



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y
DE LA SALUD

PROYECTO DE OBESIDAD INFANTIL. FUNDACIÓN MEXICANA PARA LA SALUD

RELACIÓN ENTRE LOS PATRONES DE ACTIVIDAD FÍSICA Y ADIPOSIDAD EN NIÑOS
ESCOLARES

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA:

MARCELA PÉREZ RODRÍGUEZ

TUTOR

DR. JUAN OSVALDO TALAVERA PIÑA

FACULTAD DE MEDICINA. HOSP. DE ESPECIALIDADES UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
MÉDICA EN EPIDEMIOLOGÍA CLÍNICA.

MÉXICO, D.F. JUNIO 2013



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.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ABREVIATURAS	3
RESUMEN	4
I. INTRODUCCIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO	6
II.1 Composición corporal y fisiología del balance energético	6
II.2 Factores de exposición relacionados con adiposidad y obesidad	8
II.3 Efecto de la dieta	9
II.4 Relación de la actividad física con la adiposidad	9
II.5 Diferencias de actividad física entre niños con peso normal y con obesidad	11
II.6 Patrones de actividad física.	11
II.6 Revisión de estudios que relacionan periodos cortos de actividad ligera, moderada y vigorosa con indicadores de adiposidad y condición física	15
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
III.1. Pregunta de investigación	18
IV. JUSTIFICACIÓN	18
V. OBJETIVOS	20
V.1. Objetivo general	20
V.2. Objetivo específico	20
VI. HIPÓTESIS	20
VII. MATERIAL Y MÉTODOS	20
VII.1. Diseño de estudio	20
VII.2. Población de estudio	22
VII.3. Variables de estudio	24
VII.4. Estrategia de estudio	30
VII.5. Mediciones	30
VII.6. Recolección de los datos	36
VII. 7. Error de medición	37

VII. 8. Análisis estadístico	39
VII. 9. Aspectos éticos	39
VII. 10. Factibilidad del estudio	40
VII.11. Conflicto de intereses	40
VIII. RESULTADOS	40
IX. DISCUSIÓN	47
IX.1 Características generales de los participantes	47
IX.2 Patrones de actividad física	48
IX.3 Asociación entre bouts cortos y largos con adiposidad	50
IX.4 Utilización de grasas e hidratos de carbono como sustratos durante la actividad física	51
IX.5 Papel de bouts cortos en la interrupción de periodos sedentarios prolongados	51
IX.6 Otros efectos positivos de bouts cortos sobre la salud	52
X. CONCLUSIONES	54
XI. REFERENCIAS	54
XII. ANEXOS	63

ABREVIATURAS

AF= Actividad física

AFMV= Actividad física moderada vigorosa

IMC= Índice de masa corporal

PAL= nivel de actividad física

NSE= nivel socio-económico

RESUMEN

Introducción: El exceso de peso en la infancia tiende a persistir con la edad, por eso su prevención desde la infancia es de gran relevancia; una manera de hacerlo es por medio de la actividad física (AF). La recomendación actual de AF es realizar 60 minutos por día de los cuales el 50% debe ser obtenido en periodos continuos de actividad de por lo menos 15 minutos de duración. Esto es poco factible por lo que es necesario identificar maneras de realizar actividad física que sean viables y que tengan un impacto en cuanto a los beneficios que aporten a la salud. Con base en esta información surge la duda de si realizar actividad física en bouts (periodos continuos de actividad moderada-vigorosa) \leq 10 minutos se asocia con un menor porcentaje de grasa en niños.

Objetivo: Determinar la asociación que existe entre la realización de periodos de actividad física continua de intensidad moderada vigorosa \leq 10 minutos y el porcentaje de grasa en niños escolares que acuden a escuelas públicas y privadas en la Cd. de México.

Diseño de estudio: Estudio transversal en el que se midió la actividad física por medio de acelerómetros durante 7 días continuos en 277 niños de 7 a 11 años de edad en escuelas públicas y privadas de la Cd. de México; se midió antropometría y composición corporal. Se calcularon los patrones de actividad física y se determinó su asociación con el porcentaje de grasa.

Resultados: El porcentaje de actividad sedentaria, ligera y moderada-vigorosa fue significativamente diferente entre niñas y niños ($p < 0.05$). Las niñas realizaron menos bouts y acumularon menos minutos de AFMV que los niños ($p < 0.05$). Los bouts cortos y largos se asociaron significativamente con el porcentaje de grasa ($p < 0.001$), sin embargo, cuando se ajustó el modelo por la AFMV total y otras variables que influyen en el porcentaje de grasa se observó que únicamente los bouts largos tienen un efecto sobre el porcentaje de grasa.

