

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**  
**ESPECIALIDAD EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**



**VALORACIÓN ENERGÉTICA POR CALORIMETRÍA INDIRECTA EN  
ESCOLARES DEPORTISTAS CON OBESIDAD**

**COMO REQUISITO DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE LA ESPECIALIDAD  
EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA NO. DE REGISTRO 002390 PNPC-CONACYT  
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN NUTRIOLOGÍA  
CLÍNICA**

**PRESENTA**

**LN. MONTSERRAT TORRES BARRIOS**

**LN. GABRIELA ABIGAIL ESPINO MUÑOZ**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN**

**DICIEMBRE 2019**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**  
**SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO**  
**ESPECIALIDAD EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**



**VALORACIÓN ENERGÉTICA POR CALORIMETRÍA INDIRECTA EN  
ESCOLARES DEPORTISTAS CON OBESIDAD**

**COMO REQUISITO DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE LA ESPECIALIDAD  
EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA NO. DE REGISTRO 002390 PNPC-CONACYT  
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN NUTRIOLOGÍA  
CLÍNICA**

**PRESENTA**

**LN. MONTSERRAT TORRES BARRIOS**

**LN. GABRIELA ABIGAIL ESPINO MUÑOZ**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN**

**Diciembre 2019**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO  
ESPECIALIDAD EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**



**VALORACIÓN ENERGÉTICA POR CALORIMETRÍA INDIRECTA EN  
ESCOLARES DEPORTISTAS CON OBESIDAD**

**PRESENTA**

**LN. Montserrat Torres Barrios  
LN. Gabriela Abigail Espino Muñoz**

**DIRECTOR**

**ENC. María Alejandra Sánchez Peña**

**CODIRECTOR**

**ENC. Leticia Márquez Zamora**

**COMITÉ TUTORIAL**

**DRA. Verónica López Guevara  
DR. Erik Ramírez López**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN**

**Diciembre 2019**

**“VALORACIÓN ENERGÉTICA POR CALORIMETRÍA INDIRECTA EN  
ESCOLARES DEPORTISTAS CON OBESIDAD”**

Aprobación de investigación

---

ENC. María Alejandra Sánchez Peña

**Director**

---

ENC. Leticia Márquez Zamora

**Codirector**

---

Dr. en C. Erik Ramírez López

---

Dra. Verónica López Guevara

**Comité Tutorial**

MONTERREY, NUEVO LEÓN

Diciembre 2019

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor, a mi papá hasta el cielo, que sé que desde el cielo me llena de bendiciones, me cuida y me ha acompañado en este camino.

A mi mamá y mi hermano por su apoyo, cariño y comprensión en todo momento. Principalmente a mi madre, por su motivación constante y su esfuerzo para que pueda superarme como persona y profesionista.

A mis tías, Raquel y Ana Luz, por siempre recibirme con cariño durante mi estancia en Monterrey, siendo un soporte clave durante mis estudios.

A toda mi familia y amigos, por acompañarme a la distancia y apoyarme en esta etapa.

A las personas que encontré en este camino, y que hicieron de él, 2 años de mucho aprendizaje, alegrías y crecimiento personal.

A mis compañeras de la Especialidad, principalmente a mis amigas Gabriela Espino, Miriam Guzmán y Gabriela Jiménez, por ser mi familia durante estos dos años y vivir juntas momentos inolvidables.

A Dios, por darme la oportunidad de realizar este posgrado, ser la fuerza en momentos difíciles y llenar mi vida de bendiciones.

**LN. Montserrat Torres Barrios**

## DEDICATORIA

A mis padres por darme la vida, por apoyarme en cada una de las metas que me he propuesto y gracias a ellos he logrado cada una de ellas, esperando que se encuentren orgullosos de la mujer que crearon.

A mi padre, por ser el pilar más grande durante mi educación y a lo largo de cada una de las decisiones de mi vida, ya que siempre me ha apoyado e impulsado a que cumpla cada uno de mis sueños, sin él no serían posibles. Por ser mi ejemplo a seguir, por enseñarme a seguir aprendiendo todos los días sin importar las circunstancias ni el tiempo.

A mi madre, te agradezco estar siempre conmigo, en mi mente, mi corazón y mis acciones, apoyarme en todo lo que me propongo, gracias por convertirme en la mujer que soy, tú eres parte importante de este sueño, que el día de hoy se hace realidad, agradezco que siempre me escuches en mis momentos de frustración, brindándome los mejores consejos y consuelos siempre que lo necesite.

A mi hermano, tu eres definitivamente uno de los más grandes motores en mi vida, que me impulsan a ser mejor cada día para ser un ejemplo para ti y que siempre te sientas orgulloso de mi, a pesar de no estar físicamente juntos siempre voy a estar para ti mi niño.

A mis mejores amigas y colegas de la especialidad Montserrat Torres, Miriam Guzmán, Gabriela Jiménez y Jessica Rosas por ser parte importante en todo este proceso de crecimiento, no solo profesionalmente si no personalmente, por escucharme, consolarme, consentirme en cada uno de los momentos que se han presentado a lo largo de este tiempo, por cada aventura, risas, lágrimas y estrés que hemos pasado juntas, pero principalmente gracias por ser mi hogar y mi familia durante estos dos años, sin ustedes definitivamente no hubiera sido lo mismo y espero este solo sea el inicio de una larga amistad.

**LN. Gabriela Abigail Espino Muñoz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a mi compañera de tesis, LN. Gabriela Espino, por su colaboración durante la realización de este proyecto, por su tiempo, paciencia y entrega. Por ser la mejor colega y amiga.

Al Dr. Erik Ramírez López, por su asesoría académica, disposición y todo el apoyo brindado para realizar el presente proyecto de investigación.

A nuestra directora y coordinadora ENC. María Alejandra Sánchez Peña, y codirectora ENC. Leticia Márquez Zamora por su dedicación y tiempo para la revisión de este proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología- Conacyt por su apoyo económico para poder formarme como Especialista en Nutriología Clínica.

Por último, doy gracias Dios, que sin Él nada hubiera sido posible, por darme la oportunidad de esta experiencia, acompañarme y bendecirme durante este trayecto en mi vida profesional en el que me llevo mucho aprendizaje y personas que formaron parte fundamental de esta etapa.

**LN. Montserrat Torres Barrios**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme las oportunidades que se han presentado a lo largo de mi vida, principalmente por mis padres.

Especialmente quiero agradecer a mi compañera, colega y mejor amiga Montserrat Torres Barrios por el equipo que conformamos para poder concluir este proyecto y esta etapa, sin ti no lo hubiera logrado.

Por el apoyo y asesoría de la ENC. María Alejandra Sánchez Peña, NC, y al Dr. en C. Erik Ramírez López quienes fueron pieza clave en el desarrollo de este trabajo de investigación, a quienes me gustaría expresar mi más profunda admiración y agradecimiento por su colaboración, paciencia, tiempo, dedicación y enseñanzas para que se pudiera brindar el adecuado soporte nutricional.

Gracias por su apoyo, por ser parte de la columna vertebral de este proyecto.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la Facultad de Salud Pública y Nutrición por la oportunidad de ser parte de su comunidad estudiantil.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca recibida, gracias a la cual fue posible realizar y concluir mis estudios de posgrado.

**LN. Gabriela Abigail Espino Muñoz**

## ÍNDICE

### MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>CAPITULO 1. MARCO TEORICO</b> .....	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	12
1.3 Justificación.....	12
1.4 Objetivo General.....	13
1.5 Objetivo Específico.....	13
<b>CAPITULO 2. METODOLOGÍA</b> .....	14
2.1 Diseño de estudio.....	14
2.2 Población de estudio.....	14
2.3 Criterios de selección.....	14
2.4 Técnica muestral.....	15
2.5 Cálculo del tamaño de muestra.....	15
2.6 Variables del estudio.....	15
2.7 Instrumentos de recolección de información.....	20
2.8 Procedimientos.....	20
2.9 Plan de análisis estadístico.....	22
2.10 Consideraciones Éticas y de Bioseguridad.....	22
<b>CAPITULO 3. RESULTADOS</b> .....	23
<b>CAPITULO 4. DISCUSIÓN</b> .....	32
<b>CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	33

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>ANEXOS</b> .....	37

## **LISTA DE TABLAS**

**Tabla 1.** Gasto energético en reposo en escolares deportistas. Eutróficos del estudio.....25

**Tabla 2.** Gasto energético en reposo en escolares con riesgo de obesidad..26

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Estado nutricional de los sujetos de estudio.....	23
<b>Gráfico 2.</b> Gasto energético en reposo de los sujetos del estudio.....	24
<b>Gráfico 3.</b> Gasto energético en reposo en escolares con obesidad.....	26
<b>Gráfico 4.</b> Valoración energética del consumo dietético diario de los sujetos de estudio.....	27
<b>Gráfico 5.</b> Valoración de consumo dietético de hidratos de carbono de los sujetos de estudio.....	28
<b>Gráfico 6.</b> Valoración de consumo dietético de proteínas de los sujetos de estudio.....	28
<b>Gráfico 7.</b> Valoración de consumo dietético de lípidos de los sujetos de estudio.....	29
<b>Gráfico 8.</b> Talla estimada en los sujetos de estudio.....	30
<b>Gráfico 9.</b> Riesgo cardiovascular por índice cintura/talla en los sujetos de estudio.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>ENSANUT</b>	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
<b>ENIM</b>	Encuesta Nacional de Niños, Niñas y Mujeres
<b>UNICEF</b>	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
<b>NHANES</b>	Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>IMC</b>	Índice de Masa Corporal
<b>REE</b>	Gasto de Energía en Reposo
<b>TMB</b>	Tasa Metabólica Basal
<b>CI</b>	Calorimetría Indirecta
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>ATP</b>	Adenosín trifosfato
<b>AF</b>	Actividad física



