



FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
DIRECCIÓN DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS Y RECREATIVAS  
DIRECCIÓN DE MEDICINA DEL DEPORTE

**CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DE DEPORTISTAS  
CON SÍNDROME DE DOWN**

**TESIS DE POSGRADO**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE  
LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA**

PRESENTA:

**DR. SAMUEL ALBERTO GARCÍA  
CASTREJÓN**

DIRECTOR: DR. JORGE RAUL MARTÍNEZ GALARZA



MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## DEDICATORIAS

A mi Padre, por darme la oportunidad de estudiar y no ponerme límites en todo lo que me he propuesto.

A mi madre, gracias eres el pilar y la fuerza de mi familia, de mi vida, un gran ejemplo de vida y amor.

A Sergio, hermano, si se desea y lucha por algo, siempre se logra.

A Lalo, este trabajo, mi esfuerzo y dedicación a la medicina son siempre pensando en ti.

A Dany, por la paciencia, comprensión y apoyo durante la última parte de mi especialidad y de todo lo que hago.

A mi abuelo Modesto (q.e.p.d.), sé que estarás muy orgulloso de mí, gracias por tu esfuerzo, por tu vida y por ser mi ejemplo.

A Mario Tello, quien me inspiró a desarrollar este proyecto, una persona fuerte, decidida, siempre alegre y un excelente bailarín, este trabajo fue pensado para ayudarte en tu actividad deportiva y desarrollo personal.

## AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente a los familiares y personas con síndrome de Down que me ayudaron a llevar a cabo este estudio, sin ustedes, no se hubiera realizado, gracias por su tiempo, atención y cooperación.

Dra. Ma. Cristina Rodríguez, gracias por su apoyo durante la especialidad y por la oportunidades que nos brindó a los residentes.

Dr. Antonio Maldonado, gracias por su pasión para enseñar, por su amistad y alegría, por estar siempre "Bien y de buenas" para todo mundo.

T.F. Jose Luis Cabrera, gracias por tus enseñanzas, por darme tu amistad, confianza y consejos en todo momento, gracias por creer en mí.

Dra. Ana Rosa Becerra, Lic. Alma Delia Almaguer, y QFB. Antonio Chi Lara gracias por todos los buenos momentos que he pasado con ustedes, tantas buenas charlas y consejos, por una amistad increíble.

Dra. Dulce García, gracias por tu amistad desinteresada, tu apoyo incondicional, tus momentos de alegría y de enojo, por compartir 3 años llenos de alegrías, secretos, tristezas y mucha risa.

Dr. Uriel Tamayo, gracias por tu amistad, por compartir los 3 años de la especialidad con nosotros, por tus buenos comentarios y mejores consejos.

Dr. Jorge Martínez, gracias por aventarse el paquete de ser mi tutor, por apoyarnos durante la especialidad y darnos su tiempo.

Dr. Rolando Flores, gracias por su apoyo, orientación y paciencia, por ofrecer parte de su tiempo a finalizar de una forma adecuada este proyecto.

Dra. Fabiola Núñez, gracias por tu amistad, tu tenacidad en lo que haces y la alegría que contagias incluso cuando estas cansada, por los cafecitos y las buenas pláticas siempre.

Dr. Siddhartha García y Dr. Pedro S. Ybarra, gracias por ser compañeros y amigos durante este tiempo.

Rosa María Ugalde, gracias por una amistad hermosa, por su apoyo y ayuda en todo momento, por ser una excelente secretaria.

Dra. Acuña, gracias por sus amenas charlas sobre libros y música.

Dra. Irma Pérez, gracias por recibirnos y apoyarnos durante la residencia.

L.E.O. Lourdes y Dr. Miguel Aguilar, gracias por sus enseñanzas, buena disposición para enseñarnos y transmitirnos todo lo que saben.

A todas las personas que contribuyeron al desarrollo de esta tesis y personal de la dirección de medicina del deporte, que a diario están listos para trabajar.

# Índice

<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>1.0. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
1.1. SÍNDROME DE DOWN .....	6
1.2. COMPOSICIÓN CORPORAL .....	11
1.2.1 Modelos de composición corporal.....	13
1.2.2 Métodos para determinar la composición corporal .....	14
1.2.2.1. Antropometría.....	15
1.2.2.1.1. Ecuaciones de regresión para determinar la composición corporal.....	18
1.3. MÉTODO PHANTOM .....	22
1.4 ANTECEDENTES DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN.....	24
<b>2.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>27</b>
<b>3.0 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>28</b>
<b>4.0 HIPÓTESIS</b> .....	<b>29</b>
<b>5.0 OBJETIVO GENERAL:</b> .....	<b>29</b>
5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	29
5.2 OBJETIVO SECUNDARIO .....	29
<b>6.0 MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
6.1 SUJETOS DE ESTUDIO .....	30
6.2 DISEÑO DE GRUPOS .....	31
6.3 INSTALACIONES PARA MEDICIÓN .....	31
6.4 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN .....	31
6.5.VARIABLES.....	32
6.6 DETERMINACIÓN DE COMPOSICIÓN CORPORAL .....	33
6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS .....	33
<b>7.0. RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
<b>8.0 DISCUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
<b>9.0 CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>10.0 ANEXOS</b> .....	<b>51</b>
ANEXO 10.1 TÉCNICA DE MEDICIÓN ANTROPOMÉTRICA .....	51
ANEXO 10.2 FORMATO DE REGISTRO DE MEDICIONES .....	59
ANEXO 10.3 ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y LOS VALORES DEL MÉTODO PHANTOM. ....	60
ANEXO 10.4 RESULTADOS CALCULADOS DEL ÍNDICE Z PARA GRAFICAR LOS VALORES DEL PHANTOM.....	64
<b>11.0 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>66</b>

## Resumen

**Objetivos:** Comparar las características antropométricas entre deportistas y sedentarios con síndrome de Down. **Material y Método:** Se evaluaron 41 personas que presentan síndrome de Down con un rango de edad de 17-37 años, con discapacidad intelectual leve y moderada, distribuidos en dos grupos uno de 21 personas que practican una actividad deportiva 3 días 3 horas por semana con una antigüedad de 6 meses como mínimo y el otro de personas que no realizan actividad deportiva de forma habitual. Se realizaron mediciones antropométricas en la Dirección de Medicina del Deporte de la UNAM, de acuerdo a la metodología propuesta por el ISAK. Se realizó un análisis comparativo de las características antropométricas de ambos grupos, así como por medio del método Phantom. **Resultados:** De la muestra estudiada, se encontró que el 48.78% presentó obesidad valorado en relación al porcentaje de masa grasa y en relación al índice de masa corporal. No se encontraron diferencias significativas en la composición corporal entre el grupo de deportistas comparado con los sedentarios. Sin embargo al dividir la muestra en terciles de acuerdo a los días de ejercicio que realizan, se encontró que hay diferencias en el índice de masa corporal y el porcentaje de masa grasa de los hombres que realizan ejercicio 3 días con los que lo realizan más de 3 días a la semana y, diferencias en el porcentaje de masa muscular entre los que realizan ejercicio 2 o menos días y más de 3 días, así como entre los que lo realizan 3 y más de 3 días a la semana. **Conclusiones:** Realizar ejercicio más de 3 días a la semana en las personas con síndrome de Down demostró tener mayor influencia para realizar cambios en las características morfológicas, que realizarlo menos de 3 días. Es necesario tener un entrenamiento sistematizado y adecuado para gastar mayor energía en esta población, además de que se debe tener un especial cuidado también en la alimentación para disminuir la incidencia de sobrepeso y obesidad.

## **2.0 Planteamiento del problema**

Las características físicas de las personas que realizan una actividad deportiva de forma recreativa o competitiva son diferentes a las que no realizan este tipo de actividades, esto está demostrado en la población en general. En relación a las personas con síndrome de Down, no ha sido ampliamente estudiado este tema, pero como se mencionó anteriormente, al someter a un programa de ejercicio a un grupo de personas con síndrome de Down durante 12 semanas, está demostrado que disminuye el porcentaje de grasa corporal en un 4-5%.

Las personas con síndrome de Down debido a sus características físicas y genéticas eran "sobreprotegidas" o relegadas de las actividades deportivas por ignorancia de sus capacidades físicas, incluso confinadas a cuidados en hospitales o en casa sin integrarlos a las actividades cotidianas, lo que conlleva a sedentarismo, obesidad y por tanto a un riesgo cardiovascular aumentado.

En la actualidad, existen políticas de inclusión e integración de estas personas a la sociedad, lo que condiciona que realicen una actividad físico-deportiva y laboral con mayores exigencias físicas. En relación a la actividad deportiva, también ha aumentado el número de personas que realizan ejercicio de tipo recreativo-terapéutico e incluso competitivo. Existen campeonatos nacionales e internacionales gracias a diferentes organizaciones que se dedican a esta población como lo es Olímpicos Especiales o las Federaciones de Paralímpicos, motivo por el cual la medicina del deporte debe involucrarse con estos deportistas.

Al estudiar las características físicas de las personas con síndrome de Down, se puede establecer si existen cambios influenciados por el ejercicio físico que permitan mejorar la calidad de vida, salud e integración en la sociedad.

## **Pregunta de Investigación**

¿Existen diferencias morfológicas entre las personas deportistas y no deportistas con síndrome de Down? En caso positivo, ¿Cuáles son susceptibles de ser modificadas al realizar una actividad deportiva?

## **1.0. Introducción**

Existe una necesidad importante, para los médicos de primer y segundo nivel de atención, de proveer atención específica a cada persona que se le presenta en consulta, en cuanto a cuidados de salud y atención de enfermedades; así como desarrollar estrategias para prevención de enfermedades y lesiones; educación, preparación vocacional, hábitos alimenticios adecuados y promoción de un estilo de vida activo y saludable.

La detección y tratamiento oportunos de las alteraciones cromosómicas y genéticas, permiten en la actualidad una mayor esperanza de vida para las personas con síndrome de Down (60 años), por lo que los médicos deben estar preparados para otorgar un primer nivel de atención de alta calidad. Existen perfiles antropométricos de los deportistas mexicanos sanos en estudios previos, pero no así información referente a las características antropométricas de personas con síndrome de Down en México que practiquen o no una actividad deportiva. Motivo por el cual este estudio busca ser una base para encontrar las características físicas y demostrar los beneficios del ejercicio en cuanto a composición corporal de las personas con esta alteración cromosómica.

### **1.1. Síndrome de Down**

El síndrome de Down es la principal causa cromosómica de retraso mental, con una ocurrencia de 1 en 800 a 1000 nacidos vivos según la población estudiada y grupo de edad<sup>1</sup>. Su descripción clínica fue realizada en 1866 por John Langdon Haydon Down llamándoles "*mongólicos*", ya que sus rasgos físicos eran parecidos a las personas de esta raza. En 1932, por primera vez se sugirió como etiología del síndrome de Down la presencia de una alteración cromosómica; en 1956 se determinó el número exacto de cromosomas del cariotipo humano y la confirmación citogenética de su base cromosómica fue realizada por Jacobs y Jerome Lejeune en 1959. No fue sino hasta 1975 que se dejó de utilizar el término de mongolismo, al ser considerado despectivo respecto a los mongoles auténticos.<sup>(1,2,3)</sup>

La causa del síndrome de Down es una trisomía del cromosoma 21 (presencia de tres copias o un segmento cromosómico que contiene la región crítica para que se presente el síndrome 21q21-22 ). En el 95% de los casos su causa es por una no disyunción del cromosoma 21, la cual es un error en la separación del material genético durante una parte crucial en la formación de los gametos, resultando en un cromosoma extra. <sup>(1,4)</sup>

Un 2-3 % de las causas se deben a una translocación del cromosoma 21 con los otros 22 cromosomas. Esta translocación confiere diferente riesgo de ocurrencia dependiendo del portador (madre aproximadamente un 15 % y en caso paterno un 5%). El resto de los individuos con síndrome de Down tienen un mosaicismo causado por la no disyunción durante las primeras divisiones celulares del cigoto después de la concepción. <sup>(1)</sup>

La incidencia mundial del síndrome de Down es de 1 en 1000 a 1 en 100; el riesgo de presentar un producto del embarazo con síndrome de Down se incrementa en relación a la edad materna; en México esta incidencia es de 1 en 1351 en promedio a la edad de 25 años, a 1 en 384 a la edad de 35 años, y 1 en 28 a los 45 años de edad. La prevalencia es de 13.08 por cada 10,000 nacidos vivos según reportes del RYVEMCE-OMS. <sup>(2,5)</sup> Ver cuadro 1.1

Las familias que han tenido un descendiente con trisomía 21 deben ser referidos para consejo genético con el fin de determinar los riesgos específicos y de recurrencia de este síndrome. Este riesgo se modifica por los resultados del cariotipo, la edad materna y la presencia de marcadores durante el primer y segundo trimestre del embarazo. En general, la recurrencia en el siguiente embarazo es del 1% si se trata de una trisomía libre y no existe edad materna avanzada. Cuando existe una translocación vía materna, se estima en 13 a 15% en las diferentes series de casos. Existe una translocación conocida como Robertsoniana en la cual la recurrencia es del 100% independientemente del origen paterno. <sup>(1)</sup>

<b>Cuadro 1.1 INCIDENCIA POR 1000, RIESGOS DE OCURRENCIA PARA SINDROME DE DOWN POR BIENIO DE EDAD MATERNA.</b> Modificado de Mutchynyck et al. 1991		
<b>Edad Materna</b>	<b>Incidencia</b>	<b>Riesgo de ocurrencia</b>
<15	1.33	1: 752
15-16	0.92	1:1089
17-18	0.50	1:2005
19-20	0.70	1:1419
21-22	0.62	1:1620
23-24	0.64	1:1555
25-26	0.78	1:1276
27-28	0.79	1:1273
29-30	0.86	1:1164
31-32	1.46	1: 686
33-34	2.20	1: 454
35-36	3.15	1: 318
37-38	5.64	1: 177
39-40	10.65	1: 94
41-42	11.33	1: 88
43-44	40.68	1: 25
45-46	34.16	1: 29
47-48	37.04	1: 27

El diagnóstico es clínico, se realiza por los criterios de Hall, y la confirmación se realiza por medio del cariotipo. Los criterios de Hall se presentan desde el periodo neonatal y facilitan el diagnóstico teniendo como mínimo 6 de las siguientes características: hipotonía muscular, reflejo de Moro ausente o parcialmente ausente, hiperlaxitud de ligamentos, pliegue nucal por exceso de piel, facies aplanada, fisuras palpebrales elevadas, pabellones auriculares anómalos (redondos y pequeños con implantación baja), displasia pélvica, displasia de la falange media del 5º dedo y pliegue palmar único<sup>(6,7)</sup>

Otras características físicas que se presentan son: braquicefalia, surco entre el 1er y 2º orjeos, lengua protruyente, pliegues epicánticos, manchas de Brushfield (acumulaciones en el iris de color amarillas), manos cortas, paladar duro arqueado, alteraciones cardiacas congénitas (defectos completos de canal atrioventricular en más del 50%, comunicación interauricular, interventricular, persistencia del conducto arterioso), mielodisplasia transitoria del recién nacido.<sup>(1)</sup>