Conclusiones: Es necesario realizar actividad física de intensidad moderada vigorosa con duración de por lo menos 10 minutos para observar un efecto en el porcentaje de grasa en niños.

I. INTRODUCCIÓN

México ha experimentado un rápido incremento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños. Datos de la Encuesta Nacional de Nutrición evidencian una epidemia creciente de obesidad en la edad pediátrica. En 1999 la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en niños en edad escolar fue de 18.6% y en 2006 se elevó al 26% que son 4,158,800 niños; tan solo la obesidad incrementó 77% en niños y 47% en niñas ¹. Otros estudios han encontrado prevalencias aún más elevadas de obesidad, Hurtado-Valenzuela reportó una prevalencia de 18.5% en 1985 que se elevó hasta 35.4% en 2003 ²; Ríos-García mostró una prevalencia de 44.1% en 2008 ³.

El exceso de peso en la infancia tiende a persistir con la edad, los niños de 2 a 5 años con sobrepeso son 5 veces más propensos a continuar con sobrepeso al entrar a la adolescencia ⁴ y el exceso de peso también tiende a perdurar durante la transición de la adolescencia a la adultez ⁵.

Uno de los principales problemas del sobrepeso y obesidad infantil son sus comorbilidades tanto en el corto como en el largo plazo, se han documentado diversas enfermedades asociadas a la obesidad ^{6, 7} como son intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina, diabetes tipo 2 ⁸, hipertensión, dislipidemia ⁹, enfermedad cardiovascular ¹⁰, algunos tipos de cáncer ¹¹, esteatosis hepática ¹², colelitiasis ¹³, apnea del sueño ¹⁴ y problemas ortopédicos ¹⁵, baja autoestima, depresión, ansiedad, disminución en las funciones cognitivas y discriminación ^{16, 17}.

El principal impacto del sobrepeso y obesidad infantil sobre la salud pública es su asociación con las enfermedades crónicas; su tratamiento implica una carga económica para el país y la sociedad. Se estima que para 2019 habrá más personas con sobrepeso y obesidad que gente en un rango de peso saludable; y para 2027 la inversión que implicará el tratamiento de la diabetes en personas obesas será 3.37

veces más alta que en la población no obesa ¹⁸. La creciente incidencia de obesidad a edades más tempranas y la falta de recursos públicos del país agravarán considerablemente las proyecciones económicas ¹⁶.

Es por lo anterior que la prevención del sobrepeso y obesidad desde la infancia es de gran relevancia y una manera de prevenir la ganancia excesiva de peso es por medio de la actividad física.

II. MARCO TEÓRICO

II.1 Composición corporal y fisiología del balance energético

La obesidad es, por definición, un exceso de grasa corporal ¹⁹ con el correspondiente incremento en el peso corporal ²⁰. La adiposidad puede ser estimada indirectamente con el Índice de masa corporal (IMC; en kg/m²), su uso en la edad pediátrica provee una medida consistente a través de todos los grupos de edad ²¹ y tiene la ventaja de tener una alta especificidad en la detección de casos de obesidad ²², sin embargo, se dice que el diagnóstico de obesidad debería ser idealmente hecho con base en mediciones de grasa corporal porque el IMC no distingue entre masa grasa, masa libre de grasa y tejido óseo, y existe el riesgo de mal clasificar a un individuo. Además, con la medición de la masa grasa es posible clasificar el grado de adiposidad ²³.

El promedio de porcentaje de grasa de niños hispanos de 5 a 9 años medido por DXA es de $23.9 \pm 6.9\%$ ²⁴, mientras que el de niñas hispanas de 6 a 10 años medido también por DXA es de $27.3 \pm 9\%$ ²⁵. La composición corporal de los niños cambia durante intervalos anuales ²⁶, los niños incrementan su IMC principalmente por la formación de masa libre de grasa con un pequeño incremento en la masa grasa, de manera opuesta las niñas incrementan su IMC principalmente a partir de la formación de masa grasa con pequeños incrementos de masa libre de grasa ²⁷.