## RESUMEN

La obesidad infantil en la actualidad es uno de los principales problemas de salud a nivel mundial predisponiendo a esta población a presentar un riesgo elevado de desarrollar enfermedades crónicas a temprana edad, por lo que es necesario implementar medidas para su prevención y tratamiento. Una de las principales estrategias para esto, es la realización de actividad física en escolares, sin embargo, algunos de los deportistas, a pesar de la actividad física realizada cuentan con un peso y masa grasa elevada para su edad, catalogándolos con sobrepeso y obesidad. El objetivo de este estudio observacional de corte transversal, fue evaluar el gasto energético en reposo (GER) a través de calorimetría indirecta en escolares deportistas con obesidad y peso normal. Se incluyeron escolares de 6 a 12 años de edad pertenecientes a un equipo de futbol soccer dentro del estado de Nuevo León, en los que se les realizó la medición del gasto energético, toma de medidas antropométricas y valoración dietética. Se valoraron a 22 escolares, donde la media de edad fue de 8.7 años  $\pm$  1.7 años, el 100% del género masculino, donde el 77% (n=17) presentaron estado nutricional eutrófico de acuerdo al IMC, el 14% (n=3) riesgo de obesidad/ sobrepeso y el 9% (n=2) presentó obesidad. El promedio del gasto energético en reposo fue de 1181 kcal. Se observó que en el grupo de escolares eutróficos el 70.5% (n=12) obtuvo un GER menor de 1200 kcal y en el 29.5% (n=5) de los escolares fue entre 1200 y 1800 kcal. En el grupo de sobrepeso el 66.6% (n=2) presentaron un GER <1200 kcal y el 33.3% (n=1) fue entre 1200 y 1800 kcal. Mientras que en el grupo de obesidad el 100% presentó un GER mayor a 1800 kcal. Se pudo observar que los deportistas con obesidad presentaron un gasto energético en reposo mayor en comparación con los deportistas eutróficos, siendo un resultado no significativo por la diferencia en el tamaño de los grupos. Se requieren mayores estudios que analicen las diferencias entre el GER en escolares deportistas eutróficos y con obesidad, ya que la mayoría de estos se enfocan únicamente en la población adulta.

## CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

Según la Organización Mundial de la salud, define que, en cualquier etapa de la vida, una acumulación excesiva de grasa puede ser perjudicial para el cuerpo humano (OMS, 2019).

Durante las últimas décadas la obesidad ha ido avanzando de manera preocupante en la mayoría de los países, considerándose esta como una enfermedad crónica en aumento (Lasarte, 2014).

El incremento durante los últimos años de la obesidad infantil es preocupante, ya que ha alcanzado proporciones epidémicas a nivel mundial. Debido a esto, es necesario que personas capacitadas en el área de la salud, puedan colaborar a una disminución del peso y grasa corporal; así como a estimar de manera correcta el gasto energético basal de la población y establecer un tratamiento nutricional adecuado a través de planes de alimentación; evitando una sobre estimación de las kilocalorías (Lasarte, 2014).

Este panorama conlleva a reflexionar sobre cuáles son los factores que van a contribuir al desarrollo de la obesidad en la población infantil, conociendo sus consecuencias, con el reto de identificar factores socioculturales y contextuales, para el desarrollo de soluciones efectivas (Levy, 2018).

La obesidad tiene consecuencias importantes que afectan la salud física y mental, sobre todo durante los primeros años y antes de cumplir la mayoría de edad, predisponiendo a los niños y niñas con obesidad a una mayor probabilidad de padecer enfermedades como diabetes, hipertensión enfermedades del corazón, síndrome metabólico y problemas ortopédicos, entre otros (Levy, 2018).

Se ha observado que debido a que estos niños cuentan con mayor masa corporal, el gasto energético es mayor en escolares con sobrepeso y obesidad, sin embargo no se ha reportado como es el gasto energético basal en escolares deportistas con sobrepeso y obesidad, debido a que la actividad física que realizan suele no ser suficiente en relación con la energía ingerida y como

consecuencia reportando un desequilibrio entre la ingesta y el gasto (Becerril, 2015).

## **1.1 Antecedentes**

### **Obesidad**

Se ha reportado que la obesidad está estrechamente relacionada con el desequilibrio energético del consumo excesivo de energía a través del consumo de alimentos y bebidas, y entre el gasto energético del cuerpo (Nilüfer Acar-Tek, 2017).

El balance energético de un individuo va a depender, como ya se explicó, del desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético, produciendo una ganancia o pérdida de peso (Becerril, 2015).

### **Epidemiología**

Aproximadamente 42.5 millones que es más del 20% de la población infantil en América Latina de entre 0 a 19 años presentan sobrepeso u obesidad. México ha sido uno de los países que se ha visto mayormente afectado por esta epidemia que perjudica la salud de millones de infantes y adolescentes alrededor del mundo (Levy, 2018).

México ocupa el primer lugar mundial en obesidad infantil y el segundo en obesidad en adultos, seguido por los Estados Unidos. El 26% de los escolares (1 de cada 4 niños) y el 36% de los adolescentes (1 de cada 3) presentan sobrepeso y obesidad; demostrando que la incidencia de la obesidad ha ido incrementando exponencialmente en los escolares (Reyes, 2016).

Se realizó una evaluación del estado nutricional en la población de 5-11 años de edad, dentro de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016, en la que se evaluaron a 3 184 individuos que representan a 15,803, 940 escolares en el ámbito nacional (Levy, 2018).

De acuerdo a la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población de edad escolar en el 2016 fue de 33.2%. En el 2012 esta prevalencia fue del 34.4% 1,2 puntos porcentuales mayor; sin embargo, a pesar de esta tendencia de disminución, los intervalos de confianza de la prevalencia de 2016 son relativamente amplios, por lo que no es posible concluir que la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad disminuyó (Levy, 2018).

La prevalencia de sobrepeso fue de 17.9% y de obesidad de 15.3% de acuerdo a estudios de Hernández y et al en 2016.

La cifra de sobrepeso fue 1.9 puntos porcentuales menor que la observada en la ENSANUT del 2012, mientras que la de obesidad fue 0.7 puntos porcentuales mayor, pero los valores de las prevalencias en ENSANUT 2016 están incluidos en los intervalos de confianza de 95% de las prevalencias del 2016, por lo que se considera que no hubo cambios. Las prevalencias de sobrepeso y de obesidad en niñas en 2016 son muy similares a las observadas en 2012 sobrepeso 20.2; obesidad 11.8% (Hernández, 2016).

En 2016, se observó una prevalencia mayor de obesidad en los niños 18.3%; en comparación con las niñas 12.2%. La distribución por localidad de residencia mostró una mayor prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en las localidades urbanas (34.9%) en comparación con las localidades rurales (29.0%). Sin embargo en 2016 la prevalencia de obesidad aumentó 2.7 puntos porcentuales en localidad rural con respecto al 2012 (Levy, 2018).

Por otra parte, se obtuvo información sobre actividad física para 1,843 niños de 10-14 años de edad, que representan a 11, 257,112 individuos a nivel nacional. En total, el 17.2% de la población entre 10-14 años de edad cumple con la recomendación de actividad física de la Organización Mundial de la Salud (OMS), es decir, realizan al menos 60 minutos de actividad moderada-vigorosa los 7 días de la semana. Además se observa que los niños son significativamente más activos (21.8%) que las niñas (12.7%) (Hernández, 2016).

La prevalencia mostrada en la ENSANUT 2016 es muy similar a la reportada por la Encuesta Nacional de Niños, Niñas y Mujeres (ENIM) realizada por UNICEF en 2015 en niños en México, que se ubicó en 5.2%. Dicha prevalencia se asemeja a la reportada por la National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES, por sus siglas en inglés) en 2012 en los Estados Unidos (6%) y a la referida por otros países como Guatemala en 2014 (Levy, 2018).

La OCDE en 2017 documentó que a nivel mundial no hubo un incremento de la prevalencia del sobrepeso y obesidad en los menores de 5 años al igual no existieron cambios significativos en la reducción de esta misma prevalencia en niños y adolescentes. Sin embargo se refiere que la epidemia de obesidad ha ido más en aumento durante los últimos cinco años aunque a ritmo lento en algunos países de los cuales se encuentra México. Por otro lado se reportó un aumento importante de obesidad en niñas de edad escolar sin llegar a ser significativo y en el caso de mujeres adolescentes si fue aumento significativo sobre todo en zonas rurales del país. En el caso de hombres del área urbana presentaron una prevalencia nacional estable en cuanto el aumento de sobrepeso y obesidad (Levy, 2018).

A pesar de que no hay cambios sustanciales en las prevalencias de sobrepeso y obesidad en los menores de 19 años en México entre 2012 y 2016, la prevalencia aun es alta y alcanza a más de un tercio de los mayores de cinco años. Esto se puede atribuir a que durante los últimos 30 años, México ha sufrido varios cambios demográficos, económicos, ambientales y culturales que han impactado de manera negativa en el estilo de vida y bienestar de su población, en donde la incidencia de obesidad ha alcanzado proporciones casi epidémicas, con comportamientos en aumento en los últimos años que afecta a más de una tercera parte de los niños y los adolescentes para el año 2012. Tal situación se ha mantenido para 2016, si no es que se ha exacerbado en las zonas rurales del país (Levy, 2018).

## **Escolares**

### **Obesidad en escolares**

Se estima que aproximadamente el 10% de los niños en edad escolar en el mundo se ven afectados por un exceso de grasa corporal y debido a esto nos lleva a un panorama en el que en la actualidad la obesidad es uno de los principales problemas de salud a nivel mundial afectando a niños y jóvenes y predisponiéndolos a un riesgo elevado de desarrollar enfermedades crónicas (Becerril 2015)

La excesiva ganancia de peso en la población pediátrica en México es una problemática frecuente en la etapa escolar lo que nos hace notar la necesidad de aportar las medidas necesarias para prevenir y tratar el sobrepeso y la obesidad (Becerril 2015)

Entre los factores que pueden causar obesidad infantil están principalmente la alimentación que juega un papel importante desde edades tempranas y así mismo si existe una correcta actividad física o sedentarismo; sabiendo que, debido al desarrollo de la tecnología, la sociedad se ha vuelto cada vez más sedentaria; existen otros factores de carácter ambiental que es como afecta el entorno social influenciada por familiares o amigos. Sin embargo, se ha encontrado que existen múltiples variaciones genéticas que influyen en el desarrollo de este padecimiento ya que la genética y los factores ambientales juegan un papel determinante en el desarrollo de la acumulación excesiva de tejido adiposo, influenciado por los factores previos ya descritos (Becerril 2015)

Para que los escolares tengan un buen estado nutricional es necesario establecer sus requerimientos calóricos o su gasto energético para no subestimar o sobrestimar las necesidades y poder asegurarles una buena nutrición para que su desarrollo y crecimiento sea el adecuado (Becerril, 2015).