Algunas manifestaciones clínicas incluyen: pérdida de la audición debido a otitis media crónica o afecciones neurosensoriales, defectos oftalmológicos como catarata congénita, glaucoma y estrabismo, malformaciones gastrointestinales como atresia duodenal y enfermedad de Hirschprung, hipotiroidismo, leucemia, inestabilidad atlanto-axial con subluxación de la misma articulación y compresión de la médula espinal, epilepsia, aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer (a los 40 años aproximadamente), mayor susceptibilidad a infecciones como neumonía, sinusitis, enfermedad periodontal y faringitis, infertilidad con anovulación en el 30% de las mujeres y esterilidad mayor del 99% en los hombres.<sup>(1)</sup>

Generalmente tienen un coeficiente intelectual en promedio de 50 a 70, lo cual se encuentra en retraso mental moderado a leve. Llegan a tener algunas dificultades con la atención, impulsividad e hiperactividad. Y en cuanto a las relaciones sociales se les generaliza por tener buen temperamento y ser muy afectivos. La incidencia de ansiedad y depresión tiende a aumentar con la edad.<sup>(1,3)</sup>

El síndrome de Down se asocia con una tasa metabólica de reposo disminuida y talla baja; como resultado, el peso aumenta desproporcionadamente en relación a la talla, condicionando que la mayoría de los niños a los 4 años puedan ya estar obesos en relación a los niños sin esta patología; motivo por el cual el manejo de la obesidad en esta población es de gran importancia para disminuir el riesgo cardiovascular al que se encuentran expuestos.<sup>(2)</sup>

Existen dos etapas reportadas en las cuales hay un retraso importante en el crecimiento de los niños con síndrome de Down, esto es en los primeros 3 años y posteriormente de los 12 a los 17 años de edad. También reportan el incremento en la incidencia de sobrepeso y obesidad en esta población desde los 4 años de edad y, después de los 40 años de edad inician cambios tróficos que ya no permiten valorar de forma adecuada la composición corporal, aumento de la masa grasa con pérdida de masa muscular, aumento en incidencia de problemas cardiovasculares, disminución en la capacidad intelectual y en el desarrollo de sus actividades.<sup>(1,5,7)</sup>

La prevalencia de obesidad es mayor en poblaciones con síndrome de Down en comparación con la población sin discapacidad, independientemente del método utilizado para medirla. Dicha situación lo demostraron Rimmer y cols. en un estudio publicado en 1993, en el cual se encontró que el 27.5% de los hombres y el 58.5% de las mujeres con síndrome de Down eran obesos en comparación con las estadísticas del Centro Nacional de Salud de Estados Unidos de Norteamérica. Esta prevalencia aumenta a medida que el nivel de capacidad intelectual es menor y el nivel de dependencia aumenta.<sup>(3)</sup>

Se ha observado una importante mortalidad de las personas con síndrome de Down en torno a los 35 – 40 años de edad, lo cual se puede deber a diversas causas como son: <sup>(1,6)</sup>

- Alteraciones inmunitarias: Ya que en el cromosoma 21 existen genes que codifican algunas moléculas del sistema inmunitario como la cadena beta del factor LAF-1 y el receptor para el interferón gamma. Está descrito que en los pacientes con síndrome de Down, hay una disminución de los receptores para las inmunoglobulinas, disfunción de neutrófilos, entre otras, lo que conlleva a un mayor riesgo de proceso autoinmunes (tiroiditis) o neoplásicos (leucemia).
- Alteraciones tumorales: Leucemias y seminomas.
- Hipotiroidismo: Uno de los factores fundamentales del deterioro mental en los sujetos con síndrome de Down. Su causa fundamental obedece a una tiroiditis de Hashimoto, presente en el 7% de los pacientes.
- Metabolopatías: Por deficiencias nutricionales de tiamina, piridoxina, cianocobalamina, vitaminas A y E, zinc, selenio o hierro.
- Cardiopatías: La mayoría de estas cardiopatías por consecuencia del paso del tiempo por el trastorno del tejido colágeno del propio síndrome. Se han descrito insuficiencia aórtica, prolapso de la válvula mitral y coronariopatía aterosclerótica.
- Apnea obstructiva del sueño.

## **1.2. Composición corporal**

Wang y colaboradores la definen como aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación *in vivo* de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre los componentes y los cambios medibles en los mismos relacionados a varios factores influyentes.<sup>(8)</sup>

El análisis de la composición corporal no se limita únicamente a estimar el tamaño de cada componente que forma la masa corporal, sino que busca además, medir el grado y la intensidad de las interrelaciones que se producen entre esos componentes y los diversos factores que lo afectan, por lo que se obtiene una visión más completa de la estructura corporal y su funcionamiento, facilitando además, el control de las modificaciones en los componentes cuando sea necesario.<sup>(9,10)</sup>

La evaluación de la composición corporal es un aspecto importante para los programas de salud y rehabilitación médica actuales, teniendo como principal objetivo controlar el peso corporal y la grasa con programas de ejercicio regulares y nutrición adecuada. El sobrepeso se encuentra asociado con enfermedades crónico-degenerativas como hipertensión, diabetes y enfermedades cardíacas. En el caso de los deportistas el exceso de grasa en el cuerpo disminuye la capacidad de realizar sus actividades de una manera más eficiente y en los sedentarios este exceso aumenta el riesgo de desarrollar dislipidemias y cardiopatías secundarias, por lo que una adecuada determinación de esta composición corporal es necesaria para desarrollar programas de salud.<sup>(10,11)</sup>

El estudio de la composición corporal intenta partir y cuantificar el peso corporal o la masa en sus componentes básicos. El peso corporal es una medida gruesa de la masa del cuerpo, que puede ser estudiado desde diferentes niveles, desde sus componentes a nivel bioquímico hasta los tejidos del cuerpo. La composición corporal es un factor que puede influir en el desempeño de las actividades diarias así como en el ámbito deportivo. Existe una visión para partir al cuerpo humano en 5 niveles, que van desde el nivel atómico, molecular, celular, tejidos y cuerpo total. Ver imagen 1.<sup>(9,12)</sup>

El nivel atómico considera que el oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno forman aproximadamente el 95% de la masa corporal. El nivel molecular se puede enfocar en cuatro o cinco componentes: agua, lípidos (grasa), proteínas, minerales e hidratos de carbono.

La masa celular corporal está definida como los líquidos y sólidos intracelulares que son componentes metabólicamente activos. Los líquidos y sólidos extracelulares componen las sustancias fuera de las células, como son los minerales óseos y otros componentes del tejido conectivo. <sup>(9,12)</sup>

A nivel tisular, el estudio de la composición corporal se enfoca a la contribución de tejidos específicos de la masa corporal: músculo esquelético, adiposo, hueso, sangre, vísceras y cerebro. Los tres primeros, han sido el principal foco de interés en estudios utilizando técnicas como la antropometría y la radiografía. Actualmente las nuevas tecnologías permiten tener una determinación más precisa, como es el contenido mineral del tejido óseo o el tejido adiposo subcutáneo diferenciado del tejido adiposo interno. <sup>(9,12)</sup>

El quinto nivel es el cuerpo completo, su tamaño, forma, físico y proporciones. La antropometría es la herramienta básica para estimar el tamaño del cuerpo y su configuración. El índice de masa corporal (peso en kilogramos entre la talla expresada en metros elevada al cuadrado) y los pliegues cutáneos son los indicadores más difundidos a este nivel de la composición corporal. El volumen y la densidad corporal, son otras dos propiedades cruciales para el estudio de la composición corporal. <sup>(9,12)</sup>

N, Ca, P, K, Na, Cl	Lípidos	 Adipocitos	Tejido Adiposo
H	Agua		Células
C		Proteínas Glucógeno Minerales	Líquido Extracelular
O	Sólidos Extracelulares		Hueso
Atómico	Molecular	Celular	Tisular

Imagen 1: Niveles de estudio de la composición corporal. Modificado de Heymsfield 1997

### 1.2.1 Modelos de composición corporal

Se puede fraccionar el cuerpo humano por modelos, los cuales históricamente han utilizado el modelo de dos componentes y en la actualidad se puede dividir en tres, cuatro o más. El modelo de dos componentes divide la masa corporal en masa libre de grasa y masa grasa. El basado en tres incluye masa grasa y la división de masa libre de grasa en agua corporal total y masa seca libre de grasa. El modelo de cuatro divide en agua corporal total, hueso mineral, masa grasa y masa residual. <sup>(9)</sup>

La grasa corporal técnica o bioquímicamente se define como lípidos extraíbles mediante una solución de éter, por lo que se utiliza como sinónimo grasa y lípido. El tejido adiposo, es la masa grasa diseccionable incluyendo tanto el tejido adiposo subcutáneo y visceral, como una pequeña cantidad de grasa intramuscular. Este tejido se deposita en el cuerpo de dos formas: a) grasa esencial: formada por los lípidos (fosfolípidos), requeridos por el organismo para el funcionamiento fisiológico adecuado, los cuales se almacenan en la médula ósea, corazón, pulmones, hígado, riñones, bazo, intestinos, músculos y sistema nervioso central; b) grasa de depósito: localizada

en la región subcutánea (panículos adiposos) que sirve como protección a los órganos internos y de reserva energética al acumularse en los adipocitos como moléculas complejas (triglicéridos), asociado al balance de energía del individuo, el cual varía según el sexo, la edad, aporte nutricional y actividad física.<sup>(13)</sup>

Diversos autores citados por Rodríguez en 1998 señalan que aproximadamente la mitad (50%) de esta grasa se encuentra alojada en el tejido adiposo subcutáneo y presenta una alta correlación con la grasa total del cuerpo, por ello el espesor de los panículos adiposos ha sido tomado como criterio cuantitativo para medir la relación entre los tejidos magro y graso del cuerpo.<sup>(13)</sup>

Los modelos de múltiples componentes son aditivos, se asume que los componentes medidos por separado pueden ser sumados para proveer un aproximado del total. Por lo tanto, la determinación de la composición corporal es esencialmente un estimado de la composición del cuerpo.<sup>(9,12)</sup>

### **1.2.2 Métodos para determinar la composición corporal**

Existen numerosos métodos para estimar la composición corporal *in vivo*, algunos, realmente complejos. Los métodos están basados en diferentes técnicas, las ecuaciones para estimar la masa grasa o masa libre de grasa o los componentes de esta última han sido realizados en población general la mayoría de las veces, por lo que muchos de estos estudios y resultados son dependientes de la población estudiada, y la aplicación en poblaciones diferentes, pueden generar resultados con menor validez.<sup>(8,9,12,13)</sup>

Según los criterios metodológicos se pueden agrupar en: métodos directos, indirectos y doblemente indirectos, observados en el cuadro 1.3.<sup>(13)</sup>

El método más preciso en la medición de la masa grasa y masa libre de grasa es el de activación de neutrones, pero su complejidad y precio hacen que sólo haya dos centros en el mundo que lo utilicen.

Por lo cual, el método de referencia con el cual suelen compararse los demás es el de la densitometría obtenida por inmersión en agua y pesaje hidrostático.<sup>(11)</sup>

<b>Cuadro 1.3. Criterios metodológicos de determinación de composición corporal.</b> Modificado de Rodríguez B.A.1998	
Métodos Directos	Disección de cadáveres
Métodos Indirectos	Físico-químicos
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pletismografía</li> <li>- Absorción de gases</li> <li>- Dilución isotópica</li> <li>- Espectrometría por rayos gamma</li> <li>- Espectrometría fotónica</li> <li>- Activación de neutrones</li> <li>- Excreción de creatinina</li> </ul>
<b>2</b>	Exploración de imagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiografía clásica</li> <li>- Ultrasonido</li> <li>- DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía)</li> <li>- Tomografía Axial Computada</li> <li>- Imagen por Resonancia Magnética</li> </ul>
<b>1</b>	Densitometría <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesaje hidrostático</li> <li>- Volumen de agua desplazado</li> </ul>
Métodos Doblemente Indirectos	TOBEC (Conductividad Eléctrica Corporal Total)
<b>A</b>	Impedancia Bioeléctrica
<b>n</b>	NIR (Reactancia de luz subinfrarroja)
<b>t</b>	Antropometría
<b>r</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice de masa corporal</li> <li>- Modelos de 2 y 3 componentes</li> <li>- Somatotipo</li> <li>- Ecuaciones de regresión específicas</li> <li>- Ecuaciones de regresión general</li> <li>- O'Scale</li> <li>- Modelos de 4 y 5 componentes</li> </ul>

### **Antropometría**

La antropometría se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre. Los cambios ocurridos en los estilos de vida, en la nutrición y variabilidad humana, conllevan a cambios en la distribución de las dimensiones corporales (por ejemplo: obesidad) y con ellos surge la necesidad de actualizar

constantemente los datos antropométricos de las poblaciones.<sup>(14)</sup>

La antropometría involucra el uso de marcas corporales de referencia, cuidadosamente definidas, la posición antropométrica adecuada de los sujetos para estas mediciones, y el uso de instrumentos apropiados. Las mediciones que pueden ser tomadas sobre un individuo, son casi ilimitadas en cantidad. Las mediciones dividen en: masa (peso), longitudes y alturas, anchuras o diámetros, profundidades, circunferencias o perímetros y mediciones de los tejidos blandos (pliegues adiposo-cutáneos).<sup>(14)</sup>

Gran parte de la variación en la morfología humana está relacionada al desarrollo de los tejidos muscular, adiposo, esquelético y visceral. Por tanto, las mediciones sugeridas se concentran en los huesos, músculos y grasa, los cuáles proveen información sobre los tejidos mencionados. Debe considerarse la variación regional en la morfología, por lo cual se deben tomar mediciones del tronco y de las extremidades. La combinación de estas mediciones también proveen información sobre la composición y proporciones corporales.<sup>(15)</sup>

Las medidas antropométricas realizadas para un estudio se deben seleccionar dependiendo el propósito y las cuestiones específicas que estén bajo consideración. Por lo tanto, es necesario que antes de la aplicación de la antropometría se haga un análisis lógico, con un concepto claro del conocimiento buscado, y que lleve a una selección de las mediciones necesarias para obtener una respuesta aceptable. La antropometría es un método y debe ser tratado como tal, un medio para un fin, y no un fin en sí mismo.<sup>(14)</sup>

El peso y la talla (estatura) son las medidas antropométricas más comúnmente utilizadas. El peso corporal es una medida de la masa corporal. Está dado por la

composición de muchos tejidos que, a menudo varían independientemente. La talla o estatura, es una medición lineal de la distancia desde el piso o superficie plana donde está parado, hasta la parte más alta del cráneo (vértex). Es una composición de dimensiones lineales a la cual contribuyen los miembros pélvicos, tronco, cuello y cabeza.<sup>(15)</sup>

El índice de Quetelet (1883) o más comúnmente conocido como índice de masa corporal (IMC) es la relación entre peso-estatura del sujeto, se obtiene dividiendo el peso en kilogramos entre el doble producto de la talla expresada en metros (Peso/Talla<sup>2</sup>). Este índice se basa en el supuesto de que todo peso que exceda de los valores determinados por las tablas “estatura-peso” corresponda a masa grasa, pero dicho sobrepeso puede deberse también a un incremento de la masa muscular u ósea, razón por la cual, su uso en estudios con deportistas es limitado.<sup>(13)</sup> En México la Norma Oficial Mexicana 174-SSA1-1998 para el manejo integral de la obesidad, define el índice de masa corporal para población de talla baja (hombres con una talla menor de 1.60 metros y mujeres con una talla menor de 1.50 metros) como normal cuando este índice es menor a 23, como sobrepeso cuando este es  $\geq 23$  y  $< 25$  y como obesidad cuando el índice es mayor o igual a 25. (NOM 174-SSA1-1998)