En las niñas la masa grasa incrementa anualmente de manera constante; sin embargo, los niños tienden a tener un ligero incremento en la masa grasa hasta antes de los 14

años comenzando a disminuir después de dicha edad²⁶. Se espera que los niños de 8, 9 y 10 años con percentil ~50 de IMC tengan un porcentaje de grasa de 14.4%, 17.3% y 18% respectivamente y que las niñas a esas mismas edades con percentil ~50 de IMC tengan un porcentaje de grasa de 18.7%, 20.6% y 22.5% respectivamente²⁷.

El peso y la composición corporal de las personas varían en función de la relación entre la ingestión y el gasto de energía. La obesidad es un desorden en el balance energético causado por el exceso crónico de ingestión de energía sobre su requerimiento que resulta en el almacenamiento de la energía extra en el tejido adiposo²⁸, se estima que el peso ganado con un balance energético positivo está compuesto por ~62% de masa grasa y ~38% de masa libre de grasa²⁹. Dado lo anterior, el origen del exceso de adiposidad parece bastante simple y obvio, particularmente si se considera el balance energético como un modelo estático. En estos términos, el exceso de grasa corporal es el resultado de un incremento en la ingestión de energía, una disminución en el gasto energético o ambas³⁰, sin embargo, el desequilibrio energético requerido para provocar un exceso de peso en los niños es incierto³¹.

Butte et al realizaron un estudio en donde observaron la ganancia de peso que tuvieron niños y adolescentes latinos durante un año y por medio de un modelo matemático determinaron la cantidad de energía requerida para producir dicha ganancia de peso ya sea mediante el incremento de consumo de energía o por medio de la disminución del nivel de actividad física (PAL), siendo este último la razón entre el gasto energético total y el gasto energético basal ($PAL = \text{gasto energético total} / \text{gasto energético basal}$), por ejemplo, un gasto energético total del 1500 kcals entre un gasto energético basal de 1000 kcals nos da un PAL de 1.5. La mediana de ganancia de peso fue de 6.1 kg que representa el 13.3% del peso y calcularon que a un PAL constante de 1.5 tendrían que consumirse 244 kcals extras o 2695 kcals totales todos los días. Por el contrario, a niveles de consumo de energía constantes y un PAL inicial de 1.5, el nivel tendría que disminuir 0.22 unidades, es decir, disminuir hasta 1.28 para provocar la ganancia de peso observada³².

En realidad, los orígenes del desequilibrio energético son más complejos de lo que podría parecer en un modelo estático debido a que existe cierta dificultad para medir las variables a las cuales se le atribuye la obesidad porque la ingestión y el gasto energético no son independientes el uno del otro ³⁰. El balance energético en los jóvenes se ve afectado por una combinación de factores genéticos y ambientales ²⁸ además de que la eficiencia del proceso de conversión de energía ingerida hacia la formación de nuevo tejido depende de la composición del tejido, la eficiencia para formar masa libre de grasa es de 0.42 mientras que para formar masa grasa es de 0.85, es decir, que es más fácil para el cuerpo formar masa grasa que masa libre de grasa ³¹. Nosotros regulamos nuestro balance energético hasta cierto grado, y algún cambio en una de las partes del modelo como sería la disminución en la ingestión puede producir cambios compensatorios al reducir el gasto energético en reposo o en la AF ^{30, 32} además de que los requerimientos para almacenar energía en el tejido adiposo pueden diferir en niños en crecimiento debido a la fuerte tendencia anabólica que lleva a depositar no solo grasa sino también masa libre de grasa ³¹.

II.2 Factores de exposición relacionados con adiposidad y obesidad

La dieta y la falta de actividad física son los principales responsables de la ganancia excesiva de peso y grasa corporal. Antes de profundizar en la relación entre las anteriores es importante mencionar que existen otros factores que también se han asociado con la ganancia excesiva de peso y grasa corporal. Entre ellos se encuentra el tiempo invertido en ver televisión ^{30, 33} y el grado de estudios ^{34, 35}. Otro factor importante es el IMC de la madre, se ha reportado que por cada unidad adicional de IMC materno hay un incremento de 0.14 unidades en el IMC del niño ³³. El NSE ^{34, 35} influye sobre el riesgo de obesidad y el desarrollo sexual interviene en la composición corporal ^{34, 36}.

Las diferencias en la actividad física entre sexos son relevantes, en estudios de actividad física es recomendable tomar en cuenta las diferencias entre niños y niñas ya que los niños tienden a ser más activos que las niñas y a tener patrones de actividad

distintos. Existen también diferencias en el gasto energético entre géneros y estas pueden atribuirse tanto a factores biológicos como sociales ³⁷.