Según los comités de Pediatría y Nutrición el Índice de Masa Corporal (IMC) es el parámetro mejor recomendado para definir la obesidad infanto-juvenil considerando obesidad cuando este índice es superior a +2 DE para la edad y

sexo o por encima del percentil 95-97. Por otro lado, sobrepeso se considera un IMC superior al percentil 85 o cuando es superior a +1 y +2 DE para la edad y sexo (Alonso, et al., 2007).

La obesidad se define como una condición de acumulación anormal o excesiva de tejido adiposo que es perjudicial para la salud. Es difícil poder identificar la obesidad durante la infancia debido al incremento de talla y que tienen constantes cambios de composición corporal; sin embargo existen métodos de detección directa de adiposidad como resonancia magnética, tomografía, densitometría y la absorciometría dual de rayos X de doble energía y son considerados mejores que los métodos indirectos, como el IMC, ya que con estos no se puede distinguir entre tejido adiposo y el crecimiento de otros tejidos; la dificultad con los métodos directos es el elevado costo y el proceso complicado para llevarse a cabo y no son recomendados en el área clínica de manera rutinaria (Alonso, et al., 2007).

Dentro de los parámetros para definir obesidad se ha utilizado el Índice de Masa Corporal, debido a su facilidad para calcular. Una de sus principales desventajas es que varía según la edad. Debido a esto la valoración en niños se realiza mediante el cálculo con puntuaciones Z y curvas para percentilar. Valores elevados de este índice nos pueden indicar sobrepeso, pero para conocer si se trata de un exceso de grasa corporal (obesidad) o de masa magra (constitución atlética) se tendrá que realizar la toma de pliegues cutáneos o perímetro braquial (Alonso, et al., 2007).

Para el diagnóstico de la obesidad infantil se utilizan los patrones de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud 2007, particularmente los percentiles de IMC por edad y género. Además, se utilizan diversos indicadores antropométricos como el perímetro de cintura, el índice cintura-talla, índice cintura-cadera para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad infantil; sin necesidad de calcular el índice de masa corporal. El método indirecto ideal debe ser sensible, preciso, rápido de utilizar, de bajo costo y bien documentado (Saldívar, Vásquez & Barron 2016).

Maffeis y sus colegas, en base al perímetro de cintura, reportaron que el punto de corte  $>90$  cm representa hipertensión arterial sistémica en escolares y una alteración en el perfil de lípidos; de igual forma Perichart y su grupo reportaron que el perímetro de cintura  $>80$  cm nos puede servir como indicador de resistencia a la insulina, hipertrigliceridemia e hipertensión arterial sistémica (Saldívar, Vásquez & Barrón 2016).

Por otro lado, Liu y colaboradores reportaron y determinaron en un estudio en China los puntos de corte antes mencionados y tomaron en cuenta el perímetro de cintura  $> 75$  cm. Debido a los cambios de la distribución en la grasa corporal durante el crecimiento y en las diferentes poblaciones, los puntos de corte para diagnosticar obesidad infantil no son homogéneos (Saldívar, Vásquez & Barrón 2016).

Otros estudios consideran el IMC como un buen indicador para identificar el exceso de peso en sujetos no deportistas, ya sea para uso clínico y epidemiológico; además que nos permite la comparación de resultados de diferentes estudios. En 125 países ya han sido incorporados y aceptados los estándares de la OMS y se considera como el único estándar publicado (Lasarte, 2014).

### **Gasto energético total, basal y en reposo.**

La energía es esencial para mantener las funciones metabólicas del organismo. El gasto total de energía es la cantidad total de calorías que los individuos usan cada día. Aproximadamente del 60% al 70% del gasto total de energía corresponde a la tasa metabólica basal en reposo, siendo el mayor componente de este.

Debido a esto la evaluación nutricional es un componente clave para poder determinar el gasto de energía en reposo (REE) correctamente. Por otra parte, estos valores se pueden utilizar para determinar los requerimientos energéticos de la población (Nilüfer Acar-Tek, 2017).

Mitchell, definió la tasa metabólica basal como la “tasa mínima de gasto energético compatible con la vida”. Constituye del 60 al 70% del gasto energético diario en la mayoría de los adultos sedentarios, sin embargo, en los individuos físicamente muy activos es de aproximadamente el 50%; este gasto energético basal varía dependiendo de la composición corporal, especialmente de la masa corporal magra (Blasco, 2015).

En 1899 Margus-Levy estableció el término de tasa metabólica basal y estableció que su medición debería efectuarse en las siguientes condiciones: Sujeto totalmente descansado antes y durante las mediciones, acostado, en estado de vigilia, en ayuno de 10-12 horas, en condiciones controladas de temperatura (22-26 C°), en ausencia de infección y libre de estrés emocional.

La tasa metabólica basal (TMB) es diferente a la tasa metabólica en reposo o gasto energético en reposo; ya que este se obtiene cuando la determinación se realiza en reposo y en las mismas condiciones que en la TMB pero no en ayuno, por lo que se toma en cuenta la energía que es utilizada para el aprovechamiento biológico de los alimentos (Blasco, 2015).

### **Calorimetría indirecta**

La calorimetría indirecta (CI) es el método estándar para la medición del gasto de energía en reposo. Para la medición del gasto energético en reposo, el método estándar es la calorimetría indirecta (CI). El gasto de energía es estimado a través del consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono (Becerril, 2015).

La CI pues es un método no invasivo que permite estimar la producción de energía equivalente a la tasa metabólica basal y la tasa de oxidación de los sustratos energéticos. El gasto metabólico se determina a través de los equivalentes calóricos del oxígeno (O<sub>2</sub>) consumido y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido, cuyas cantidades pueden diferir según el sustrato energético que esté siendo utilizado (Blasco, 2015).

La conversión de la energía química contenida en los nutrientes y almacenada como ATP, así como la energía expresada como calor durante el proceso de

oxidación, corresponde a la producción de energía. El oxígeno consumido se utiliza para la oxidación de los sustratos energéticos como los lípidos, carbohidratos y proteínas; y el dióxido de carbono que se produce es eliminado a través de la respiración. Por medio de esto es posible calcular la energía total producida por los nutrientes (Blasco, 2015).

La CI se basa en el principio del intercambio de gases; la respiración en un calorímetro produce depleción de O<sub>2</sub> y acumulación de CO<sub>2</sub> en la cámara de aire. La cantidad de O<sub>2</sub> consumido y de CO<sub>2</sub> producido se determina multiplicando la frecuencia de ventilación, típicamente de 1 L/seg, por el cambio en la concentración del gas. Para el gasto energético se utiliza el consumo de O<sub>2</sub> y la producción de CO<sub>2</sub> para su cálculo (Blasco, 2015).

### **Actividad física, ejercicio y deporte**

La actividad física (AF) es definida como “todo movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que ocasiona un gasto de energía superior al del estado de reposo”. Entendemos como ejercicio físico una actividad física que tiene como objetivo mejorar o mantener los componentes de la condición física ya sea uno o varios de estos ya que esta es planificada, estructurada, repetitiva e intencionada por lo que por se define que el deporte es cuando la actividad física ejerce como un juego o competición donde se deben de cumplir normas o llevar un reglamento (Ara, 2016).

La actividad física y la condición física son situaciones distintas sin embargo tienen mucha relación entre ellas ya que podemos observar que llevar una actividad física mejorara la condición física de un individuo mediante el ejercicio físico. Por lo que entramos en que la condición física se define como la capacidad que tiene una persona para poder realizar ejercicio y/o actividad física y constituye una medida de todas las funciones y estructuras que intervienen para la realización de la práctica física. Estas funciones engloban la musculoesquelética, cardiorrespiratoria, hematocirculatoria, endocrinometabólica y psiconeurológica (Ara, 2016).

## **Deporte recreativo y de alto rendimiento**

El deporte es la actividad física, que se toma como un factor de gran importancia para que los niños tengan una recreación, mejorar su salud y contribuir a su desarrollo físico y mental, mediante la participación en competencias de diferentes disciplinas deportivas premiando a los que logran llegar a la meta en cada categoría debido a sus esfuerzos y aptitudes que logran el máximo rendimiento (Jofré, 2014).

Deporte recreativo se define como una actividad física realizada en el tiempo libre de un individuo imponiéndose exigencias al alcance de cada quien tomando en cuenta su estado físico y edad, cumpliendo el reglamento de cada deporte realizado con el fin de promover una mejora en la calidad de vida y salud de la población, así como fomentar la convivencia familiar y social (Jofré, 2014).

El deporte de alto rendimiento implica una práctica de alta exigencia. Constituye un factor esencial en el desarrollo deportivo, por lo que se considera de interés para los diferentes estados, ya que tiene como función representar a estos en las competiciones deportivas oficiales de carácter internacional (Jofré, 2014).

## **Niños deportistas con sobrepeso u obesidad**

Personas con sobrepeso u obesidad, pero con niveles adecuados de condición física, presentan un mejor estado de salud que aquellos que tienen el mismo nivel de sobrepeso con una menor condición física. En las personas catalogadas como obesos, pero en forma se observó que presentaron un perfil de riesgo cardiovascular similar al de las personas con un peso normal para su edad y género, pero con baja condición física (Ara, 2016).

El nivel de condición física en niños, especialmente la capacidad aeróbica, se relaciona inversamente con los niveles de grasa corporal que presentan (Ara, 2016).

Los niños que presentan sobrepeso y que tienen una buena condición física presentan un perfil cardiovascular más saludable que aquellos que de igual

manera tienen sobrepeso, pero con una mala condición física; y presentan un perfil cardiovascular parecido a los niños con baja condición física, pero con peso normal para su talla y edad (Ara, 2016).

## **1.2 Planteamiento del problema**

En un estudio realizado en la Ciudad de México, se observó que los hombres con sobrepeso u obesidad y de mayor edad tuvieron mayor gasto energético en reposo en comparación con las mujeres, los de menor edad y con peso normal. Los varones de mayor edad y con sobrepeso u obesidad presentan mayor masa corporal; por lo que se pueden observar estas diferencias. De igual forma, los varones de mayor edad pueden tener mayor masa magra, siendo esta metabólicamente activa y por lo tanto con un gasto de energía en reposo más elevado (Becerril, 2015).

