, la hiperinsulinemia se asoció con el riesgo de desarrollar DM2 durante un período de seguimiento medio de 13 años, independientemente de la tasa de eliminación de glucosa. (22)

CONCLUSIÓN:

En mi población estudiada el 57.5% de los pacientes tienen valores de HgA1C de 7%, si consideramos el volumen total de pacientes que se atiende en nuestro centro (200 pacientes con Diagnóstico de Diabetes global) lo que implica que hay un control fuera de metas de la enfermedad, esto es un reflejo de los difíciles desafíos de su terapéutica, los esfuerzos clínicos deben centrarse en métodos más efectivos para el control glicémico de los pacientes diabéticos. Es importante recalcar que en diversos centros de control internacional de Diabetes Mellitus el nivel de control supera el 15%.

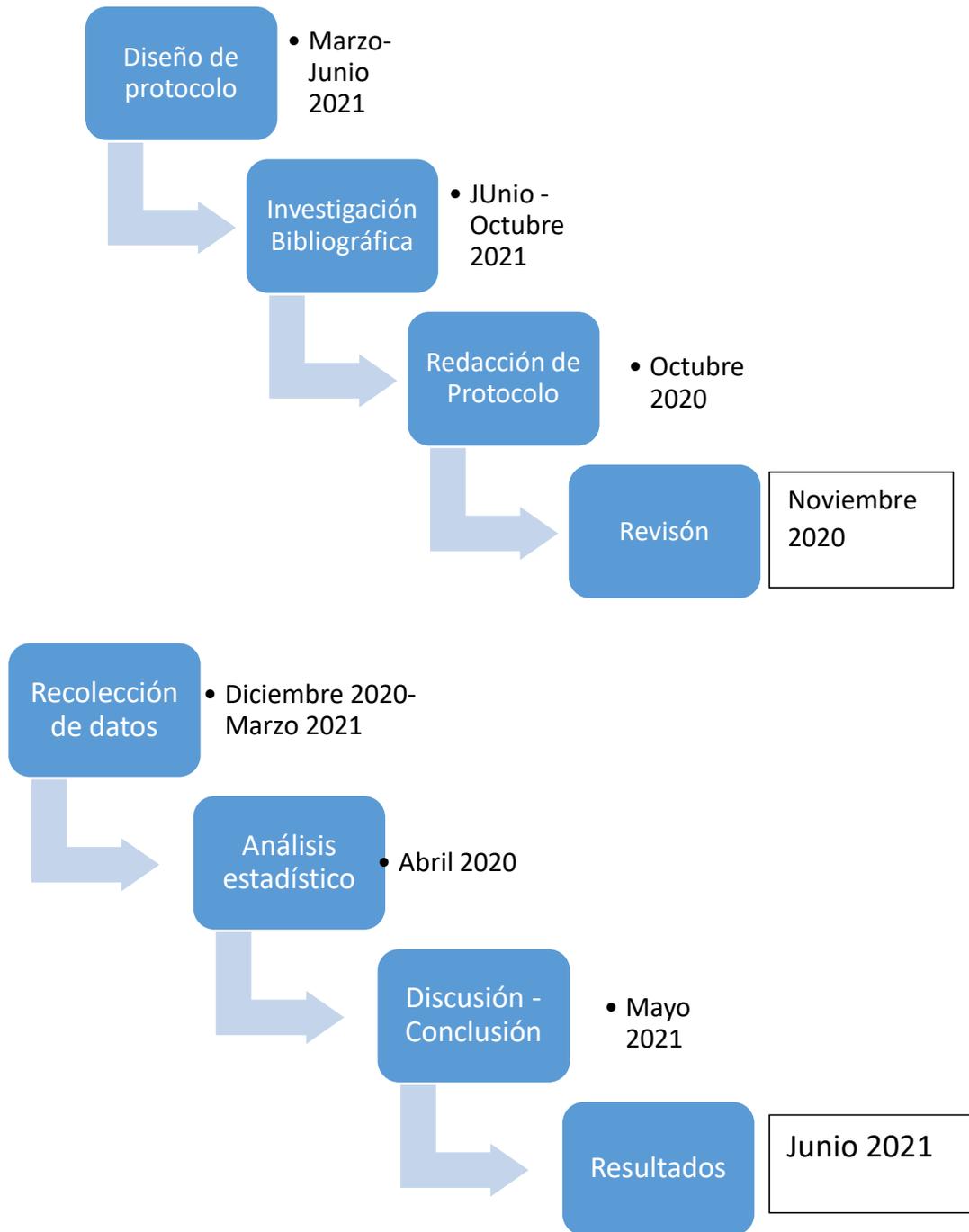
Cabe mencionar que la medición ideal de estos parámetros podría ser en un estudio longitudinal, también tomando en cuenta los cambios en la composición corporal.

El resultado de control glucémico deficiente asociado a variables como: índice de masa corporal alterado, circunferencia abdominal fuera de rangos es comparable a la información de muchos estudios.

Se encontraron mayores niveles de insulina en el grupo de mal control glucémico.