II.3 Efecto de la dieta

Existe mucha información controversial sobre si la ingestión de energía, composición de macronutrientes de la dieta, patrones de alimentación u otros factores dietéticos pueden explicar las diferencias en la composición corporal ³⁸. Se ha observado en algunos estudios que ciertas características de la dieta o hábitos alimentarios influyen sobre el desarrollo de obesidad. Haerens et al encontraron una relación inversa entre el desayuno y el IMC, omitir el desayuno se asocia con un mayor IMC ³⁹. La calidad de la dieta también se ha asociado con el peso, Jennings y colaboradores observaron en niños de 9 y 10 años que a mayor calidad en la dieta medida con el “Diet Quality Index” menor peso corporal, Índice de masa corporal y puntaje Z del IMC ⁴⁰. Por otro lado, Lin et al observaron que la ingestión de energía, la frecuencia de consumo de comida rápida y comportamientos de consumo de “snacks” no se encontraron significativamente asociados con el peso corporal ³³ y en un estudio longitudinal de 4 años, la mayoría de los comportamientos alimentarios como el consumo de verduras y frutas no mostraron una relación significativa con el IMC ³⁹.

No existe suficiente evidencia para decir que los niños con obesidad consuman más energía por medio de la dieta que niños con peso normal, es posible que lo que provoque la acumulación de masa grasa sea un pequeño pero prolongado exceso de energía; Rodríguez y colaboradores realizaron una revisión de la literatura y proponen que más allá de la excesiva ingestión de alimentos, la reducción en el gasto energético podría ser considerada como el principal determinante de la epidemia de obesidad ³⁸,
⁴¹.

II.4 Relación de la actividad física con la adiposidad

Mientras más avanza la edad de una persona, esta ha estado más tiempo expuesta a los factores de riesgo para desarrollar obesidad, la actividad física tiende a declinar ⁴² y tiene un mayor impacto sobre la adiposidad ⁴³.

Se sabe que niños y niñas de entre 8 y 10 años en países desarrollados realizan en promedio 28 y 21 minutos de actividad moderada/vigorosa (AFMV), que tanto la AFMV como la actividad total disminuyen y la conducta sedentaria incrementa conforme pasa el tiempo ^{44, 45}.

Como se mencionó previamente, la reducción en el gasto energético causado por un descenso en la actividad física puede contribuir al incremento en la adiposidad en niños y adolescentes ⁴¹. Butte y colaboradores realizaron un modelo matemático en el que se estudió el balance energético desde una perspectiva dinámica, lo cual quiere decir que se toma en cuenta el crecimiento y mecanismos compensatorios de la disminución en el gasto energético y reportan que se puede asumir que una disminución progresiva del nivel de actividad física interviene en la tasa de ganancia de peso ³¹.

Se tiene la hipótesis de que la falta de actividad física contribuye importantemente como factor para desarrollar y/o mantener la obesidad infantil. Una revisión de varios estudios muestran una asociación inversa de actividad física con peso o adiposidad, es decir, niveles más altos de actividad física han sido reportados como protectores contra obesidad en la infancia y se asocian con menor adiposidad ⁴³; otra revisión también reporta una asociación directa de inactividad/sedentarismo con peso o adiposidad ⁴². No toda la evidencia concluye que existe una relación directa entre sedentarismo y adiposidad, Must y colaboradores realizaron una revisión en donde incluyen estudios que reportan asociación tanto positiva, como negativa y nula ⁴². En cuanto a la relación entre cantidad de actividad física y adiposidad, Jimenez-Pavón y colaboradores publicaron una revisión en donde encontraron evidencia consistente de una asociación inversa entre AF y adiposidad, dicha asociación la observaron en el 79% de los estudios revisados ⁴³. La razón por la que se puede encontrar una asociación entre actividad física y adiposidad, y posiblemente no encontrar dicha asociación entre sedentarismo y adiposidad es porque en contraste, la actividad física y el sedentarismo pueden ser abordados como constructos separados reflejando la noción de que la inactividad no es meramente lo opuesto a actividad ⁴².