Los niños con sobrepeso u obesidad tuvieron mayor gasto de energía en reposo lo cual se puede atribuir a que su masa corporal es mayor, no obstante, no se ha reportado cual es el gasto energético basal en escolares deportistas con obesidad, y si es diferente al de niños con peso normal en atletas.

En base a lo anterior descrito, sabemos que se ha estudiado el gasto de energía basal en escolares con peso normal, niños obesos, y niños sin obesidad atletas, sin embargo no se encontró evidencia de estudios del gasto energético en reposo de escolares deportistas con obesidad.

## **1.3 Justificación**

Actualmente la obesidad es uno de los principales problemas de salud en niños y jóvenes a nivel mundial y se estima que aproximadamente el 10% de estos se encuentran en edad escolar. México ocupa el primer lugar a nivel mundial en obesidad infantil. Debido al exceso de grasa corporal que presentan pueden llegar a desarrollar enfermedades crónicas en la etapa adulta si continúan con este sobrepeso u obesidad. Debido al desequilibrio que existe entre el excesivo consumo de energía y el gasto energético del cuerpo se puede llegar a presentar este problema. Una de las principales consecuencias del

sobrepeso u obesidad es el deterioro de la salud y de la calidad de vida de las personas; además que los escolares deportistas pueden llegar a disminuir su rendimiento físico.

Con el presente estudio se pretende conocer las diferencias entre el gasto energético en reposo en escolares deportistas con sobrepeso u obesidad y escolares deportistas con peso normal para establecer las recomendaciones energéticas para la elaboración de menús adecuados con las necesidades de energía específicas para el tipo de deporte y así los escolares puedan tener un óptimo rendimiento deportivo. Con los resultados de este estudio se podrá beneficiar la Institución Estatal del Deporte de Nuevo León, y más adelante a los escolares deportistas de otras instituciones a nivel estatal y nacional, pudiendo establecer mejores programas de alimentación y actividad que contribuya al mejor rendimiento de los niños.

Con estos resultados se espera que el gasto energético en reposo sea más elevado en los escolares deportistas con sobrepeso y obesidad en ambos sexos, pero sobretodo en varones; al realizar el análisis dietético de ingesta se espera encontrar un exceso de su consumo energético debido a que a pesar de ser escolares deportistas, el deporte no les es suficiente, por otra parte se deben tener en cuenta otros factores que influyen en el sobrepeso u obesidad como el peso de los padres, el peso al nacer, y la distribución de nutrientes.

#### **1.4 Objetivo general**

Evaluar el gasto energético en reposo a través de calorimetría indirecta en escolares deportistas con obesidad y peso normal.

#### **1.5 Objetivos específicos**

- Conocer el gasto energético en reposo a través de calorimetría indirecta.
- Comparar el gasto energético en reposo de escolares participantes
- Determinar la ingesta de energía consumidas por los sujetos del estudio
- Determinar la composición corporal de sujetos del estudio.

## **CAPITULO 2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Diseño del estudio:**

Estudio observacional de corte transversal.

### **2.2 Población de estudio:**

Escolares de 6 a 12 años de edad que realicen deporte con un programa de entrenamiento estructurado dentro del estado de Nuevo León.

### **2.3 Criterios de selección:**

#### ➤ Inclusión

- Escolares de 6 a 12 años de edad.
- Sexo indistinto
- Deportista con un programa de entrenamiento estructurado dentro del estado de Nuevo León.
- Consentimiento informado por los padres o tutores y carta de asentimiento por parte del niño.
- Índice de masa corporal (IMC) > al 15° P (Tablas OMS 2007).

#### ➤ Exclusión.

- No pertenecientes a un programa estructurado de deportistas dentro del estado de Nuevo León.
- Que presenten patología (cardiopatía, enfermedades metabólicas o enfermedad respiratoria).
- Que no se cumpla con reposo de 12 horas previo a la medición.

#### ➤ Eliminación

- Inestabilidad respiratoria comprobada por cambios de parámetros respiratorios (frecuencia respiratoria).

### **2.4 Técnica muestral**

Muestreo no probabilístico, intencional.

## 2.5 Cálculo del tamaño de muestra

A través del programa estadístico MedCalc® se calculó el tamaño de muestra, donde se obtuvo que es necesario 54 pacientes para que la muestra sea significativa (27 pacientes con peso normal y 27 pacientes con obesidad).

## 2.6 Variables de estudio:

**Tabla 1. Variables de Estudio**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Valor de variable</b>
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido la persona contando desde su nacimiento.	En un rango de 6 a 12 años de edad.	Cuantitativa	Continua	De 6 a 12 años de edad
<b>Género</b>	Concepto social de las funciones que cada sociedad considera para femenino y masculino.	Masculino: género gramatical propio del hombre Femenino: género gramatical propio de la mujer.	Cualitativa	Nominal	1 Masculino 2 Femenino

<b>Peso</b>	Peso corporal expresado en kilogramos.	Ganancia de peso del paciente pediátrico.	Cuantitativa	Continua	Peso en kilogramos
<b>Talla</b>	Designa la altura de un individuo expresada en centímetros.	Crecimiento del paciente pediátrico en relación a su edad.	Cuantitativa	Continua	Talla en centímetros
<b>IMC</b>	Índice sobre la relación entre el peso y la altura, generalmente utilizado para clasificar el peso insuficiente, peso adecuado, el peso excesivo y la obesidad.	Peso normal Obesidad	Cualitativa	Nominal	1 Peso normal  2 Obesidad
<b>Gasto energético en reposo</b>	Cantidad energética que necesita el cuerpo en estado de reposo.	Kilocalorías requeridas en estado de reposo.	Cuantitativa	Continua	Kilocalorías

<b>Recordatorio de 24 horas</b>	Método que consiste en recordar describir y cuantificar la ingesta de alimentos y bebidas consumidas durante el periodo de 24 horas previas.	Kilocalorías consumidas en 24 horas.	Cuantitativa	Continua	Kilocalorías
<b>Frecuencia de consumo de alimentos</b>	Cuestionario encaminado a evaluar la dieta habitual preguntando con qué frecuencia y qué cantidad se consume de una relación seleccionada de alimentos o bien de grupos de alimentos específicos en un periodo de tiempo de referencia.	Cuestionario en el que se describe la frecuencia y cantidad de ciertos grupos de alimentos.	Semicuantitativo.	Continua	1 Una vez por semana 2 Dos veces por semana 3 De 3 a 5 días por semana 4 De 6 a 7 días por semana
<b>Porcentaje de grasa corporal</b>	Indica la cantidad de masa grasa del cuerpo respecto al peso total de éste expresado en forma de porcentaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saludable</li> <li>• Alto en grasa</li> <li>• Obesidad</li> </ul>	Cuantitativa	Continua	14-22% considerado como normal.
<b>Masa Grasa</b>	Es aquella formada sobre todo por grasas	Kilogramos de masa grasa.	Cuantitativa	Continua	Kilogramos

	estructurales y de depósito.				
<b>Masa Libre de Grasa</b>	Incluye: huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y todas las demás células que no son adipocitos o células grasas.	Kilogramos de masa magra.	Cuantitativa	Continua	Kilogramos
<b>Pliegue tricipital</b>	Espesor del pliegue cutáneo ubicado sobre el músculo tríceps, en el punto mesobraquial entre el acromio y el olecranon.	Pliegue cutáneo del tricep.	Cuantitativa	Continua	Milímetros
<b>Pliegue subescapular</b>	Grosor del tejido adiposo localizado inmediatamente debajo del ángulo inferior de la escápula.	Pliegue cutáneo localizado por debajo de la escápula	Cuantitativa	Continua	Milímetros

<b>Pliegue bicipital</b>	Espesor del pliegue cutáneo ubicado en el punto más protuberante del músculo bíceps, el cual puede ser visualizado lateralmente.	Pliegue cutáneo del bícep.	Cuantitativa	Continua	Milímetros
<b>Pliegue suprailiaco</b>	Pliegue de grasa localizado inmediatamente por encima de la cresta ilíaca, en coincidencia con la línea íleo-axilar media, ligeramente inclinado en dirección lateral y hacia el medio del cuerpo.	Pliegue cutáneo localizado por encima de la cresta ilíaca.	Cuantitativa	Continua	Milímetros

<b>Circunferencia de cintura</b>	Es utilizada como un marcador de la masa grasa abdominal ya que correlaciona la masa grasa subcutánea y la masa grasa intraabdominal. Punto medio entre la última costilla y la parte superior de la cresta iliaca (cadera).	Perímetro localizado entre la última costilla y la cresta ilíaca.	Cuantitativa	Continua	Centímetros
<b>Circunferencia de cadera</b>	Es el perímetro en el nivel de la mayor circunferencia glútea. Aproximadamente por encima de la sínfisis púbica.	Perímetro localizado en la parte más prominente del glúteo	Cuantitativa	Continua	Centímetros

## 2.7 Instrumentos de recolección de información:

- Historia clínica nutricional
- 3 recordatorios de 24 horas
- Frecuencia de Alimentos

## 2.8 Procedimientos:

1. Explicación a paciente y familiar en una Academia de Futbol Soccer sobre el proyecto y su objetivo del estudio de las mediciones realizadas y entrega de la carta de asentimiento (Anexo 1) y de consentimiento informado (Anexo 2), para su firma de autorización para participar en el protocolo de investigación.