Las longitudes determinan principalmente proporcionalidad en el cuerpo de la persona que se está midiendo; las anchuras o diámetros óseos sirven para determinar la masa ósea, la cual tiene un valor importante dentro del peso corporal.<sup>(15)</sup>

Las circunferencias son indicadores de muscularidad relativa, sin embargo, una circunferencia incluye hueso, tejido muscular, grasa subcutánea y piel, así como vasos sanguíneos y líquido extracelular contenido en estos tejidos, por lo tanto, no

proporciona una medida del tejido muscular “*per se*”. Sin embargo, a raíz de que el músculo es el tejido principal que comprende la circunferencia (excepto en los obesos), las circunferencias de los miembros son usadas para indicar el desarrollo muscular relativo. Las circunferencias del tronco (tórax y abdomen) y de cadera son utilizadas también como indicadores de distribución adiposa relativa.<sup>(15)</sup>

Las medidas de los pliegues cutáneos son determinaciones superficiales que, a través del tiempo, han sido asociados para estimar la adiposidad corporal total, incluyendo la grasa almacenada internamente alrededor de los órganos. Por lo tanto, se supone que las mediciones de los pliegues externos representan no sólo la adiposidad cutánea, sino también las reservas de grasa interna. Existe actualmente una gran variedad de ecuaciones para determinar la densidad corporal y la grasa corporal total expresada en porcentaje de grasa corporal, utilizando la talla, pliegues adiposo-cutáneos, circunferencias de miembros torácicos y pélvicos, anchuras óseas, de las cuales, los pliegues son de fácil determinación por personal entrenado mediante plicómetros, métodos simples y eficientes en costos y tiempo.<sup>(15)</sup>

#### **1.2.2.1.1. Ecuaciones de regresión para determinar la composición corporal**

Las ecuaciones fueron realizadas en muestras de adultos no atletas y algunas en población atlética, muchas son específicas para la población en la cual se realizó el estudio y se debe realizar una validación para el uso en población general. Las similitudes en la edad, promedio de adiposidad, y niveles de actividad física de las poblaciones original y experimental (y el sexo correcto) son más apropiadas cuando se utilizan estas ecuaciones de predicción. Es imprescindible tener una congruencia absoluta entre los puntos anatómicos

utilizados en el estudio original y aquellos a usar en la población experimental. De ser posible, se debe utilizar el mismo tipo de plicómetro descrito en el reporte original. Las ecuaciones actualmente están apoyadas en avances en la metodología del estudio de la composición corporal y los modelos multicompartamentales.<sup>(16)</sup>

Existe un grado de error en la determinación de la composición corporal el cual está asociado en la medición ya sea por la técnica o por la metodología utilizada, error en la predicción de la densidad corporal a partir de las ecuaciones de regresión, error biológico en la transferencia de la densidad corporal a un valor de porcentaje de grasa corporal. El error estándar estimado que se asocia con las ecuaciones para predecir la densidad corporal se encuentra entre un 2% a 5%.<sup>(16)</sup>

Errores inherentes a la ecuación de predicción:<sup>(9,11,16)</sup>

- En primer lugar, que se presume que hay una compresibilidad constante de la piel y grasa subcutánea. Se sabe que el espesor de la piel varía entre la población, siendo mayor en los hombres que en las mujeres y que disminuye con la edad.
- En segundo lugar, debido a que sólo se miden unos pocos pliegues cutáneos, no se tienen en cuenta los patrones individuales de distribución de la grasa cuando se predice la adiposidad corporal total. Por lo cual, se presume que los pliegues seleccionados son representativos de la masa grasa subcutánea del cuerpo. Motivo por el cual la selección de pliegues en la ecuación para predecir la densidad corporal y el porcentaje de grasa debe incluir la parte alta y baja del cuerpo (el tronco y las extremidades).

- En tercer término, la relación entre espesor del pliegue y grasa corporal total, a menudo, se presume como lineal. La grasa corporal total está, por lo tanto, siendo predeterminada con base en una proporción fija de grasa interna y externa donde la grasa externa es cuantificada a partir de la medición de un pequeño número de pliegues cutáneos seleccionados. La relación entre la masa grasa subcutánea y la masa grasa corporal total podría o no tener una relación lineal.

Jackson y Pollock desarrollaron una ecuación generalizada para calcular la densidad corporal con base en una relación no lineal entre los cambios en la sumatoria de pliegues y los cambios correspondientes en la densidad corporal medida. Una determinada disminución en el espesor de los pliegues cutáneos resulta en un mayor aumento en la densidad corporal, ya que la suma de los pliegues es menor. (9,11,17)

Existe cierto error dentro de los diferentes métodos de determinación de composición corporal y propiamente dentro de las ecuaciones de regresión existen variaciones como la estimada por Siri para la transformación de densidad corporal a porcentaje de masa grasa con una desviación estándar de  $0.0084 \text{ gr/cm}^3$  (~3.7% grasa corporal). Por lo tanto si se utiliza una ecuación de predicción, es aconsejable reportar el nivel estimado de porcentaje de grasa corporal  $\pm$  un rango de error de la desviación estándar (SEE) que se ha elegido. <sup>(9)</sup>

El estudio para el desarrollo de la ecuación de Durnin & Womersley (1974) realizado en varones constó de 209 sujetos en Escocia, con rango de edad entre 17 – 72 años, una altura de 150-193 cm, con un peso de entre 49.8 a 121.4 kg, con una densidad corporal de 0.990 a  $1.087 \text{ gr/cm}^3$  y un porcentaje de

grasa calculado con la ecuación de Siri (1961) de entre 5 a 50% de grasa corporal. Los sujetos fueron deliberadamente seleccionados para representar una variedad de tipos corporales (voluntarios de una clínica de obesidad, clubes locales de salud, organizaciones deportivas, compañías de ballet, y otras fuentes).<sup>(16)</sup>

La ecuación de Jackson et al. (1980) fue aplicada en 249 mujeres de Estados Unidos de Norteamérica, con un rango de edad de 18.2 a 55 años (media 31.44 DS  $\pm$ 10.8), una talla en centímetros de 146 a 181 (165.02  $\pm$  6.00), un peso de 36 a 87 kg (57.15  $\pm$  7.59), una densidad corporal de 1.002 a 1.091 (1.044  $\pm$  0.016) y un porcentaje de grasa corporal calculada con la ecuación de Siri de 4 a 44% (24.1  $\pm$  7.2). Las mujeres del estudio tenían un amplio rango de estructura corporal considerablemente variable.<sup>(16,17)</sup>

La ecuación de Durnin & Womersley (1974) utiliza los pliegues bicipital, tricipital, suprailiaco y subescapular, en tanto que la de Jackson & Pollock (1978) utiliza 7 pliegues, posteriormente desarrollaron ecuaciones que, redujeron los pliegues utilizados a 3 en varones (abdominal, torácico, muslo) y otros 3 en mujeres (tricipital, suprailiaco, muslo). La ecuación de Durnin muestra buena correlación con la densidad, siempre que la persona no tenga mucha grasa en la zona inferior del organismo.<sup>(9)</sup>

De acuerdo a la organización mundial de la salud (OMS) las recomendaciones de porcentaje de masa grasa para varones es de 15 – 20% y para mujeres de 20 – 25% en población adulta joven.<sup>(11)</sup>

### **1.3. Método Phantom**

La proporcionalidad, como uno de los pilares de la antropometría es la relación de las partes del cuerpo humano, ya sea del propio sujeto o con respecto a los sujetos de un grupo determinado.<sup>(18)</sup>

En 1974, Ross y Wilson propusieron un nuevo método para el análisis de las proporciones corporales, con el propósito de utilizar las diferencias en la proporción de un individuo y compararlo con otros individuos, o grupos de ellos. El fundamento teórico de este método consiste en un modelo teórico o conceptual (Phantom).<sup>(19,20)</sup>

El Phantom, gracias a su amplia base de datos, representa una referencia teórica humana unisexuada, no etaria y no étnica utilizada como dispositivo de cálculo para la valoración del crecimiento proporcional. Aunque este sistema fue diseñado en un principio para estudios de crecimiento, posteriormente se ha aplicado en adultos, a diversas poblaciones deportivas y personas con anomalías cromosómicas. Encontrando incluso tendencias de proporcionalidad específicas para determinadas modalidades deportivas.  
(18,19,20)

Este modelo se obtiene a partir de un amplio número de datos referentes a varones y mujeres, siendo por tanto válido para ambos sexos y cualquier edad. Este método por tanto necesita un referente para realizar las comparaciones entre los individuos y grupos.<sup>(20)</sup>

El modelo original (creado por Ross y Wilson) del Phantom se elaboró basándose en los siguientes supuestos:

El Phantom es un dispositivo de cálculo y no un sistema normativo. Es una referencia humana asexual con valores  $p$  definidos para más de 100 longitudes, anchuras, perímetros, grosores de los pliegues cutáneos y masas fraccionales, a cada uno de los cuales se les atribuyó una desviación estándar en una supuesta distribución unimodal y simétrica. Lo cual permite la comparación intra e intersexual, eliminando el sesgo debido al dimorfismo sexual. Este punto supone una ventaja al simplificar el modelo teórico de comparación. Pero elimina la importante contribución de variabilidad para la especie humana, que supone la diferenciación sexual. Hay que resaltar que de todo el contenido teórico médico-deportivo, el único parámetro en el que no se dividen a los participantes en función del sexo es este método.<sup>(18,19,20)</sup>

Todas las variables del Phantom son unimodales, con el valor  $z = 0.0$  como

moda. Además se distribuyen normalmente.

La variable que se utiliza como referencia de proporcionalidad es la estatura.

Todas las medidas están reducidas a la misma escala geométrica:

- En el caso de la masa (peso total, o fracciones del peso corporal: muscular, residual, graso u óseo). Se consigue elevando a la tercera potencia la relación ( $170.18/\text{estatura}$ ).
- Para la superficie corporal o las secciones de las extremidades, esta relación deberá elevarse al cuadrado.
- Y para las medidas lineales el factor de elevación será la unidad.

Para el estudio de la composición corporal mediante la estimación de las diferentes fracciones corporales se toma como valor teórico del modelo, un 18.78% de grasa corporal. (Útil para la población general, pero excesivo para la población deportiva. En este subgrupo quizás el valor del porcentaje graso debería estar próximo al 10-12%).<sup>(18,19,20)</sup>

Algunas medidas fueron derivadas del exhaustivo cotejo de datos de Garret y Kennedy (1971). Los valores medios registrados para hombres y mujeres fueron ajustados de forma geométrica a la estatura estándar y a las medias masculina y femenina les fueron asignados los valores  $p$  Phantom. Estos valores se distribuyen de modo simétrico, normal y unimodal. Las desviaciones estándar atribuidas, o valores  $s$ , fueron calculadas a partir de los coeficientes de variación masculinos y femeninos. Los perímetros se derivaron de forma similar a partir de los datos del sumario elaborado por Wilmore y Behnke (1969, 1970). Los valores  $p$  y  $s$  de los pliegues cutáneos fueron derivados de datos sin publicar de Yuhasz (1974) debido a que eran apropiados para el modelo. La valía del Phantom reside en su capacidad para cuantificar las diferencias de proporcionalidad en las características antropométricas entre unos sujetos y otros.<sup>(18,19, 20)</sup>

#### **1.4 Antecedentes de evaluación de la composición corporal en personas con síndrome de Down**

Rimmer, Kelly y Rosentsweig (1987) realizaron estudios de composición corporal de laboratorio en individuos con discapacidad intelectual (personas con síndrome de Down y sin esta alteración cromosómica) que no realizaban alguna actividad física de forma organizada. Consistió en un estudio de validación de las diferentes ecuaciones que mejor determinen la masa grasa en esta población, donde se encontró que la ecuación de Durnin & Womersley (1974) como la mejor en hombres para calcular el porcentaje de masa grasa a través de la medición de pliegues. Mientras que la más idónea para mujeres fue la ecuación de Jackson, Pollock y Ward (1980) que utiliza 3 pliegues. Kelly et al. utilizaron estas ecuaciones de regresión para estimar el porcentaje de grasa corporal en un grupo de 553 personas con discapacidad intelectual que se encontraban en instituciones de cuidados especiales, teniendo personas con síndrome de Down y sin esta patología. Encontrando que un 45.2% de hombres y un 50.5% de mujeres eran obesos.<sup>(21,22)</sup>

En la Universidad de Barcelona en el año 2002 Guerra llevó a cabo un estudio en 20 personas con síndrome de Down que practicaban actividad deportiva (n=13) como mínimo 2 días 2 horas a la semana y un grupo de sedentarios (n=7); de los cuales 14 fueron hombres y 6 mujeres. Se determinó la composición corporal por medio de antropometría basándose en el estudio de Rimmer & Kelly (1987) con el uso de la ecuación de Durnin & Womersley en varones y la ecuación de Jackson para las mujeres. La edad promedio fue de  $24.25 \pm 3.52$ , con un peso promedio de  $61.42 \pm 5.79$  kilogramos, una talla de  $151.88 \pm 7.48$  centímetros, un componente de masa grasa de  $23.19 \pm 7.38\%$  y un índice de masa corporal de  $26.55 \pm 4.19$ . Encontrando en los que realizaban actividad deportiva tuvieron un  $22.3 \pm 7.1\%$  de masa grasa contra un  $25.1 \pm 8.2\%$  en los sedentarios, ambos grupos con un peso promedio de 61 kg.<sup>(3)</sup>

Ordóñez (2006) realizó un estudio en 22 adolescentes varones con síndrome de Down con una edad promedio de  $16.2 \pm 1$  años, talla promedio de  $1.66 \text{ m} \pm 4.8$ , teniendo que el 31.8% de los sujetos tenían sobrepeso y el 27.3% eran

obesos de acuerdo al Índice de Masa Corporal. Determinó la masa grasa por medio de antropometría con un porcentaje de  $31.8 \pm 3.7$  % de masa grasa, los sometió a un programa de ejercicio durante 12 semanas el cual fue con una frecuencia de 5 días, 5 horas por semana con una intensidad que iba de leve a moderada basada principalmente en ejercicio de tipo aeróbico, y al término de este tiempo establecido realizó una nueva antropometría, en la cual reportó una masa grasa de  $26 \pm 2.3$ % lo cual mostraba una reducción de este componente gracias al programa de ejercicio.<sup>(23)</sup>

La tabla 1.4.1 muestra un comparativo de diferentes estudios que evaluaron personas con síndrome de Down. La tabla 1.4.2 contiene el comparativo de cuatro estudios en personas con trisomía 21 en los cuales se determinó la masa grasa expresada en porcentaje del peso corporal

Tabla 1.4.1 Composición corporal en personas con síndrome de Down.