II.5 Diferencias de actividad física entre niños con peso normal y con obesidad

Existen diferencias en el volumen total de actividad física o de la intensidad de la actividad física realizada por los niños con peso normal y con sobrepeso/obesidad. Trost y colaboradores encontraron que en comparación con niños no obesos, los niños con obesidad tuvieron una acumulación significativamente menor de actividad física total medidas en cuentas por minuto por medio de acelerometría ($28.3 \times 10^4 \pm 2.01 \times 10^4$ vs $37.7 \times 10^4 \pm 1.41 \times 10^4$; $p=0.003$)⁴⁶. Haerens et al observaron que los niños con sobrepeso son menos activos en su tiempo libre comparados con niños con peso normal ($p<0.05$)⁴¹. Zarrouk no encontró diferencias entre niños con peso normal, sobrepeso y obesidad en lo que respecta a AF total, gasto energético atribuible a la AF y gasto energético total, pero observó diferencias en el nivel de actividad física durante los días entre semana entre los niños con peso normal y obesos (279.1 ± 77.5 vs 391.3 ± 139.4 cuentas por minuto, $p< 0.001$) y durante las tardes (221.1 ± 126.3 vs 380.8 ± 220.7 cuentas por minuto, $p= 0.002$)⁴⁷. Haerens et al observaron diferencias en la actividad moderada/vigorosa, pero no encontraron diferencias en la actividad ligera⁴¹. Trost y colaboradores encontraron que los niños con obesidad tuvieron una acumulación significativamente menor de minutos de AF moderada (62.6 ± 4.5 vs 78.2 ± 3.2 min/día; $p=0.002$); y AF vigorosa (7.1 ± 1.3 vs 13.5 ± 0.9 min/día; $p=0.001$)⁴⁶. Stone y Rowland no encontraron diferencias entre niños obesos y con peso normal en lo que respecta a sedentarismo, actividad ligera, moderada y vigorosa, la única diferencia que encontraron fue en actividad muy intensa⁴⁸.

II.6 Patrones de actividad física

La actividad física de los niños es compleja inherentemente, incorpora una mezcla de actividades escolares, deportes organizados y juegos no estructurados⁴⁹. Se ha observado que los niños realizan actividad física en bouts cortos de actividad, que su nivel de intensidad es ampliamente variable y transitorio⁵⁰ y que los patrones de actividad física pueden diferir en los diferentes días de la semana⁵¹.

En un estudio que midió la actividad la AF de los niños con el método de observación directa se reporta que del total del tiempo que dedican los niños a realizar actividad

física, el porcentaje de actividad de intensidad ligera, moderada e intensa es del 77.1%, 19.7% y 3.1% respectivamente; y la mediana de la duración de los eventos de actividad física de intensidad ligera y moderada fue de 6 segundos. Se llegaron a observar eventos de 3 segundos de actividad intensa y el 95% de la actividad de intensidad vigorosa duro menos de 15 segundos ⁵⁰. Otro estudio en donde se utilizó acelerometría, reporta que en una muestra de niños de 9 y 10 años, la actividad física moderada/vigorosa tuvo una duración máxima de 4 minutos en una hora ⁵². Lo anterior reafirma el conocimiento previo acerca de la corta duración de los eventos de actividad en los niños independientemente de su intensidad, indicando la naturaleza de las actividades de los niños es altamente transitoria.

La recomendación del Consejo para el Deporte y la Educación Física de Estados Unidos de realizar el 50% de los 60 minutos de actividad física recomendada por día en periodos continuos de actividad también llamados “bouts” de por lo menos 15 minutos de duración ²⁹ es poco factible, se ha visto que pocos niños llegan a realizar periodos de tal duración y que bouts tan prolongados no son parte de los patrones de actividad física normal de los niños ⁵³⁻⁵⁵.

Es posible que la manera en la que se realiza la actividad física también tenga un impacto sobre la adiposidad. Se ha reportado que la frecuencia, más no la duración de la participación en deportes, juega un papel importante en el control del peso de la niñez a la adolescencia y se ha propuesto que podría ser más importante para el control del peso realizar deporte con más frecuencia en bouts más cortos de tiempo que participar en estas actividades menos frecuentemente por un periodo largo de tiempo ³⁹. Fayçal postula que bouts de gran intensidad pueden estimular el metabolismo en general, contribuyendo a un apropiado balance energético ⁴⁷.

El porcentaje de grasa ha probado tener una relación lineal inversa con factores de riesgo cardiovasculares en los niños ⁵⁶ y se ha observado que hacer de 21 a 39 minutos y 40 a 119 minutos de AFMV en bouts de 1 a 4 minutos continuos disminuyó el puntaje de factores de riesgo cardiovasculares en niños (OR ajustado por factores confusores de 0.56 (IC 95%=0.32-0.98) y 0.25 (IC 95%=0.10-0.60) respectivamente.