2. Aplicación de historia clínica nutricional (Anexo 3), en la que se realizaron cuestionarios de frecuencia de alimentos y recordatorio de 24 horas así como la descripción del deporte realizado.
3. Para la determinación del gasto energético en reposo se utilizó un calorímetro modelo Fitmate MED metabolic technology COSMED.  
La medición se efectuó en reposo absoluto de 12 horas. La habitación de lectura permaneció en condiciones adecuadas, a temperatura constante de 20°C, con el niño recostado en posición supina colocando una mascarilla para la recolección de gases por un periodo de entre 25 y 30 minutos.
4. Se realizó una evaluación nutricional completa con medidas antropométricas y de composición corporal de acuerdo a técnicas estandarizadas para su medición (Anexo 4) con el equipo TANITA TBF300 Tomando datos antropométricos como peso, talla, perímetro braquial, pliegue cutáneo tricipital, pliegue cutáneo bicipital, pliegue cutáneo subescapular, pliegue cutáneo suprailiaco, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, porcentaje de grasa, masa magra en kilogramos, masa grasa en kilogramos y agua corporal. realizando peso, talla, circunferencia de cintura, cadera, pliegue cutáneo tricipital, pliegue cutáneo bicipital, pliegue cutáneo subescapular, pliegue cutáneo suprailiaco.
5. La interpretación de los resultados fueron verificados en base a las tablas de la OMS 2007 (obesidad= +3 DE o > 97 percentil) para emitir el diagnóstico nutricional
6. Una vez que se obtuvieron todos los datos se realizó el análisis estadístico utilizando t student para variables independientes.

## **2.9 Plan de análisis estadístico**

Se utilizará el análisis de covarianza, t student para variables independientes.

## **2.10 Consideraciones Éticas y de Bioseguridad**

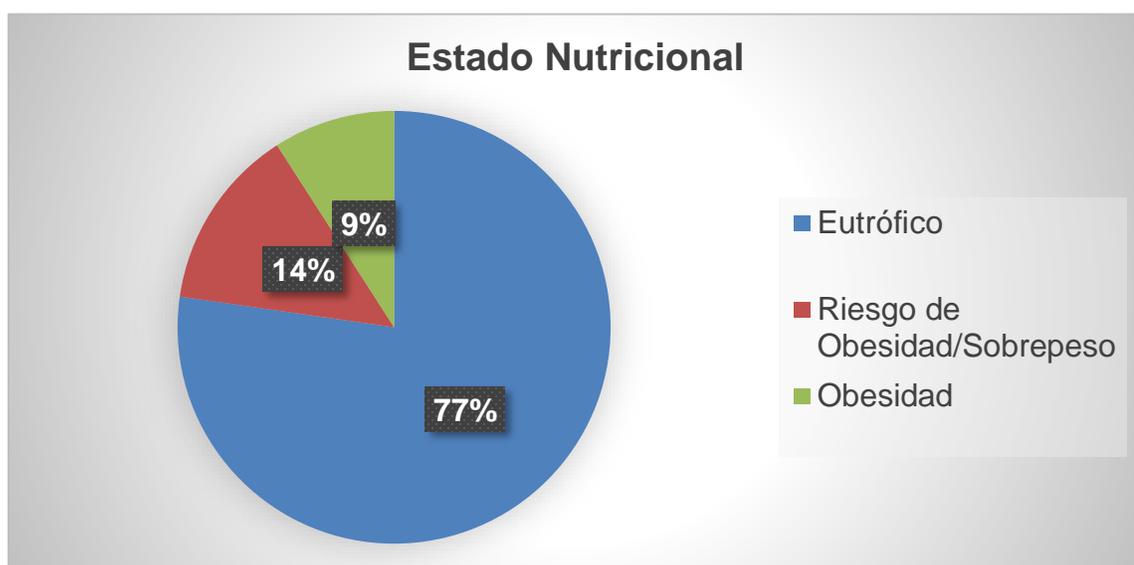
Informando a los escolares y al padre o tutor que el presente estudio no conlleva riesgo de ningún tipo. Se les explicará la forma en que se realizará el análisis de composición corporal y la medición del gasto energético basal a través de la calorimetría y bioimpedancia eléctrica. Se les solicitará a los pacientes y a su familiar o tutor que después de leer la carta de consentimiento informado y haber aclarado sus dudas, firmen dicho consentimiento para confirmar su participación en el estudio.

### CAPITULO 3. RESULTADOS

La población de estudio fue de 22 escolares deportistas de los cuales la media de la edad fue 8.7 años  $\pm$  1.7 años, donde de acuerdo al género el 100% fue de género masculino, con rango de edad entre 6 años a 11 años.

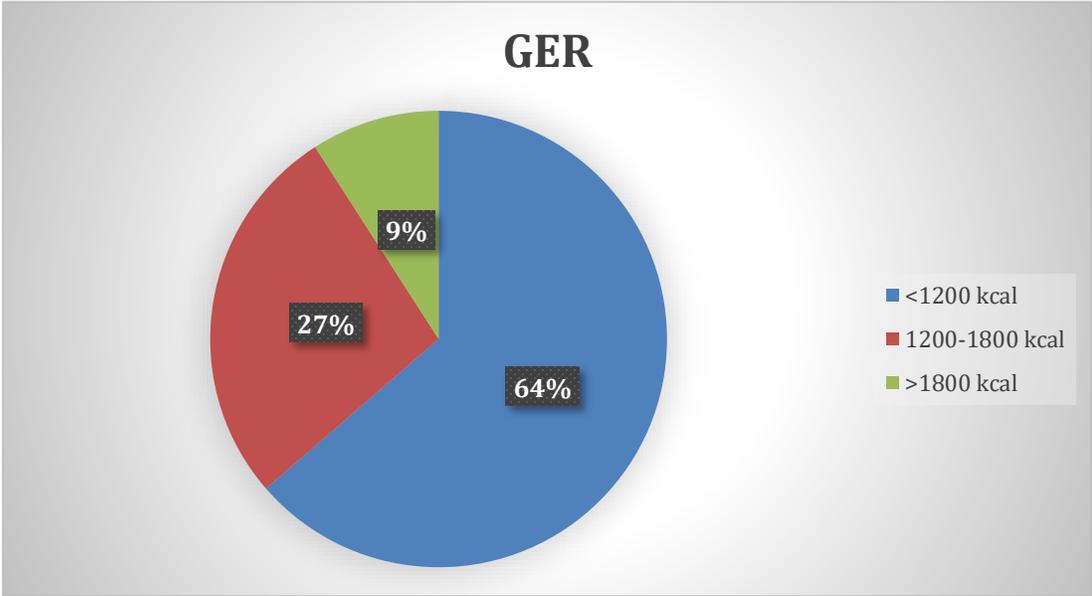
Donde el 77% (17 escolares) presentaron un estado nutricional eutrófico de acuerdo al IMC, el 14% (3 escolares) presentaron riesgo de obesidad/sobrepeso y el 9% (2 escolares) presentó obesidad (Gráfica 1).

**Gráfica 1. Estado Nutricional de los sujetos de estudio**



La determinación del gasto energético en reposo demostró un promedio de energía de 1181 kcal (Gráfica 2).

**Gráfica 2 Gasto energético en reposo de los sujetos del estudio.**



Al separar por grupos se observa que el grupo de escolares eutróficos el 70.5 % (n=12), obtuvieron un gasto energético en reposo menor de 1200 kcal, y el 29.5% (n=5) mostraron un consumo energético entre 1200 y 1800 kcal en situación de reposo (Tabla 1).

**Tabla 1 Gasto energético en reposo en escolares deportistas**

**Eutróficos del estudio.**

<b>&lt;1200 kcal</b>	<b>12</b>
<b>1200-1800 kcal</b>	<b>5</b>
<b>&gt;1800 kcal</b>	<b>0</b>

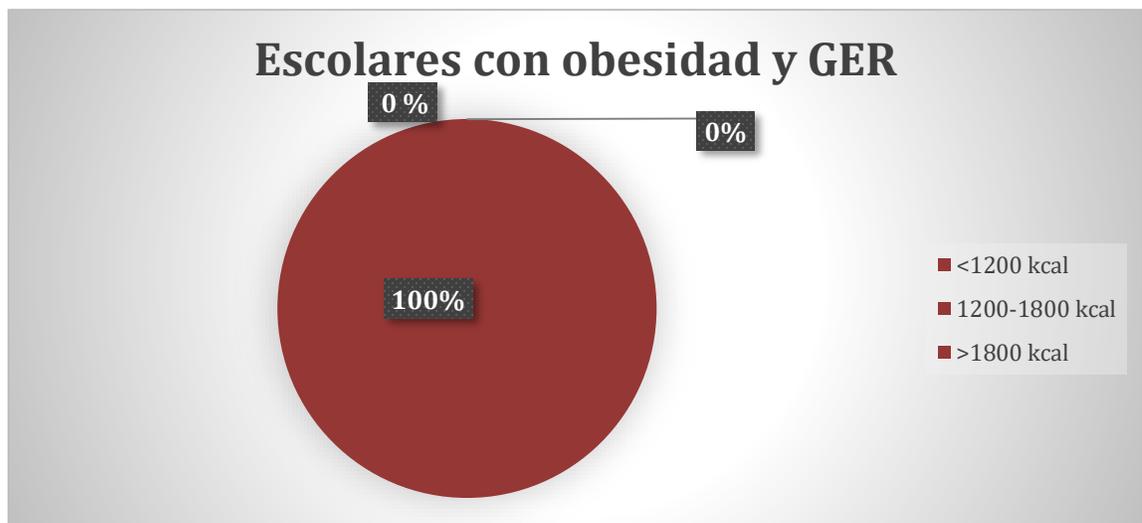
De los pacientes con sobrepeso el 66.66% (n=2) presentaron un gasto energético en reposo menor a 1200 kcal, y el 33.33% (n=1) presentó un gasto entre 1200 kcal y 1800 kcal (Tabla 2)

Mientras que el grupo de escolares deportistas con obesidad el 100 % (n=2) mostraron un consumo energético mayor a 1800 kcal en situación de reposo (Gráfica 3).

**Tabla 2 Gasto energético en reposo en escolares con riesgo de obesidad**

N=3	
<1200 kcal	2
1200-1800 kcal	1
>1800 kcal	2

**Gráfica 3 Gasto energético en reposo en escolares con obesidad**



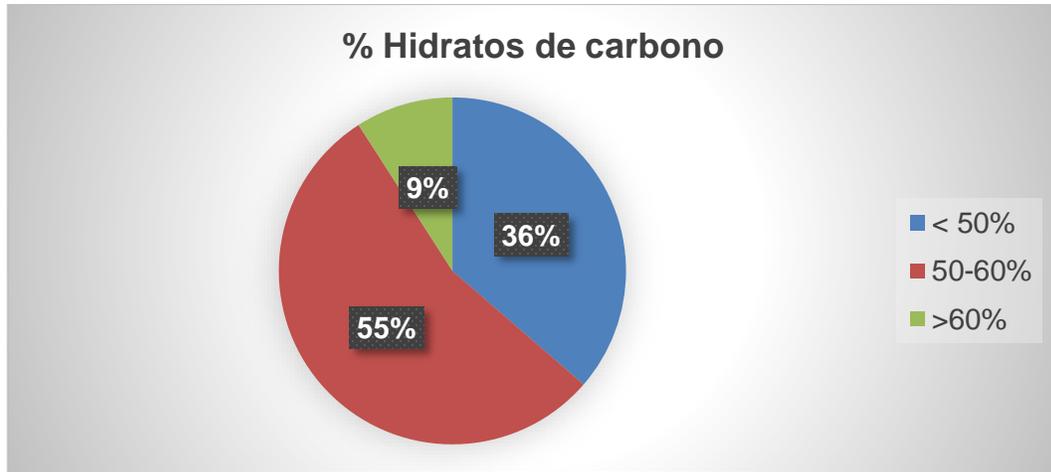
El promedio de calorías consumidas por el total de los escolares deportistas según el consumo dietético diario fue de 1824 kcal por día, en donde el 17% (n=4) presentó un consumo menor a 1500 kcal, el 57% (n=13) consumen en promedio de 1500 a 2000 kcal y el 26% (n=6) consumieron una cantidad mayor de 2000 kcal al día (Gráfica 4), predominando el consumo de hidratos de carbono complejos y simples

Al distribuir el consumo de hidratos de carbono, proteínas y lípidos consumidos, se obtuvo que la media de hidratos de carbono fue de 50.85%, el 34.53% de lípidos, y el 14.41% de proteínas. (Gráfica 5, 6, 7).

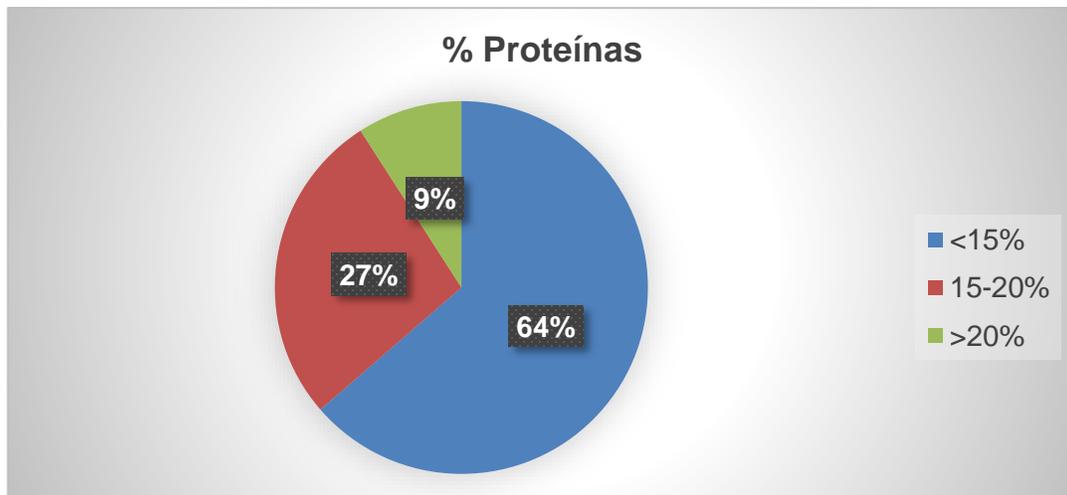
**Gráfica 4 Valoración Energética del consumo dietético diario de los sujetos de estudio.**



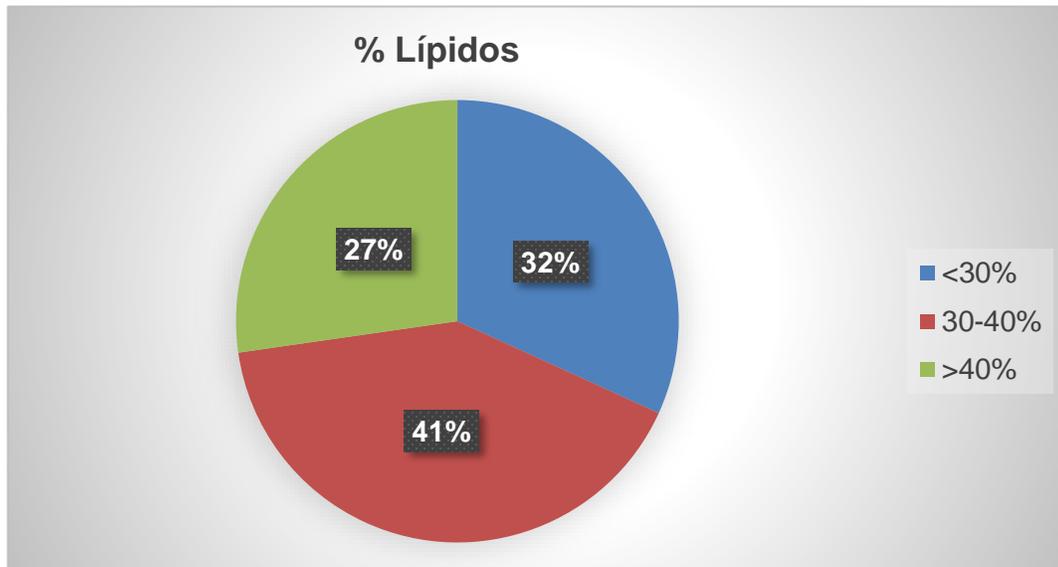
**Gráfica 5 Valoración de consumo dietético de Hidratos de Carbono de los sujetos de estudio.**



**Gráfica 6 Valoración de consumo dietético de Proteínas de los sujetos de estudio.**



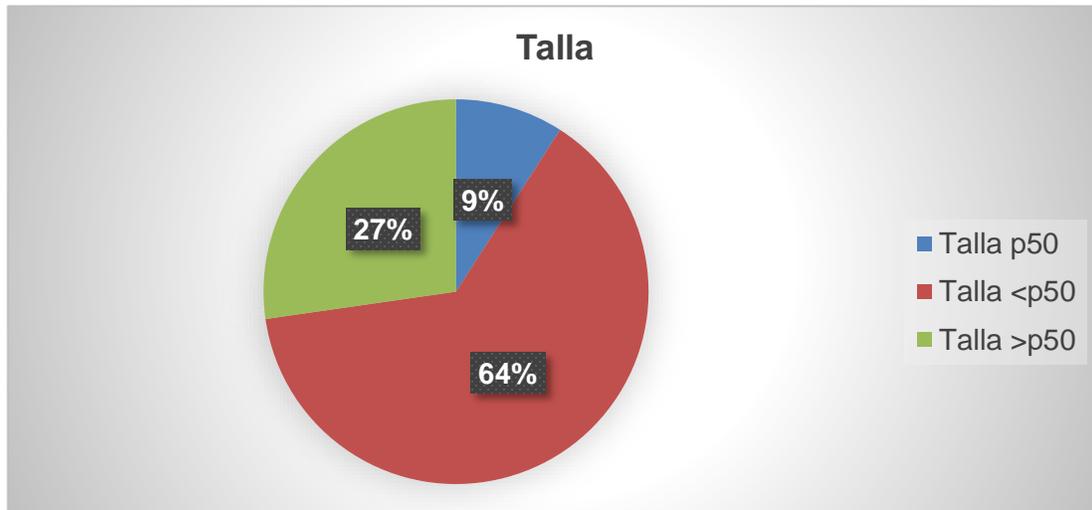
**Gráfica 7 Valoración de consumo dietético de Lípidos  
de los sujetos de estudio.**



El 77% (17 escolares) presentaron un estado nutricional eutrófico de acuerdo al IMC, el 14% (3 escolares) presentaron riesgo de obesidad/sobrepeso y el 9% (2 escolares) presentó obesidad.

Cabe destacar que la mayoría de los escolares presentaban una alteración en la talla para la edad de los cuales la media fue de 128.9 cm  $\pm$  11.26 centímetros; 64 escolares presentaban una talla por debajo del percentil 50 (n=14), 27% pediátricos presentaban una talla por encima del percentil 50 (n=6) y solo 9% presentaban una talla en percentil 50 (n=2) (Gráfica 8).

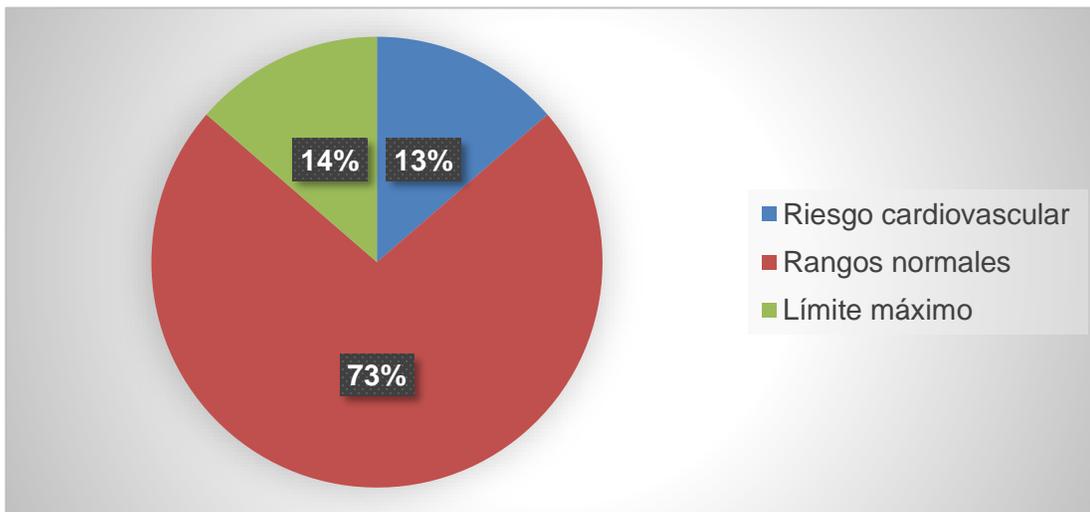
**Gráfica 8 Talla estimada en los sujetos de estudio.**



En cuanto al porcentaje de grasa de los 22 escolares la media fue de 14.9  $\pm$  7.15; 54% (n=12) escolares presentaron bajo porcentaje de grasa, 32%7 escolares presentaron porcentaje de grasa normal (n=7) y 14% (n=3) escolares presentaron un porcentaje de grasa elevado

El índice cintura talla mostró riesgo cardiovascular con una media de 0.47  $\pm$  0.04; escolares presentaron riesgo cardiovascular 13% (n=3) que fueron los mismos que tuvieron un porcentaje de grasa elevado y se encontraron con un sobrepeso y obesidad como estado nutricional, 73% (n=16) estuvieron en rangos normales y 14% (3) estuvieron en el límite máximo (Gráfica 9).

**Gráfica 9 Riesgo Cardiovascular por Índice Cintura/Talla en los sujetos de estudio.**



Al comparar los grupos de escolares deportistas con sobrepeso y obesidad con los de peso eutrófico no se mostró significancia ( $p=0.1$ )

## CAPITULO 4. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó el gasto energético en reposo a través de calorimetría indirecta en escolares deportistas con obesidad y peso normal, donde se observó que el gasto energético en reposo en los escolares eutróficos si era menor en comparación a los que se encontraban en obesidad aunque la muestra no fue proporcional entre los dos grupos.

Es importante resaltar que en la mitad de la población presentaba un consumo de entre 1500 a 2000 kcal siendo su mayor consumo en hidratos de carbono tanto complejos como simple; por otra parte el consumo de aporte de lípidos predomino el consumo de alimentos ricos en grasas saturadas.

En cuanto a la composición corporal es relevante destacar que los niños tanto con peso normal como con sobrepeso y obesidad de igual forma mostraron un riesgo cardiovascular lo que puede ser secundario a una mala calidad de la alimentación.

Según la literatura encontrada se ha observado que el gasto energético en reposo es mayor en pacientes con obesidad en comparación con pacientes eutróficos, sin embargo, no se ha estudiado en escolares deportistas con estas mismas variables. En nuestro estudio se pudo observar que los deportistas con obesidad presentaron un gasto energético en reposo mayor en comparación con los deportistas eutróficos, siendo el mismo patrón encontrado en la literatura, aunque en este caso no existió diferencia significativa a pesar de hay diferencia en los promedios, esto es debido a la variación en la desviación estándar que nos indica la homogeneidad en el grupo y si este es poco homogéneo es mayormente difícil encontrar diferencias por el tamaño de los grupos.

## **CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conocer con mayor precisión el gasto energético en reposo en escolares deportistas eutróficos y con obesidad es de gran importancia ya que nos permite brindar un plan de alimentación acorde a las necesidades energéticas de cada deportista, sin sobre estimar o sub estimar los requerimientos de acuerdo al estado nutricional de los escolares.

Se requieren mayores estudios que describan y analicen las diferencias entre el gasto energético en reposo en escolares deportistas eutróficos y con obesidad, ya que la mayoría de estos se enfocan únicamente en la población adulta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ara, I., et al. (2016). Actividad física, ejercicio y deporte en la lucha contra la obesidad infantil y juvenil. *Nutrición Hospitalaria*, 1-21.
2. Becerril, M. (2015). Ecuaciones de predicción del gasto de energía en reposo en escolares de la Ciudad de México. *Acta Pediatr Mex*, 147-157.
3. Blasco, R. (2015). Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 243-251.
4. Hernández, M., et al. (2016). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Salud Pública.
5. Nilüfer Acar-Tek., et al. (2017). Estimation of Resting Energy Expenditure: Validation of Previous and New Predictive Equations in Obese Children and Adolescents. *Journal of the American College of Nutrition*, 2-11.
6. Reyes, J., et al. (2016). Prevalencia de obesidad infantil relacionado con hábitos alimenticios y actividad física. . *Rev Sanid Milit Mex*, 87-94.
7. Saldivar, H.I., et al. (2016). Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura, índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y obesidad infantil. *Acta Pediatr Mex*, 79-87.
8. Jofré, I.A. (2014). Desarrollo de la actividad física y deportiva, fomento público y responsabilidad social empresarial (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
9. Levy, T.S., et al. (2018). Sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en México, actualización de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de medio camino 2016. *Salud Pública de México*, 244-253.
10. Lasarte, J.J. et al. (2014). Estimación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil en un sector sanitario de Zaragoza utilizando diferentes estándares de crecimiento. *An Pediatr (Barc)*, 1-7.
11. Organización Mundial de la Salud. (2019). Obesidad. Recuperado de: <https://www.who.int/topics/obesity/es/>.
12. Suverza, A. (2010). El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. McGraw Hill. México D.F.

13. Trejo, P.M., et al. (2012). Relación entre actividad física y obesidad en escolares. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 28(1), 34-41.
14. Ruíz, E., et al. (2015). Porcentaje de grasa corporal en escolares y su asociación con el estilo de vida y macronutrientes. *Revista cuidarte*, 6(2), 1022-1028.
15. Jiménez, G., et al. (2019). Perfil antropométrico comparado de escolares deportistas y no deportistas. *Medisur*, 5(2), 37-45.
16. Escobar, G.D., et al. (2016). Percentiles de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: estudio FUPRECOL.
17. Kovalskys, I., et al. (2013). Ingesta alimentaria y evaluación antropométrica en niños escolares de Buenos Aires. *Arch Argent Pediatr*, 111(1), 9-15.
18. Kaufer, M., Toussaint, G. (2008). Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Bol Med Hosp Infant Mex*, 15, 502-517.
19. Perea, A., et al. (2014). Evaluación, diagnóstico, tratamiento y oportunidades de prevención de la obesidad. *Acta Pediatr Mex*, 35, 316-337.
20. García, A.A., et al. (2018). Estado nutricional y rendimiento deportivo de los niños escolares. Caso: cursos de fútbol en Manta (Ecuador). *Espacios*, 39(25), 29.
21. Fariñas, L., et al. (2011). Evaluación nutricional de niños de 6 a 11 años de Ciudad de la Habana. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 30(4), 439-449.
22. Chu, L., & Timmons, B. W. (2015). Nutritional Considerations for the Overweight Young Athlete. *Pediatric Exercise Science*, 27(4).
23. Desbrow, B., McCormack, J., Burke, L. M., Cox, G. R., Fallon, K., Hislop, M., Leveritt, M. (2014). Sports Dietitians Australia Position Statement: Sports Nutrition for the Adolescent Athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(5), 570–584

24. Hills, A. P., Andersen, L. B., & Byrne, N. M. (2011). Physical activity and obesity in children. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 866–870.
25. Carl, R. L., Johnson, M. D., & Martin, T. J. (2017). Promotion of Healthy Weight-Control Practices in Young Athletes. *Pediatrics*, 140(3).
26. O'Brien, L., Collins, K., Doran, D., Khaiyat, O., & Amirabdollahian, F. (2019). Dietary Intake and Energy Expenditure Assessed during a Pre-Season Period in Elite Gaelic Football Players. *Sports*, 7(3), 62.
27. Beasley, K. J. (2015). Nutrition and Gaelic Football: Review, Recommendations, and Future Considerations. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(1), 1–13.
28. Devlin, B. L., Leveritt, M. D., Kingsley, M., & Belski, R. (2017). Dietary Intake, Body Composition, and Nutrition Knowledge of Australian Football and Soccer Players: Implications for Sports Nutrition Professionals in Practice. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(2), 130–138.
29. Engin, A. (2017). The Definition and Prevalence of Obesity and Metabolic Syndrome. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1–17.
30. Zhang, L., Chen, R., Li, R., Chen, M.-Y., Huang, R., & Li, X.-N. (2018). Evaluating the predictive factors of resting energy expenditure and validating predictive equations for Chinese obese children. *World Journal of Pediatrics*, 14(2), 160–167.
31. Sunmi Yoo. (2018). Dynamic Energy Balance and Obesity Prevention. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 27, 203-212.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Carta de consentimiento informado

#### CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_ acepto participar en el estudio de investigación titulado; “Valoración energética por calorimetría indirecta en escolares deportistas con obesidad”.

Estoy enterado (a) que se me realizará la toma de estatura y un análisis de composición corporal en donde se me pedirá subir a una báscula y permanecer quieto (a) y derecho (a) por unos segundos, al terminar se me tomaran medidas por medio de un plicómetro en pliegue tricipital, bicipital subescapular y suprailiaco. Después continuaremos con la medición de mi tasa metabólica en reposo. Para ello se me colocara una boquilla y se me pedirá que siga acostado (a), me mantenga tranquilo (a) y en reposo por unos minutos. Por último se me realizará un recordatorio de 24 horas, en el cual tendré que describir los alimentos y bebidas ingeridos, con horarios y cantidades durante todo el día en los tres días anteriores previos a mi medición; así mismo una frecuencia de alimentos en donde se mencionaran algunas bebidas y alimentos y tendré que contestar cada cuando los consumo.

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

## Anexo 2

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por este medio otorgo el conocimiento para que mi hijo (a):

---

Participe en la investigación **“Valoración energética por calorimetría indirecta en escolares deportistas con obesidad”**. Estoy consciente de que mi hijo (a) será evaluado (a) por el área de nutrición por especialistas.

Se me ha informado que el objetivo del estudio es evaluar a través de la calorimetría indirecta la tasa metabólica de los niños deportistas con peso normal y obesidad; conocer el consumo de alimentos y bebidas en los tres días previos a esta medición para así establecer mejores programas de alimentación y actividad que contribuya al mejor rendimiento de los niños.

**Se me ha informado que los procedimientos que incluye este proceso de investigación son:**

- 1) Se determinará la composición corporal por medio de InBody y el gasto energético basal de mi hijo (a) a través de la calorimetría indirecta y se comparará la tasa metabólica en reposo en niños deportistas con peso normal y con obesidad.
- 2) Para la medición del gasto energético en reposo primero se realizará un análisis de composición corporal, se le tomará a mi hijo (a) medidas antropométricas de talla, peso, pliegue tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco. En ayuno con 8 horas de reposo se le pedirá al paciente subirse a la báscula y permanecer quieto (a) y derecho (a) por unos segundos mientras se analiza la composición corporal, después se pasará a la medición del gasto energético basal por medio de un aparato no invasivo llamado calorímetro, se le colocará una boquilla, se medirá el consumo de oxígeno en milímetros por minuto y se medirá la tasa

metabólica en reposo en kilocalorías/día. Por último se realizará un recordatorio de 24 horas, en el cual tendrá que describir los alimentos y bebidas ingeridos, con horarios y cantidades durante todo el día en los tres días anteriores previos a la medición; así mismo una frecuencia de alimentos en donde se mencionaran algunas bebidas y alimentos y tendrá que contestar la frecuencia con la que los consume.

- 3) Posibles riesgos, este estudio no corre ningún riesgo ya que no se utiliza ninguna técnica invasiva. para realizar este procedimiento se le pedirá a los participantes permanecen en ayuno, lo cual puede ocasionar un breve periodo de hambre, malestar y cansancio.

**Se me ha informado que entre los posibles beneficios de la investigación se encuentran lo siguiente:**

Entiendo que estoy en mi derecho de solicitar cualquier información y aclarar dudas sobre la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma, además, se me comunicó que estoy en libertad de retirar a mi hijo (a) del estudio en el momento que desee, sin que ello afecte en futuros tratamientos que requiera.

Autorizo la publicación de los resultados del estudio de mi hijo (a) a condición de que todo momento se mantenga el secreto profesional y que no se publicara su nombre o revelara su identidad.

Este estudio y sus procedimientos me han sido explicados a mi entera satisfacción en mi propio idioma, asimismo se me ha proporcionado una copia de este informe de consentimiento. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas a mi entera satisfacción. Por lo tanto con fecha de:

\_\_\_\_\_ he decidido voluntariamente que mi hijo (a) participe en el estudio: **“Valoración energética por calorimetría indirecta en escolares deportistas con obesidad”**.

Nombre y firma del responsable legal (padre o tutor)

\_\_\_\_\_

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

Nombre y firma del testigo 2 \_\_\_\_\_

Nombre y firma del investigador responsable \_\_\_\_\_

Si usted tiene preguntas o comentarios sobre este estudio, comunicarse con:

Lic. ENC Alejandra Sánchez Peña.

Lic. ENC Leticia Márquez Zamora.

Centro de investigación en Nutrición y Salud Pública (CINSP) de la Facultad de Salud Pública y Nutrición con dirección en Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, colonia Mitras Centro, CP 64460, Teléfonos

**Anexo 3**

**HISTORIA CLÍNICA**

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

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** \_\_\_\_\_

**APRN**

**Gesta no.:** \_\_\_\_\_ **SDG:** \_\_\_\_\_ **Peso al nacer:** \_\_\_\_\_ **Talla al nacer:** \_\_\_\_\_

**Lactancia exclusiva ( ) Alimentación con fórmula ( ) Ablactación** \_\_\_\_\_

**AHF**

DM	Tiroides	Dislipidemias
HTA	Hígado	Riñón
Cáncer	Corazón	Asma

**APP**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APNP**

**Tipo:** \_\_\_\_\_ **Tiempo:** \_\_\_\_\_ **Frecuencia:** \_\_\_\_\_

Descripción:

**INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS**

<b>Medida</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Peso Habitual</b>	
<b>Peso Ideal</b>	
<b>Peso Actual</b>	
<b>Talla Actual</b>	
<b>% Grasa</b>	
<b>MM</b>	
<b>MG</b>	
<b>AC</b>	
<b>PCT</b>	
<b>PCB</b>	
<b>PCSE</b>	
<b>PCSI</b>	
<b>C. Cintura</b>	
<b>C. Cadera</b>	

## INDICADORES DIETÉTICOS

Intolerancias/Alergias:

---

Líquidos: \_\_\_\_\_

## RECORDATORIO DE 24 HORAS

Día 1      Fecha: \_\_\_\_\_

	Hora	R24 horas
<b>Desayuno</b>		
<b>Colación Matutina</b>		
<b>Comida</b>		
<b>Colación Vespertina</b>		
<b>Cena</b>		

Día 2      Fecha: \_\_\_\_\_

	<b>Hora</b>	<b>R24 horas</b>
<b>Desayuno</b>		
<b>Colación Matutina</b>		
<b>Comida</b>		
<b>Colación Vespertina</b>		
<b>Cena</b>		

Día 3      Fecha: \_\_\_\_\_

	<b>Hora</b>	<b>R24 horas</b>
<b>Desayuno</b>		
<b>Colación Matutina</b>		

<b>Comida</b>		
<b>Colación Vespertina</b>		
<b>Cena</b>		

### FRECUENCIA DE ALIMENTOS

<b>Grupo de alimentos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Alimentos</b>
<b>Frutas</b>		
<b>Verduras</b>		
<b>Cereales s/g</b>		
<b>Cereales c/g</b>		
<b>AOA</b>		
<b>Leguminosas</b>		
<b>Leche</b>		

<b>A&amp;G s/p</b>		
<b>A&amp;G c/p</b>		

## **Anexo 4 Técnica de toma de medidas antropométricas**

### **CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA**

#### **1. Mediciones básicas: Peso**

*Método:*

- Checar que la báscula esté en ceros
- El sujeto se sube en el centro de la báscula sin apoyarse y con el peso distribuido en ambos pies
- Es mejor tomarse por las mañanas en ayunas y después de haber evacuado.
- Importante anotar la hora del día en la que se pesó

#### **2. Talla**

*Método:*

- El método de talla por tracción, es la técnica preferida. Por la variación de 1% de la talla durante el día.
- Importante: registrar la hora del día en la que se hace la medición.
- Las mediciones repetidas deben ser tomadas lo más cerca posible de la hora del día de la medida original.
- El sujeto está parado con los pies juntos y los talones, glúteos y la parte superior de la espalda en contacto con la escala.
- La cabeza cuando está en el plano de Frankfort no necesita estar tocando la escala
- Plano de Frankfort: Orbitale y Tragion en el mismo plano=Vértex punto más alto del cráneo
- El evaluador coloca sus manos lo suficientemente separadas al margen de la mandíbula del sujeto para asegurar que la tracción hacia arriba se transfiera al proceso mastoideo.

- El evaluador coloca las puntas de los pulgares en cada Orbitale, el índice en cada Tragon y los demás dedos sobre la mandíbula para alinear horizontalmente los dos puntos.
- Se le indica al sujeto que tome y sostenga una inspiración profunda y mientras se mantiene la cabeza en el plano Frankfort, el evaluador aplica una tracción moderada en dirección hacia arriba en el proceso mastoideo
- El anotador ubica la escuadra firmemente sobre el vértex, comprimiendo el cabello lo más posible.
- El anotador asiste, observando que los pies estén sobre el suelo y que la posición de la cabeza se mantenga en el plano de Frankfort.
- La medida se toma al final de una inspiración profunda

### **3. Circunferencias**

#### *Método:*

- En el manejo de la cinta el cero debe estar localizado más lateralmente que medial en lo que respecta al sujeto.
- Tensión constante asegurándose que no existe piel endentada, sobre el sitio anatómico marcado.
- Técnica de manos cruzadas:
  - Se sostiene el estuche de la cinta en la mano derecha, con el fragmento inicial en la mano izquierda.
  - Se pasa la punta del fragmento por detrás de la extremidad y se sostiene el mismo con la mano derecha, que a su vez sostiene el fragmento y el estuche de la cinta.
  - En este momento, la mano izquierda está libre para manipular la cinta y ajustarla al nivel apropiado.

–Dedos medios para ubicar la cinta en el sitio anatómico y orientarla para que el cero se pueda leer fácilmente.

–Ojos a la altura de la cinta

=Circunferencia de cintura

•*Posición del sujeto:*

–Brazos cruzados en el tórax

•*Método:*

–Se toma el perímetro en el nivel más estrecho, entre el borde del costal inferior y la cresta ilíaca.

–Técnica de manos cruzadas por el frente

–El sujeto debe respirar normalmente y la medición se toma al final de una espiración.

=Pliegues cutáneos

Especificaciones generales de la técnica:

El calibre que generalmente se usa para la medición de pliegues cutáneos es el Harpenden. Normalmente el calibre es sostenido con la mano derecha y con el dedo pulgar e índice de la mano izquierda se genera el pliegue cutáneo que incluye una doble porción de piel y de tejido celular subcutáneo subyacente, con exclusión de tejido muscular. La compresión del pliegue generado debe ser firme; una vez generado el pliegue, el calibre es colocado en forma absolutamente perpendicular al pliegue, permitiendo que los platillos de compresión de los extremos compriman firmemente el pliegue. La lectura en el dial (con divisiones de 0.2 mm, aunque pueden cuantificarse valores intermedios con resolución de 0.1 mm) se lleva a cabo dos segundos después de aplicada la presión, evitando fin que, de continuar la presión, la elasticidad del tejido se altere con un valor

menor. Los platillos de presión del calibre se aplican a 1 cm por debajo de los dedos que generan el pliegue.

Todos los pliegues cutáneos se miden del lado derecho, excepto el abdominal que por convención se mide en el lado izquierdo, aunque actualmente se considere indistinto.

Especificaciones de medición de los pliegues:

a) Tricipital: 1 cm distal del pliegue vertical generado a la altura de la línea acromial-radial en la marca que la cruza en la cara posterior del brazo, el que se debe encontrar relajado al costado del cuerpo con la palma de la mano orientada hacia el muslo.

b) Bicipital: 1 cm distal del pliegue oblicuo generado a la altura de la línea acromial-radial en la marca que la cruza, en la cara anterior del brazo, el que se debe encontrar relajado al costado del cuerpo con la palma de la mano orientado hacia el muslo.

c) Subescapular: 1 cm distal del pliegue oblicuo generado a la altura del ángulo inferior de la escápula, en dirección de abajo hacia arriba y de adentro hacia afuera en un ángulo de  $45^{\circ}$  con el plano horizontal. Palpar el ángulo de la escápula con el pulgar izquierdo, reemplazarlo por el índice, bajar el pulgar y generar el pliegue inmediatamente por abajo.

d) Suprailiaco: 1 cm anterior al pliegue inmediatamente superior a la cresta ilíaca, a la altura de la línea axilar media. El pliegue corre de atrás-adelante y con tendencia de arriba-abajo. El tronco del sujeto debe estar en posición recta.