Los parámetros de composición corporal relacionada a un desenlace adverso del control glucémico incluyen cambios negativos de agua corporal total.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:



BIBLIOGRAFÍA:

1. Koletzko B, Shamir R, Turck D, Phillip M. (2018). Obesity, Metabolic Syndrome and Nutrition. *World Rev Nutr Diet. Basel*, 117, 15-38.
2. Angela Andreoli, Francesco Garaci, Francesco Pio Cafarelli, (2019). Body Composition in Clinical Practice. *European Journal of Radiology*, 57, 15-45.
3. Claudio Maffeis, Anita Morandi¹. (2018). Body composition and insulin resistance in children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72, 1239–1245.
4. Arthur Lyra a Alexandre José Bonfitto a Vera Lucia P. Barbosa. (2016). Comparison of Methods for the Measurement of Body Composition in Overweight and Obese Brazilian Children and Adolescents before and after a Lifestyle Modification Program. *Ann Nutr Metab*, 60, 20-36.
5. Benjamin H.L. Tan, Laura A. Birdsell, Lisa Martin, (2009). Sarcopenia in an Overweight or Obese Patient Is an Adverse Prognostic Factor in Pancreatic Cancer. *American Association for Cancer Research.*, 77, 15-35.
6. C Wohlfahrt-Veje¹, J Tinggaard¹, K Winther¹, A Mouritsen¹, (2014). Body fat throughout childhood in 2647 healthy Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68, 664–670.
7. López González D, Determinación de valores de referencia de composición corporal en niños y adolescentes mexicanos, Universidad Autónoma de México, Agosto 2020.
8. Poh Hwa Ooi, BSc¹; Sandra Thompson-Hodgetts, (2019). Pediatric Sarcopenia: A Paradigm in the Overall Definition of Malnutrition in Children. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, III, 1-12.
9. David R. Weber, Mary B. Leonard, and Babette S. Zemel. (2014). Body Composition Analysis in the Pediatric Population. *Pediatr Endocrinol Rev.*, 10, 130-139.
10. Valter Santilli Andrea Bernetti Massimiliano Mangone. (2014). Clinical definition of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11 (3), 177-180.

11. Van Dieren S, Beulens JW, van der Schouw YT, et al. The global burden of diabetes and its complications: an emerging pandemic. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010; 17: S3–S8
12. McCormak SE, Cousminer DL, Chesi A, Michelle JA, Roy SM. (2017). Association between linear growth and bone accrual in a diverse cohort of children and adolescents. *JAMA pediatrics*, 171, 78-112.
13. Mast M, Sonnichen A, Langnase K, Labitzke K. (2002). Inconsistencies in bioelectrical impedance and anthropometric measurements of fat mass in a field study of prepuberal children. *International journal of obesity*, 31 (3), 507-514.
14. Amati F, Pennant M, Azuma K, Dube JJ, Toledo FG, Rossi AP, Kelley DE, Goodpaster BH. Lower thigh subcutaneous and higher visceral abdominal adipose tissue content both contribute to insulin resistance. *Obesity (Silver Spring)*. 2012; 20:1115–1117.
15. Clodagh M. Toomey; Alexandra Cremona; Katie Hughes; Catherine Norton. (2015). A Review of Body Composition Measurement in the Assessment of Health. *REVIEWS OF NUTRITION ASSESSMENT PRACTICES*, 30, 16-32.
16. Alfonso J Cruz-Jentoft, Avan A Sayer. (2019). SARCOPENIA. *The Lancet*, 19, 321-343.
17. Alfonso j. Cruz-jentoft, Gülistan Bahat, Jürgen Bauer, (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Oxford University Press on behalf of the British Geriatrics Society., 48, 16-31.
18. Donaghue KC, Wadwa RP, Dimeglio LA, et al; International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018. Microvascular and macrovascular complications in children and adolescents. *Pediatr Diabetes* 2014; 20:257-269.
19. JCK Wells. (2017). Body composition and susceptibility to type 2 diabetes: an evolutionary perspective. *European Journal of Clinical Nutrition*, 24, 1-9

20. Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. (2015). Sarcopenia and diabetes: Hyperglycemia is a risk factor for age-associated muscle mass and functional reduction. *Journal of Diabetes Investigation*, 6, 12-19.
21. Roy S, Sherman A, Monari-Sparks MJ, et al. (2016) Asociación de factores comórbidos y metabólicos con el control óptimo de la diabetes mellitus tipo 2. *N Am J Med Sci*. 8 (1): 31-39.
22. Bays HE, Chapman RH, Grandy S the SHIELD Investigators 'Group. La relación del índice de masa corporal con la diabetes mellitus, la hipertensión y la dislipidemia: comparación de datos de dos encuestas nacionales. *Int J Clin Pract*. 2007; 61 (5): 737–747.
23. Ricardo Salas-Flores. (2012). Body composition by bioelectrical impedance analysis. *Medical Journal of the Mexican Institute of Social Security* 49, 483-498

LIMITACIONES:

Debido al diseño de la investigación al tratarse de un estudio transversal no es posible establecer una relación de causalidad pero si de asociación, sin embargo debido a la contingencia en la que nos encontramos no logramos una muestra significativa en la que se pueda establecer dicha asociación. Esta disminución de volumen de pacientes de la consulta externa de la clínica de Diabetes, podría implicar en un error de tipo II, por lo que la recomendación sería continuar con un estudio similar ya que es posible encontrar la asociación en una muestra más representativa o realizar un estudio longitudinal.

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 la vitamina D o en las grasas de tu sangre, 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. MUSCULAR	MASA OSEA	MASA RESIDUAL	OBSERVACIONES

OBSERVACIONES:
