

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

## **DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

### **MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD**

Composición corporal y gasto energético en reposo en adultos de  
18 a 40 años con síndrome de Down



**TESIS**

Para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias de la Salud

Presenta  
**Luz Anaiz Caraveo Gutiérrez**

**Hermosillo, Sonora**

**Enero de 2016**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



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

## FORMA DE APROBACIÓN

Los miembros del Jurado Calificador designado para revisar el trabajo de Tesis de **Luz Anaiz Caraveo Gutiérrez**, lo han encontrado satisfactorio y recomiendan que sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Salud.



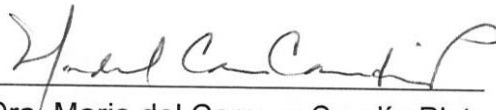
---

Dr. Mauro E. Valencia Juillerat  
Director Académico



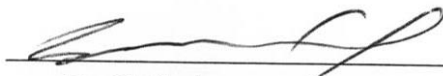
---

M.C Rosa Consuelo Villegas Valle  
Secretario



---

Dra. Maria del Carmen Candía Plata  
Sinodal



---

Dr. Heliodoro Alemán Mateo  
Sinodal

## AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por el apoyo económico brindado durante esta importante etapa en mi vida profesional.

A la Universidad de Sonora, particularmente al departamento de Posgrado en Ciencias de la Salud por alentar mi desarrollo profesional a través de la Maestría en Ciencias de la Salud.

A las distintas escuelas a las que asistían la mayoría de los voluntarios que participaron en este estudio como: Comunidad Down siglo XXI, Manos a la vida, Cam laboral #41, Came laboral #14 “Juan Francisco Meza Galaviz”, EVAA’S y Capún, además del club de teatro para personas con discapacidad de la Universidad de Sonora y a los clubs de boliche “Ángeles atrevidos”, “Cascabeles” y “Sin límite” por su constante apoyo con el reclutamiento de los participantes de este proyecto.

Y es de reconocerse la labor que hacen los padres de familia de cada uno de los adultos con síndrome de Down que participaron en el estudio, por ser padres tan positivos, entusiastas y dispuestos a colaborar en cualquier proyecto que pueda ayudar a sus hijos.

A mis amigos que aceptaron gustosos ser parte del proyecto, sin dudar el apoyarme en lo que se necesitara.

Al Laboratorio de Nutrición de la universidad de Sonora, a la M.C Lesley Antunez por la capacitación y apoyo extraordinario en el proyecto. A mi amiga incondicional Herminia Mendivil por ser un pilar importante en la redacción y realización de este estudio, por ser mi mano derecha; a mi amigo Cesar Jiménez y especialmente a los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Nutricionales de la Universidad de Sonora: Javier Vázquez, Alan Guzmán y

Hazael Arvizu, que participaron activamente durante cada una de la evaluaciones realizadas a los adultos con y sin síndrome de Down.

Se agradece al Dr. Heliodoro Alemán Mateo, por formar parte del comité de sinodales y por sus grandes aportaciones metodológicas a lo largo del estudio. Especialmente agradezco la valiosa participación de la M.C. Rosa Consuelo Villegas Valle por su colaboración en el escrito, en el desarrollo del proyecto y porque aun estando lejos de Hermosillo siempre sentí su apoyo constante.

A la Dra. Maria del Carmen Candia por su enorme apoyo durante las evaluaciones clínicas del proyecto, además por su gran cariño, sus palabras y muestras de apoyo incondicional.

Hago un gran y especial reconocimiento al mejor director de tesis que pude haber tenido, al Dr. Mauro E. Valencia, quien al compartir sus valiosos conocimientos con infinita paciencia y apoyo incondicional, siempre me hizo sentir parte de su familia, sin olvidar las ocasiones en las que también me hacía reír en los momentos difíciles de trabajo. Siempre agradeceré la confianza que deposito en mí, al dejarme desarrollar este trabajo tan lindo y permitirme en todo momento expresar mis ideas y opiniones. Prometo no dejarle de dar lata en un buen tiempo.

Y Por último pero no menos importante quiero agradecer a Dios, a mi familia y amigos por siempre estar conmigo. A mis padres Lucio Caraveo Bojórquez y Luz María Gutiérrez Valenzuela porque a pesar de las caídas, días difíciles y muchas lágrimas nunca dudaron de mí, siempre tuvieron las palabras y el cariño impulsándome a seguir adelante, gracias a ustedes soy la persona que soy.

A mis hermanas pequeñas Dulce y Lucia Caraveo Gutiérrez, que aunque gran parte de mi maestría estuvieron lejos de casa, no dudaron en motivarme y apoyarme. A mi familia postiza, mamá Lulú, Emanuel y Luis González por estar

siempre conmigo, con innumerables muestras de apoyo y cariño. A mi novio Antonio González por aguantarme en mis días de estrés y por tener siempre las palabras y detalles correctos para hacerme sentir bien, eres una persona muy importante y especial en mi vida.

Y gracias a cada una de las personas ya sea directa o indirectamente apoyaron en la realización de esta meta tan importante en mi vida.

## DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado para cada una de las 60 personitas con síndrome de Down que participaron en este estudio, a las que tuve el placer de conocer y dudaron en brindarme su cariño, sus abrazos y sonrisas, cada uno de estos detalles me alentaron a seguir siempre adelante. Gracias por hacerme sentir parte de su gran comunidad, que ustedes llaman familia. Son tan especiales en mi vida, que me hicieron entender por qué Dios me puso en el lugar que estoy.

Ojalá la sociedad tuvieran el placer de conocer verdaderamente a las personas con síndrome de Down, en lugar de hacer énfasis en las limitaciones que tienen (y que todos podemos tener), deberíamos centrarnos en todas sus capacidades, pero sobre todo deberíamos aprender a ser personas llenas de sinceridad, felicidad y mucho amor.

¿Qué puede ser más perfecto que tener un cromosoma de más? Los quiero con todo mi corazón.

## ÍNDICE

<b>Lista de tablas</b> .....	xi
<b>Lista de figuras</b> .....	x
<b>Hipótesis Composición Corporal</b> .....	xi
<b>Objetivos</b> .....	xi
General y Específicos .....	xi
<b>Hipótesis Gasto Energético</b> .....	xii
<b>Objetivos</b> .....	xii
General y Específicos .....	xii
<b>Resumen</b> .....	xiii
<b>Introducción</b> .....	1
Composición Corporal .....	2
Gasto Energético .....	3
<b>Antecedentes</b> .....	6
Síndrome de Down .....	6
Estudios de Antropometría y Composición Corporal en SD .....	7
Gasto Energético en Síndrome de Down .....	8
<b>Sujetos y métodos</b> .....	10
Reclutamiento de Participantes .....	10
Criterios de Inclusión .....	10
Criterios de Exclusión .....	10
Criterios de Eliminación .....	11
Diseño Experimental .....	11
Aspectos Bioéticos .....	11
<b>Metodología</b> .....	11
Mediciones Antropométricas .....	11
Medición de la Composición Corporal .....	13
Caracterización de la Composición Corporal .....	14



Medición del Gasto Energético en Reposo.....	17
Evaluación Clínica .....	17
Análisis Estadístico.....	18
<b>Resultados.....</b>	<b>22</b>
Composición Corporal .....	22
Algoritmos de Predicción Para Masa Libre de Grasa en Adultos con SD.. ....	29
Gasto Energético .....	37
Determinantes del Gasto Energético en Reposo Medido (mGer).....	41
Ecuación de GER para Adultos con SD de 18 a 40 años .....	41
<b>Discusión.....</b>	<b>45</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>52</b>
<b>Apéndices.....</b>	<b>58</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
<b>I</b>	Características físicas y antropométricas de adultos con síndrome de Down y sin el síndrome.....	<b>23</b>
<b>II</b>	Caracterización de la masa libre de grasa por un modelo de cuatro compartimientos.....	<b>26</b>
<b>III</b>	Efectos del sexo, etnicidad y edad sobre la densidad de la MLG descritos por Wang con relación a los Grupos con SD y sin el síndrome de este estudio.....	<b>27</b>
<b>IV</b>	Composición corporal de adultos con síndrome de Down y sin síndrome por distintos modelos.....	<b>29</b>
<b>V</b>	Análisis de regresión múltiple para determinar variables asociadas a la masa libre de grasa (MLG) n=30.....	<b>31</b>
<b>VI</b>	Comparación de porcentajes de grasa por modelos de medición y ecuaciones de estimación en adultos con síndrome de Down n=60.	<b>35</b>
<b>VII</b>	Características antropométricas y gasto energético en adultos con síndrome de Down y sin el síndrome.....	<b>40</b>
<b>VIII</b>	Características antropométricas y gasto energético en adultos por sexo.....	<b>41</b>
<b>IX</b>	Asociación entre el gasto energético en reposo medido (mGER) y sus determinantes.....	<b>43</b>
<b>X</b>	Ecuaciones generadas para la estimación del GER a partir del peso corporal y masa libre de grasa en personas con síndrome Down.....	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Adulto con síndrome de Down durante la evaluación de composición corporal de DXA.....	<b>17</b>
<b>2</b>	Hombre con síndrome de Down durante la evaluación de BODPOD.....	<b>17</b>
<b>3</b>	Mujer con síndrome de Down durante evaluación de BODPOD.....	<b>17</b>
<b>4</b>	Análisis Bland-Altman de MLG por modelo 4 compartimientos medido y estimado por BIE.....	<b>33</b>
<b>5</b>	Línea de identidad, MLG 4C Medido vs MLG 4C estimado por BIE.....	<b>33</b>
<b>6</b>	Ecuaciones de composición corporal basadas en modelos de dos, tres y cuatro compartimientos.....	<b>37</b>
<b>7</b>	Gasto energético en adultos con síndrome de Down, medido y estimado por distintas ecuaciones.....	<b>46</b>

# **COMPOSICIÓN CORPORAL EN ADULTOS DE 18 A 40 AÑOS CON SÍNDROME DE DOWN**

## **HIPOTESIS**

1. La composición corporal es distinta entre adultos con síndrome de Down y adultos sin SD.
2. Los modelos de dos compartimientos no funcionan en adultos con SD.
3. La masa libre de grasa estimada por la ecuación creada, es igual a la obtenida por el modelo estándar de oro de cuatro compartimientos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar las diferencias de composición corporal entre adultos de 18 a 40 años con y sin síndrome de Down.

### **Objetivos Específicos**

1. Caracterizar la composición corporal por un modelo de cuatro compartimientos en adultos con SD.
2. Comparar la composición corporal de adultos con y sin SD por los diferentes modelos, teniendo como referencia el modelo estándar de oro de cuatro compartimientos.
3. Generar una ecuación de predicción de la composición corporal en el grupo de adultos con SD.

# **GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO EN ADULTOS DE 18 A 40 AÑOS CON SÍNDROME DE DOWN**

## **HIPOTESIS**

1. El gasto energético en reposo (GER) en adultos con síndrome de Down (SD), es más bajo que en adultos sin el síndrome, en función de las diferencias de composición corporal en estos grupos.
2. Las ecuaciones de GER anteriormente publicadas no son adecuadas para adultos con SD por las diferencias de composición corporal.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar el GER y su relación con la composición corporal en adultos de 18 a 40 años con y sin síndrome de Down.

### **Objetivos Específicos**

1. Medir el gasto energético en reposo por calorimetría indirecta en adultos con SD y sus respectivos controles.
2. Encontrar los posibles determinantes del GER, como son el peso, talla, edad, masa grasa, masa libre de grasa, contenido mineral óseo, condición sindromática (presencia o ausencia del SD), función tiroidea (presencia o ausencia de hipotiroidismo)
3. Evaluar el efecto de la función tiroidea (presencia o ausencia de hipotiroidismo) sobre el GER en adultos con SD.
4. Generar una ecuación de predicción del gasto energético en adultos con síndrome de Down.

## RESUMEN

La medición de los componentes del cuerpo como la masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG), agua corporal total (ACT) y la masa mineral ósea, permiten caracterizar a mayor detalle la composición corporal. La obesidad en personas con síndrome de Down (SD) puede estar asociada a factores, metabólicos, genético-ambientales, así como a factores intrínsecos relacionados con la misma condición. Se cree que uno de los más importantes es la posible disminución del gasto energético en reposo (GER). Existen pocos estudios publicados y muy limitados en número de sujetos sobre la relación del gasto energético con la composición corporal en adultos con SD. Así mismo, la información que existe resulta contrastante y dependiente de la etapa de vida que se estudie. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar las diferencias de composición corporal y su relación con el gasto energético en adultos de 18 a 40 años con y sin SD. Se trabajó con una muestra de 120 (SD y grupo control), pareados por peso, edad y sexo. Se midieron, peso, talla, circunferencia de cintura, el pliegue cutáneo tricípital y la circunferencia media del brazo, así como la composición corporal por Bioimpedancia Eléctrica (BIE) y métodos de referencia como la Pletismografía por Desplazamiento de Aire y Absorciometría Dual de Rayos X (DXA). El GER se midió por calorimetría indirecta. En este estudio los adultos con SD presentaron porcentajes de grasa mayores en comparación al grupo control ( $p=0.0001$ ), un contenido mineral óseo (CMO) menor ( $p=0.0001$ ) y un GER más bajo en comparación al grupo sin el síndrome, ( $\pm 70$  kCal), aun ajustado por MLG ( $p=0.037$ ). Los datos se utilizaron para desarrollar modelos predictivos de composición corporal y de gasto energético en adultos con SD, ambas ecuaciones predictivas creadas en este trabajo son los primeros algoritmos desarrollados en población adulta con síndrome de Down.

# INTRODUCCIÓN

## Composición Corporal

La composición corporal se refiere al estudio del cuerpo humano mediante medidas y evaluaciones en su tamaño, forma, proporcionalidad, dividiendo al cuerpo en nivel atómico, molecular, celular y tisular. La medición de los componentes del cuerpo, como la masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG), agua corporal total (ACT) y la masa mineral ósea, permite caracterizar a mayor detalle la composición corporal (Heymsfield y col., 2005).

El modelo tradicional más sencillo divide al cuerpo en masa grasa y masa libre de grasa. La MG puede ser medida por métodos de referencia como la Pletismografía por desplazamiento de aire o BODPOD. Este método mide el volumen corporal y a partir de éste se obtiene la densidad corporal ( $D_b$ ), misma que puede estimarse a través de otros métodos como los pliegues cutáneos. Al obtener la densidad corporal, se introduce a una ecuación (Siri, 1961) para obtener el porcentaje de grasa corporal y por diferencia con la masa corporal total podemos obtener la MLG. Si se realiza un análisis más profundo, se puede desagregar la MLG en sus diferentes contenidos: agua (*medida por dilución con deuterio o estimada por Bioimpedancia eléctrica*) + grasa + el componente residual o MLG anhidra; lo cual resulta en un modelo de 3 compartimientos. Si continuamos desagregando aun más la MLG y en masa libre de grasa anhidra, medimos los minerales óseos por Absorciometría dual de rayos X (DXA) obtenemos un modelo de 4 compartimientos: grasa + agua corporal + minerales óseos + residuo sin minerales óseos (Heymsfield y col., 2005).

Los primeros estudios realizados a partir de la disección de cadáveres, dieron como resultado un conocimiento a mayor profundidad de los componentes del cuerpo, al medir específicamente la masa grasa y la masa

libre de grasa, de donde se derivaron los valores de la densidad de la masa grasa ( $0.9 \text{ g/cm}^3$ ) y de la MLG ( $1.1 \text{ g/cm}^3$ ). En un sistema de dos compartimentos, la MLG es el compartimento de mayor variación debido a los múltiples componentes que la integran: agua, minerales óseos, minerales no-óseos proteína y residuos menores como almidón y lípidos de membrana. Estos mismos componentes se pueden ver afectados por la edad, sexo, etnicidad y tal vez algunas patologías como el síndrome Down y la discapacidad por lesión de columna y secuela de polio (Alvarado. A y col., 2002).

El síndrome de Down, es una discapacidad y condición genética que se origina por la existencia de un cromosoma adicional (47 cromosomas en vez de 46). La aparición este síndrome puede producirse por dos diferentes causas: Ausencia de disyunción, [Trisomía 21 simple], Translocación o Mosaicismo (Cummings y Klug, 2006, NDSS, 2013 y Soler Marín, 2004). Esta condición genética da como resultado la aparición de ciertas características físicas propias del síndrome como el peso elevado, la baja estatura, brazos y piernas cortas, enfermedades frecuentes como cardiopatías congénitas, hipotiroidismo, sobrepeso y obesidad, entre otras.

En la actualidad existen pocos estudios de composición corporal en personas con síndrome de Down y los realizados han sido en niños y adolescentes y muy poco en adultos; además de tener un número muy limitado de sujetos. Las investigaciones realizadas se han centrado en el estudio de la grasa corporal y su relación con el sobrepeso y la obesidad típica en esta población. Debido a las características propias del síndrome es importante que las diferencias de la composición corporal en el SD, se exploren de manera más detallada en la MLG. La única opción para poder tomar en cuenta las variante en los componentes de la MLG en esta población es utilizar los mejores métodos de referencia que en forma combinada, permitan desarrollar modelos multicompartimentales y ecuaciones de predicción de la MLG debido



a las características físicas, clínicas y de composición corporal que los distinguen de la población en general.

### **Gasto Energético**

Diferentes organizaciones a través de sus comités de expertos como la OMS/FAO, así como distintos investigadores (Harris-Benedict, 1907 y Mifflin St Jeor, 1990) han generado información acerca de las necesidades energéticas para diferentes poblaciones. Los requerimientos de energía pueden variar con respecto al ciclo de vida, raza, sexo, condición física o en presencia de alguna enfermedad.

El gasto energético total (GET) está formado por la energía necesaria para el mantenimiento de las funciones metabólicas compatibles con la vida o gasto energético en reposo (GER), la actividad física y el gasto asociado a el manejo y transporte de los nutrimentos, también llamado termogénesis postprandial. El GER que corresponde a dos terceras partes del GET, puede verse afectado por diversas variables tales como el sexo, edad, peso, composición corporal, el estado fisiológico, estado patológico, condiciones ambientales y genéticas; dentro de lo que se puede incluir bajas tasas de gasto por asociación familiar y por etnicidad como se ha encontrado en algunos grupos poblacionales (Gannon, DiPietro, & Poehlman, 2000 y Sharp, Bell, & Grunwa, 2002).

Dentro de las condiciones genéticas se encuentran las alteraciones cromosómicas que pueden desarrollar diferentes tipos de síndromes con aspectos característicos como el síndrome de Down, Edward, Turner, Klinefelter, entre otros (Luthardt & Keitges, 2001).

Como parte de las alteraciones cromosómicas más comunes está el síndrome de Down, el cual se da en uno de cada 800 nacidos vivos. El SD se

caracteriza por condiciones físicas específicas y discapacidad intelectual. Dadas las características y la alta incidencia de obesidad en este tipo de población. Se cree que dentro de las características del SD están el bajo GER y aún existe controversia en los pocos estudios publicados sobre el particular; por lo que persiste el interés por investigar este problema.

Así mismo, se han encontrado resultados contrastantes, ya que en recién nacidos y en lactantes se ha observado que el GER es más bajo en comparación con individuos que no presentan el síndrome (Bauer y cols., 2003); en tanto que en algunos estudios en adultos, no han encontrado diferencia entre los SD y sus controles (Fernhall Bo. y col., 2005 y Schapiro, 1989).

Si bien, se han reportado las diferencias en el % de grasa en los SD, la masa grasa no representa una asociación importante con el gasto energético. La grasa solo explica una pequeña proporción del gasto al igual que la talla, el sexo o la edad (Alemán Mateo, Salazar, Hernández-Triana, & Valencia, 2006).

Específicamente, la masa libre de grasa presenta un comportamiento lineal y proporcional con el gasto energético reposo. Por lo que a mayor proporción de MLG, mayor será el GER.

La determinación del gasto energético en reposo, constituye un paso fundamental en el proceso del soporte nutricional en cualquier tipo de pacientes, en especial en personas con características físicas y clínicas distintas que puedan afectar en gasto energético. Es importante el ajuste en los requerimientos de energía en el individuo para evitar los problemas ligados al exceso de peso.

El sobrepeso y obesidad, la presencia del hipotiroidismo, los malos hábitos de alimentación y la disminución de la actividad física, son problemas característicos en la población de personas con síndrome de Down, además, la falta de recomendaciones específicas sobre requerimientos energéticas en esta

población, requiere de estudios que apoyen en el soporte nutricional de este grupo poblacional. La falta de investigación del GER en adultos con SD, los resultados encontrados y la escasez de evidencia en las diferentes etapas de la de vida, refuerza la importancia de ampliar el conocimiento de los requerimientos de energía en la población con síndrome de Down.

## **ANTECEDENTES**

### **Síndrome de Down**

El síndrome de Down es una anomalía genética del cromosoma 21 (trisomía 21). Tiene una incidencia de 1 por cada 700 -1000 nacidos vivos (Cummings y Klug, 2006; Mahan y Escott-Stump, 2009 y Soler Marín, 2004).

Se sabe que el síndrome de Down puede producirse por dos diferentes causas: a) Ausencia de disyunción del cromosoma 21 o Trisomía 21; b) Translocación que involucra un segmento cromosómico 21. Tanto la Trisomía 21 como la translocación pueden presentarse en distintas etapas de la información del embrión, dando origen así a distintos grados de afectación celular (Mosaicismo) (Soler Marín, 2004). La ausencia de disyunción (la no disyunción cromosómica aporta 47 cromosomas en vez de 46) representa el 75-95 % de los casos de síndrome de Down (Cummings y Klug, 2006). Existe una relación directa entre la incidencia del SD y la edad materna (E. Sylvia, 2010), ya que la incidencia aumenta 10 veces más después de los 30 años de edad de la madre (Cummings y Klug, 2006).

Esta anomalía genética provoca una velocidad de crecimiento diferente a partir de los 12 años de edad. Los rasgos físicos también se ven influenciados y resultan en una baja estatura (piernas y brazos cortos) alrededor de 2 desviaciones estándar debajo de la media (Pueschel, 1996). También, presentan retraso mental, tono muscular reducido e hiperflexibilidad de las articulaciones o ligamentos (Mahan y Escott-Stump, 2009). Alrededor de un 40% de la población con SD presenta enfermedades congénitas del corazón (González Agüero y col., 2010), problemas de encías, enfermedad celiaca, enfermedad de Hirschsprung, hipotiroidismo, problemas respiratorios, reflujo gastroesofágico y Alzheimer (E. Sylvia, 2010).

## **Estudios de Antropometría y Composición Corporal en SD**

Niños y adolescentes con SD deben de considerarse como una población única en términos de composición corporal y proporciones corporales en comparación a sus contrapartes sin el síndrome (Cronk, 1988; González Agüero y col., 2010 y Rimmer, 1987).

Sin embargo en la población con SD, existen escasos estudios de composición corporal que desagreguen la masa libre de grasa, en sus contenidos: acuoso y mineral óseo.

Dentro de los estudios realizados en esta población se ha descrito que la masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG), presentan un comportamiento característico en los sujetos con síndrome de Down. La mayoría de los estudios se han centrado en la estimación del porcentaje de grasa, a través de antropometría. Los resultados demuestran que niños y adolescentes con SD tiene mayores porcentajes de grasa, en comparación a poblaciones sin el síndrome (Grammatikopoulou y col., 2008). Otros autores como Bertapelli y col., 2013, encontraron que la prevalencia de obesidad en adolescentes y adultos con DS fue de 69% de las mujeres y el 88% de los hombres.

Así mismo, la distribución de la grasa corporal puede variar dependiendo del sexo, esto fue encontrado en un estudio realizado en adolescentes con síndrome de down. Específicamente en las mujeres con SD, encontraron que presentan mayor porcentaje de MG y MLG troncal que apendicular ( $p \leq 0.05$ ) y en los hombres muestran un mayor porcentaje de MG troncal y en extremidades superiores ( $p \leq 0.05$ ) en comparación a adolescentes sin síndrome de Down (González Agüero y col., 2011).

Otro recurso importante para la estimación de la composición corporal, se puede realizar por medio de ecuaciones de predicción de la MG y MLG. Aunque estos algoritmos son específicos para ciertas poblaciones, edades y

sexo, pueden validarse con la ayuda de metodos de referencia para otras poblaciones. Como el estudio realizado por González Agüero y col., 2011 en el cual compararon el porcentaje de grasa estimado por distintas ecuaciones apartir de la combinación de pliegues cutaneos (Brook, 1971; Durnin y col., 1974; Johnston y col., 1988 y Slaughter y col., 1988), al compararlos con el resultado que brinda BOD POD, la ecuación Slaughter y col., (1988) ( $p = 0.583$ ) desarrollada en una población sin SD, resultó ser la más adecuada para estimar el porcentaje de grasa en este grupo poblacional.

Dentro de los estudios de los componentes especificos de la masa libre de grasa, se ha estudiado el contenido mineral óseo (CMO) ajustado por diferentes variables, entre ellas el tamaño del cuerpo entre hombres y mujeres, con y sin SD. El tener SD es un riesgo para presentar un baja densidad mineral ósea (DMO) en la zona lumbar (-5%,  $p=0.013$ ) especificamente en jovenes adultos con SD en comparación a sus contrapartes sin el síndrome (Baptista y col., 2005).

Otro estudio realizado, en adultos con SD se corrobora la reducción del CMO en todas las áreas medidas con respecto a los sujetos sin síndrome. Lo anterior se explica por las dimensiones más pequeñas de los huesos, de los adultos con SD (Baptista y col., 2005; Guijarro y col., 2008).

### **Gasto Energético en Síndrome de Down**

La obesidad en las personas con síndrome de Down puede deberse a varios factores tanto ambientales como genéticos. Se cree que uno de los más importantes es la posible disminución del gasto energético en reposo (GER), que equivale al gasto necesario para el mantenimiento de las funciones fisiológicas compatibles con la vida (González Agüero y col.,2011). La presencia

de obesidad no está necesariamente asociada a un bajo GER; sin embargo, la disminución de éste predispone a los individuos al desarrollo de obesidad.

En torno a lo anterior, existen pocos estudios publicados que relacionen el gasto energético en sujetos con síndrome de Down. Así mismo, la información que existe resulta contrastante y dependiente de la etapa de vida que se estudie.

Específicamente, sobre gasto energético en sujetos con SD, se encontró un solo estudio que midió el gasto energético total (GET) con el método de agua doblemente marcada (ADM) realizado en niños con síndrome de Down vs niños sin síndrome. No se reporta una diferencia significativa en el GET entre los grupos, sin embargo en el gasto energético en reposo se encontró una disminución de un 10% -15% (Luke, 1994), lo que complementa la información descrita por Hill y colaboradores (2013) quienes observaron que a pesar de que es menor el GER en los niños con SD, no necesariamente explica la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en este grupo de población.

Por otra parte, en los estudios que se han realizado en la población adulta con SD se concluye que no existe una disminución en el GER, debido al material genómico extra del cromosoma 21 en adultos con SD (Schapiro, 1989). Además de explicar que los problemas de sobrepeso y obesidad no se deben a la supuesta disminución del GER, si no a los estilos de vida y al hipotiroidismo presente en esta población (Fernhall Bo. y col., 2005). Contrario a lo anterior Allison y col. (1995), reportaron una disminución significativa en el GER de los adultos con SD, aún controlando la función tiroidea.

## SUJETOS Y METODOS

### Participantes

Se estudiaron 60 adultos con síndrome de Down (30 mujeres y 30 hombres) y sus respectivos controles pareados por peso, edad y sexo.

**Reclutamiento de Participantes.** El reclutamiento de los participantes con SD se llevó a cabo en distintas escuelas para personas con algún tipo de discapacidad intelectual. Los adultos sin el síndrome fueron seleccionados a conveniencia dada accesibilidad y proximidad de los sujetos para el estudio, tomando como referencia el peso y la talla.

### **Criterios de Inclusión**

- Adultos con y sin síndrome de Down.
- Edad entre 18 y 40 años.
- Otorgamiento de consentimiento informado para participar en el estudio.
- En el caso de los adultos con SD se les entregó un asentimiento informado basado en dibujos, en presencia de sus padres o tutores, para ser firmado con su huella digital. Adicionalmente los padres o tutores firmaron el formato de consentimiento informado.

### **Criterios de Exclusión**

- Participantes que no completaron todas las mediciones.
- En los adultos con SD, se excluyeron aquellos con alguna complicación médica que impida la realización de las mediciones.



### **Criterios de Eliminación**

- No tener síndrome de Down de acuerdo a la evaluación clínica realizada por el médico responsable.

### **Diseño Experimental**

- Estudio transversal, descriptivo y comparativo de un grupo de personas con SD y sus controles.

**Aspectos Bioéticos.** El protocolo fue aprobado por el comité de Bioética e Investigación del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora. Cuyo dictamen lo consideró de riesgo mínimo. La investigación se ajusta a los principios de la declaración de Helsinki cumpliendo sus tres principios de respeto, beneficencia y justicia.

## **Metodología**

El protocolo a seguir incluyó las siguientes mediciones antropométricas y de composición corporal:

### **Mediciones Antropométricas**

**Peso.** Se midió con una balanza marca Ohaus (capacidad 150 kg  $\pm$  20g) y una balanza marca Seca Modelo 872 (Seca GmbH & Co., Hamburgo, Alemania; capacidad 200 kg  $\pm$  0.05 kg). La persona vestía ropa ligera, sin zapatos, bolsillos vacíos, sin accesorios (cintos, collares, relojes, etc); en posición de firmes, mirando hacia el frente, sin movimiento al momento de tomar la medición (Gibson, 1990).

**Talla.** La medición se realizó con un estadiómetro Holtain limited (precisión 1mm, capacidad 600 mm a 2100 mm). Sin zapatos se colocaron los pies con las puntas ligeramente separadas, cuerpo completamente apoyado en

el estadímetro (tallímetro), en plano de Frankfurt, comprimiendo el cabello tanto como sea posible, se solicitó al participante una inhalación y exhalación al momento de tomar la medición (Gibson, 1990).

**Talla sentado.** El sujeto se sentó en el banco antropométrico (41 cm. de alto x 50 cm de ancho x 30 cm de profundidad) con las manos sobre la cara anterior de los muslos. Se le pidió que inhalara y exhalara, mientras mantenía la cabeza en el plano de Frankfort y se tomó la medición (ISAK, 2001).

**Índice de masa corporal (IMC).** El IMC o índice de Quetelet se trata de una asociación entre el peso de una persona en relación con la talla. Se calculó a partir de la fórmula: peso (kg) / altura (m<sup>2</sup>).

**Perímetro braquial.** El sujeto estaba de pie, con los brazos a los lados del cuerpo, con las palmas orientadas hacia el tronco (ISAK, 2001). Se identificó el punto medio del brazo donde se tomó la medición. Se empleó una cinta Gülick de fibra de vidrio retráctil con tensiómetro, con una longitud de 1500 ± 1 mm.

**Circunferencia de cintura.** Se tomó con base en los criterios del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a nivel de la cicatriz umbilical (Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3, 2010). La persona se encontraba de pie, se le pidió que inhalara y exhalara, al momento de exhalar se tomó la lectura de la medición. Se empleó una cinta Gülick de fibra de vidrio retráctil con tensiómetro, con una longitud de 1500 ± 1 mm.

**Pliegue cutáneo tricípital.** Se midió en la cara posterior del brazo derecho, a nivel del punto medio entre el acromion y la cabeza del radio con el brazo flexionado a 90°. Se tomó el pliegue con los dedos pulgar e índice, evitando tomar tejido muscular, se colocó un plicómetro Harpenden HSB-BI (Baty International Ltd, West Sussex, UK, rango 80.00 ± 0.20 mm) sobre la marca anatómica apropiada y la lectura se realizó 2 - 3 segundos después del pinchazo. La medición se tomó por duplicado (ISAK, 2001).

## **Medición de la Composición Corporal**

**Densidad corporal ( $D_b$ ).** Se calculó la  $D_b$  a partir de la medición del pliegue cutáneo tricípital por la ecuación de Durnin y Womersley (1974):

$$\text{Densidad corporal} = c - [m \times \text{Log } \Sigma \text{ pliegue tricípital}]$$

El valor resultante se utilizó para el cálculo del porcentaje de grasa corporal, en la ecuación desarrollada por Siri (1956):

$$\text{Porcentaje de grasa corporal} = [(4.95/D) - 4.50] \times 100$$

**Bioimpedancia eléctrica (BIE).** Se usó para la estimación del agua corporal total. La medición se llevó a cabo con un equipo marca RJL, modelo Quantum X. Se le solicitó a la persona vestir ropa ligera, no realizar ejercicio extenuante, no beber alcohol ni café 12 horas antes y estar en ayuno de 2 horas mínimo (incluyendo agua) antes de la medición. Se siguió la metodología recomendada por el fabricante (RJL Systems). El participante se quitó el zapato y calceta del pie derecho, así como todos los accesorios metálicos. Se colocó en posición supina y descansó por un lapso de 5 minutos con los brazos y piernas separadas del cuerpo; se limpiaron los sitios de colocación de los electrodos con alcohol, después se ubicaron los electrodos en la posición adecuada. Se encendió el aparato y se anotaron los resultados de resistencia (R) y reactancia ( $X_c$ ).

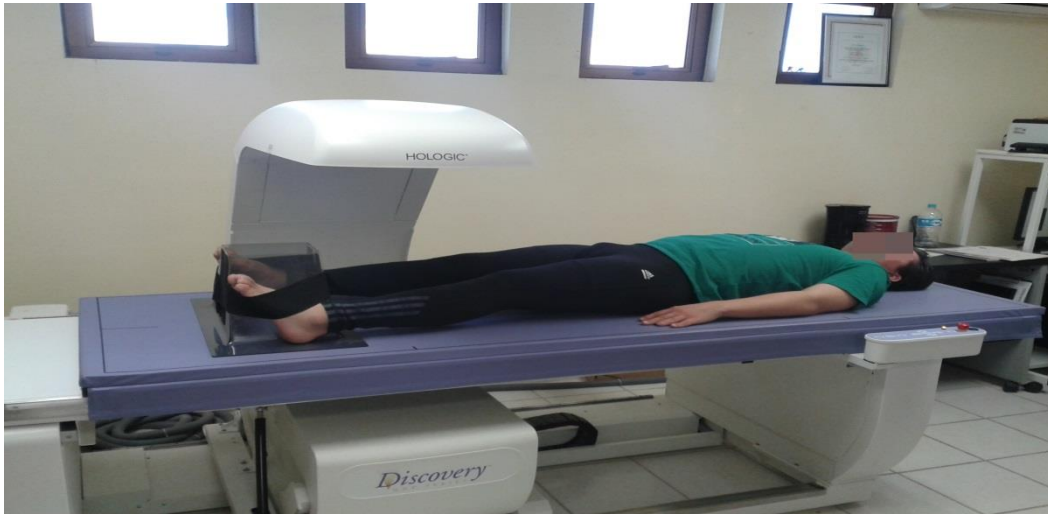
**Absorciometría dual de rayos X (DXA).** Este método de composición corporal se usó para la medición masa ósea a partir de la evaluación de cuerpo completo. Se utilizó un equipo QDR Hologic Discovery A (Hologic, Inc. Bedford, Ma, EUA) Se recibió una micro-dosis de radiación: 4.5 microsievert ( $\mu\text{Sv}$ ), equivalente a 12 horas de radiación directa a nivel del mar. Antes de la realización de la medición se le pidió al paciente vestir ropa ligera libre de metal. Se colocó en posición supina en la cama del escáner con los brazos

ligeramente separados de los costados, la punta de los pies ligeramente hacia dentro, en un lapso de 3 minutos se realizó el escáner completo. Al finalizar el escáner se colocaron en la imagen resultante varios puntos anatómicos, para obtener los resultados de contenido mineral óseo, masa grasa, masa libre de grasa, masa libre de grasa + contenido mineral óseo y masa total (figura 1).

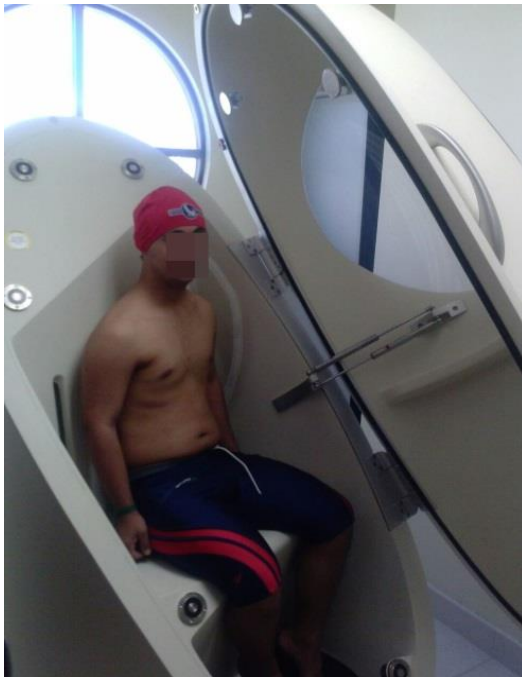
**Pletismografía por desplazamiento de aire (BODPOD®).** El equipo se basa en la relación entre presión y volumen para poder obtener el volumen corporal de una persona. Se le solicitó al paciente que llevara ropa de licra o traje de baño, se pesó en una balanza electrónica integrada al equipo con capacidad de  $150 \pm 0.20$  kg y se introdujo dentro del BODPOD (Life Measurement Instruments, Concord, CA), se le pidió al paciente que se sentara y respirara de manera regular, se cerró la cápsula y comenzó la medición. A raíz de una prueba piloto realizada durante el proyecto se decidió utilizar la estimación de volumen pulmonar proporcionada por el equipo, debido a la imposibilidad de medirla. La medición duró alrededor de dos minutos y se realizó por duplicado. El sistema ha sido descrito a detalle por Valencia & Villegas, 2012. (figura 2 y 3).

### **Caracterización de la Composición Corporal**

El bajo contenido mineral óseo en personas con síndrome Down se ha reportado por varios autores (Baptista y col., 2005; Guijarro y col., 2008). Esto puede tener un efecto en la densidad de la MLG y como resultado podría alterar los supuestos fundamentales de los modelos de dos compartimentos (Modelo de 2C), donde la densidad de la MLG es de  $1.1 \text{ g/cm}^3$  (Brozek, Grande, Anderson, & Keys, 1963). Por esto es posible que el Modelo de 2C no sea el más apropiado por que la MLG, bajo este principio puede tener densidad diferente. Por tanto una buena opción, es tener para esta población de personas con SD un modelo más adecuado, para explorar y caracterizar la



**Figura 1.** Adulto con síndrome de Down durante la evaluación de composición corporal de DXA.



**Figura 2.** Hombre con síndrome de Down durante la evaluación de BODPOD.



**Figura 3.** Mujer con síndrome de Down durante evaluación de BODPOD.

composición corporal, como es el caso del modelo de cuatro compartimentos (4C) que toma en cuenta el CMO y el agua corporal total.

Para lograr una mejor caracterización de la composición corporal en el grupo de SD, se desarrolló un modelo de 4C, In vivo. Para el particular se requiere determinar el contenido mineral óseo (CMO) por DXA y el agua corporal total por dilución isotópica, ya sea con deuterio o tritio u oxígeno-18. Para el caso de este estudio se estimó el agua corporal por la ecuación de Shoeller y Col, 1986 y la proteína por la ecuación de Wilson y col., 2013 basado en DXA y la estimación del agua corporal

$$\text{Proteína corporal total} = 0.607 (\text{V.corp}) + 0.623 (\text{peso}) + 0.132 (\text{CMO}) + 0.15 (\text{ACT}) + 1.076$$

Donde: Vol.corp: volumen corporal (litros), peso (kg), CMO: contenido mineral óseo (kg), ACT: agua corporal total (kg)

Para el cálculo de la Densidad de la MLG se utilizó la ecuación de (Wang y col., 2003, Apendice 1) validadas con en un estudio In vivo, que incluyó la cuantificación completa toda la MLG desagregada en agua (dilución con deuterio y tritio), proteína (activación neutrónica), CMO (DXA), Minerales no óseos: Potasio (40 K), Sodio, Cloro, Ca, por Activación Neutrónica. Minerales de tejido blando (CMS) por cálculo y la MLG = ACT+ Proteína +CMO+ CMS.

$$\text{DbMLG} = 2.393 + 3.374 (\text{Mo}/\text{ACT}) / 2.285 + 1.720 (\text{Mo}/\text{ACT})$$

Donde: Mo: contenido mineral óseo (kg), ACT: agua corporal total (kg)

Se utilizó una ecuación predictiva para bioimpedancia eléctrica basada en un modelo de cuatro compartimentos, desarrollada en los mismos participantes con síndrome de Down (MLG-4C) debido a que el Gasto Energético en reposo (GER) que se midió en una sesión diferente.

## **Medición del gasto energético en reposo**

**Calorimetría Indirecta.** El gasto energético se determinó a partir del consumo de O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>) en tiempo real, para el intercambio de gases se muestrea el gas espirado por medio de una cámara de mezcla dinámica, obteniéndose los datos cada 30 segundos. El equipo corrió una rutina de autocalibración basado en la presión barométrica, que se complementa con la calibración de volumen con un sistema de jeringa de 3 litros. El equipo fue un respirometro (FitMate™GS, Cosmed, Rome, Italy) con sistema tienda o campana ventilada que ha sido validado con el sistema de bolsa de Douglas. La validación incluyó 60 adultos de ambos sexos de 19 – 65 años con IMC de 27.7 ± 6.2. El resultado de 15 minutos de medición fue de 242 ± 49 mL/min de oxígeno consumido de la bolsa de Douglas y 240 ± 49 mL/min del sistema Cosmed (p=0.07); r=0.97. El GER fue de 1662 ± 340 y 1668 ± 344 kCal/día para la bolsa de Douglas y Cosmed respectivamente, (p=0.58; r=0.97) (Nieman y col., 2006).

Se le solicitó al participante que no realizara actividad física extenuante mínimo 2 horas antes de la medición y que no ingirieran cualquier tipo de alimento o bebida que altere la fisiología normal del participante beber (por ejemplo: café, té, refresco o cualquier bebida con cafeína). Se colocó al paciente en posición supina, cubierto con la campana ventilada por un lapso de 15 minutos, vigilando que no hubiese movimiento durante la medición. La temperatura ambiental fue de 24 – 26 °C.

## **Evaluación Clínica**

Una vez que los pacientes con SD y los padres de familia o tutores aceptaron participar en el estudio, el médico responsable llevó a cabo la valoración clínica de los pacientes para establecer o descartar el diagnóstico

presuntivo de hipotiroidismo. En todos los casos se realizó la valoración clínica estándar de los sistemas cardiovascular, respiratorio, neurológico y endócrino de los pacientes. La exploración física (cabeza, cuello, tórax, abdomen y extremidades) fue realizada siempre en presencia de los padres o tutores, para caracterizar el fenotipo clínico del SD y descartar los fenotipos clínicos distintos al SD. La función del sistema genitourinario fue estimada exclusivamente por interrogatorio indirecto, solicitando a los padres o tutores que proporcionaran la información médica requerida. La presencia de cataratas juveniles, estrabismo, queratocono y nistagmus, fue detectada por la valoración externa de los ojos y oftalmoscopia. La agudeza auditiva fue estimada mediante susurros y pruebas de distracción, descartando el origen mecánico mediante examen otoscópico. El interrogatorio indirecto también fue utilizado para identificar otros signos relevantes como incontinencia de esfínteres, variaciones en el apetito, apnea del sueño o disminución del interés en aspectos de la vida cotidiana, así como para investigar el antecedente de tratamientos médicos, principalmente de levotiroxina. El diagnóstico presuntivo de hipotiroidismo (primario y secundario) fue confirmado por el antecedente de tratamiento con levotiroxina y la determinación de T3, T4 y TSH. En los casos de diagnóstico presuntivo de hipotiroidismo primario no se realizó gammagrafía o ecografía tiroidea, ni se midieron anticuerpos antitiroideos.

### **Análisis Estadístico**

La información descriptiva se presenta en tablas y gráficos. Los datos se expresan como medias, desviación estándar e intervalo mínimo y máximo, en caso de distribución no normal como medianas e intervalo de confianza (IC 95%). Las comparaciones entre más grupos se hicieron por medio de pruebas t de Student o por análisis de covarianza para ajustar por variables confusoras.



Comparaciones entre más dos grupos se hicieron mediante análisis de varianza de una vía y los contrastes específicos por medio de pruebas de orden múltiple, Tukey-Kramer o Kruskal-Wallis, en caso de heterogeneidad de la varianza.

Los datos fueron analizados con el Paquete Estadístico Number Cruncher Statistical Systems (NCSST 2008) y MedCalc (2008).

### **Composición Corporal**

Para la selección del mejor modelo predictivo de la composición corporal se aplicó el método de todas las regresiones posibles, se identificó los subgrupos de variables utilizando el coeficiente de Mallows ( $C_p$ ) que garantizarán el modelo menos sesgado y que corresponde al valor más cercano al número de variables independientes más uno (Kutner, Nachtsheim, & Neter, 2004). Los modelos elegidos se seleccionaron de acuerdo al  $C_p$ , a los valores máximos de  $R^2$  (Proporción de la varianza explicada en el modelo) y mínimos en el error estándar del estimador. La variable dependiente para la ecuación de BIE basada en 2 compartimientos (2C) fue la masa libre de grasa expresada en kilogramos del BODPOD y para el caso de la ecuación de BIE basada en 4 compartimientos (4C), fue la MLG en kilogramos (kg) medida (BODPOD, DXA, ACT) de la ecuación de Selinger, 1977. Las variables independientes para ambas ecuaciones de predicción fueron la edad (años), el índice de resistencia ( $T^2/R$ ), el peso (kg) y el sexo (0, femenino y 1, masculino).

El desarrollo de las ecuaciones de estimación de la masa libre de grasa se llevó a cabo mediante el método de Regresión línea múltiple. Previo al desarrollo de los algoritmos, se verificó la normalidad de la distribución de la variable dependiente y las asociaciones entre las mismas.

La muestra total de 60 adultos con síndrome de Down (SD), se dividió aleatoriamente en 2 grupos de 30 participantes distribuidos equitativamente por

sexo (15 hombres, 15 mujeres). Para la validación cruzada, se desarrolló la ecuación en la mitad de los casos y en la otra mitad se probó para validar el algoritmo resultante. Posterior a la obtención de los modelos, se hicieron las regresiones múltiples para cada ecuación (BIE basada en 2C y BIE basada en 4C) y se hizo el diagnóstico de colinealidad. Los modelos seleccionados se aplicaron en un grupo de validación (30 adultos con SD) y se compararon con los valores medios de la MLG en kg de las variables dependientes y la resultante de las ecuaciones creadas. Finalmente se realizaron los análisis de concordancia y exactitud, precisión y sesgo (análisis de Bland & Altman) a nivel de confianza del 95% o  $\alpha=0.05$ .

### **Gasto Energético**

El desarrollo de las ecuaciones de gasto energético se llevó a cabo mediante Regresión múltiple. Previo al desarrollo de los algoritmos, se verificó la normalidad de la distribución de cada variable y las asociaciones entre las mismas.

Para la selección del mejor modelo predictivo obtenido al aplicar el método de “todas las regresiones posibles”, se identificaron los subgrupos de variables en los cuales el coeficiente de Mallows ( $C_p$ ) garantizara el modelo menos sesgado y que corresponde al valor más cercano al número de variables independientes más uno. Los posibles modelos seleccionados corresponden a los valores máximos de  $R^2$  (*Proporción de la varianza explicada en el modelo*) y mínimos en el error estándar del estimador, que es la raíz cuadrada del cuadrado medio del error.

Con fin de explorar cuáles variables determinan el gasto energético en reposo en este grupo de participantes, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple. Para este análisis, la variable dependiente fue el gasto

energético medido en reposo (mGER, kCal/d), y se investigó en la literatura cuáles de las variables medidas en el presente estudio se han asociado a la variable dependiente en estudios previos. Las variables seleccionadas como probables determinantes del (mGER, kCal/d) fueron edad (años), sexo (F, M), peso (kg), condición (presencia o ausencia del síndrome), MLG-4C (kg) y contenido mineral óseo (kg). Cada una de estas variables se exploró minuciosamente a fin de identificar valores extremos bajos y/o elevados; y posterior a esta exploración la cantidad de sujetos final a considerar en el modelo fue de 120.

Posteriormente, se analizó la asociación univariada entre la variable dependiente (mGER, kCal/d) y las probables variables determinantes. Se consideraron como probables determinantes todas aquellas que tuvieran una asociación con la variable dependiente con un valor  $p \leq 0.10$ . Las variables que cumplieron con el criterio anterior fueron: el peso corporal (kg), MLG-4C (kg) y MG-4C (kg), talla (cm), sexo (F=0; M=1), contenido mineral óseo (kg), superficie corporal ( $m^2$ ) y condición (*tener o no tener síndrome Down*).

## RESULTADOS

### Composición Corporal

A fin de realizar los análisis estadísticos con un mayor número de sujetos se concluyó el estudio con la incorporación de la muestra estimada de 60 adultos con síndrome de Down (30 mujeres y 30 hombres) entre 18 a 40 años de edad y sus respectivos controles pareados por peso, edad y sexo.

Cada uno de los 120 participantes completó todas las mediciones de antropometría y composición corporal, tomando en cuenta la metodología antes mencionada.

En la Tabla I se muestran las características generales de los participantes, por sexo y condición (con y sin síndrome). En el análisis no se encontraron diferencias entre adultos con SD y sin SD con relación al peso corporal, ya que esta variable al igual que la edad quedó fija por diseño ( $p=0.050$ ).

La talla fue 16 cm más baja en los SD que en los controles ( $p<0.0001$ ). Así mismo, la diferencia de talla entre hombres y mujeres fue de 13 cm ( $p<0.0001$ ), similar a la diferencia de 12 cm en promedio que se encuentra en diferentes poblaciones a nivel mundial. También se encontraron diferencias en los segmentos superior e inferior, que fueron más bajos en los SD que en los controles, por 5.4 y 10.8 cm, respectivamente ( $p<0.0001$ ). El IMC fue 5 unidades más alto que los controles ( $p<0.0001$ ). Si bien, el peso corporal era igual en los dos grupos, la talla fue muy baja en los SD. La circunferencia de cintura y el pliegue tricípital, fueron mayores en los SD que en los controles, aunque la circunferencia del brazo no alcanzó a ser estadísticamente distinta.

**Tabla I.** Características físicas y antropométricas de adultos con síndrome de Down y sin el síndrome.

Indicadores	Síndrome de Down (SD)			Sin síndrome			Grupal		
	Femenino n= 30	Masculino n=30	Sexo (p)	Femenino n= 30	Masculino n=30	Sexo (p)	SD n = 60	Sin SD n = 60	p
<b>Edad (años)</b>	26.5 ± 6.55 (18.0 – 40.0)	24.6 ± 4.71 (18.0 – 34.0)	0.244	25.2 ± 5.31 (18.0 – 37.0)	22.3 ± 2.57 (18.0 – 28.0)	0.010	25.5 ± 5.74 (18.0 – 40.0)	23.7 ± 4.38 (18.0 – 37.0)	0.055
<b>Peso (kg)</b>	59.3 ± 10.4 (38.5 – 85.4)	65.7 ± 15.6 (44.2 – 107)	0.066	60.1 ± 10.6 (43.6 – 91.0)	65.2 ± 13.4 (43.9 – 96.8)	0.108	62.5 ± 13.6 (38.5 – 107)	62.7 ± 12.2 (43.6 – 96.8)	0.939
<b>Talla (cm)</b>	141 ± 6.33 (130 – 152)	153 ± 5.73 (141 – 165)	0.000	160 ± 5.36 (145 – 170)	166 ± 5.85 (153 – 178)	0.000	147 ± 8.46 (130 – 165)	163 ± 6.40 (145 – 178)	0.000
<b>Segmento Superior (cm)</b>	78.8 ± 3.90 (72.0 – 86.0)	84.5 ± 3.44 (77.3 – 90.3)	0.000	85.5 ± 2.86 (78.7 – 92.3)	88.6 ± 3.29 (80.7 – 96.2)	0.000	81.6 ± 4.63 (72.0 – 90.3)	87.0 ± 3.43 (78.1 – 96.2)	0.000
<b>Segmento Inferior (cm)</b>	62.4 ± 3.78 (56.0 – 70.4)	68.6 ± 3.22 (62.3 – 77.3)	0.000	74.7 ± 3.57 (66.9 – 83.9)	77.9 ± 3.88 (70.5 – 85.1)	0.001	65.5 ± 4.67 (56.0 – 77.3)	76.3 ± 4.03 (66.9 – 85.1)	0.000
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	29.8 ± 5.63 (20.1 – 40.2)	28.0 ± 6.32 (18.6 – 42.9)	0.246	23.3 ± 3.39 (18.4 – 34.0)	23.4 ± 4.30 (16.0 – 35.2)	0.915	28.9 ± 6.00 (18.6 – 42.9)	23.4 ± 3.84 (16.0 – 35.2)	0.000
<b>CC (cm)</b>	87.6 ± 12.3 (61.4 – 118)	89.5 ± 14.5 (67.5 – 125.2)	0.581	80.6 ± 7.99 (64.5 – 101.2)	82.7 ± 10.8 (67.8 – 105.4)	0.407	88.5 ± 13.4 (61.4 – 125.2)	81.7 ± 9.48 (64.5 – 105.4)	0.001
<b>CB (cm)</b>	30.2 ± 3.70 (21.9 – 41.0)	30.8 ± 4.40 (24.1 – 39.2)	0.520	28.3 ± 3.30 (23.2 – 37.2)	30.1 ± 3.84 (22.5 – 38.0)	0.058	30.5 ± 4.05 (21.9 – 41.0)	29.2 ± 3.66 (22.5 – 38.0)	0.071
<b>PCT (mm)</b>	24.1 ± 4.93 (13.3 – 38.2)	18.6 ± 7.34 (6.00 – 32.4)	0.001	21.9 ± 5.23 (14.6 – 35.8)	14.0 ± 6.35 (4.60 – 28.1)	0.000	21.3 ± 6.78 (6.00 – 38.2)	18.0 ± 7.02 (4.60 – 35.8)	0.008

Abreviaturas: IMC: Índice de masa corporal, CC: Circunferencia de cintura, CB: Circunferencia de brazo, PCT: Pliegue cutáneo tricipital, Media ± Desviación estándar (Intervalo: mínimo, máximo)

En la Tabla II se muestra la caracterización de la masa libre de grasa por un modelo de cuatro compartimientos entre el grupo con SD y sin el síndrome, en comparación a los valores de referencia dados por el análisis de 3 cadáveres.

La talla fue 29 cm más baja en el grupo SD en comparación a los cadáveres ( $p < 0.000$ ) y por acción de esta variable era de esperarse una diferencia significativa en los valores del IMC debido a la relación que se realiza entre el peso y la talla (28.9% en el grupo SD vs 20.8% en cadáveres). El porcentaje de grasa fue significativamente más bajo ( $p < 0.0260$ ) en los 3 hombres en comparación con el grupo SD, caso contrario sucedió con la masa libre de grasa, al ser mayor (55.4 kg vs 42.2 kg y 38.9 kg) en comparación al grupo sin el síndrome y con SD respectivamente.

Al desagregar la MLG en sus distintos componentes, se encontró que la cantidad de CMO y proteína fueron más bajas en los SD en comparación a los dos grupos (sin el síndrome y los 3 cadáveres). Así mismo esto provocó que la  $D_b$ MLG resultara menor ( $p < 0.000$ ) en comparación a los valores de referencia descritos por el análisis de cadáveres.

En la Tabla III se muestra los efectos del sexo, etnicidad y edad sobre la densidad de la masa libre de grasa, descrita por Wang y col., 2003 en comparación al grupo de adultos con SD y sin el síndrome analizados en el presente estudio.

Se utilizó una ecuación para estimar la densidad de la masa libre de grasa (Wang y col., 2003) que emplea la relación entre contenido mineral óseo y el agua corporal total.

Se realizaron comparaciones por sexo con el grupo de etnicidad caucásica, la  $D_b$ MLG medida en este grupo y la estimada en el grupo SD y sin el síndrome. Las mujeres con SD presentaron una  $D_b$ MLG estadísticamente más baja que la medida en mujeres caucásicas en el mismo rango de edad ( $p < 0.000$ ). Misma situación sucedió al comparar al grupo de hombres con SD vs

los hombres caucásicos ( $p < 0.000$ ). Incluso al comparar la  $D_b$ MLG del grupo de mujeres y hombres con síndrome de Down vs ambos sexos del grupo sin el síndrome del presente proyecto, resultaron los mismos valores de  $p$  de 0.000, representando los valores más bajos de densidad los adultos con SD.

Estos resultados nos indican que existen una disminución de la  $D_b$ MLG de alrededor de 1% menos en comparación al grupo de caucásicos evaluados en el estudio de Wang y col., 2003. Estos hallazgos reflejan la imposibilidad de aplicar los modelos de dos compartimientos en la población con síndrome de Down, debido a que el valor de referencia de la  $D_b$  MLG es mayor a la estimada en la población de 18 a 40 años con síndrome de Down, deduciendo a su vez valores sobreestimados de masa libre de grasa. Dicho problema se eliminaría al realizar estudios de composición corporal que desagreguen los componentes de la masa libre de grasa: el agua, los minerales óseos, los minerales no óseos, la proteína y los residuos, eliminando los supuestos de la densidad de la MLG que no pueden aplicar en esta población en especial.

**Tabla II.** Caracterización de la masa libre de grasa por un modelo de cuatro compartimientos.

Caracterización modelo de 4C	Síndrome de Down n =60	Sin síndrome n =60	Análisis de cadáveres n= 3
Peso (kg)	62.5 ± 13.6 (38.5 – 107.7)	62.7 ± 12.2 (43.6 – 96.8)	65.4 ± 10.0 (53.8 – 71.8)
Talla (cm)	147 ± 8.4 (130 – 165)	163 ± 6.4 (145- 178)	176 ± 7.4 (168 – 183)
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	28.9 ± 6.0 (18.6 – 42.9)	23.4 ± 3.8 (16.0 – 35.2)	20.8 ± 1.7 (19.0 – 22.4)
Grasa (%)	31.4 ± 11.5 (4.1 - 60.4)	24.0 ± 10.5 (1.9 – 47.3)	15.6 ± 3.5 (12.5 – 19.5)
MLG (kg)	38.9 ± 8.3 (25.4 – 62.1)	42.2 ± 8.7 (27.4 – 67.5)	55.4 ± 10.4 (43.3 – 61.8)
CMO (kg)	1.64 ± 0.27 (1.16 -2.25)	2.07 ± 0.31 (1.47 – 3.13)	3.60 ± 0.83 (3.00 – 4.60)
ACT (kg)	33.6 ± 6.1 (24.3 – 49.3)	33.4 ± 5.8 (24.5 – 49.8)	40.8 ± 9.4 (30.0 – 47.9)
Proteína (kg)	9.02 ± 1.62 (5.7 - 12.2)	9.75 ± 1.69 (7.2 – 14.8)	10.7 ± 1.0 (10.1 – 11.9)
D <sub>b</sub> MLG (g/cm <sup>3</sup> )	1.0820 ± 0.003 (1.074 – 1.092)	1.0905 ± 0.004 (1.079 – 1.099)	1.100
Abreviaturas: IMC: Índice de masa corporal, MLG: masa libre de grasa, CMO: contenido mineral óseo, ACT: agua corporal total, D <sub>b</sub> MLG: densidad de la masa libre de grasa, Media ± Desviación estándar (Intervalo: mínimo, máximo)			



**Tabla III.** Efectos del sexo, etnicidad y edad sobre la densidad de la MLG descritos por Wang con relación a los Grupos con SD y sin el síndrome de este estudio.

Grupo	Mujeres		Hombres
	20 – 59 años	≥60 años	20 – 59 años
Afroamericanos			
Muestra	36	8	33
CMO/ACT, kg/kg	0.0757	0.0717	0.0732
D <sub>b</sub> MLG (de predicción) g/cm <sup>3</sup>	1.099	1.096	1.097
D <sub>b</sub> MLG (medida) g/cm <sup>3</sup>	1.100 ± 0.016	1.096 ± 0.017	1.102 ± 0.009
Caucásicos			
Muestra	51	13	41
CMO/ACT, kg/kg	0.0766	0.0686	0.0696
D <sub>b</sub> MLG (de predicción) g/cm <sup>3</sup>	1.099	1.094	1.095
D <sub>b</sub> MLG (medida) g/cm <sup>3</sup>	1.105 <sup>§</sup> ± 0.014	1.085 ± 0.014	1.097 <sup>€</sup> ± 0.010
Síndrome Down (Este estudio)			
Muestra	30	-	30
CMO/ACT, kg/kg	0.0516	-	0.0468
D <sub>b</sub> MLG (de predicción) g/cm <sup>3</sup>	1.083 <sup>§§</sup> ± 0.003	-	1.080 <sup>€€</sup> ± 0.002
Grupo sin el síndrome (Este estudio)			
Muestra	30	-	30
CMO/ACT, kg/kg	0.0681	-	0.0573
D <sub>b</sub> MLG (de predicción) g/cm <sup>3</sup>	1.093 <sup>§</sup> ± 0.003	-	1.087 <sup>€</sup> ± 0.003

Tabla tomada de Wang y Col., 2003 más los grupos de este estudio.  
Las contrastes de la D<sub>b</sub>MLG son por columna, comparando el grupo con SD vs. Caucásicos y grupo con SD vs el grupo sin el síndrome. Medias con diferente símbolo al Grupo con SD son diferentes (p<0.0001).  
Abreviaturas: CMO: contenido mineral óseo, ACT: agua corporal total, D<sub>b</sub>MLG: densidad de la masa libre de grasa, Media ± Desviación estándar

La Tabla IV muestra los resultados de composición corporal derivados de la aplicación de los métodos individuales por grupo y por sexo. Desde los más específicos de cuatro compartimientos por la ecuación de Selinger (1977), de tres compartimientos DXA y la estimación realizada por la ecuación de Siri (1961), de dos compartimientos por pletismografía de desplazamiento de aire (BODPOD) y la estimación de la densidad corporal por la ecuación de Durnin y Womersley a partir de pliegues cutáneos (1976).

La densidad corporal ( $D_b$ ) estimada por pliegues cutáneos fue más baja en los SD que en los controles ( $p < 0.017$ ) y la grasa corporal fue más alta (3.4 %;  $p < 0.007$ ). Se observó el mismo comportamiento para la  $D_b$  y el % de grasa corporal con el BODPOD. El porcentaje de grasa corporal medido por DXA también fue más elevado en los SD que en los controles (35.4 vs 30.2%, respectivamente;  $p < 0.001$ ).

El contenido mineral óseo, resultó ser más bajo en los adultos con SD que en los controles (1.640 vs 2.076 kg, respectivamente,  $p < 0.001$ ). Las mujeres con SD tuvieron los valores más bajos de CMO en comparación a hombres con SD y a los participantes de ambos sexos del grupo sin el síndrome ( $p < 0.001$ ).

Así mismo, el CMO, aspecto crucial en los SD, en conjunto con la densidad por pletismografía y la estimación del agua corporal total por bioimpedancia eléctrica, se calculó a partir de la ecuación descrita por Schoeller (1986) (ver apéndice 1) debido a la imposibilidad de medirla con el método de dilución con deuterio, obtenemos conceptualmente un modelo de 4 compartimientos.

La estimación del porcentaje de grasa fue por la ecuación de 4C de Selinger (1977). Este porcentaje fue igual entre grupos, pero diferente entre sexo en cada grupo ( $p < 0.0001$ ). El porcentaje de grasa medido y estimado por los diferentes modelos, siempre resultó ser mayor en las mujeres que en los

hombres, pero mayor en las mujeres con SD que las participantes sin el síndrome.

### **Algoritmos de Predicción para Masa Libre de Grasa en Adultos con SD**

Para el desarrollo de los algoritmos predictivos de la MLG por bioimpedancia eléctrica (BIE) se aplicó el método de selección de variables llamado todas regresiones posibles para encontrar las mejores variables predictoras. En los análisis exploratorios se observó que las variables con mayor importancia eran la edad, peso, sexo y el Índice de resistencia ( $T^2/R$ ).

Con las variables ya seleccionadas se crearon dos algoritmos de predicción, 1) donde la MLG se derivó de un modelo de 2C a partir de la *Densidad corporal* (BOD POD) y 2) a partir de un modelo de 4C (Selinger, 1977) donde la MLG se derivó de la medición de  $D_b$ , CMO y el agua corporal (Schoeller, 1986).

En la Tabla IV, presentan los resultados del análisis de regresión.

#### **Ecuaciones resultantes de los modelos de 2C y 4C**

Ecuación final de BIE basada en 2C

$$\text{MLG (kg)} = 13.958 - 0.246 * \text{Edad} + 0.5867 * T^2/R + 0.1247 * \text{Peso}$$
$$(R^2=0.91, \text{SEE}=2.26)$$

Ecuación final de BIE basada en 4C

$$\text{MLG (kg)} = 12.324 - 0.1278 * \text{Edad} + 0.5487 * T^2/R + 0.1548 * \text{Peso} + 3.019 * \text{Sexo}$$
$$(R^2=0.98, \text{SEE}=1.25)$$

Donde: Edad (años); peso (kg); Sexo (0, femenino, 1 masculino)

**Tabla IV.** Composición corporal en adultos con y sin síndrome de Down por distintos modelos.

Indicadores	Modelo	Síndrome de Down (SD)			Sin Síndrome (sin SD)			Grupal		
		Femenino n= 30	Masculino n=30	Sexo (p)	Femenino n= 30	Masculino n=30	Sexo (p)	SD n= 60	Sin SD n= 60	p
<b>Pletismografía + DXA + H<sub>2</sub>O</b>	<b>4C</b>									
<b>Grasa (%)</b>		33.8 ± 9.01 (13.4 – 55.0)	20.0 ± 9.88 (3.10 – 40.7)	0.000	31.0 ± 6.51 (21.0 – 45.5)	17.3 ± 8.34 (3.56 – 36.9)	0.000	26.0 ± 11.6 (3.10 – 54.8)	24.2 ± 10.1 (3.56 – 45.5)	0.171
<b>DXA</b>	<b>3C</b>									
<b>CMO (kg)</b>		1.491 ± 0.207 (1.162 – 1.868)	1.788 ± 0.246 (1.403 – 2.256)	0.000	1.997 ± 0.254 (1.540 – 2.673)	2.155 ± 0.358 (1.477 – 3.139)	0.053	1.640 ± 0.270 (1.162 -2.256)	2.076 ± 0.318 (1.477 – 3.139)	0.000
<b>Grasa (%)</b>		42.2 ± 6.18 (28.9 – 54.1)	28.6 ± 6.28 (16.8 – 40.7)	0.000	36.6 ± 4.23 (29.2 – 45.4)	23.8 ± 6.07 (13.8 – 38.4)	0.000	35.4 ± 9.20 (16.8 – 54.1)	30.2 ± 8.26 (13.8 – 45.4)	0.001
<b>Siri</b>	<b>3C</b>									
<b>Grasa (%)</b>		35.5 ± 8.71 (15.5 – 55.4)	22.2 ± 9.55 (4.28 – 42.4)	0.000	32.5 ± 6.35 (22.5 – 46.0)	19.9 ± 8.08 (5.74 – 38.1)	0.000	28.9 ± 11.2 (4.28 – 55.4)	26.2 ± 9.6 (5.74 -46.0)	0.162
<b>Pletismografía</b>	<b>2C</b>									
<b>D<sub>b</sub> (kg/L)</b>		1.015 ± 0.020 (0.970 – 1.062)	1.041 ± 0.022 (0.999 – 1.090)	0.000	1.030 ± 0.015 (0.995 – 1.065)	1.058 ± 0.020 (1.008 – 1.095)	0.000	1.028 ± 0.02 (0.970 – 1.090)	1.044 ± 0.02 (0.995 – 1.095)	0.000
<b>Grasa (%)</b>		37.6 ± 9.40 (15.9 – 60.4)	25.3 ± 10.2 (4.10 – 45.7)	0.000	30.5 ± 7.21 (19.1 – 47.3)	17.6 ± 9.29 (1.90 – 41.3)	0.000	31.4 ± 11.5 (4.10 - 60.4)	24.0 ± 10.5 (1.90 – 47.3)	0.000
<b>Pliegues cutáneos</b>	<b>2C</b>									
<b>D<sub>b</sub> (kg/L)</b>		1.025 ± 0.008 (1.009 – 1.043)	1.045 ± 0.008 (1.033 – 1.065)	0.000	1.029 ± 0.008 (1.011 – 1.043)	1.055 ± 0.013 (1.019 – 1.084)	0.000	1.035 ± 0.01 (1.009 – 1.065)	1.042 ± 0.01 (1.011 – 1.084)	0.017
<b>Grasa (%)</b>		32.8 ± 3.92 (24.5 – 40.5)	23.5 ± 4.06 (14.7 – 29.1)	0.000	30.5 ± 3.42 (24.7 – 38.1)	18.9 ± 5.19 (7.06 – 27.6)	0.000	28.1 ± 6.14 (14.7 – 40.5)	24.7 ± 7.30 (7.06 – 38.1)	0.007

*Abreviaturas:* D<sub>b</sub>: Densidad, PCT: Pliegue cutáneo tricipital, CMO: Contenido mineral óseo, 4C: Selinger, 1977, 3C: Siri,1961, Media ± Desviación estándar (Intervalo: mínimo, máximo)

**Tabla V.** Análisis de regresión múltiple para determinar las variables asociadas a la masa libre de grasa (MLG) n=30.

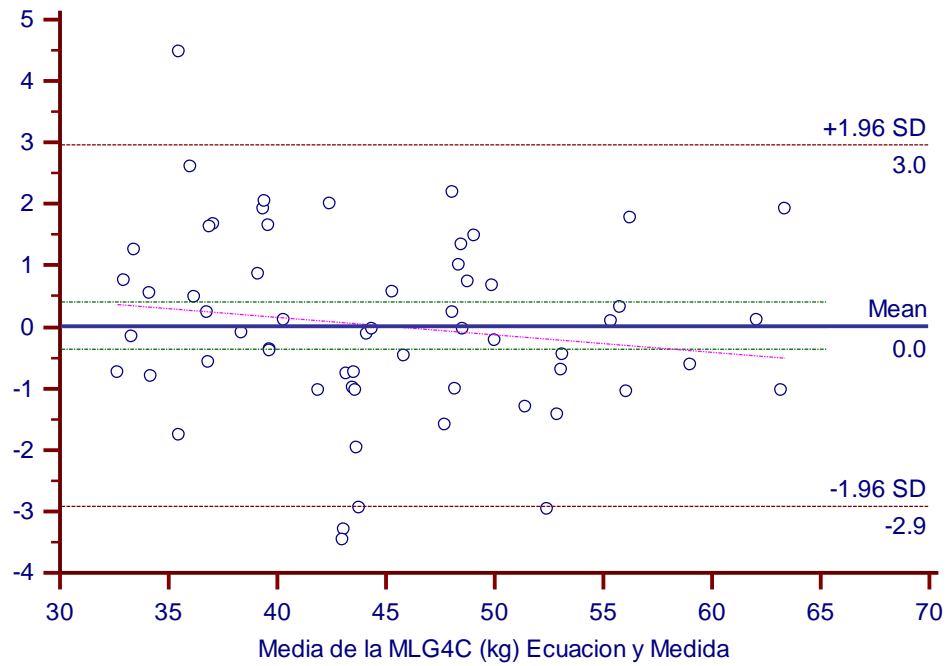
Variable dependiente	Variable Independiente	$\beta$	P	R <sup>2</sup>	SEE
MLG BOD POD (kg)	Edad (años)	-0.2446	<0.0001	0.91	2.26
	IR	0.5867	<0.0001		
	Peso (kg)	0.1247	<0.0021		
	Constante	13.958			
MLG Selinger 4C (kg)	Edad (años)	-0.1278	<0.0029	0.98	1.25
	IR	0.5487	<0.0001		
	Peso (kg)	0.1547	0.0001		
	Sexo (0 femenino, 1 masculino)	3.0180	0.0001		
	Constante	12.322			

*Abreviaturas:* Selinger, 1977, MLG: Masa libre de grasa, 2C: dos compartimientos, 4C: cuatro compartimientos, IR: Índice de resistencia (resistencia, (ohm) /talla<sup>2</sup> (cm))

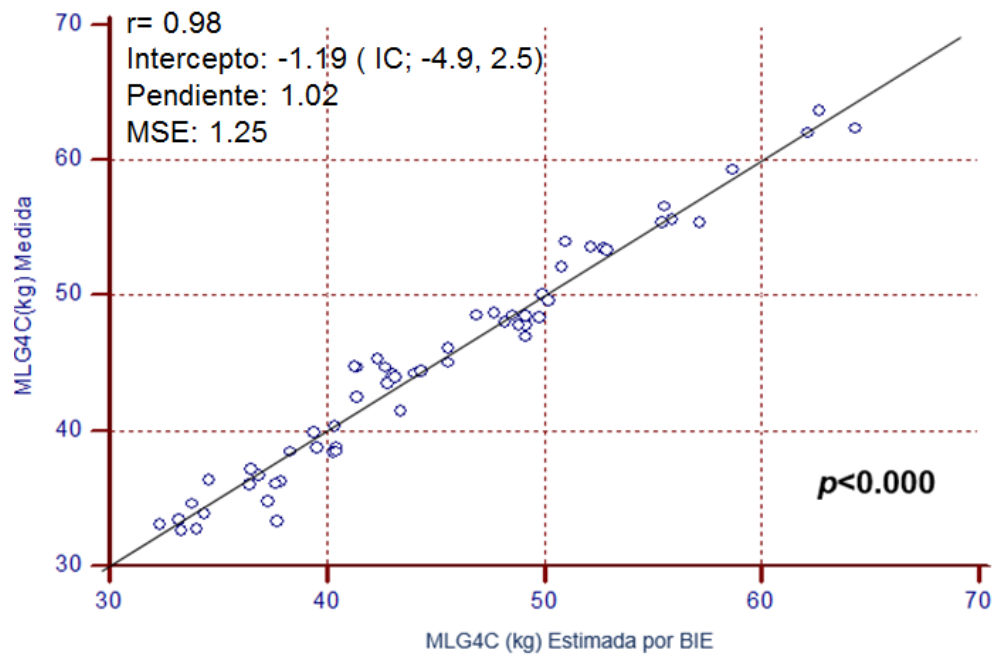
Se seleccionó el modelo de BIE basado en 4 compartimientos (combinación de la medición de densidad corporal, contenido mineral óseo y agua corporal total). En este modelo la  $R^2$  fue de 0.98 y un error estándar del estimador (EE) de 1.25 comparado con el modelo de BIE basado en 2C (medición únicamente de la densidad corporal) que tuvo una  $R^2$  de 0.91 y un EE de 2.23.

El análisis Bland-Altman (Figura 4) se llevó a cabo sólo en el modelo seleccionado de BIE basado en 4C. En la figura 4, se tiene la media de MLG 4C (kg) medida y la media de la MLG 4C (kg) estimada por BIE. No hubo sesgo significativo (+ 0.4 kg). La distribución del error fue muy uniforme a lo largo de los valores promedio de los dos métodos y solo 3 valores estuvieron fuera del intervalos de + 2 desviaciones estándar. Por otra parte la Figura 5 muestra que el intercepto cae dentro del IC 95% de línea de identidad lo que indica que la ecuación es exacta. El coeficiente de correlación de concordancia fue de 0.98 (IC 95% 0.971, 0.989) y una  $r$  de Pearson de 0.9829 lo que indica la precisión de la ecuación.

En el apéndice 1 se describen de manera más detallada, cada una de las ecuaciones de composición corporal que se utilizaron el proyecto, entre ellas las ecuaciones de Schoeller, 1986 para hombres y mujeres, que fue de gran utilidad para estimar el agua corporal total por medio de la BIE, que fue utilizada a su vez para el modelo de 4C de Selinger y así poder crear el algoritmo basado en un modelo de 4 compartimientos realizado para la población adulta con síndrome de Down. La ecuación desarrollada por Macías, 2007 se usó con fines comparativos en el proyecto.



**Figura 4.** Análisis Bland-Altman de MLG por modelo 4 compartimientos medido y estimado por BIE.



**Figura 5.** Línea de identidad, MLG 4C Medido vs MLG 4C estimado por BIE.

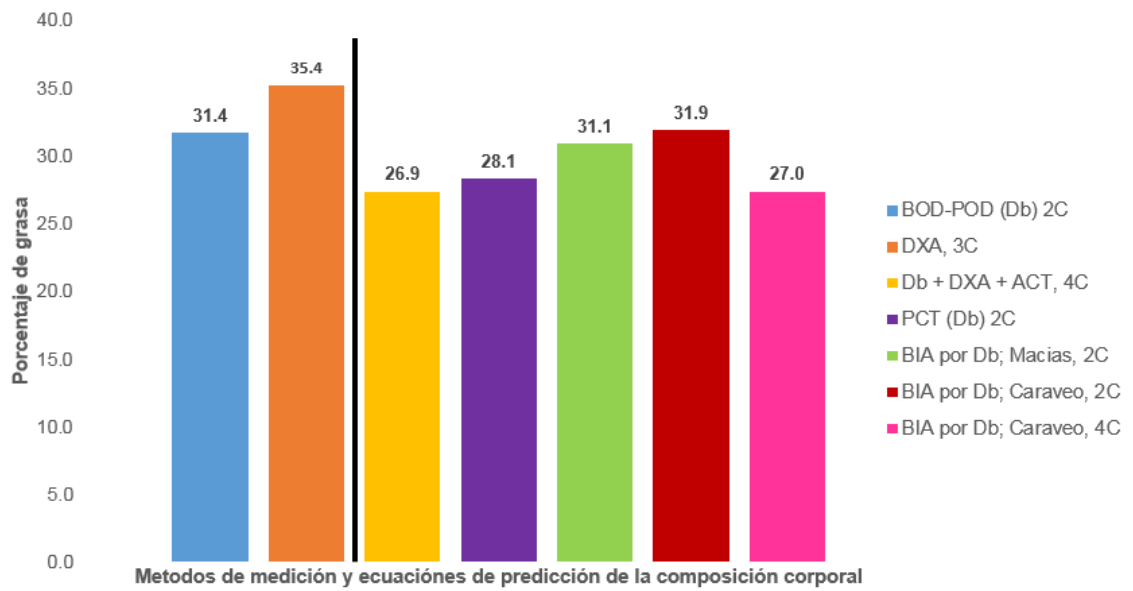
Para destacar la funcionalidad de las ecuaciones de composición corporal ya publicadas en la literatura y las desarrolladas en el proyecto, en la tabla VI, se presenta el agua corporal total (ACT), masa libre de grasa (kg), la masa grasa (kg) y la MG (%), para realizar una comparación entre las distintas ecuaciones. La ecuación de ACT creada por Schoeller, 1986 estima cada uno de estos componentes de manera muy similar a la ecuación de BIE basada en 4C, creada en este estudio.

En la Figura 6 se hace una comparación del porcentaje de grasa, a partir de modelos de medición versus modelos de estimación. En los métodos de medición el DXA presenta el porcentaje de grasa más alto en comparación al BODPOD ( $p>0.039$ ) y la ecuación de estimación de 4 compartimientos de Selinger (1977) ( $p>0.000$ ). En los modelos de estimación la ecuación de 2C Caraveo, obtuvo el porcentaje de grasa más alto de 31.9%, en comparación a las otras ecuaciones. Mediante la prueba estadística de ANOVA se encontró que no existe diferencia significativa entre los porcentajes de grasa de los diferentes métodos, a excepción del porcentaje de grasa obtenido por DXA ( $p>0.000$ ), ya que este método sobreestima los valores comparados con los demás. La estimación del porcentaje de grasa corporal en el grupo Down, obtenida por el pliegue cutáneo tricipital (Durnin & Womersley, 1976) no fue diferente a la derivada del modelo de 4C (medido) (27.0 versus 28.1 %, respectivamente;  $p=0.504$ ).



**Tabla VI.** Comparación de porcentajes de grasa por modelos de medición y ecuaciones de estimación en adultos con síndrome de Down n=60.

Métodos de medición	Parámetros de composición corporal				
	ACT (kg)	MLG (kg)	MG (kg)	MG (%)	CMO (kg)
BOD-POD (D <sub>b</sub> ) 2C Caraveo	30.5 ± 5.4 (21.8 – 42.6)	41.7 ± 7.3 (29.8 – 58.2)	20.4 ± 10.3 (1.77 – 51.2)	31.4 ± 11.5 (4.1 - 60.4)	-
DXA, 3C Caraveo	28.4 ± 6.1 (18.5 – 45.4)	38.9 ± 8.3 (25.3 – 62.1)	22.9 ± 8.6 (7.4 – 46.9)	35.4 ± 9.2 (16.8 – 54.1)	1.64 ± 0.27 (1.16 – 2.25)
Modelos predictivos					
Db + DXA + ACT, 4C * Caraveo	32.8 ± 5.9 (23.8 – 46.6)	44.8 ± 8.1 (32.5 – 63.6)	17.7 ± 9.9 (5.1 – 46.9)	26.9 ± 11.6 (5.8 – 55.0)	-
PCT (D <sub>b</sub> ) 2C ** Durnin & Womersley	32.7 ± 6.9 (21.6 – 56.1)	44.6 ± 9.5 (29.0 – 76.7)	17.8 ± 5.9 (6.4 – 32.1)	28.1 ± 6.1 (14.7 – 40.5)	-
BIE por D <sub>2</sub> O, 2C *** Schoeller	33.6 ± 6.1 (24.3 – 49.3)	45.9 ± 8.4 (33.2 – 67.4)	16.6 ± 9.5 (1.23 – 42.8)	25.3 ± 11.3 (2.77 – 50.2)	-
BIE por Db; 2C, Macías	31.0 ± 6.2 (21.8 – 47.2)	42.4 ± 8.5 (29.8 – 64.4)	20.0 ± 1.2 (4.5 – 48.9)	31.1 ± 10.3 (9.4 – 57.3)	-
BIE por Db; 2C, Caraveo	30.5 ± 5.0 (22.4 – 43.5)	41.7 ± 6.9 (30.6 – 59.6)	20.7 ± 9.8 (4.8 – 50.6)	31.9 ± 10.9 (10.9 – 57.7)	-
BIE por Db; 4C, Caraveo	32.8 ± 5.9 (23.8 – 46.1)	44.7 ± 7.9 (32.3 – 64.3)	17.7 ± 9.7 (4.7 – 45.0)	27.0 ± 11.0 (9.6 – 52.7)	-
<p><i>Abreviaturas:</i> ACT: agua corporal total, MLG: masa libre de grasa, MG: masa grasa, CMO: contenido mineral óseo, D<sub>b</sub>: densidad, D<sub>2</sub>O: deuterio, BIE: bioimpedancia eléctrica, *Selinger 1977, ** Schoeller 1986, *** Durnin &amp; Womersley, 1977, Media ± Desviación estándar (Intervalo: mínimo, máximo)</p>					



**Figura 6.** Porcentajes de grasa medidos por métodos de referencia y estimados por diferentes ecuaciones de predicción.

## Gasto Energético

A fin de realizar los análisis estadísticos con un mayor número de sujetos, se trabajó con las 120 personas de ambos sexos, 60 con síndrome Down y 60 sin el síndrome (Controles) entre 18 y 40 años de edad que completaron todos los estudios incluidos en el protocolo de investigación.

El término de MLG se expresara como MLG-4C (kg) que se derivó de la medición de composición corporal conjunta de  $D_b$  (BODPOD), ACT (BIA) y CMO (DXA), aplicando un modelo de 4C (Ver capítulo de composición corporal).

Las tablas VII y VIII muestran las características generales de los participantes, por sexo y condición (con y sin síndrome). En la Tabla VI, en el análisis grupal no se encontraron diferencias con relación al peso corporal, ya que esta variable al igual que la edad quedó fija por diseño ( $p=0.981$ ).

Sin embargo hubo diferencias ( $p<0.037$  –  $p<0.0001$ ) en el resto de las variables. Los sujetos con SD fueron más bajos en la talla, masa libre de grasa, superficie corporal, contenido mineral óseo y gasto energético en reposo; aunque mayores en el porcentaje de grasa corporal. El valor absoluto del mGER en el grupo de SD fue de  $1227 \pm 240$  kCal/día comparado con  $1317 \pm 230$  kCal/día del grupo control ( $p<0.04$ ). En este sentido al ajustar el mGER por la MLG-4C (kg) mediante un análisis de covarianza, el mGER en el grupo son SD siguió siendo significativamente más bajo que en el grupo control (1307 versus 1237 kCal/día ( $p<0.01$ )).

Las personas con SD fueron en promedio 2 años mayores ( $p<0.045$ ), lo cual estuvo fuertemente influenciada por dos casos con pesos extremos y baja estatura para los cuales no se encontró al correspondiente control en esa edad.

Se diagnosticó hipotiroidismo en un 28% de los sujetos con SD. Debido a que la exploración diagnóstica para esta condición sólo se llevó a cabo en

sujetos con SD, no fue posible contrastar las características de los sujetos según condición (con y sin SD) y según presencia o ausencia de hipotiroidismo. Sin embargo, al analizar los 60 casos con SD y dividirlos en presencia y ausencia de hipotiroidismo, no se encontró diferencia significativa en el mGER, con valores de  $1182 \pm 241$  y  $1245 \pm 239$  kCal/día, respectivamente ( $p=0.35$ ).

**Tabla VII.** Características antropométricas y gasto energético en adultos con síndrome de Down y sin el síndrome.

	Síndrome de Down		Sin síndrome		Grupal		
	Masculino n=30	Femenino n=30	Masculino n= 30	Femenino n=30	SD n = 60	Sin SD n = 60	p
<b>Edad (años)</b>	25.2 ± 4.66 (19.0 – 35.0)	26.9 ± 6.72 (18.0 – 41.0)	22.9 ± 2.5 (18.0 – 28.0)	25.4 ± 5.38 (19.0 -37.0)	26.0 ± 5.80 (18.0 – 41.0)	24.1 ± 4.37 (18.0 – 37.0)	0.045
<b>Peso (kg)</b>	66.5 ± 16.5 (42.3 – 110)	59.8 ± 11.0 (36.3 – 86.5)	66.3 ± 14.3 (43.9 – 96.8)	59.9 ± 10.8 (44.4 – 94.5)	63.1 ± 14.3 (36.3 – 110)	63.1 ± 12.9 (43.9 – 96.8)	0.981
<b>Talla (cm)</b>	153 ± 5.73 (141 – 165)	141 ± 6.33 (130 – 152)	166 ± 5.85 (153 – 178)	160 ± 5.36 (145 – 170)	147 ± 8.46 (130 – 165)	163 ± 6.40 (145 – 178)	0.000
<b>IMC (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	28.3 ± 6.60 (18.2 – 44.0)	30.0 ± 5.92 (19.0 – 40.7)	23.8 ± 4.54 (16.0 – 35.2)	23.3 ± 3.41 (18.6 – 35.3)	29.2 ± 6.28 (18.2 – 44.0)	23.5 ± 3.99 (16.0 – 35.3)	0.000
<b>MLG-4C (kg) *</b>	50.3 ± 6.04 (41.3 – 66.4)	38.1 ± 3.51 (32.3 – 46.5)	54.0 ± 7.6 (42.8 – 73.4)	40.7 ± 4.70 (32.7 – 49.8)	44.2 ± 7.9 (32.3 – 66.4)	47.3 ± 9.12 (32.6 – 73.3)	0.048
<b>MG (kg)</b>	16.2 ± 11.0 (4.03 – 49.5)	21.6 ± 8.94 (4.70 – 46.0)	12.2 ± 8.2 (4.10 – 30.0)	19.2 ± 7.3 (8.5 – 44.5)	18.8 ± 10.3 (4.03 - 49.5)	15.7 ± 8.46 (3.5 – 44.5)	0.069
<b>MG (%)</b>	22.2 ± 10.2 (3.10 – 44.7)	34.6 ± 9.77 (5.40 – 53.1)	17.3 ± 8.34 (3.56 – 36.9)	31.0 ± 6.51 (21.0 – 45.5)	28.3 ± 11.8 (3.1 – 53.2)	24.2 ± 10.1 (3.56 – 45.5)	0.038
<b>CMO (kg)</b>	1.788 ± 0.246 (1.403 – 2.256)	1.491 ± 0.207 (1.162 – 1.868)	2.155 ± 0.358 (1.477 – 3.139)	1.997 ± 0.254 (1.540 – 2.673)	1.640 ± 0.270 (1.162 -2.256)	2.076 ± 0.318 (1.477 – 3.139)	0.000
<b>Superficie corporal (SC)</b>	1.63 ± 0.18 (1.35 – 2.09)	1.47 ± 0.12 (1.18 – 1.77)	1.73 ± 0.18 (1.43 – 2.08)	1.61 ± 0.14 (1.35 – 2.00)	1.55 ± 0.17 (1.18 – 2.09)	1.67 ± 0.17 (1.35 – 2.08)	0.000
<b>GER medido (kcal/día)</b>	1362 ± 246.0 (956 - 1800)	1092 ± 138.2 (795 - 1320)	1450 ± 238.3 (912 - 1938)	1185 ± 120.7 (977 - 1440)	1227 ± 240 (795 – 1800)	1317 ± 230 (912 - 1938)	0.037

*Abreviaturas: \*MLG- 4C masa libre de grasa estimada por ecuación de Bioimpedancia Eléctrica, MG: masa grasa, CMO: contenido mineral óseo, GER: gasto energético en reposo, Media ± Desviación estándar (Intervalo: mínimo, máximo)*

**Tabla VIII.** Características antropométricas y gasto energético en adultos por sexo.

	Femenino			Masculino		
	Síndrome de Down n=30	Sin síndrome n=30	<i>p</i>	Síndrome de Down n=30	Sin síndrome n=30	<i>p</i>
<b>Edad (años)</b>	26.9 ± 6.72 (18.0 – 41.0)	25.4 ± 5.38 (19.0 -37.0)	0.354	25.2 ± 4.66 (19.0 – 35.0)	22.9 ± 2.5 (18.0 – 28.0)	0.019
<b>Peso (kg)</b>	59.8 ± 11.0 (36.3 – 86.5)	59.9 ± 10.8 (44.4 – 94.5)	0.958	66.5 ± 16.5 (42.3 – 110)	66.3 ± 14.3 (43.9 – 96.8)	0.948
<b>Talla (cm)</b>	141 ± 6.33 (130 – 152)	160 ± 5.36 (145 – 170)	0.000	153 ± 5.73 (141 – 165)	166 ± 5.85 (153 – 178)	0.000
<b>IMC (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	30.0 ± 5.92 (19.0 – 40.7)	23.3 ± 3.41 (18.6 – 35.3)	0.000	28.3 ± 6.60 (18.2 – 44.0)	23.8 ± 4.54 (16.0 – 35.2)	0.003
<b>MLG-4C (kg)</b>	38.1 ± 3.51* (32.3 – 46.5)	40.7 ± 4.70 (32.7 – 49.8)	0.020	50.3 ± 6.04* (41.3 – 66.4)	54.0 ± 7.6 (42.8 – 73.4)	0.045
<b>MG (kg)</b>	21.6 ± 8.94 (4.70 – 46.0)	19.2 ± 7.3 (8.5 – 44.5)	0.255	16.2 ± 11.0 (4.03 – 49.5)	12.2 ± 8.2 (4.10 – 30.0)	0.126
<b>MG (%)</b>	34.6 ± 9.77 (5.40 – 53.1)	31.0 ± 6.51 (21.0 – 45.5)	0.103	22.2 ± 10.2 (3.10 – 44.7)	17.3 ± 8.34 (3.56 – 36.9)	0.047
<b>CMO (kg)</b>	1.491 ± 0.207 (1.162 – 1.868)	1.997 ± 0.254 (1.540 – 2.673)	0.000	1.788 ± 0.246 (1.403 – 2.256)	2.155 ± 0.358 (1.477 – 3.139)	0.000
<b>Superficie corporal (SC)</b>	1.47 ± 0.12 (1.18 – 1.77)	1.61 ± 0.14 (1.35 – 2.00)	0.000	1.63 ± 0.18 (1.35 – 2.09)	1.73 ± 0.18 (1.43 – 2.08)	0.034
<b>GER medido (kcal/día)</b>	1092 ± 138.2 (795 - 1320)	1185 ± 120.7 (977 - 1440)	0.007	1362 ± 246.0 (956 - 1800)	1450 ± 238.3 (912 - 1938)	0.164

*Abreviaturas:* \*MLG- 4C masa libre de grasa estimada por ecuación de Bioimpedancia Eléctrica , MG: masa grasa, CMO: contenido mineral óseo, GER: gasto energético en reposo, Media ± Desviación estándar (Intervalo: mínimo, máximo)

## **Determinantes del Gasto Energético en Reposo Medido (mGER)**

El análisis de regresión múltiple por pasos que se llevó a cabo utilizando todas las variables anteriores arrojó que las determinantes del gasto energético fueron la MLG-4C (kg) ( $\beta = 23.08$ ,  $p < 0.0001$ ) y el contenido mineral óseo (CMO) ( $\beta = 122.8$  con valor de  $p < 0.009$ ). Se hizo un análisis de colinealidad, dado que el CMO guarda una fuerte asociación con la MLG. El análisis indicó que no existía colinealidad (factor de inflación de la varianza VIF de 1.58). Sin embargo, fisiológicamente no es posible explicar el gasto energético en reposo en función del contenido mineral óseo, ya que desde una perspectiva metabólica es prácticamente inerte; especialmente si lo comparamos con componentes de la MLG como es el caso de la masa muscular y otros órganos. Por lo tanto, se decidió correr de nuevo el análisis de regresión múltiple sin considerar como probable determinante al CMO.

Las determinantes del gasto energético en reposo que resultaron del segundo análisis de regresión múltiple por pasos fueron la MLG-4C (kg) y la condición (tener o no tener síndrome Down). La Tabla IX, presenta los coeficientes  $\beta$  con sus intervalos de confianza al 95 % y los valores de  $p$ . Los resultados muestran que por cada kilogramo de masa libre de grasa adicional, el gasto energético en reposo se incrementa en 23 kCal/día; y el tener síndrome de Down se asocia con una disminución de 70 kcal/día en el gasto energético en reposo.

### **Ecuación de GER para Adultos con SD de 18 a 40 años**

Las ecuaciones clásicas para la predicción de gasto energético, generalmente incluyen el peso corporal como la mejor variable predictora del GER, mientras que otras han incluido variables como sexo, talla y edad. Con base en lo anterior se exploraron varios modelos de predicción del GER para el grupo de

**Tabla IX:** Asociación entre el gasto energético en reposo medido (m GER) y sus determinantes.

Modelo	Gasto energético	
	$\beta$ (IC 95%)	<i>P</i>
Masa libre de grasa (MLG- 4C), (kg)	23.08 (19.65, 26.5)	0.0000
Condición		
Con síndrome vs Sin síndrome	-70.10 (-1.24, -16.3)	0.01
Peso corporal (kg)	-	NS
Talla (cm)	-	NS
Masa grasa (kg)	-	NS
Sexo	-	NS
Hombres vs Mujeres	.	NS
Superficie Corporal (m <sup>2</sup> )	-	NS
<i>Abreviaturas:</i> 4C: cuatro compartimientos, kg: kilogramos, m <sup>2</sup> : metros cuadrados, NS: no significativo		



SD, basado en las variables más utilizadas que fueron el peso corporal (por ser la variable predictora más utilizada en la literatura), y alternativamente la MLG calculada por bioimpedancia eléctrica. En una serie de análisis exploratorios, se observó que al separar los algoritmos por sexo (n=30) presentaban un valor de  $R^2$  se encontraron entre 0.13 y 0.38 aproximadamente. Por el contrario, al desarrollar los algoritmos con ambos sexos (n=60) los coeficientes de determinación se asemejaban a las de otras ecuaciones publicadas previamente, ( $R^2$  de 0.54 a 0.58). Por lo anterior, se incluyó el sexo como variable independiente en la generación del modelo predictivo final; sin embargo, no alcanzó el criterio de entrada en ninguno de los modelos predictivos.

Las ecuaciones clásicas para la predicción de gasto energético generalmente incluyen el peso corporal como la mejor variable predictora del GER. Otras han incluido variables como sexo, talla y edad.

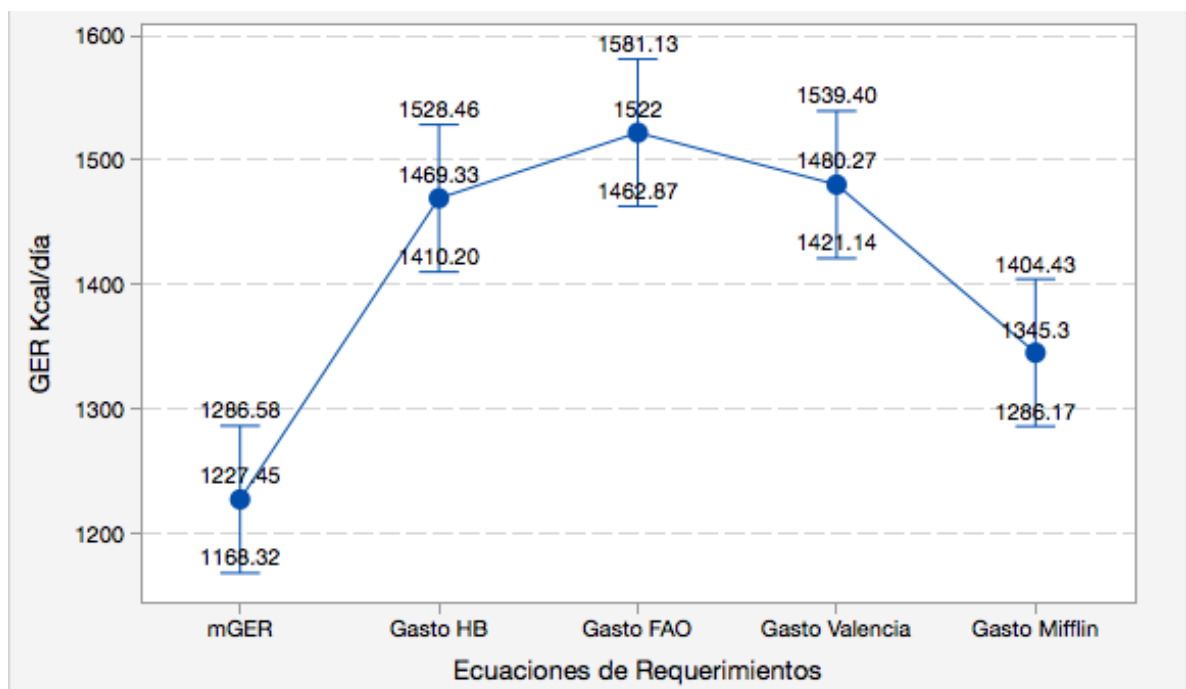
La Tabla X, presenta las ecuaciones predictivas generadas correspondientes al requerimiento energía para los sujetos con SD (n=60), una con peso corporal (kg) como predictor y la otra con la MLG (kg). La ecuación que considera a la MLG, en lugar del peso mejora la explicación de la variabilidad del GER en un 20% y supone la disminución del error estándar del estimador. Al comparar las características de esta ecuación ( $R^2=0.74$  y EE= 166 kCal /día) con las ecuaciones de FAO/OMS/UNU (2006) para el mismo intervalo de edad, los coeficientes de determinación fluctuaron entre 0.64 y 0.70; y el EE, entre 120 y 111 kCal/día.

Así mismo se comparó la predicción del GER con la ecuación generada en el grupo de SD con algunas ecuaciones sobre requerimientos energéticos previamente publicadas FAO/OMS/UNU (2006), Harris-Benedict, (1907), Valencia et al (2005), y la ecuación de Mifflin St Jeor (1990), las cuatro ecuaciones sobrestimaron considerablemente los valores de mGER medidos para los SD (Figura 7).

**Tabla X.** Ecuaciones generadas para la estimación del GER a partir del peso corporal y masa libre de grasa en personas con síndrome Down.

Edad Años	Número	GER kCal/día	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustada	DE	EE
18-40	60	9.37*Peso+603.6	0.58	0.35	0.33	240	196
18-40	60	22.4*MLG+235	0.74	0.54	0.53	240	166

El peso y la masa libre de grasa están expresados en kilogramos. *Abreviaturas:* DE=desviación estándar, EE= error estándar del estimador. MLG: masa libre de grasa.



**Figura 7.** Gasto energético en adultos con síndrome de Down, medido y estimado por distintas ecuaciones.

## DISCUSIÓN

Uno de los rasgos físicos característicos en el síndrome de Down, es la baja estatura; alrededor de 2 desviaciones estándar por debajo de la media (Pueschel, 1996), lo cual explica las diferencias encontradas del orden de 16 cm más bajos en el grupo de sujetos con síndrome de Down. También se pudo ver que existe una diferencia de 12 cm (entre mujeres y hombres con SD) similar al promedio que se encuentra en diferentes poblaciones a nivel mundial (Tanner, 1994)

Los modelos sencillos de dos compartimentos, resultaron no ser adecuados para la población adulta con síndrome de Down, al demostrarse que la densidad de la masa libre de grasa en este grupo, es menor ( $1.0820 \text{ g/cm}^3$  en SD vs  $1.100 \text{ g/cm}^3$  análisis de cadáveres) a la planteada por Brozek y col., 1968 como supuesto de referencia dado, para la  $D_b\text{MLG}$  en el adulto promedio. Esta disminución en la densidad de la MLG puede verse afectada, debido al CMO más bajo en la población con síndrome de Down. A su vez esta disminución podría explicar la similitud de  $D_b\text{MLG}$  entre mujeres con SD y mujeres caucásicas  $\geq 60$  años, ya que a partir de los 60 años de edad comienza a observarse un bajo contenido mineral óseo, característica particular que se presentan en la población con síndrome de Down independientemente de la edad.

Se obtuvieron resultados similares de porcentaje de grasa, comparados por la medición realizada por Pletismografía por desplazamiento de aire y a la ecuación de 4C de Selinger (1977). Por lo cual, la medición del pliegue cutáneo tricipital al ser un método de campo estimativo, fácil de aplicar y no invasivo puede ser una importante alternativa para la estimación de grasa corporal en la población adulta con síndrome Down.

Los resultados obtenidos en composición corporal son similares a los planteados en la bibliografía Grammatikopoulou y col., 2008; González Agüero y col., 2011; J Loveday y col., 2012, los cuales mencionan que la población con síndrome de Down, presenta porcentajes de grasa mayores a los esperados en personas que no están diagnosticados con este síndrome, lo cual eleva el riesgo de enfermedades asociadas al sobrepeso y la obesidad. Cabe recalcar que los estudios antes mencionados trabajaron con poblaciones de niños y adolescentes con síndrome de Down y el presente estudio fue en adultos.

El porcentaje de grasa se midió (BODPOD, DXA, 4C, Selinger, 1977) y se estimó (Pliegues, 2C, Macías; 2C, Caraveo; 4C, Caraveo) por distintas metodologías y tal como lo marcan diversos estudios, el DXA fue el método que mostró los porcentajes de grasa más altos en comparación a todos los demás (Lohman, Harris, Teixeira, & Weiss, 2000).

La composición natural de la mujer tiende a presentar porcentajes de grasa más altos en comparación a los hombres, en este estudio se pudo constatar que aun con la presencia del síndrome de Down se siguen estos patrones en comparación a la población general.

En contenido mineral óseo, se encontraron diferencias significativas entre los grupos, similar a lo que han visto otros investigadores (Baptista y col., 2005; González Agüero y col., 2011), lo cual menciona que la población con síndrome de Down, presenta una disminución en el contenido mineral óseo (- 436 gramos o 21%) en comparación a adultos sin el síndrome, elevando así incidencia de padecer problemas como osteopenia u osteoporosis.

En la actualidad existen ecuaciones de composición corporal para estimar porcentajes de grasa o MLG (kg), sin embargo ninguna ha sido desarrollada para las características específicas del síndrome de Down. Por este motivo se crearon ecuaciones de composición corporal para BIE para población adulta con SD.

Este estudio demuestra que la estimación en los modelos de 2C pueden mejorarse al usar un modelo de 4C y que el resultado final es tener una mejor estimación y un menor error estándar del estimador para la MLG y grasa al tomar en cuenta el contenido mineral óseo y el agua corporal. En el caso de los SD, principalmente, la diferencia es muy notable, ya que el modelo de 4C mostró diferencias de grasa corporal considerablemente menores que los obtenidos por pletismografía.

El estudio realizado ha mostrado que el gasto energético en reposo de adultos con SD, es más bajo comparado con el grupo control. Lo cual concuerda con los pocos resultados reportado en la literatura, donde se menciona que los adultos con SD (DB Allison, 1995), así como recién nacidos y niños (Bauer y cols., 2003, DL Hill, 2013, Luke, 1994,), tienden a presentar un GER más bajo, en comparación con las personas sin síndrome. Aunque hay otros estudios que no han encontrado diferencias (Fernhall Bo. y col., 2005 Schapiro, 1989)

Uno de los resultados más importantes del estudio de composición corporal en los SD fue la determinación de la MLG por el modelo de cuatro compartimentos (4C) dada la combinación de la densidad corporal, el contenido mineral óseo y el agua corporal total, MLG-4C (kg), fue parte de la hipótesis central de este estudio, para realizar ajuste con el GER.

El GER en los SD fue 90 Kcal/día más bajo que en los controles, y al ajustar por la MLG-4C (kg), la diferencia disminuyó a 70 kCal/día pero permaneció significativa. Diversos estudios reportan una asociación entre gasto energético, peso corporal y MLG (Buchholz, 2003, Jorgensen, 1998, Sparti, 1997, van der Ploeg, 2002), sin embargo, esta última, muestra una mejor asociación y un comportamiento lineal, proporcional con el gasto energético, por lo cual a menor proporción de MLG, menor será el GER (Fernhall, Bo y col., 2005).

Aunado a lo anterior la MLG-4C (kg), resultó una de las variables determinantes en la explicación del mGER, al igual que la presencia o ausencia del síndrome de Down.

En la exploración de los determinantes de mGER, un análisis de regresión lineal múltiple, mostró dos modelos, donde la MLG-4C (kg) fue la variable de mayor importancia; uno de ellos incluía el CMO como la segunda variable, y el otro modelo, incluía la condición (tener o no tener SD). Los modelos fueron muy similares, sin embargo, hay que denotar que el bajo CMO fue una característica distintiva de los SD en este estudio, como ha sido en otros casos (Baptista y col., 2005 y Baptista y Guijarro y col., 2008). A pesar de la asociación del CMO con la MLG-4C (kg), no se encontró colinealidad. Sin embargo, fisiológicamente no es posible explicar el GER en función del CMO, ya que el CMO podría considerarse energéticamente, inerte, comparado con la masa muscular y otros órganos como hígado, riñón, entre otros.

Finalmente, las determinantes del GER, resultantes del segundo modelo fueron la MLG-4C (kg) y la condición (tener o no tener SD). Los resultados muestran que por cada kilogramo de masa libre de grasa adicional, el gasto energético en reposo se incrementa en 23 kCal/día; y el tener síndrome de Down se asocia con una disminución de 70 kcal/día en el GER.

De acuerdo a Fernhall, Bo y Col., 2005, se ha mostrado que el gasto energético es menor en SD, puede estar influenciado por las características propias del síndrome, entre ellas la hipoactividad de la glándula tiroides. A su vez se sabe que el hipotiroidismo es un factor para que el GER sea más bajo, independientemente de la presencia o ausencia del síndrome.

A pesar de que la literatura sugiere que el gasto energético en reposo no se reduce en adultos con SD que presenten una función tiroidea normal, se ha encontrado que en niños con SD, si existe una reducción en el GER (Fernhall, Bo y col., 2005). De acuerdo con esto último, en el presente estudio no se

encontró una diferencia entre los adultos con SD que presenten o no la condición de hipotiroidismo.

Al contrastar las ecuaciones existentes para estimar el gasto energético, la mayor parte de ellas sobre-estimaron el GER. La que más se acercó al valor real medido con calorimetría indirecta en los sujetos con SD, fue la de Mifflin St Jeor (1990). Esta ecuación desarrollada en población con sobrepeso y obesidad, presenta similitudes en los SD, ya que estas características (sobrepeso y obesidad) se presentaron en el 73 % de los sujetos estudiados.

En este estudio se desarrollaron dos ecuaciones para la estimación de necesidades energéticas en población adulta con SD. Una de ellas toma en cuenta el peso corporal (kg) dentro de sus variables y la otra incluye a la MLG-4C (kg). De los dos algoritmos desarrollados, el que mejor explicó la variabilidad del GER y presentó una disminución en el error estándar de estimador, fue la ecuación que incluye dentro de sus variables a la MLG-4C (kg). Aunque este último componente proviene de un modelo de 4C, resulta de una aplicación de la ecuación de BIE desarrollada en los mismos sujetos con SD donde se llevó a cabo el estudio de gasto energético.

De tal forma, que la recomendación sería que para otras personas adultas con SD de características similares, se podría hacer uso de esta nueva ecuación de requerimiento energético basado en la MLG-4C (kg) estimada por BIE.

## CONCLUSIÓN

Los modelos de 2 compartimientos no son aplicables en adultos con síndrome de Down, por lo que se recomienda realizar estudios de la composición corporal, que desagreguen de manera independiente los componentes de la masa libre de grasa (agua corporal, masa muscular y masa ósea). Así mismo este estudio se considera como un nuevo capítulo en el conocimiento de la Composición corporal en adultos con síndrome de Down, con la muestra más grande de participantes conocida en la literatura antes publicada.

Las ecuaciones desarrolladas en este trabajo, son los primeros algoritmos diseñados para población adulta con SD que permiten estimar la masa libre de grasa de manera semejante a los resultados dados por los métodos de referencia.

Hasta donde hemos podido constatar en la literatura, es el estudio más grande realizado en la población de adultos con síndrome de Down. El estudio aporta una gran cantidad de nueva información que contribuirá al conocimiento de la población de adultos con síndrome de Down.

Las ecuaciones de predicción del gasto energético desarrolladas en este estudio podrían considerarse como los primeros algoritmos diseñados para población adulta con síndrome de Down que permiten estimar el GER de manera semejante al valor medido por calorimetría indirecta.

En los estudios realizados sobre las necesidades energéticas en la población adulta con síndrome de Down, este trabajo podría considerarse el que obtuvo una muestra mayor a la registrada en la literatura científica de los últimos 10 años.

Además brinda nueva información acerca de los requerimientos energéticos específicos para este grupo de poblacional, lo que enriquecerá el



conocimiento con el que se cuenta actualmente, posibilitando un tratamiento nutricional más definido para este grupo de especial atención.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alemán Mateo, H., Salazar, G., Hernández-Triana, M., & Valencia, M. (2006). Total energy expenditure, resting metabolic rate and physical activity level in free-living rural elderly men and women from Cuba, Chile and México. *Eu J Clin Nutr*, 1 - 8.
- Annon, B., DiPietro, L., & Poehlman, E. (2000). Do African Americans have lower energy expenditure than Caucasians? *J Obes*, 4 - 13.
- Ara, I. (2007). Adiposity, physical activity and physical fitness among children from Aragon, Spain. *Obesity (Silver Springs)*, 1918–1924.
- Baptista, F., Varela, A., & Sandinha, L. (2005). Bone mineral in males and females with without Down syndrome. *Osteoporos Int*, 380–388.
- Bauer, J., Teufel, U., Doege, C., Hans-Juergen, G., Deedgen, B., & Linderkamp, O. (2003). Energy expenditure in neonates with Down syndrome. *J Pediatr*, 264 - 266.
- Brook, C. G. D. (1971). Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Archives of Disease in Childhood*, 46, 182–184.
- Buchholz, A. C., McGillivray, C. F., & Pencharz, P.B. (2003). Differences in RMR between paraplegic and able-bodied subjects are explained by differences in body composition. *Am J Clin Nutr*, 77, 371–378.
- Cronk, C. (1988). Growth charts for children with Down syndrome: 1 month to 18 years of age. *Pediatrics*, 102 - 110.
- Cummings, M., & Klug, W. (2006). *Conceptos de genética*. Pearson.

- DB. Allison, Gómez, J., Heshka, S., Babbitt, R., Gelieb, A., Kriebich, K., y otros. (1995). Decreased resting metabolic rate among persons with Down Syndrome. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 858 - 861.
- DL. Hill, E. P. (2013). Resting energy expenditure and adiposity accretion among children with Down syndrome: a 3-year prospective study. *Eu J Clin Nutr*, 1087 - 1091.
- Durán, X. P. (2004). Tablas de crecimiento actualizadas de los niños españoles con síndrome de Down. *Revista médica internacional sobre el síndrome de Down*, 34 - 46.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*, 32, 77–97.
- E.-Sylvia. (2010). *Nutrición, diagnóstico y tratamiento*. México: Wolters Kluwer Health México.
- FAO (1985). Human Energy Requirements. [Fecha consultada: 02 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5686e/y5686e07.htm>
- Fernhall. BO., A. F. (2005). Resting metabolic rate is not reduced in obese adults with Down syndrome. *Mental Retardation*, 391–400.
- Gibson R.S. Principles of Nutritional Assessment. Oxford University Press, 1990.
- González Agüero, A., Ara, I., Moreno, L., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. (2011). Fat and lean masses in youths with Down syndrome: Gender differences. *Res Dev Disabil*, 1 - 9.
- González-Agüero, A., Rodríguez, V., Ara, I., Moreno, L., & Casajús, J. (2011). Accuracy of prediction equations to assess percentage of body fat in children

- and adolescents with Down syndrome compared to air displacement plethysmography. *Res Dev Disabil*, 1764 - 1769.
- González-Agüero, A., Vicente-Rodríguez, G., Moreno, L., & Casajús, J. (2011). Bone mass in male and female children and adolescents with Down syndrome. *Osteoporos Int*, 2151 - 2157.
- Grammatikopoulou, M., Albana, M., & Tsigga, M. (2008). Nutrient intake and anthropometry in children and adolescents with Down syndrome a preliminary study. *Dev Neurorehabil*, 260 - 267.
- Guijarro, M., Valero, C., Paule, B., Gonzalez-Macias, J., & Riancho, J. (2008). Bone mass in young adults with Down syndrome. *J Intellect Disabil Res*, 182–189.
- Harris, J., & Benedict, F. (1907). A biometric study of basal metabolism in man. *Carnegie Institute of Washington*.
- Heymsfield, S., Lohman, T., Wang, Z., & Going, S. (2005). *Human Body Composition*. Human Kinetics.
- INEGI. Las personas con discapacidad en México: una visión censal [fecha consultada: 08 de noviembre 2013]. Disponible en [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2000/discapacidad/discapacidad2004.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2000/discapacidad/discapacidad2004.pdf)
- ISAK (2001). International standards for anthropometric assessment. underdale: ISAK.
- Jorgensen, J. O. (1998). Resting metabolic rate in healthy adults: Relation to growth hormone status and leptin levels. *Metabolism*, 1134–1139.
- Klug, w. S. (2006). *Conceptos de genética*. España: Pearson.

- Kutner, M., Nachtsheim, C., & Neter, J. (2004). *Applied Linear Regression Models*. USA: McGraw Hill.
- Lohman, T., Harris, M., Teixeira, P., & Weiss, L. (2000). DXA: Assessing body composition and body composition changes- another look. *Annals of the New York Academy of Science*, 45 - 54.
- Loveday, J. S., Thompson, MD. J., & Mitchell, A.E. (2012). Bioelectrical impedance for measuring percentage body fat in young persons with Down syndrome: validation with dual-energy absorptiometry. *Acta pediátrica*, 491 - 495.
- Luke A, R. N. (1994). Energy expenditure in children with Down syndrome: correcting metabolic rate for movement. *J Pediatr*, 829 - 938.
- Luke, A., & Sutton, M. (1996). Nutrient intake and obesity prepubescent children with Down syndrome. *J Am Diet Assoc*, 1262 - 1267.
- Luthardt, F. W., & Keitges, E. (2001). Chromosomal Syndromes and Genetic Disease. *Enciclopedia of Life Sciences*, 1 - 11.
- Macias, N., Alemán Mateo, H., Esparza Romero, J., & Valencia, ME. (2007). Body fat measurement by bioelectrical impedance and air displacement plethysmography: a cross-validation study to design bioelectrical impedance equations in Mexican adults. *Nutr J*, 6 - 18.
- Mahan, K., & Escott-Stump, S. (2009). *krause dietoterapia*. Barcelona España: Elsevier España.
- Mifflin, M., St Jeor, S., Hill, L., & Scott J., B. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals<sup>3</sup>. *Am J Clin Nutr*, 241 - 247.

- Nieman, D., Austin, M., Benezra, L., Pearce, S., McInnis, T., Unick, J., & Gross, S. (2006). Validation of Cosmed's Fitmate™ in measuring oxygen consumption and estimating resting metabolic rate. *Res Sports Med*, 1 - 8.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2010, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad (2010). [Fecha de consulta: 02 de diciembre 2015]. Disponible en [http://www.ucol.mx/content/cms/13/file/NOM/Nom\\_008-ssa3-2010.pdf](http://www.ucol.mx/content/cms/13/file/NOM/Nom_008-ssa3-2010.pdf)
- NSDD, National Down Syndrome Society, (2013) [fecha de consulta: 08 de noviembre 2013]. Disponible en <https://www.ndss.org/Resources/NDSS-en-Espanol/Sobre-de-Sindrome-de-Down/Que-es-el-Sindrome-de-Down/>
- Pueschel, S. (1996). Young people with Down Syndrome. transition from childhood to adulthood. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 90 - 95.
- Rimmer, J. (1987). Accuracy of anthropometric equations for estimating body composition of mentally retarded adults. *Am J Ment Defic*, 626 - 632.
- Schaefer F, Georgi M, Zieger A, Scharer K. Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res* 1994; 35: 617–24.
- Schapiro, M. B. (1989). Basal metabolic rate in Down's syndrome adults. *J Ment Defic Res*, 211–219.
- Schoeller, D., & Kushner, R. (1986). Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 417 - 424.
- Sharp, T., Bell, M., & Grunwa, G. (2002). Differences in resting metabolic rate between white and African-American young adults. *Obes Res*, 726 - 732.
- Siri We. The gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys*. (1956) 4: 239-80.

- Siri, We. (1961). Body composition from fluid spaces and density. In J Brozek and A Henschel (eds), *Techniques for Measuring Body Composition*. National Academy of Sciences, 223 - 244.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., et al. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60, 709–723.
- Soler Marín, A. (2004). *Metodología de intervención nutricional en un colectivo especial. Personas con síndrome de Down*. Murcia.
- Soler, A., & J. M., X. (2011). Nutritional status of intellectual disabled persons with Down syndrome. *Nutrición Hospitalaria*, 1059 - 1066.
- Sparti, A. D. (1997). Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass. *Metabolism*, 1225 - 1230.
- Suverza, A., & Haua, K. (2010). *El ABCD de la evaluación del estado del estado de nutrición*. Mc Graw Hill.
- Tanner, J. (1994). Growth in eight as a Mirror of the Standard of Living. En J. Komlos, *Stature, Living Standars and Economic Development: Essays in Anthropometric History*. USA: West View.
- Valencia, ME., & Villegas, R. (2012). Body Fat Measurement by Air Displacement Plethysmography: Theory, Practice, Procedures, an applications. En *Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease*. (págs. 397 - 413). Springer Science + Business Media.
- Van der Ploeg, G. E. (2002). Predicting the resting metabolic rate of 30 - 60 years old Australian males. *Eu J Clin Nutr*, 701 – 708.

- Wang, Z., Heshka, S., Wang, J., Wielopolski, L., & Heymsfield, S. (2003). Magnitude and variation of fat-free mass density: a cellular-level body composition modeling study. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 267 - 273.
- Wilson, JP., Strauss, BJ., Fan, B., Duewer, FW., Shepherd JA. (2013). Improved 4-compartment body-composition model for a clinically accessible measure of total body protein. *Am J Clin Nutr*, 497 - 504.



# APÉNDICES

**Apéndice 1.** Ecuaciones de composición corporal basadas en modelos de dos, tres y cuatro compartimentos

Referencia	Modelo	Ecuación	R2	EE
Scholler, 1986 ACT- BIA	2C	M=8.399 + 0.396 T <sup>2</sup> /R <sub>50</sub> + 0.143*Peso (Kg) H= 8.315 + 0.382 T <sup>2</sup> /R <sub>50</sub> + 0.105*Peso (Kg)	M: 0.96 H:0.95	M:1.66 H:0.88
Macías, 2007 BODPOD	2C	MLG (Kg): 0.7374*T <sup>2</sup> /R+ 0.1763*Peso (Kg) – 0.1773*Edad + 0.1198*Xc – 2.4658	0.97	1.99
Caraveo, 2015 BODPOD	2C	MLG (Kg): 13.9588 – 0.2446*Edad + 0.5867*T <sup>2</sup> /R + 0.1247*Peso (kg)	0.91	2.26
Siri, 1961 Modelo original	3C	% Grasa: (2.118/D <sub>b</sub> – 0.78*W – 1.345) 100	-	-
Selinger, 1977 Modelo Original	4C	% Grasa: (2.747/D <sub>b</sub> – 0.714*W + 1.146*B – 2.0503)100	0.98	1.08
Caraveo, 2015 BODPOD + DXA + ACT	4C	MLG (Kg): 12.324 – 0.1278*Edad + 0.5487* T <sup>2</sup> /R + 0.1548*Peso (kg) + 3.019*Sexo	0.98	1.25
<p><i>Abreviaturas:</i> D<sub>b</sub>: Densidad, Ht<sup>2</sup>/R: Índice de resistencia, Xc: reactancia, Sexo (F=0, M=1), M:mineral (óseo + no óseo) como una fracción del peso corporal, B: mineral óseo como fracción del peso corporal, W: Agua corporal total como una fracción del peso corporal</p>				

## Apéndice 2: Aprobación del comité de Bioética en Investigación del departamento de Medicina y Ciencias de la Salud



Universidad de Sonora  
Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud  
Comité de Bioética en Investigación  
Reg. CONBIOETICA26CEI00420140214 Reg. COFEPRIS 113301538x0337



DMCS/CBIDMCS/D-50

Hermosillo, Sonora a 25 de Agosto de 2014

Dra. Maria del Carmen Candia Plata  
Jefa del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud  
Universidad de Sonora

En respuesta a la solicitud de evaluación bioética del proyecto de investigación "**Gasto energético en reposo y composición corporal en jóvenes adultos con "Síndrome de Down" de 18-30 años**", del Dr. Mauro E. Valencia Juillerat, Profesor adscrito al Departamento de Ciencias Químico Biológicas, de la Universidad de Sonora, el Comité de Bioética en Investigación del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud *emite el siguiente:*

### DICTAMEN FAVORABLE

El Comité considera que hay elementos suficientes para que el citado proyecto de investigación, sea considerado **DE RIESGO MÍNIMO** y por consiguiente puede llevarse a cabo en los tiempos señalados por el investigador y su equipo de colaboradores, aunque solicitamos muy atentamente que antes de su ejecución se atiendan las recomendaciones que encontrará en la hoja anexo al presente. Para propósitos de seguimiento, le requerimos al investigador responsable que envíe a este Comité un reporte semestral de los aspectos bioéticos observados durante el transcurso de la investigación. Le solicitamos que cualquier adición al proyecto que involucre aspectos bioéticos sea informado a este Comité antes de proceder a su eventual implementación.

Cordialmente

Por el Comité de Bioética en Investigación

Dr. Gerardo Álvarez Hernández  
Presidente

c.c.p. Expediente/Comisión Institucional de Bioética e Investigación. Universidad de Sonora  
c.c.p. Expediente/Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Sonora  
c.c.p. Expediente/Comité de Bioética en Investigación del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Sonora

**Apéndice 3:** Formato de consentimiento Informado para padres de familia de adultos con Síndrome de Down

## **FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

- 1. Título del proyecto:** *Gasto de energético en reposo y composición corporal en jóvenes adultos con Síndrome de Down de 18 – 40 años*
- 2. Equipo de investigadores:** Investigador responsable - Dr. Mauro E. Valencia, Médico responsable- Dr. Maria del Carmen Candia, LCN. Luz Anaiz Caraveo Gutiérrez, M.C. Rosa Consuelo Villegas y M.C. Lesley Evelyn Antúnez Román.
- 3. Introducción/propósitos:** Las personas con Síndrome de Down tienen características especiales en su composición corporal y en el desarrollo de su actividad que pueden influir en sus requerimientos de energía. La investigación tendrá una duración de 2 años y se realizara en una muestra de 30 jóvenes con Síndrome de Down y sus respectivos controles.

El objetivo de este proyecto es determinar los requerimientos de energía en jóvenes de 18 – 40 años con Síndrome de Down en relación a la composición corporal. Este proyecto tendrá como sede el laboratorio de Nutrición, ubicado en el departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora.

### **4. Procedimientos/intervenciones que se llevaran a cabo:**

Nota: En todo momento deberá estar presente el o los padres o tutores durante el proceso de mediciones

Este consentimiento permitirá medir la composición corporal y gasto de energía de su hijo (a), o tutorado (a).

---

**Declaración.**

Entiendo que el estudio requerirá de la participación activa de mi hijo(a), o tutorado (a), durante un periodo de 2 - 3 horas, dentro de las cuales se hará una prueba para medir su composición corporal con diferentes instrumentos.

*Mediciones que se realizarán:*

Adulto:

- Peso y estatura.
- Circunferencia de cintura. Para realizar esta medición debe descubrirse la cintura hasta donde se encuentra localizada la cicatriz umbilical.
- Medición del pliegue cutáneo en el brazo en la región tricípital para estimar la grasa corporal en la parte superior del cuerpo. Es una pinza diseñada para medir el espesor cutáneo que ejerce una leve presión constante durante unos tres segundos y que da la sensación de un pellizco.
- Medición de gasto de energía, por un respirómetro. Para lo cual deberá estar recostado en una cama, durante 30 minutos y se le colocará una campana de plástico sobre su cabeza, por donde circula aire constantemente. Con esto se podrá medir el oxígeno consumido y el dióxido de carbono producido para calcular las calorías gastadas en condiciones de reposo.
- Se medirá la resistividad del cuerpo a una pequeña corriente eléctrica imperceptible inducida por un equipo con baterías (Bioimpedancia Eléctrica; BIE) que sirve para estimar el agua corporal.
- Para la medición del volumen y la grasa corporal se entrará en una cámara ventilada con aire llamada BODPOD. Para la medición se requiere que el voluntario use un short de licra o traje de baño ajustado.
- Medición de masa ósea y distribución de la grasa y masa magra del cuerpo, por medio de DXA o absorciometría dual de rayos x (de baja intensidad). Esta medición es equivalente a medio día de exposición a la radiación solar al nivel del mar o equivalente a la décima parte de una radiografía de tórax.
- Aplicación de encuesta de datos sociodemográficos y de localización.

##### **5. Riesgos/incomodidades que puede experimentar el sujeto**

- *Para el BODPOD el uso de traje de baño o licra puede producir incomodidad en algunas personas.*

- *La medición del pliegue cutáneo tricipital puede producir una ligera incomodidad para cierta personas.*
- *Todas las pruebas utilizadas, incluyendo BIE, BODPOD y DXA, han sido utilizadas y aprobadas por comités de ética a nivel internacional en población pediátrica, adultos, adultos mayores y también en niños y adultos voluntarios con Síndrome de Down. La única excepción son mujeres embarazadas.*
- *Ninguna de las mediciones representa un riesgo de salud para los participantes más allá de lo previamente explicado.*

**Nota:** *Las mediciones descritas se llevaran a cabo en dos ocasiones durante el periodo de estudio.*

## **6. Beneficios previsible**

Individuales. A los participantes, sus padres y el centro educativo se les brindarán resultados de peso, talla, índice de masa corporal (IMC), gasto energético, composición corporal y su interpretación de manera sencilla.

Colectivos. Contribución al conocimiento biomédico en relación a requerimientos de energía composición del cuerpo de jóvenes con SD.

**7. Compensación:** Los resultados serán entregados a nivel individual y ***sin ningún costo*** para los participantes.

**8. Confidencialidad de la información:** Los datos proporcionados por usted, así como sus resultados serán guardados en la más estricta confidencialidad, y sólo con ***clave numérica*** y resguardados bajo llave en el laboratorio de nutrición. Con el mismo carácter de confidencialidad, los datos crudos, podrán utilizarse en análisis futuros en combinación con los de otros estudios. En ningún momento, se utilizarán ni serán proporcionados a terceras personas con fines diferentes a los especificados. Nunca perderán su carácter de confidencialidad.

## **9. Problemas o preguntas**

Usted tiene el derecho a preguntar sobre cualquier aspecto de la investigación, ***así como a retirarse de esta investigación en cualquier momento, si así lo desea.***

Para cualquier duda o pregunta que usted tenga, puede comunicarse a los siguientes teléfonos:

## 10. Consentimiento/participación voluntaria

### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio de esta **forma de consentimiento** declaro que se me han explicado claramente los objetivos y mediciones de esta investigación, así como los beneficios de la participación de mi hijo(a), o tutorado (a).

Entiendo que los procedimientos a utilizar, no representan incomodidades y riesgos para su salud, más allá de lo previamente explicado.

Así mismo, acepto voluntariamente y me doy por enterado (a) de los procedimientos y análisis que se realizarán en este estudio.

- Aplicación de encuesta de datos sociodemográficos y de localización.
- Medición de peso, talla y pliegue tricípital del brazo.
- Estimación de agua corporal total, por Bioimpedancia Eléctrica (BIE).
- Medición de la masa ósea y distribución de la grasa y masa magra por DXA.
- Medición de volumen y grasa corporal por BODPOD.
- Medición de gasto de energía por respirometría.

### **Reconozco que los procedimientos a utilizar no representan riesgo**

<b>Investigador</b>	<b>Teléfono oficina</b>	<b>Teléfono celular</b>
Investigador responsable: Dr. Mauro E. Valencia	2 59 21 21	66 21 11 07 86
Médico responsable: Dr. Maria del Carmen Candia	2 59 21 21	66 22 25 94 23
LCN. Luz Anaiz Caraveo Gutiérrez	2 18 77 32	66 23 58 34 21
M.C. Rosa Consuelo Villegas	2 89 37 81	66 21 37 01 77
M.C. Lesley Evelyn Antúnez Román	2 89 37 81	66 21 40 01 39
Médico y presidente de comité de bioética e investigación: Dr. Gerardo Álvarez	2 59 21 21	-

**alguno y que tengo el derecho a retirar a mi hijo(a) o hermano(a) del estudio en cualquier momento, si así lo deseo.**

Fecha de aceptación: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Día Mes Año Hora

Nombre del voluntario: \_\_\_\_\_

Nombre del padre o tutor: \_\_\_\_\_

Firma de autorización: \_\_\_\_\_

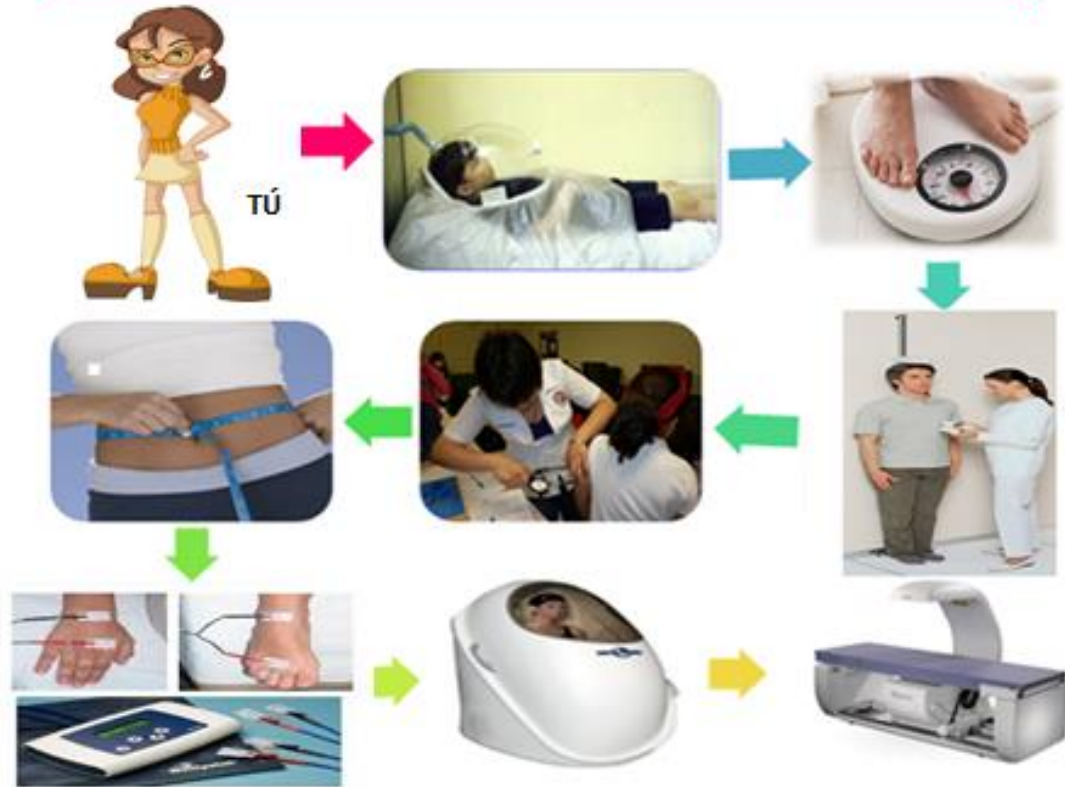


**Apéndice 4:** Formato de asentimiento Informado para mujeres con síndrome de Down

**ASENTIMIENTO INFORMADO PARA JÓVENES**



Escribe tu nombre:



[Empty box for signature]

Quiero participar en el Proyecto, Pon tu huella aquí

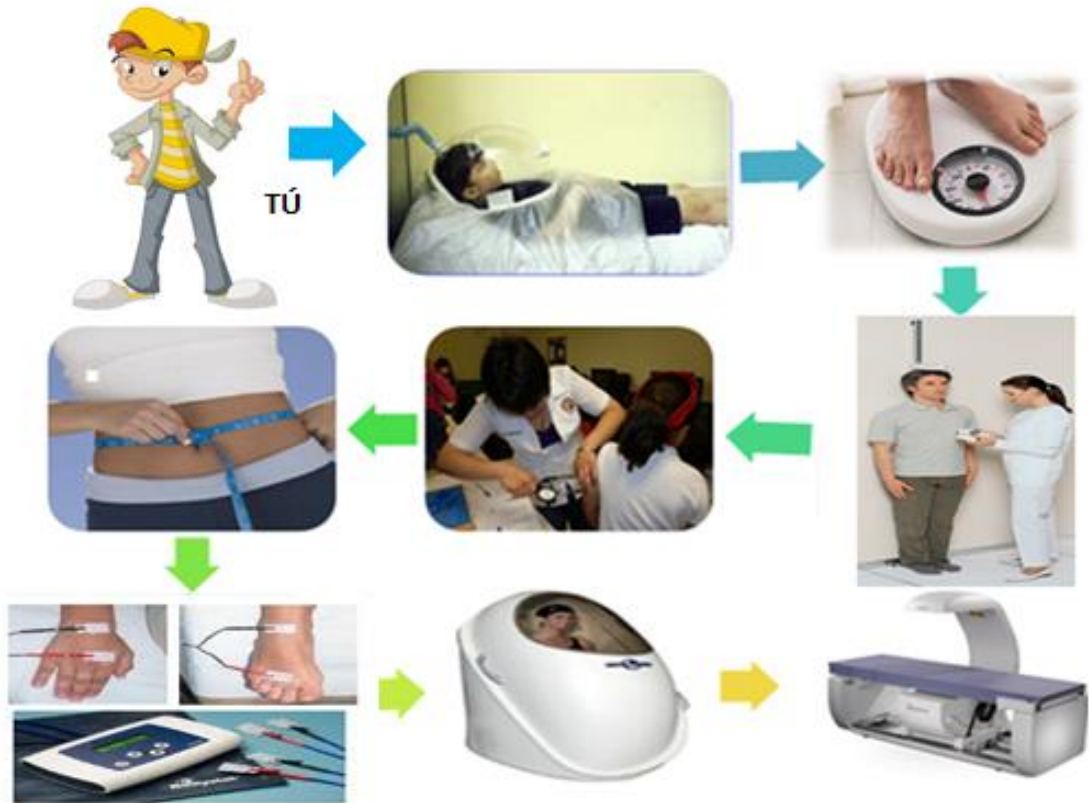


**Apéndice 5:** Formato de asentimiento informado para hombres con síndrome de Down

**ASENTIMIENTO INFORMADO PARA JÓVENES**



Escribe tu nombre:









[Empty box for signature]

Quiero participar en el Proyecto, Pon tu huella aquí



## Apéndice 6: Tríptico informativo para participantes con síndrome de Down

<p><b>¿ Le gustaría asistir a la plática informativa?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Si acepto <input type="checkbox"/> No acepto</p> <p>Si acepta podría brindarnos los siguientes datos: Nombre (padre o tutor) : _____</p> <p>Teléfono: _____</p> <p>La escuela "Comunidad Down siglo XXI" les notificará el día y hora de la junta de información, en la cual se les explicará de manera más específica cada uno de los métodos o dudas que tengan acerca del proyecto.</p> <p><b>¡MUCHAS GRACIAS!</b></p>	<p><b>Director del proyecto:</b> Dr. Mauro E. Valencia Juillerat (66 21 11 0786)</p> <p><b>Alumna de posgrado:</b> L.C.N Luz Anaiz Caraveo Gutiérrez (66 23 58 34 21)</p> <p><b>Médico Responsable:</b> Dra. María del Carmen Candia Plata (66 22 25 94 23 )</p> <p><b>Otros colaboradores:</b> Dr. Heliodoro Alemán Mateo M.C. Rosa Consuelo Villegas M.C. Lesley Evelyn Antúnez Román</p>	<p></p> <p><b>Universidad de Sonora</b> Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud</p> <p><b>Extiende la invitación:</b></p> <p><b>Plática informativa para participar en el proyecto de investigación titulado:</b></p> <p>Gasto energético en reposo y composición corporal en jóvenes adultos con Síndrome de Down de 18 - 30 años</p> <p></p>
<p><b>¿En que consiste el proyecto de investigación?</b></p> <p>El objetivo de este proyecto de investigación es medir el gasto energético y la composición del cuerpo en jóvenes con Síndrome de Down, que contribuirá al conocimiento de este importante grupo poblacional y en lo particular a una evaluación avanzada de su estado de nutrición.</p> <p><b>¿Por qué esta población?</b></p> <p>Recientes investigaciones han demostrado que la población de jóvenes con síndrome de Down, presentan múltiples problemas de salud y una elevada posibilidad de desarrollar sobrepeso y obesidad.</p> <p><b>El gasto energético y composición corporal</b></p> <p><b>Gasto Energético:</b> El saber cuanto energía gastamos es la mejor manera de saber cuanto energía necesitamos, para que nuestro organismo funcione de manera óptima.</p> <p></p>	<p><b>Composición Corporal:</b> Se refiere al estudio del cuerpo humano mediante medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad, composición; específicamente, la grasa, músculo, agua corporal y hueso.</p> <p></p> <p>En esta imagen se pueden observar algunas de las diferentes composiciones del cuerpo como: grasa, tejido blando y hueso.</p> <p><b>Los estudios que hacemos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La investigación se llevará a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad de Sonora, localizado en la escuela de Medicina (Reforma y Colosio).</li> <li>• Mediciones como: peso, talla, circunferencia de cintura, entre otras.</li> <li>• Composición corporal: por medio de equipos especializados, para determinar el volumen, la densidad y la grasa corporal (BodPod). El DXA, complementariamente nos permite medir el contenido mineral óseo, la distribución de la grasa y el tejido blando.</li> <li>• El gasto energético en reposo por calorimetría indirecta</li> </ul>	<p> <b>BODPOD</b></p> <p> <b>DXA</b></p> <p> <b>CALORIMETRIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración clínica por el responsable médico.</li> <li>• Los resultados serán entregados con su debida explicación a los padres o tutores de manera gratuita.</li> </ul> <p><b>Los procedimientos utilizados no son invasivos. Sin embargo en el caso de DXA, se trata de una técnica de rayos X de muy baja intensidad, que equivale a 1/2 de la exposición diaria a la radiación del sol a nivel del mar.</b></p> <p><b>Este protocolo ha sido analizado y aprobado por el Comité de Bioética e Investigación de la Universidad de Sonora.</b> Reg. COMBIOETICA30800420140214 Reg. COFFER 1133015380337</p>