VARIABLES	Perán <sup>(3)</sup> (Físicamente Activos)	Blasco <sup>(3)</sup> (Físicamente activos)	Guerra <sup>(3)</sup> (Sedentarios y Físicamente Activos)	Rimmer & Fujiura <sup>(24)</sup> (sedentarios)	Rimmer & Kelly <sup>(22)</sup> (sedentarios Down + No Down)	Ordóñez <sup>(23)</sup> (Sedentarios y Físicamente activos)
Edad (años)	18.6 ± 5	25.01 ± 9.9	24.25 ± 3.52	36 ± 10.2	29.50 ± 5.76	16.2 ± 1
Peso (kg)	56.3 ± 10.1	60.06 ± 13	61.42 ± 5.79	62.5 ± 15.4	60.12 ± 12.30	78.7 ± 4.8
Talla (metros)	1.534 ± 0.01	1.49 ± 0.010	1.518 ± 0.074	1.53 ± 0.085	1.58 ± 0.011	1.664 ± 0.045
IMC	24.06	27.05	26.55	* no registrado	* no registrado	31.8% sobrepeso 27.3% obesos

Tabla 1.4.2. Comparativo de composición de masa grasa expresada en porcentaje en estudios previos.

Sexo	VARIABLES	Guerra <sup>(3)</sup> (sedentarios y físicamente activos)  n= 6 H / 14 M	Rimmer & Fujiura <sup>(24)</sup> (sedentarios)  n= 21 H / 10 M	Rimmer & Kelly <sup>(22)</sup> (sedentarios Down y No Down)  n= 32 H / 25 M	Ordóñez <sup>(23)</sup> (Preejercicio y Postejercicio)  n= 22 H
Hombres	Masa grasa (%)	31.43 ± 3.45 <sup>a</sup>	21 ± 6.0 <sup>a</sup>	20.50 ± 6.01 <sup>a</sup>	Pre: 31.8 ± 3.7 <sup>a</sup> Post: 26 ± 2.3 <sup>a</sup>
Mujeres	Masa grasa (%)	19.39 ± 5.20 <sup>b</sup>	31 ± 6.0 <sup>b</sup>	31.06 ± 8.23 <sup>a</sup>	No hubo

a = Ecuación de Durnin y Wommersley (1974)

b = Ecuación de Jackson, Pollock y Ward (1980)

### **3.0 Justificación**

En estudios previos se ha realizado evaluaciones en personas con síndrome de Down sedentarias o comparando físicamente activos y sedentarios, desafortunadamente son grupos pequeños hasta de 30 personas y estos fueron sedentarios. Es necesario evaluar una muestra con mayor número de personas, comparando quienes realizan una actividad deportiva y personas que no la realizan o no sea de forma habitual, lo cual tendrá como finalidad encontrar las diferencias físicas influenciadas por el ejercicio.

Determinar la composición corporal mediante la cineantropometría de una muestra de personas mexicanas con síndrome de Down que practiquen una actividad deportiva o no, permitirá tener parámetros específicos para evaluación y comparación entre las personas que padezcan esta alteración cromosómica y así realizar intervenciones que disminuyan riesgos cardiovasculares como la obesidad y dislipidemias, patologías importantes de esta población.

Comparar de forma gráfica las características antropométricas por medio del método Phantom de una muestra mexicana con síndrome de Down, deportista contra la no deportista, permitirá tener una mejor representación visual de las diferencias físicas entre las personas que realizan una actividad deportiva y las que no, para fomentar posteriormente el ejercicio en los que no lo realizan y así obtener los beneficios de esta actividad.

Se busca que esta caracterización sirva como referencia para futuras evaluaciones antropométricas de personas con esta patología sean o no deportistas, para así tener una valoración médica y funcional más adecuada en las personas con esta alteración cromosómica.

#### **4.0 Hipótesis**

Los deportistas con síndrome de Down presentaran cuantitativamente diferencias antropométricas en relación a los sedentarios con esta patología. El peso corporal y el porcentaje de masa grasa será menor y el porcentaje de masa muscular será mayor en los deportistas.

#### **5.0 Objetivo General:**

1) Comparar las características antropométricas entre deportistas y sedentarios con síndrome de Down.

##### ***5.1. Objetivos Específicos***

- 1) Comparar el peso corporal en kilogramos entre ambos grupos
- 2) Comparar porcentaje de masa grasa entre ambos grupos
- 3) Comparar porcentaje de masa muscular entre ambos grupos
- 4) Comparar de forma gráfica las características antropométricas de ambos grupos por medio del método Phantom.

##### ***5.2 Objetivo secundario***

Comparar el Índice de Masa Corporal para población con talla baja entre ambos grupos.

## **6.0 Material y Métodos**

Se realizó un estudio de tipo observacional, descriptivo y transversal de las características antropométricas de 41 personas con síndrome de Down.

### **6.1 Sujetos de estudio**

Se midió a 41 personas con síndrome de Down con rango de edad entre 17 a 37 años, divididos en dos grupos, uno de deportistas y uno de sedentarios. El grupo de deportistas consistió de 21 personas, que practican natación, danza deportiva, atletismo y boliche, pertenecientes a la Federación Mexicana de Deportistas Especiales, los cuales compiten de forma organizada estatal, nacional e internacional. El grupo control constituido por 20 personas que no practican alguna actividad deportiva de forma habitual pertenecientes a Integración Down I.A.P. La participación en este estudio fue de forma voluntaria, con asentimiento informado de los padres y de los pacientes.

Criterios de inclusión de la población:

- Edad mayor o igual a 17 años y menor o igual a 37años
- Diagnóstico citogenético de síndrome de Down <sup>a</sup>
- Presentar discapacidad intelectual clasificada como leve o moderada <sup>b</sup>

Criterios de exclusión para la población

- Presentar hipotiroidismo o alguna otra alteración metabólica que modifique la composición corporal <sup>c</sup>
- Presentar discapacidad intelectual severa <sup>a</sup>
- Falta de cooperación en la medición

<sup>a</sup> El diagnóstico citogenético de trisomía 21 fue realizado en el periodo neonatal

<sup>b</sup> El nivel de discapacidad intelectual fue clasificado en las escuelas u hospitales donde fueron atendidos, después de realizar exámenes psicométricos.

<sup>c</sup> Previa historia clínica y revisión de los exámenes de laboratorio de los últimos 2 años.

## **6.2 Diseño de grupos**

Para el grupo de deportistas se incluyeron a los sujetos que realizaran una actividad deportiva con una antigüedad mínima de 6 meses con una frecuencia mínima de 3 días de entrenamiento por semana y una duración mínima de 1 hora por sesión de entrenamiento.

El grupo de sedentarios fue integrado por sujetos que no realizaran alguna actividad deportiva o si la realizaban, que tuvieran una antigüedad menor a 6 meses o realizarla menos de 3 horas y/o menos de 3 días por semana

## **6.3 Instalaciones para medición**

Las mediciones antropométricas se llevaron a cabo en la Dirección de Medicina del Deporte de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el laboratorio de antropometría, por el mismo investigador (médico residente en la especialidad de medicina del deporte), con la técnica de medición de acuerdo a la normatividad del ISAK. En el periodo comprendido entre septiembre del año 2008 a Febrero del 2009.

## **6.4 Instrumentos de medición**

Se utilizó para determinar el peso corporal y la talla parado (estatura) una báscula de pedestal con estadímetro marca BAME modelo 420 con precisión de 100 gramos y de 1 centímetro. La toma de anchuras fue realizada con un vernier Holtain construido en el Reino Unido, de acero inoxidable con una precisión de 1 milímetro. La medición de circunferencias fue realizada con un flexómetro marca Grafco de fibra de vidrio graduado en milímetros, con una precisión de 1 milímetro. La medición de pliegues fue realizada con un plicómetro marca Harpenden graduado en milímetros y con una precisión de 0.2 mm y con una presión de 10 gr/mm<sup>2</sup>. La medición de longitudes fue realizada con un antropómetro marca Martin de una aleación de aluminio y platino iridiado, hecho en Suiza, graduado en milímetros con una precisión de 1 milímetro

El anexo 10.1 contiene la metodología utilizada para la medición antropométrica. Esta medición se realizó dos veces en cada sujeto y se tomó

el valor promedio como dato a utilizar. En el anexo 10.2 se presenta el formato de captura de los datos de medición.

### **6.5. Variables**

- Cualitativas Nominales:
  - Deportistas: Aquellas personas que practiquen alguna actividad deportiva con una antigüedad mínima de 6 meses, con una frecuencia de 3 días y una duración de 3 hrs mínimo por semana.
  - Sedentarios: Aquellas personas que no realicen alguna actividad deportiva, o si la realizan sea menos de 3 días y menos de 3 hrs por semana.
  
- Cuantitativas:
  - Nominal Independiente:
    - Actividad Deportiva: Medida en horas a la semana realizadas
  - Dependientes:
    - Peso corporal en kilogramos
    - Talla en metros
    - Masa grasa en porcentaje del peso corporal total
    - Masa muscular en porcentaje del peso corporal total
    - Circunferencias en milímetros
    - Pliegues cutáneos en milímetros
    - Longitudes en milímetros
    - Anchuras en centímetros
    - Índice de Masa Corporal (IMC) en  $\text{kg/m}^2$

### **6.6 Determinación de composición corporal**

La determinación de la densidad corporal se realizó por medio de la ecuación desarrollada por Durnin & Womersley para varones (la cual utiliza

pliegue de bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco) y la ecuación de Jackson (utiliza pliegue tríceps, muslo y suprailiaco) para las mujeres.<sup>(22)</sup>

La ecuación de Siri se utilizó para determinar el porcentaje de masa grasa.<sup>(22)</sup>

La masa muscular fue calculada por medio de la ecuación de Ross y Kerr.<sup>(19)</sup>

La comparación gráfica de las características antropométricas se realizó de acuerdo al método Phantom; utilizando la media del índice Z de las longitudes, circunferencias, anchuras y pliegues cutáneos del lado derecho, masa grasa, masa muscular y masa ósea, de los deportistas y sedentarios.

El anexo 10.3 contiene las ecuaciones de regresión utilizadas para determinar la composición corporal y el método Phantom.

### **6.7 Análisis estadístico de los datos**

Una vez establecida la división de los grupos, se determinó que fueran comparables ambos grupos entre sí. Se obtuvo la media y desviación estándar de cada una de las variables dependientes y, posteriormente en el programa GraphPad InStat 3.05 para Win 95/NT se realizó la prueba de *t student* no pareada, con una distribución Gausiana pasando el test de normalidad con el método de Kolmogorov & Smirnov para cada una de las variables comparadas entre ambos grupos y subdivididos por género. Tomando como significancia estadística una  $p \leq 0.05$ . Para el análisis de la variable actividad física e IMC con el resto de las variables se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) tomando como significancia estadística  $p \leq 0.05$ .

## 7.0. Resultados

Tabla I. Generalidades de la muestra estudiada (media, desviación estándar y rangos) de cada una de las variables estudiadas.

N= 41	n	Edad $\pm$ DS (años)	Talla $\pm$ DS (m)	Peso $\pm$ DS (kg)	% masa grasa $\pm$ DS	% masa muscular $\pm$ DS	IMC (para talla baja de acuerdo a la NOM 174 SSA1-1998)
Población general	41	22.46 $\pm$ 5.12 (17-37)	1.50 $\pm$ 0.074 (1.33-1.63)	58.65 $\pm$ 11.47 (38-84.3)	22.46 $\pm$ 5.12 (10.73-31.92)	38.82 $\pm$ 4.89 (30.42-51.94)	26.03 $\pm$ 5.15 (16.68-38.23)
Hombres	28	22.35 $\pm$ 4.67 (18-34)	1.53 $\pm$ 0.05 (1.46-1.63)	60.80 $\pm$ 10.62 (41.90-84.30)	21.70 $\pm$ 4.74 (10.73-31.92)	40.54 $\pm$ 4.71 (30.44-51.94)	25.91 $\pm$ 4.77 (16.68-38.23)
Mujeres	13	22.69 $\pm$ 6.18 (17-37)	1.43 $\pm$ 0.07 (1.33-1.58)	54.04 $\pm$ 12.29 (38-72.4)	24.10 $\pm$ 5.71 (14.91-31.14)	35.11 $\pm$ 2.85 (30.42-39.43)	26.31 $\pm$ 6.08 (18.99-36.16)
Deportistas	21	22.66 $\pm$ 4.92 (18-33)	1.49 $\pm$ 0.079 (1.33-1.63)	58.18 $\pm$ 10.48 (38-84.3)	22.43 $\pm$ 5.38 (14.70-31.92)	38.44 $\pm$ 5.10 (30.42-46.70)	25.96 $\pm$ 4.55 (20.14-38.23)
Sedentarios	20	22.25 $\pm$ 5.44 (17-37)	1.50 $\pm$ 0.070 (1.37-1.62)	59.16 $\pm$ 12.68 (41-80.4)	22.50 $\pm$ 4.97 (10.73-31.14)	39.21 $\pm$ 4.76 (31.80-51.94)	26.11 $\pm$ 5.82 (16.68-36.16)

DS = Desviación estándar m= metros kg= kilogramos %= porcentaje IMC= Índice de Masa Corporal

Tabla II. Resultados de las variables subdivididos por grupos

	N	Edad $\pm$ DS(años)	Peso (kg)	% masa grasa	% masa muscular	IMC (para talla baja de acuerdo a la NOM 174 SSA1-1998)
Hombres deportistas	17	22.41 $\pm$ 4.62 (18-33)	60.15 $\pm$ 9.66 (46.5-84.3)	21.92 $\pm$ 5.08 (14.70-31.92)	39.58 $\pm$ 4.72 (30.44-46.70)	25.95 $\pm$ 4.84 (20.13-38.22)
Mujeres deportistas	4	23.75 $\pm$ 6.75 (18-31)	49.82 $\pm$ 10.92 (38-63.3)	24.60 $\pm$ 6.90 (14.91-30.75)	33.60 $\pm$ 4.01 (30.42-39.43)	25.97 $\pm$ 3.67 (21.16-29.69)
Hombres sedentarios	11	22.27 $\pm$ 4.98 (18-34)	61.81 $\pm$ 12.38 (41.9-80.4)	21.36 $\pm$ 4.36 (10.73-26.86)	42.01 $\pm$ 4.50 (36.93-51.94)	25.83 $\pm$ 4.90 (16.67-31.76)
Mujeres sedentarias	9	22.22 $\pm$ 6.28 (17-37)	55.91 $\pm$ 13.00 (41-72.4)	23.88 $\pm$ 5.56 (17.60-31.14)	35.78 $\pm$ 2.13 (31.80-39.29)	26.46 $\pm$ 7.09 (19.98-36.15)

DS = Desviación estándar m= metros kg= kilogramos %= porcentaje IMC= Índice de Masa Corporal

Tabla III. Frecuencia y duración del ejercicio por deporte

H=Hombres  
M=Mujeres

Deporte	Frecuencia (días por semana)	Duración (horas a la semana)
Natación n=4 (H=3 M=1)	4-5	4-5
Atletismo n=6 (H=6 M=0)	3 – 4	4
Boliche n=4 (H=4 M=0)	3	3-4
Danza deportiva n=7 (H=4 M=3)	3-4	4-5

Tabla

IV. Clasificación de la muestra en sobrepeso y obesidad de acuerdo al porcentaje de masa grasa<sup>a</sup>

	Normal <sup>a</sup> (H<15% M <25%)	Sobrepeso <sup>a</sup> (H ≥15% <20% M ≥25% <30%)	Obesidad <sup>a</sup> (H ≥20% M ≥30%)
Hombres	3	9	16
Mujeres	7	2	4
Porcentaje	24.39 %	26.82 %	48.78%

H= Hombres M= Mujeres <sup>a</sup>(McArdle & Katch, 2007)

Tabla V. Frecuencia de sobrepeso y obesidad por deporte y sexo clasificados de acuerdo al porcentaje de masa grasa

		Normal <sup>§</sup> (H < 15% M < 25%)	Sobrepeso <sup>§</sup> (H ≥ 15% < 20% M ≥ 25% < 30%)	Obesidad <sup>§</sup> (H ≥ 20% M ≥ 30%)
Hombres	Danza Deportiva	0	1	3
	Natación	0	2	1
	Boliche	2	0	2
	Atletismo	0	3	3
	Sedentarios	1	3	7
Mujeres	Danza deportiva	1	1	1
	Natación	1	0	0
	Boliche	0	0	0
	Atletismo	0	0	0
	Sedentarios	5	1	3

H= Hombres M= Mujeres <sup>§</sup>(McArdle & Katch, 2007)

Tabla VI. Clasificación de la muestra de acuerdo al Índice de Masa Corporal para población con talla baja con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998

	Normal (IMC < 23)	Sobrepeso (IMC ≥ 23 y < 25)	Obesidad (IMC ≥ 25)
Población General	13	8	20
Hombres	8	7	13
Mujeres	5	1	7
Porcentaje	31.7%	19.5%	48.8%

IMC= Índice de Masa Corporal

Tabla VII. Frecuencia de sobrepeso y obesidad por deporte y sexo clasificados de acuerdo al Índice de Masa Corporal para población con talla baja con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998

		Normal (IMC <23)	Sobrepeso (IMC ≥23 y <25)	Obesidad (IMC ≥25)
Hombres	Danza Deportiva	1	1	2
	Natación	2	1	0
	Bolicho	1	1	2
	Atletismo	0	3	3
	Sedentarios	4	1	6
Mujeres	Danza deportiva	0	0	3
	Natación	1	0	0
	Bolicho	0	0	0
	Atletismo	0	0	0
	Sedentarios	4	1	4

IMC= Índice de Masa Corporal

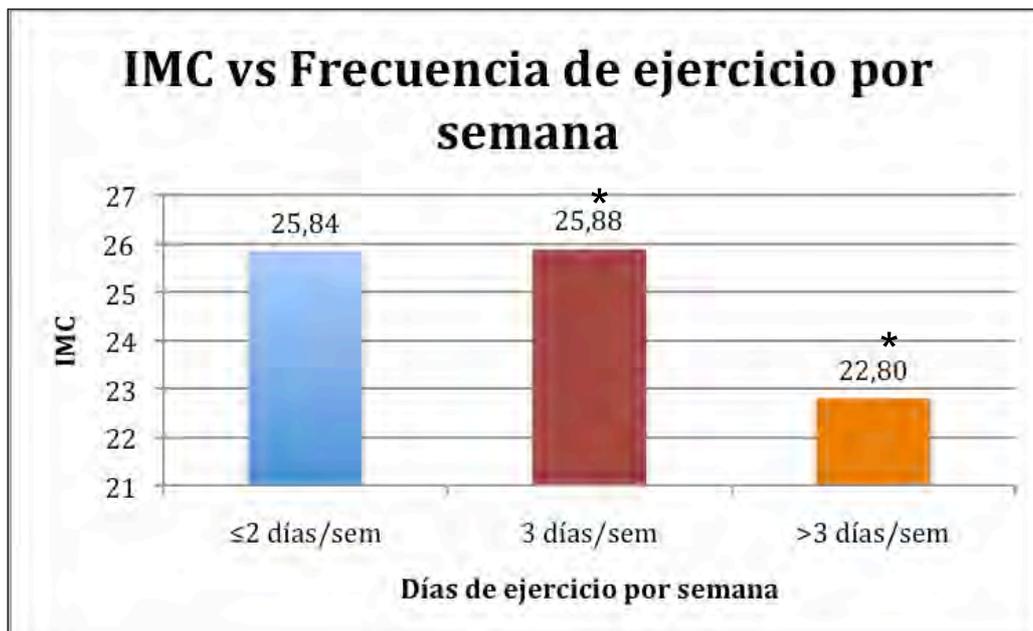


Figura 1. Comparativo de la media del Índice de Masa Corporal (IMC) de los hombres en relación a los días por semana que realizan ejercicio divididos en terciles. (ANOVA  $p \leq 0.05$ ) \*  $p = 0.055$

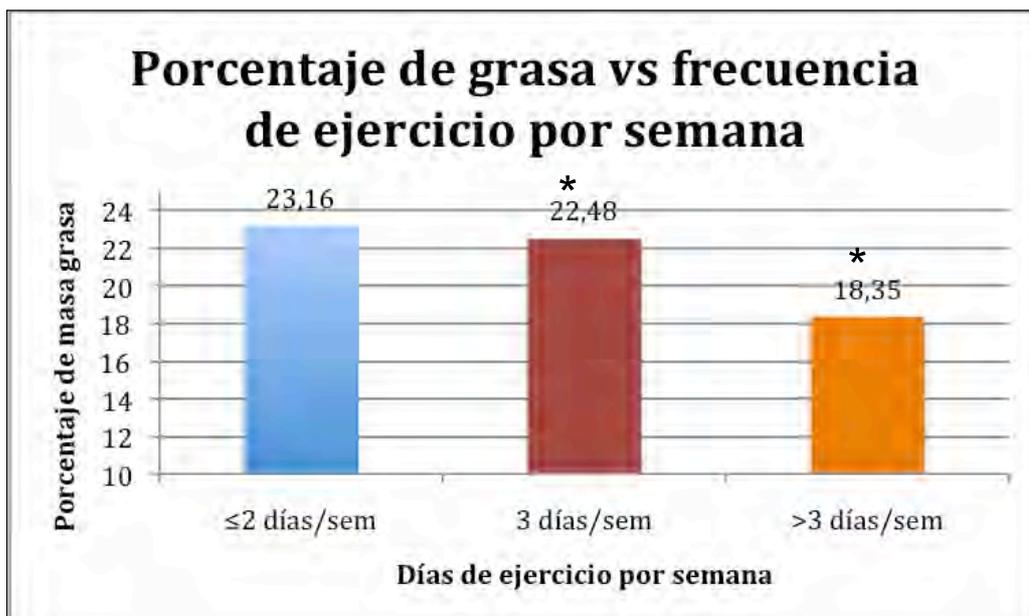


Figura 2. Comparativo de la media de porcentaje de masa grasa de los hombres en relación a los días por semana que realizan ejercicio divididos en terciles. (ANOVA  $p \leq 0.05$ ) \*  $p = 0.003$

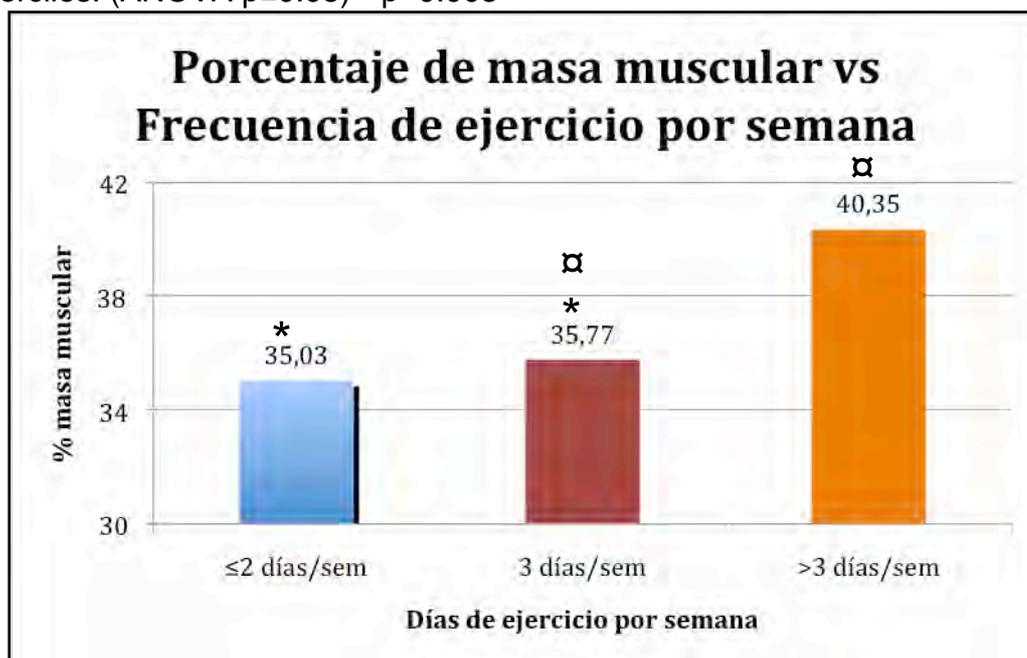


Figura 3. Comparativo de la media del porcentaje de masa muscular de los hombres en relación a los días por semana que realizan ejercicio divididos en terciles. (ANOVA  $p \leq 0.05$ ) \* $p = 0.028$  □ $p = 0.016$

Los resultados del índice Z del Phantom para las variables peso, longitudes, circunferencias, anchuras, pliegues cutáneos y composición corporal se encuentran en el anexo 10.4.

Las figuras 4 a 6 muestran el Phantom de deportistas contra sedentarios, en la primera se encuentra la comparación entre grupos de actividad física, en las dos siguientes se encuentran subdivididos por género.

Figura 4. Phantom comparativo entre el grupo deportistas y sedentarios.

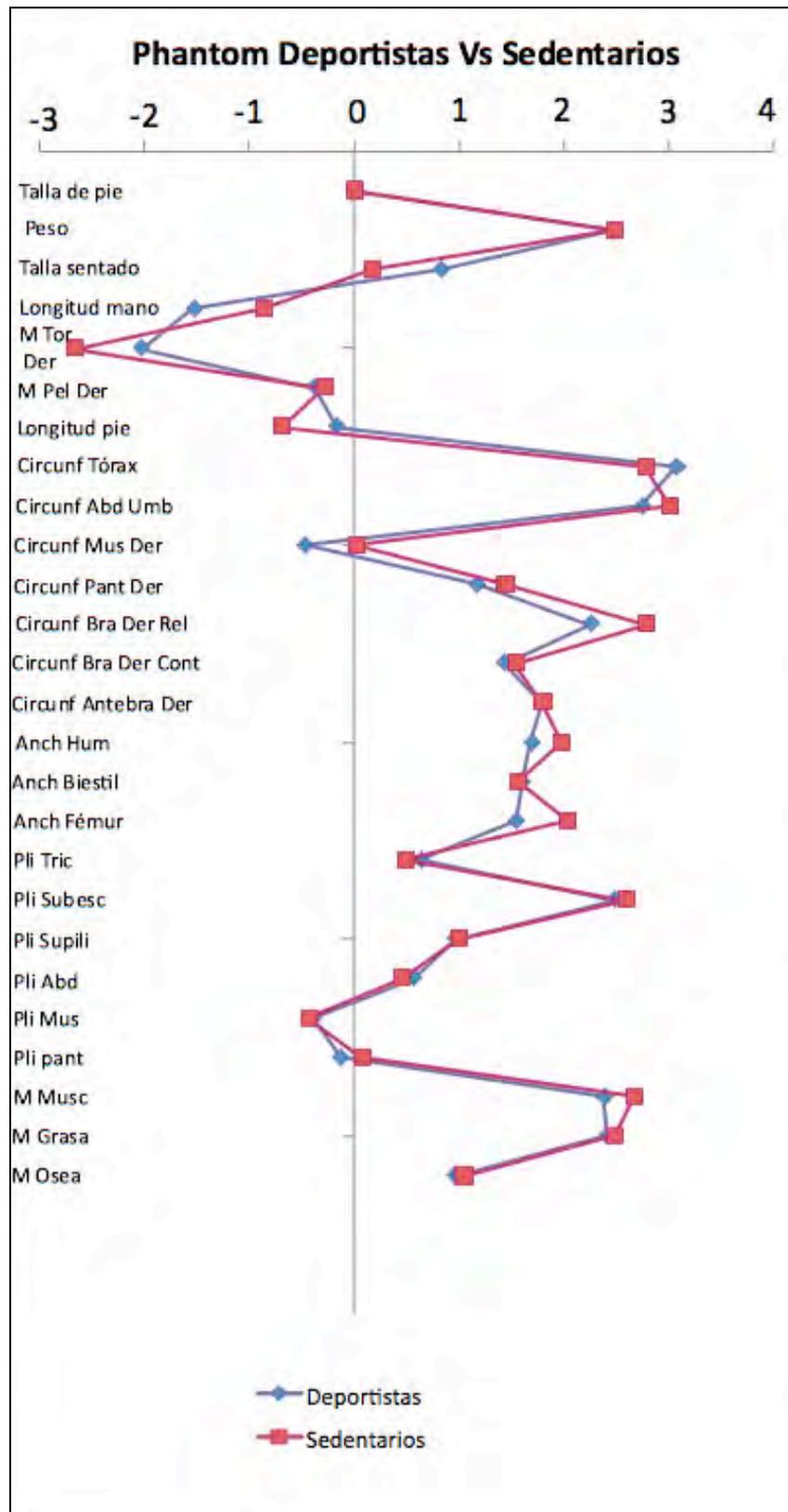


Figura 5. Phantom comparativo de varones deportistas contra sedentarios.

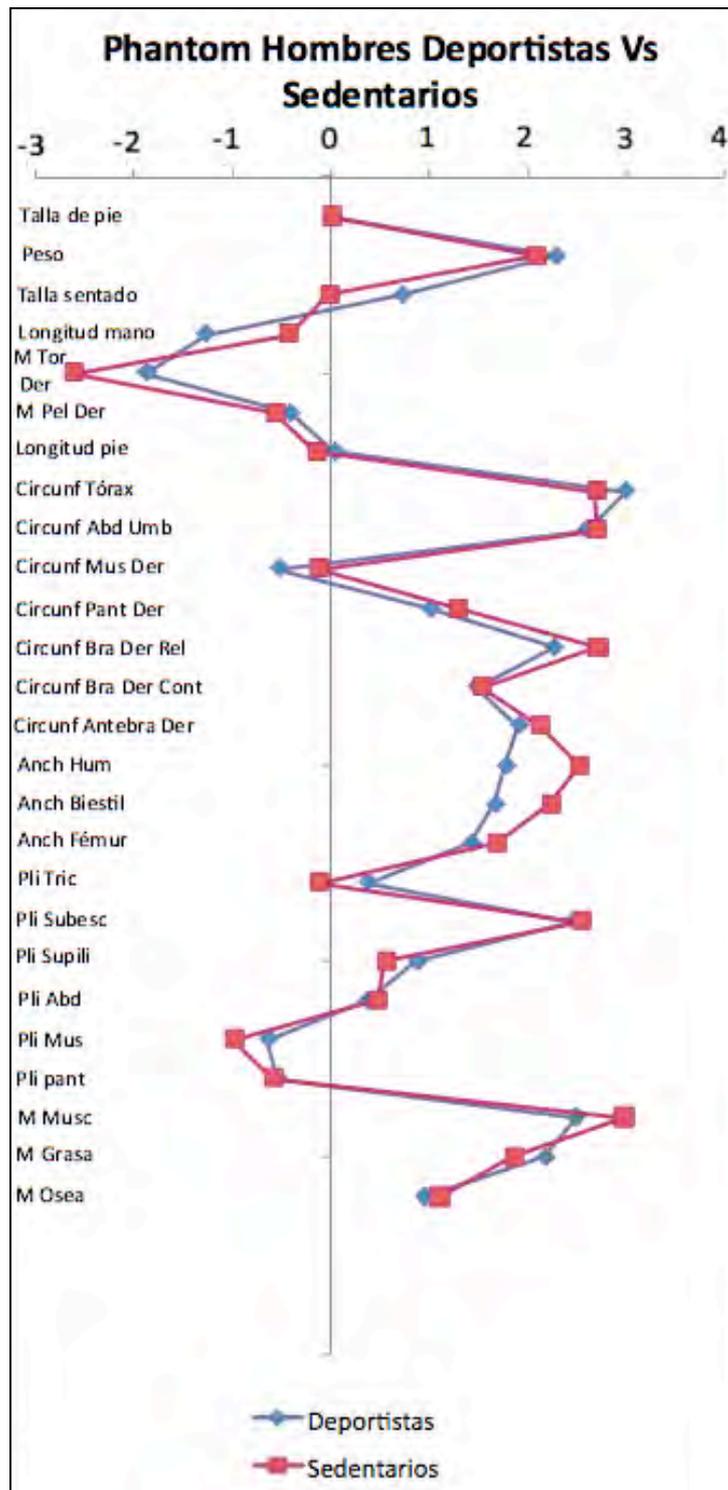
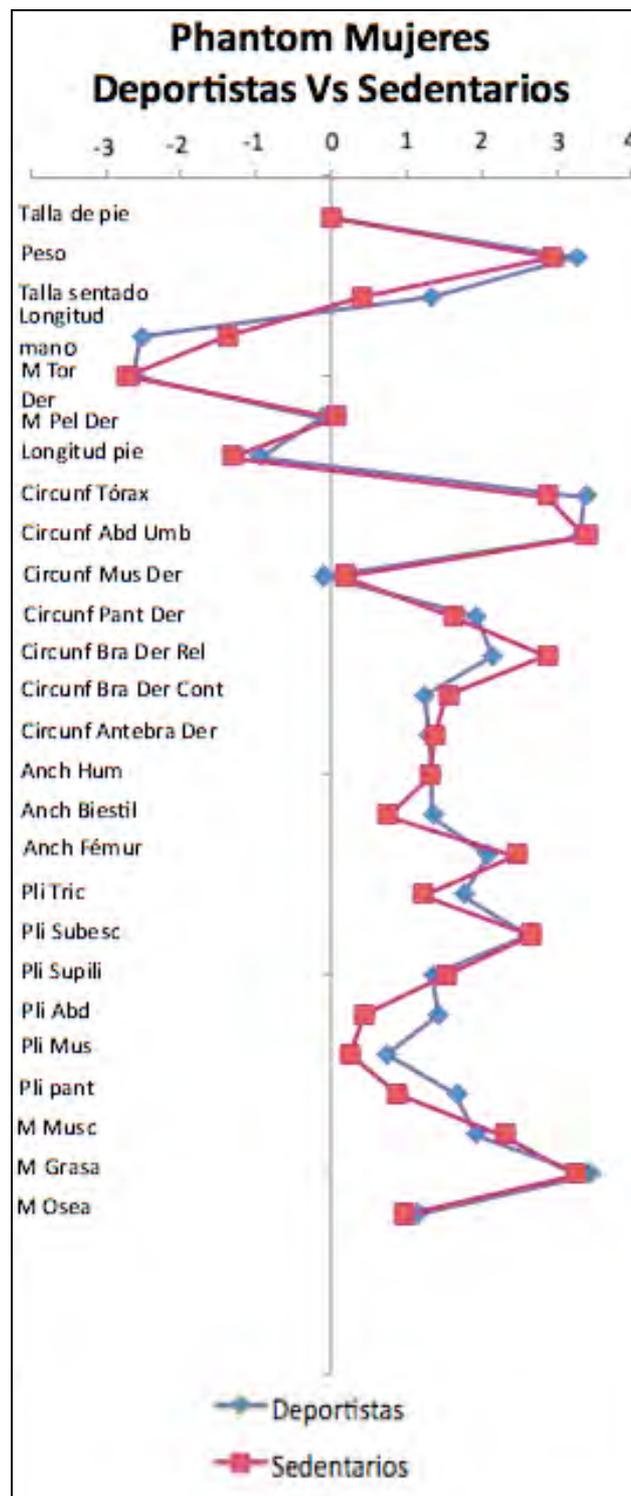


Figura 6. Comparativa Phantom mujeres deportistas contra sedentarias.



## 8.0 Discusión

Se realizaron las mediciones en el grupo de edad entre 17 a 37 años debido a que estudios previos reportan que a los 17 años se detiene el crecimiento en esta población. Existen dos etapas reportadas en las cuales hay un retraso importante en el crecimiento de los niños con síndrome de Down, esto es en los primeros 3 años y posteriormente de los 12 a los 17 años de edad. También reportan el incremento en la incidencia de sobrepeso y obesidad en esta población desde los 4 años de edad y, después de los 40 años de edad inician cambios tróficos que ya no permiten valorar de forma adecuada la composición corporal, aumento de la masa grasa con pérdida de masa muscular, aumento en incidencia de problemas cardiovasculares, disminución en la capacidad intelectual y en el desarrollo de sus actividades. Por lo que se considera que 37 años no afecta en la composición regular. <sup>(1,5,7,22,25)</sup>

Los resultados encontrados en el presente estudio no muestran diferencias significativas en la composición corporal entre deportistas y sedentarios cuando se analizaron las variables peso en kilogramos, porcentaje de masa grasa en relación al peso corporal total, porcentaje de masa muscular en relación al peso corporal total, comparados los subgrupos de deportistas y sedentarios y así mismo por sexo hombres deportistas contra hombres sedentarios y mujeres deportistas con mujeres sedentarias en todas las variables estudiadas.

Sin embargo al dividirlos en relación a la variable de actividad física que realizan a la semana en terciles (quienes realizan actividad más de 3 días, 3 días y 2 o menos días), se encontraron diferencias en el porcentaje de masa grasa y de masa muscular en los hombres al hacer un análisis de varianza (ANOVA) y análisis Post Hoc.

En relación a la talla (estatura) se puede observar que las mujeres presentaron una menor talla en relación a los varones. Es de gran importancia resaltar que esta variable no es susceptible de ser modificada ya que genéticamente está definida como parte de este síndrome caracterizado

por presentar talla baja, la muestra estudiada presenta una estatura promedio de 1.50 metros, en rangos entre 1.33 a 1.63 metros. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998 Para el manejo integral de la obesidad, la talla baja es definida en mujeres adultas cuando su estatura es menor de 1.50 metros y, en los hombres una estatura menor de 1.60 metros.

Los resultados en la talla de los sujetos estudiados, coinciden con diferentes reportes de la literatura que han realizado gráficas percentilares por grupos de edad que refieren talla y peso para los para niños y niñas con síndrome de Down de los 0 meses a 18 años, en personas que viven en Estados Unidos, Israel, España, Brasil e Irlanda. En estas gráficas se encuentra la talla que va desde 1.36 a 1.56 metros en mujeres a los 18 años de edad y en varones de 1.40 a 1.65 metros en varones de 18 años de edad en Estados Unidos. Se debe tomar en cuenta que estas gráficas son específicas de cada población, las características de crecimiento varían entre diferentes países y que incluso existen diferencias entre las poblaciones generales respecto a su talla.<sup>(26,27,28)</sup>

El peso es importante valorarlo y controlarlo, debido a que se presenta una alta incidencia de sobrepeso y obesidad en esta población, el cual está reportado que inicia desde los 4 años de edad. La alta incidencia de enfermedades cardiovasculares asociadas a la obesidad es una de las principales causas de muerte en la población mundial y por ende también de las personas con síndrome de Down.<sup>(25)</sup>

La muestra estudiada en esta investigación presenta un peso promedio de 58.65 kg que se encuentra en similitud con los resultados de otras publicaciones. Algunos autores han estudiado a esta población de acuerdo al Índice de Masa Corporal (IMC) reportando que la mayor parte de la población con síndrome de Down se encuentra en sobrepeso y obesidad como es el caso del estudio de Guerra<sup>(3)</sup>, Perán<sup>(3)</sup>, Blasco<sup>(3)</sup> y Ordóñez<sup>(23)</sup> (adolescentes). La desventaja de utilizar el IMC para esta población es que debido a la talla baja y a la mínima o nula actividad física que conlleva a mayor depósito de tejido adiposo en el cuerpo, va a determinar valores altos de este índice en relación a las personas de su misma edad sin alteraciones cromosómicas.

El IMC calculado para la muestra estudiada demostró que el 31.7% de los evaluados presentaron un IMC normal, el 19.5% presentó sobrepeso y el 48.8% presentó obesidad, de acuerdo a la NOM 174-SSA1-1998 ocupando los valores de IMC para talla baja. El IMC calculado para la muestra de este estudio fue de 26.03, el cual se encuentra en similitud a los resultados reportados por Guerra<sup>(3)</sup> que fue de 26.55, Perán<sup>(3)</sup> (24.06) y Blasco<sup>(3)</sup> (27.05) en los cuales también presentan los mismos porcentajes de obesidad en las poblaciones se estudiaron.

Las gráficas percentilares de talla y peso comentadas previamente, tienen un valor importante en la determinación del sobrepeso y obesidad cuando se le da un seguimiento a los niños con síndrome de Down hasta los 18 años de edad, desafortunadamente no existe este tipo de gráficas para población mexicana, y debido a la variabilidad genética y diferencias de hábitos dietéticos entre las poblaciones, no puede ser tomado como un patrón para valorar a nuestra población.

En relación a la clasificación del peso basado en el porcentaje de masa grasa, se encontró que el 24.39% de la muestra estudiada se encontró con un porcentaje de masa grasa adecuado (10.71% de los hombres y el 53.84% de las mujeres); el 26.82% de la muestra tuvo sobrepeso (31.14% de los hombres y 15.38% de las mujeres) y, el 48.78% se encontró en obesidad (57.14% de los hombres y 30.76% de las mujeres). Lo cual coincide también con lo obtenido en relación al IMC.

El análisis de la comparación entre masa grasa y masa muscular de la muestra estudiada dividida en deportistas y sedentarios no mostró diferencias significativas. Sin embargo, al dividirlos por terciles de acuerdo a los días por semana que realizan actividad física, se encontró diferencia en los varones en el IMC ( $p=0.055$ ) y en el porcentaje de masa grasa ( $p=0.003$ ) al comparar a los hombres que realizan actividad 3 días y más de 3 días.

Al comparar el porcentaje de masa muscular se encontró diferencia entre los hombres que realizan 2 o menos días de actividad y los que la realizan 3 días a la semana ( $p= 0.028$ ), así como entre los que realizan actividad 3 días y más de 3 días a la semana ( $p=0.016$ ), sin embargo no hubo diferencia entre

los que realizaban actividad 2 días o menos y los que realizaban su actividad deportiva más de 3 días ( $p= 0.843$ ), lo cual puede deberse a las características del deporte que realizan y/o antigüedad de práctica del mismo.

Al analizar los componentes de la carga del ejercicio que realiza el grupo que se clasificó como deportistas, la frecuencia con que realizan su actividad es de 3-5 días por semana, con una duración de 1 hora por sesión de ejercicio y con una intensidad variable la cual va de leve a moderada sin mantener esta intensidad constante para obtener los beneficios de esta actividad física. El grupo de atletismo sólo realiza 4 vueltas a la pista con descansos entre cada vuelta de mas de 5 minutos, después saltan y lanzan la pelota, sin tener una metodología bien estructurada. El grupo de deportistas que realizan boliche sólo van 3 días por semana, y juegan lanzando la bola hacia los bolos, sin tener una mayor actividad que el lanzamiento que dura no más de 3 segundos, esperando su turno después de 3 lanzamientos de los demás compañeros. El grupo de danza deportiva principalmente baila ritmos como vals, danzón, salsa, chachacha y el ritmo que tiene una mayor intensidad es hip-hop y reggaeton. Ellos, en general tienen un calentamiento y estiramientos bien estructurados aunque sin un ejercicio aeróbico suficiente para tener efectos sobre el tejido graso, así como también largos periodos de descanso cuando están ensayando, con el fin de corregir movimientos y posturas.

El grupo de natación tiene dos representantes, que participan en competencias internacionales desde hace 2 años, un varón de 18 años y una mujer de 19 años, quienes tienen 4-5 días de entrenamiento, con una duración de ejercicio de hasta 2 horas por sesión de entrenamiento en ocasiones, siendo una hora de acondicionamiento físico que incluyen trote de 30 minutos, estiramientos, fortalecimiento con ligas, lagartijas, abdominales y posteriormente trabajo en el agua. De ellos, el varón presentó 14.83% de masa grasa y la representante del sexo femenino un 14.91% de masa grasa, lo cual demuestra la importancia de la duración, frecuencia, intensidad y antigüedad de la actividad deportiva.

De acuerdo a los resultados de otras publicaciones los resultados presentan una similitud en cuanto a la composición corporal del porcentaje de grasa en relación a los estudios de Rimmer<sup>(22,24)</sup>. En los estudios de Guerra<sup>(3)</sup>, los resultados también son parecidos en cuanto a este componente cuando se compara la muestra físicamente activa ( $22.3 \pm 7.1\%$  de masa grasa) y la de la presente investigación ( $22.43 \pm 5.38\%$  de masa grasa); en los sedentarios españoles se reportó un  $25.1 \pm 8.2\%$  de masa grasa, mientras que en los sedentarios evaluados en la presente tesis presentaron un  $22.49 \pm 4.97$  del mismo componente.

Cabe destacar que el estudio de Ordóñez (2006) fue realizado en adolescentes, quienes no habían tenido una actividad física al menos durante 6 meses y posteriormente les implementó un programa de ejercicio durante 12 semanas de predominio aeróbico y fortalecimiento, observando una disminución en la masa grasa de  $5.8\%$  posterior a este programa, lo cual demuestra la importancia de realizar este tipo de ejercicio y mantener la actividad física para evitar el sobrepeso y posterior obesidad de esta población.<sup>(23)</sup>

Expresado lo anterior, esto puede explicar el por qué se presentaron estos resultados en la muestra de deportistas comparada con los sedentarios en relación a la composición corporal, la actividad física y deportiva que desarrollan no es lo suficiente para mostrar una diferencia importante en el porcentaje de masa grasa y de masa muscular, ya que no se está logrando el estímulo adecuado para consumir la energía necesaria y modificar la composición corporal, como ha sido demostrado en diferentes publicaciones en población con y sin alteraciones cromosómicas.<sup>(23,29)</sup>

Está descrito en la literatura que el realizar ejercicio como mínimo 30 minutos 5 días por semana, con una intensidad leve a moderada (mantener la frecuencia cardíaca entre  $60-70\%$  de su frecuencia cardíaca máxima) tiene un efecto positivo sobre el gasto energético y, esto mismo ayuda a disminuir la masa grasa en la población con sobrepeso y obesidad. El realizar este tipo de actividad con la frecuencia, duración e intensidad adecuados permitirá mejorar su composición corporal.<sup>(20,29,30,31)</sup>

El estudio comparativo utilizando el método Phantom para la muestra de deportistas y sedentarios de las variables susceptibles a ser modificadas con ejercicio se encontró que ambos grupos presentan un peso muy similar, la circunferencia de tórax fue mayor en los deportistas y a la inversa se presentó en la circunferencia de abdomen, esto se puede explicar a que el ejercicio aumenta el tono muscular a nivel abdominal y un menor depósito de masa grasa visceral condicionando que haya una menor circunferencia. El resto de las circunferencias como fueron muslo, pantorrilla, brazo en relajación y flexión así como antebrazo, fueron relativamente más altos en los sedentarios, aunque estadísticamente no significativo. Los pliegues medidos se encuentran muy similares y sin diferencias.

El Phantom de los hombres, comparando deportistas y sedentarios, se observó que las principales variables que potencialmente son modificables, aunque sin diferencias significativas, se encuentran ligeramente más elevadas en los sedentarios que en los deportistas, como son las circunferencias y los pliegues, como se explicó en el párrafo anterior esto puede deberse a que hay menor tono muscular por lo tanto una mayor circunferencia en las personas que no realizan actividad física de forma rutinaria.

En relación a las mujeres lo que más resalta es que los pliegues de grasa son mayores en las deportistas que en las sedentarias, es importante aclarar que la muestra de mujeres deportistas solo fue de 4 personas evaluadas y las sedentarias es de 9, lo cual afecta al momento de hacer los cálculos y obtener una media más representativa.

## 9.0 Conclusiones

Las diferencias encontradas en relación a la composición corporal en el presente estudio son principalmente debidas a la frecuencia con que se realiza una actividad deportiva, lo cual deja claro que es importante estimular a que las personas con síndrome de Down realicen ejercicio más de 3 días a la semana, ya que esto permitirá tener cambios favorables en relación al porcentaje de masa grasa y por ende disminuir el riesgo de sobrepeso y obesidad.

Estos resultados presentan gran similitud entre las publicaciones previas de población con síndrome de Down de otros países y los obtenidos en la muestra de deportistas y sedentarios mexicanos, que fueron evaluados en el presente estudio, lo cual no había sido realizado previamente pero puede servir como punto de partida para iniciar programas de intervención para mejorar la composición corporal y por lo tanto la salud cardiovascular de la población con esta patología.

El método Phantom permite tener una mejor comparación visual entre dos sujetos o grupos de sujetos entre las características morfológicas, lo que muestra de una forma más sencilla y clara, las variables que se pueden modificar gracias al ejercicio y así poder comparar a más deportistas con síndrome de Down de acuerdo al deporte que practican y no con una generalidad.

Los familiares de las personas con síndrome de Down tienden también a limitar su actividad, por miedo a que “no puedan” realizar más ejercicio y que esto les vaya a ser dañino debido a su condición. Está demostrado como ya se explicó que un programa de ejercicio bien establecido y habitual permitirá mejorar su composición corporal, reducir los riesgos cardiovasculares y así mismo mejorar su calidad de vida.

La nutrición es un aspecto importante en la población general y más aún en la población con síndrome de Down, debido a que las cardiopatías

secundarias a dislipidemias y obesidad, son la principal causa de muerte en la población general y con esta alteración cromosómica.<sup>(21,24,25)</sup> Aunque no fue el tema de esta tesis, al interrogar la alimentación que llevaba cada uno de los sujetos estudiados, se encontró que no hay buena información sobre cómo apegarse al plato del buen comer y por lo tanto no hay un aporte adecuado de los nutrimentos necesarios en cantidad y calidad para poder tener un buen aprovechamiento de los nutrimentos que lleven a una buena alimentación para mantener una adecuada composición corporal.

Es importante realizar estudios subsecuentes y programas de intervención con esta población, debido a que se puede mejorar su salud y calidad de vida, así como para integrarlos más fácilmente a las labores de la sociedad actual, sin limitaciones y realizando actividades que sean seguras y adecuadas a sus capacidades físicas.

Es necesario establecer un entrenamiento sistematizado de acuerdo a sus características físicas con mayor frecuencia y duración de las sesiones de ejercicio, así como un seguimiento antropométrico por más tiempo de las personas con síndrome de Down que realizan una actividad deportiva para observar el efecto del ejercicio en su composición corporal.

Existe mucho trabajo por hacer con esta población y desafortunadamente la poca información y la mala orientación hacia los padres de estas personas limita el potencial que pueden desarrollar físicamente.

El médico del deporte tiene un papel fundamental en el grupo de trabajo de los deportistas que presentan esta patología, ya que una de sus funciones es la de recomendar ejercicio adecuado y seguro para ellos, valorar periódicamente los beneficios y adaptaciones cardiovasculares que le brindan el deporte, promover y realizar evaluaciones físicas que permitan conocer el nivel de salud de estos atletas, así como promover el ejercicio en personas sedentarias con esta patología, junto con cardiólogos, médicos internistas, nutriólogos y genetistas.

## 10.0 Anexos

### ***Anexo 10.1 Técnica de medición antropométrica***

**10.1.1 Talla:** Se tomó la estatura en un estadímetro montado en la báscula, con el sujeto descalzo, de pie, talones y punta de los pies juntos, con la cara posterior de los glúteos y la parte superior de la espalda casi apoyada en el estadímetro. La cabeza se ubicó en el plano de Frankfort (marco inferior de órbita ocular alineado horizontalmente con el trago de la oreja) que en este caso se buscó que este marco fuera paralelo al suelo, debido a la implantación baja de la oreja, y se tomó como el punto más alto del cráneo el vértex. Se solicitó que el evaluado inspirara hondo y mantuviera la inspiración para tomar la máxima altura alcanzada a nivel del vértex.

**10.1.2 Peso corporal:** Se pesó a los pacientes en una báscula de pedestal, con playera y short, sin zapatos, con el sujeto parado en el centro de la misma, la cabeza en el plano de Frankfort.

#### **10.1.3 Marcas anatómicas:**

- Punto medio acromio-radial: Con el evaluado de pie, el evaluador al lado del paciente, se localizó el acromion que es el punto en el borde superior y lateral de la espina de la escápula, y posteriormente el punto radial que se encuentra al palpar la cavidad lateral del codo derecho. Se midió la distancia lineal entre la marca acromial y la marca radial con el brazo en flexión a 90°. Se realizó una pequeña marca horizontal al nivel del punto medio entre estas dos referencias.
- Punto estiloides: Se definió como el punto más distal sobre el margen lateral del proceso estiloides del radio.
- Dactilion: Se definió como la punta del dedo medio de la mano derecha con los dedos estirados.
- Punto subescapular: Se localizó en el ángulo inferior de la escápula derecha.

- Punto mesoesternal: Se localizó en el tórax, en el punto medio del esternón a nivel central de la articulación de la cuarta costilla con el esternón
- Punto ilio-espinal: Es el punto más inferior y prominente de la espina iliaca anterosuperior.
- Punto trocantéreo: Es el punto más superior del trocánter mayor del fémur. Se identifica palpando la cara lateral del glúteo mientras el evaluador está parado por detrás del sujeto. Una vez identificado el trocánter mayor, se debería palpar hacia arriba para localizar la cara más superior de este punto óseo.

#### **10.1.4 Pliegues cutáneos**

Se localizó el sitio marcado para el pliegue, tomándose con los dedos pulgar e índice de la mano izquierda el conjunto de piel y tejido celular subcutáneo colocándose las ramas del plicómetro sobre este y esperando 2 segundos antes de hacer la lectura. Se realizó la medición de todos los pliegues en 2 ocasiones y se realizó una media de estos valores.

- Tricipital: Se toma con el pulgar y el dedo índice izquierdos en la marca realizada sobre la línea media acromio-radial, en la región posterior del brazo siguiendo una línea imaginaria que va del acromion al olécranon. El pliegue es vertical y paralelo al eje longitudinal del brazo en la región posterior del mismo. El brazo se encuentra relajado con ligera rotación externa del hombro y el codo extendido al costado del cuerpo.
- Subescapular: Sujeto con brazos a los costados, el pulgar palpa el ángulo inferior de la escápula para determinar el punto inferior más sobresaliente. El pliegue se toma con el pulgar e índice izquierdos en el sitio marcado, en una dirección que se desplaza lateralmente y en forma oblicua hacia abajo, a partir de la marca subescapular en un ángulo (aprox 45°) a 2 cm

oblicuo inferior, determinado por las líneas naturales de pliegue de la piel.

- Axilar: Es un pliegue vertical en la línea medio axilar derecha, a nivel de la línea horizontal que cruza el apéndice xifoides del esternón. Se pide al sujeto que levante el brazo derecho, separado del cuerpo en posición de 90° (la mano del evaluado apoyada en su cabeza).
- Bicipital: Se toma con el pulgar e índice izquierdos en la marca sobre la línea acromio-radial media, paralela al eje longitudinal del brazo. El brazo debe estar relajado, la articulación del hombro con leve rotación externa y codo extendido. El pliegue se localiza en la parte más anterior del brazo derecho.
- Pectoral: En varones se toma a nivel del punto medio entre el origen de la línea axilar anterior y el pezón del lado derecho, el pliegue se toma de forma oblicua inferior, teniendo el paciente su mano apoyada en la cabeza. En las mujeres se divide en tres tercios la cola de la mama del lado derecho y se toma en la unión del tercio medio con el tercio lateral, tomándose el pliegue de la misma forma que en los varones.
- Abdominal: Este pliegue se toma en sentido vertical, a 2 cm de la línea media derecha a nivel umbilical, no se debe colocar la rama del plicómetro dentro del ombligo.
- Suprailiaco: El pliegue se toma en donde la línea imaginaria que va desde la marca ilioespinal al borde axilar anterior se intersecta con la línea horizontal proyectada desde el borde superior del hueso iliaco a nivel del punto iliocrestídeo. Se toma de forma oblicua dirección medial.

- Muslo: El pliegue se toma de forma vertical en la marca situada en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula (medido en posición sentado y con la rodilla flexionada a 90°). La medición del pliegue se lleva a cabo con estando de pie el paciente apoyando el pie derecho en ligera flexión plantar. El plicómetro se coloca a 1 cm del dedo pulgar e índice que toman el pliegue.
- Pantorrilla medial: El pliegue se toma de forma vertical, con el pie apoyado y la pantorrilla relajada, se toma a nivel e la cara medial de la pantorrilla en la marca de su perímetro máximo.

### **10.1.5 Perímetros**

Para medir los perímetros se utilizó la técnica de manos cruzadas. Para medir los perímetros, la cinta se sostiene en ángulo recto a la extremidad o segmento corporal, con una tensión constante de la cinta, sin permitir que haya espacios entre la piel y la cinta, mantenida sobre la marca o referencia especificada.

- Brazo relajado: El perímetro del brazo, colocado en posición relajada al costado del cuerpo, se toma a nivel de la línea media acromial-radial, con la cinta perpendicular al eje longitudinal del húmero.
- Brazo flexionado en máxima tensión: El brazo derecho se eleva a una posición horizontal y hacia el costado con el antebrazo flexionado aproximadamente a 90°. Se solicita que el sujeto flexione el codo y se determina el perímetro máximo alcanzado a nivel del bíceps.
- Antebrazo: La medición se realiza a la altura del máximo perímetro del antebrazo con la mano sostenida con la palma hacia arriba y los músculos del brazo relajados. Se desliza la

cinta hacia arriba y hacia abajo del antebrazo, para determinar correctamente el nivel del máximo perímetro.

- Tórax: Este perímetro se toma al nivel de la marca mesoesternal. Con el medidor de pie frente al sujeto, se solicita al evaluado que se separen los brazos para poder pasar la cinta por debajo del tórax, en un plano casi horizontal a nivel mesoesternal. Se pide al sujeto evaluado que realice una inspiración y espiración normal, y se realiza la lectura de la medición al final de esta espiración normal.
- Abdomen: Este perímetro se mide a nivel de la cicatriz umbilical, con la cinta alrededor del abdomen quedando completamente horizontal, se solicita al evaluado que relaje completamente su abdomen y se realiza la lectura sin que la cinta cause compresión sobre la piel.
- Muslo: Este perímetro se toma perpendicular al eje longitudinal del muslo. Se toma a nivel del punto medio entre la línea inguinal y el polo superior de la patela (medido con el muslo y rodillas flexionados a 90 grados cada uno). Se solicita al sujeto que se pare sobre un banco, con los pies ligeramente separados, y el peso corporal distribuidos equilibradamente entre ambos pies. Se pasa la cinta alrededor del muslo a nivel de la marca realizada en el punto medio antes referido.
- Pantorrilla: Es el máximo perímetro de la pantorrilla. El sujeto parado de espaldas sobre un banco, con el peso corporal distribuido entre ambos pies. La medición se realiza en la cara lateral de la pierna. El máximo perímetro se encuentra usando los dedos medios para manipular la posición de la cinta en una serie de mediciones hacia arriba y abajo, hasta identificar la circunferencia máxima.

### 10.1.6 Longitudes

El método que se realizó para estas mediciones fue determinación directa por medio de un antropómetro de ramas rectas tipo Martin. Antes de realizar cualquier medición se controló cada punta o extremo del antropómetro para asegurarse de que no hubo movimiento y por ello, se haya salido de la marca.

- Miembro torácico: Es la longitud medida entre la distancia del punto acromial y dactilión. El sujeto se para erecto con los brazos en abducción de 45°, las palmas de las manos rectas. Una de las ramas del antropómetro se sostiene en la marca acromial mientras que la otra es colocada en el dactilión.
- Medioestiloidea-dactiloidea: Es la longitud de la mano. Se toma como la distancia más corta desde la línea medio estiloidea y el punto dactilión. El sujeto coloca la mano en posición supina y los dedos en extensión total (no hiperextendidos). Un extremo del antropómetro es encuentra en la línea medioestiloidea y el otro extremo se ubica en el punto más distal del tercer dedo de la mano.
- Miembro pélvico: Es la altura desde el suelo o del borde superior del banco donde se encuentra el evaluado hasta el punto trocantérico. El sujeto se para con los pies juntos. La rama del antropómetro es colocada en el borde superior del banco o del suelo y el mismo es orientado verticalmente hacia arriba, ubicando el extremo del brazo móvil en el punto trocantérico.
- Longitud del pie: Es la distancia entre el dedo más sobresaliente del pe (primera o segunda falange según corresponda) y el punto más posterior del talón del pie, mientras el sujeto se para con el peso repartido equitativamente entre ambos pies. El

antropómetro se mantiene paralelo al eje longitudinal del pie y se debe aplicar una presión mínima.

- Talla sentado: Es la altura desde la mesa o caja (donde se encuentra sentado el evaluado) hasta el vértex, con la cabeza en el plano de Frankfort. El evaluador pide al sujeto una vez que está sentado, con la espalda recta, haga una inspiración profunda, el evaluador aplica una suave presión a nivel del vértex para realizar la medición.

#### **10.1.7 Diámetros**

- Biepicondilar del húmero: Es la distancia medida entre los epicóndilos medial y lateral del húmero, cuando el brazo es levantado anteriormente hacia el plano horizontal y el antebrazo es flexionado en ángulo recto con el brazo. Se utilizan los dedos medios del explorador para palpar los epicóndilos del húmero, el Vernier es colocado directamente sobre los epicóndilos, de modo que las ramas del mismo se orientan de abajo hacia arriba en un ángulo aproximado de  $45^\circ$ , con respecto del plano horizontal. Mantener presión firme con los dedos índices cuando se lee el valor.
- Biestiloideo: Es la distancia medida entre la estiloides del radio y del cúbito en el miembro torácico. Se colocan las ramas del Vernier en dichas apófisis que se encuentran en la región más distal del radio y ulna, con una inclinación de  $45^\circ$ , haciendo ligera presión con las ramas hasta que se haya leído el valor.
- Biepicondilar del fémur: Es la distancia medida entre los cóndilos medial y lateral del fémur, cuando el sujeto está sentado y la rodilla flexionada a  $90^\circ$ . Se utilizan los dedos medios para palpar los cóndilos femorales. Se colocan las ramas del Vernier orientadas de arriba hacia abajo en un ángulo

de 45° con respecto al plano horizontal. Mantener presión firme con los dedos índices hasta que se haya leído el valor.

### Anexo 10.2 Formato de registro de mediciones

Nombre		Edad	Fecha
Sexo	Peso	Talla	Deporte
Frecuencia	Duración	Antigüedad	

Anchuras (milímetros)	
	Derecho
Humeral	
Biestilión	
Femoral	

Pliegues (milímetros)	
Subescapular	
Tríceps	
Biceps	
Antebrazo	
Pectoral	
Axilar	
Abdominal	
Suprailiaco	
Muslo	
Pantorrilla	

Circunferencias (milímetros)		
Tórax		
Abdomen		
	Relajación	Contracción
Brazo Derecho		
Antebrazo		
Muslo Derecho		
Pantorrilla Derecha		

Longitudes (milímetros)	
Miembro Torácico Derecho	
Mano Derecha	
Miembro Pélvico Derecho	
Pie Derecho	
Talla sentado	

**Anexo 10.3 Ecuaciones de regresión para determinar la composición corporal y los valores del método Phantom.**

**10.3.1 Ecuación de Jackson et al para determinar densidad corporal**

$$DC = 1.0994921 - 0.0009929 (\text{Sum Tric} + \text{Mus} + \text{Suplli}) + 0.0000023 (\text{Sum Tric} + \text{Mus} + \text{Suplli})^2 - 0.0001392 (\text{Edad})$$

DC= Densidad corporal

Sum= Suma

Tric= Pliegue de triceps

Mus= Pliegue de Muslo

Suplli= Pliegue suprailiaco

**10.3.2 Ecuación de Siri**

$$\% \text{grasa} = 4.95 / DC - 4.5 (100)$$

DC= Densidad corporal

**10.3.3 Ecuación de Durnin & Womersley para determinar densidad corporal y en varones por grupos de edad.**

Varones 17 a 19 años de edad

$$D = 1.1620 - (0.0630 \times (\log PC))$$

$$MG = \text{Peso Corp (kg)} \times ((4.95/D) - 4.5)$$

$$\% \text{grasa} = ((MG \text{ kg}) \times 100) / \text{peso en kg}$$

Varones de 20 a 29 años de edad

$$D = 1.1631 - (0.0632 \times (\log PC))$$

$$MG = \text{Peso Corp (kg)} \times ((4.95/D) - 4.5)$$

$$\% \text{grasa} = ((MG \text{ kg}) \times 100) / \text{peso en kg}$$

Varones de 30 a 39 años de edad

$$D=1.1422-(0.0544x(\log PC))$$

$$MG= \text{PesoCorp(kg)} \times ((4.95/D)-4.5)$$

$$\% \text{ grasa} = ((MG\text{kg}) \times 100) / \text{peso en kg}$$

donde:

D= Densidad corporal

logPC= Logaritmo en base 10 de la sumatoria de los pliegues bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco.

MG= Masa grasa que el resultado se expresa en kilogramos

#### **10.3.4 Ecuación de Ross y Kerr para determinar la masa muscular**

Primero se determinaron los perímetros corregidos:

Fórmula general: Perímetro corregido = Circunferencia del segmento (milímetros) – ( $\pi$  x pliegue (milímetros)) / 10

- Perímetro del brazo relajado corregido por el pliegue cutáneo del tríceps
- Perímetro del antebrazo (no corregido)
- Perímetro del tórax corregido con el pliegue cutáneo subescapular
- Perímetro del muslo corregido por el pliegue cutáneo de la parte frontal del muslo
- Perímetro de la pantorrilla corregido por el pliegue cutáneo de la pantorrilla medial.

$$S \text{ MUS} = \text{Sumatoria (P ARC + P FA + P THC + P MCC + P CHC)}$$

$$Z \text{ MUS} = [S \text{ MUS} (170.18 / \text{talla} - 207.21) / 13.74$$

Donde:

- SMUS= Sumatoria de los perímetros corregidos del evaluado
- 207.21 = sumatoria de las medias Phantom de los perímetros corregidos
- 13.74 = sumatoria de los desvíos estándar Phantom para los perímetros corregidos
- P ARC = perímetro del brazo corregido
- P FA = perímetro del antebrazo no corregido
- P THC = perímetro del muslo corregido
- P MCC = perímetro de la pantorrilla corregido
- P CHC = perímetro del tórax corregido

$$M \text{ MUS} (\text{kg}) = [(Z \text{ MUS} \times 5.4) + 24.5] / (170.18 / \text{talla})^3$$

Donde:

- M MUS = Masa muscular en kilogramos
- Z MUS = Score de proporcionalidad Phantom para masa muscular
- 24.5 = Constante del método para media de masa muscular Phantom (en kilogramos)
- 5.4 = Constante del método para desviación estándar Phantom para el músculo (en kilogramos).

### **10.3.5 Fórmula general para determinar los valores del Phantom**

$$Z = 1/S[v(170.18/h)^d - P]$$

Donde:

Z: El valor de la variable transformada en el Phantom.

S: Desviación estándar que propone el modelo para la variable estudiada.

V: Valor obtenido de la variable estudiada.

170.18: Valor obtenido para la estatura. Constante de proporcionalidad para la estatura en el modelo Phantom.

d: Exponente dimensional, que permite la linealización de las variables.

1)  $d=1$  para las longitudes, diámetros, perímetros y pliegues de grasa.

2)  $d=2$  en las superficies corporales o en las áreas transversales.

3)  $d=3$  en el peso y otros volúmenes corporales

**Anexo 10.4 Resultados calculados del índice Z para graficar los valores del Phantom**

Tabla 10.4.1 Índice Z para las variables peso, talla parado, talla sentado y longitudes

	Peso	Talla de pie	Talla sentado	Longitud de Miembro Torácico Derecho	Longitud de mano derecha	Longitud de Miembro Pélvico Derecho	Longitud de Pie derecho
Hombres Sedentarios	2.077	3.293E-09	-0.024	-2.608	-0.428	-0.569	-0.159
Mujeres Sedentarias	2.951	2.291E-09	0.403	-2.728	-1.398	0.053	-1.344
Hombres Deportistas	2.284	-3.524E-09	0.720	-1.882	-1.283	-0.426	0.024
Mujeres Deportistas	3.264	-3.537E-09	1.328	-2.639	-2.544	-0.123	-0.966
Deportistas General	2.471	-3.527E-09	0.836	-2.026	-1.523	-0.368	-0.164
Sedentarios General	2.470	2.842E-09	0.168	-2.662	-0.865	-0.289	-0.692

Tabla 10.4.2 Índice Z para las variables correspondientes a circunferencias

	Circunferencia de Tórax	Circunferencia de Abdomen	Circunferencia de Muslo Derecho	Circunferencia de Pantorrilla Derecha	Circunferencia de Brazo Derecho en Relajación	Circunferencia de Brazo Derecho en Contracción	Circunferencia de Antebrazo Derecho
Hombres Sedentarios	2.684	2.702	-0.120	1.285	2.704	1.527	2.129
Mujeres Sedentarias	2.885	3.394	0.171	1.619	2.872	1.549	1.380
Hombres Deportistas	2.998	2.599	-0.544	0.995	2.271	1.478	1.902
Mujeres Deportistas	3.389	3.329	-0.111	1.931	2.150	1.237	1.298
Deportistas General	3.073	2.738	-0.461	1.173	2.248	1.432	1.787
Sedentarios General	2.774	3.013	0.011	1.435	2.780	1.537	1.792

Tabla 10.4.3 Índice Z para las variables referentes a anchuras óseas

	Anchura Humeral	Anchura Biestiloidea	Anchura Fémur
Hombres Sedentarios	2.521	2.224	1.682
Mujeres Sedentarias	1.310	0.749	2.463
Hombres Deportistas	1.767	1.660	1.422
Mujeres Deportistas	1.335	1.347	2.090
Deportistas General	1.684	1.601	1.549
Sedentarios General	1.976	1.560	2.033

Tabla 10.4.4 Índice Z para las variables referentes a pliegues cutáneos

	Pliegue Triceps	Pliegue Subescapular	Pliegue Suprailiaco	Pliegue Abdominal	Pliegue Muslo	Pliegue Pantorrilla
Hombres Sedentarios	-0.126	2.533	0.547	0.468	-0.997	-0.587
Mujeres Sedentarias	1.220	2.660	1.531	0.441	0.245	0.875
Hombres Deportistas	0.375	2.455	0.866	0.369	-0.658	-0.550
Mujeres Deportistas	1.754	2.625	1.353	1.424	0.743	1.669
Deportistas General	0.638	2.487	0.959	0.570	-0.391	-0.127
Sedentarios General	0.479	2.590	0.989	0.456	-0.437	0.070

Tabla 10.4.5 Índice Z para las variables referentes a la composición corporal

	Masa Muscular	Masa Grasa	Masa Ósea
Hombres Sedentarios	2.968	1.854	1.096
Mujeres Sedentarias	2.297	3.256	0.973
Hombres Deportistas	2.485	2.164	0.930
Mujeres Deportistas	1.925	3.445	1.121
Deportistas General	2.378	2.408	0.966
Sedentarios General	2.666	2.485	1.041

## 11.0 Bibliografía

1. Tyler C, Edman J.C.- Down syndrome, Turner syndrome, and Klinefelter syndrome: primary care throughout the life span. Primary Care Clinics Office Practice 2004; 31: 627–648.
2. Davidson M. Primary Care for children and adolescents with Down Syndrome. Pediatric Clinics of North America 2008; 55: 1099–1111.
3. Guerra M. Síndrome de Down y respuesta al esfuerzo físico (Tesis Doctoral) Escola de Medicina de L'educació Física I L'esport; Facultat de Medicina de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 2000.
4. World Health Organization. Genomic Resource Centre. Genes and Chromosomal Diseases.  
<http://www.who.int/genomics/public/geneticdiseases/en/index1.html> Agosto 2009
5. Mutchynyck O, Lisker R, Babinsky V. Riesgo para síndrome de Down por bienios y quinquenios de edad materna para población Mexicana. Boletín Médico del Hospital Infantil de México Agosto 1991; Vol. 48 Num. 8.
6. Human Genetics Program. World Atlas of Birth Defects. World Health Organization. 2003; 2a edición. Suiza.
7. Chen H. Atlas de diagnósticos y consejo genéticos. Human Press Totowa, New Jersey. 2006.
8. Wang Z M, Pierson R N Jr, Heymsfield S B. The five level model: a new approach to organizing body composition research. American Journal of Clinical Nutrition 1992; 56: 19-28.
9. Malina R. Body composition in Athletes: Assessment and estimated fatness. Clinics in Sports Medicine 2007; 26: 37-68.
10. Stoute Hassan M A. Guía de Kinantropometría aplicada Libro III. Somatocriptometría; 1995 Editora del Estado de México. México.

11. Oria E, Lafita J, et al. Composición corporal y obesidad. Anales del sistema sanitario de San Navarra 2002; 25 (Supl.1): 91-102.
12. Heymsfield S B, Wang Z M, Baumgartner R N, Ross R. Human Body Composition: Advances in Models and Methods. Annual Review of Nutrition 1997; 17:527-58.
13. Rodríguez B A. Composición corporal y deporte. Anales Venezolanos de Nutrición 1998; 11(1): 79-85.
14. Malina, R M. Anthropometry: The individual and the population. *Anthropometry, physical performance and fitness*. Cambridge: Cambridge University Press. 1994: 160-177.
15. Forbes G B. Human body composition: Growth, Aging, Nutrition and Activity. Springer-Verlag. New York. 1987.
16. Norton K, Olds T. Antropométrica. Biosystem Servicio Educativo 1996; Rosario, República de Argentina.
17. Jackson A, Pollock M. Practical Assessment of body composition. The physician and sports medicine 1989; Vol 13. Mayo No. 5.
18. Garrido Chamorro R P, González Lorenzo M, Expósito Coll I. Valoración de la proporcionalidad mediante el método combinado. Revista Digital 2005; Año 10 Febrero No. 81. Buenos Aires.
19. Ross W D, Wilson N C. A stratagem for proportional growth assessment. Acta pediátrica Bélgica 1964; Vol 98, Supplement: 169-182.
20. Duncan Mc Dougall J, Wenger H A, Green H J. Evaluación Fisiológica del Deportista 2005; Editorial Paidotribo 3a. Edición pp: 319.
21. Kelly LE, Rimmer JH, Ness RA. Obesity levels in institutionalized mentally retarded adults. Adapted Physical Activity Quarterly. 1986; 3:167-176.
22. Rimmer J H, Kelly, L E, Rosentswieg J. Accuracy of Anthropometric Equations for Estimating Body Composition of Mentally Retarded Adults. American Journal of Mental Deficiency 1987; Vol. 91 No. 6: 626-632.

23. Ordoñez F J, Rosety M, Rosety-Rodríguez M. Influence of 12-week exercise training on fat mass percentage in adolescents with Down syndrome. *Medical Science Monitor* 2006; 12(10): CR 416-419.
24. Rimmer J, Glenn Fujiura D. Blood Lipid and Percent Body Fat Levels in Down Syndrome Versus Non-DS Persons With Mental Retardation. *Adapted Physical Activity Quarterly* 1992; 9: 123-129.
25. Prasher V P. Overweight and obesity amongst Down's syndrome adults. *Journal of Intellectual Disability Research* 1995; 39 (5): 437-441.
26. Cronk C, Crocker A. Growth Charts for Children with Down Syndrome: 1 month to 18 years of age. *Pediatrics* 1988; Vol. 81 January No 1.
27. Lopes T S, Ferreira D M, et al. Assessment of anthropometric indexes of children and adolescents with Down syndrome. *Jornal de Pediatria* 2008; 84 (4): 350-356.
28. Syles M E, Cole T J, et al. New cross sectional stature, weight, and head circumference references for Down's syndrome in the UK and Republic of Ireland. *Archives of Disease in Childhood* 2002; 87: 104-108.
29. American College of Sport Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription 2000; Lippincott Williams & Wilkins 6<sup>th</sup> Edition.
30. Mc Ardle W, Katch F, Katch V. Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance. 2007; Lippincot Williams & Wilkins 6<sup>th</sup> edition.
31. Wilmore J H, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte 2004. Editorial Paidotribo. 5a edición.