Realizar de 5 a 15 minutos, 16 a 30 minutos y 39 a 218 minutos de AFMV en bouts en 5 a 9 minutos continuos también disminuyó el puntaje (OR ajustado por factores confusores de 0.51 (IC 95%=0.33-0.77), 0.37 (IC 95%=0.22-0.63) y 0.25 (IC 95%=0.09-0.34) respectivamente. Realizar de 26 a 49 minutos y de 50 a 183 minutos de AFMV en bouts de 1 a 9 minutos continuos disminuyó el riesgo el puntaje de factores de riesgo cardiovasculares (OR ajustado por factores confusores de 0.53 (IC 95%=0.30-0.93), y 0.25 (IC 95%=0.11-0.60) respectivamente ⁵⁷.

Dos estudios han relacionado la duración de los bouts con el IMC e indicadores de adiposidad en niños y han encontrado una asociación inversa entre bouts cortos y proxis de adiposidad. Mark & Janssen al estudiar esta relación dividieron en cuartiles los datos en función del número de bouts que los niños realizaron por día y tomando en cuenta el cuartil mas bajo como el de referencia, reportaron los siguientes OR con 95% de confianza para sobrepeso en el segundo, tercer y último cuartil respectivamente: 0.67 (0.47-0.95), 0.52 (0.37-0.73) y 0.33 (0.21-0.51). De la misma manera reportan los OR con 95% de confianza para sobrepeso de bouts de 5 a 9 minutos de duración y reportan para el tercer cuartil un OR de 0.55 (0.40-0.75) y para el último cuartil un OR de 0.26 (0.17-0.38). Esta relación se mantiene en el cuartil más alto de periodos de 5 a 9 minutos aun controlando por el volumen de actividad física total. Otra manera en la que se probó que los bouts predicen riesgo de sobrepeso independientemente del volumen total de actividad fue dividiendo a los participantes del estudio en aquellos que hacían 1) poca AFMV y pocos bouts, 2) poca AFMV total y muchos bouts, 3) mucha AFMV y pocos bouts y 4) mucha AFMV y muchos bouts. En el análisis de regresión logística, la probabilidad de tener sobrepeso no fue significativamente menor para los jóvenes en el grupo de poca AFMV y muchos bouts en comparación con aquellos con poca AFMV y pocos bouts (OR=0.91; IC 95%= 0.60-1.37), mientras que los jóvenes que tuvieron mucha AFMV total y muchos bouts tuvieron menor riesgo de sobrepeso (OR=0.41; IC 95%= 0.30-0.56) en comparación con aquellos con mucha AFMV y pocos bouts. La prevalencia de sobrepeso en los grupos 1, 2, 3 y 4 fue de 46.6%, 40.8%, 33.7% y 25.4% respectivamente ⁵⁸.

Stone y Rowland encontraron una asociación entre la frecuencia de bouts cortos de actividad y menor adiposidad medida a través de la circunferencia de cintura ⁵⁹. En su estudio se encontró que la frecuencia de los bouts de AFMV estaban asociados con la circunferencia de cintura ($r = - 0.42$, $p < 0.01$).

Al igual que en la actividad física total, también se observan diferencias en los patrones de actividad entre los niños con peso normal y con exceso de peso. Trost observó que en comparación con niños no obesos, los obesos acumularon menos “bouts” de más de 5 minutos de AFMV (15.9 ± 1.8 vs 23.4 ± 1.3 ; $P=0.001$) ⁴⁶ y se han observado diferencias en bouts de actividad ligera entre niños obesos y con peso normal ($p < 0.05$) ⁵⁹. Las diferencias encontradas tanto en la actividad física total como en el patrón de actividad entre niños con peso normal y con obesidad pueden explicarse por el propio hecho de que los niños con obesidad pueden tener limitado el movimiento debido a la cantidad de grasa corporal que tienen; pueden elegir no participar en actividades físicas por la negativa imagen corporal que tienen de sí mismos o el realizar actividades físicas les pueda causar dolor musculoesquelético entre otras razones ⁶⁰. Debido a que los niños con exceso de peso acumulan menos AFMV total y en bouts, medir la asociación de la actividad física con adiposidad en estos niños puede sesgar la información obtenida, por lo que para observar asociaciones entre la actividad física y la adiposidad lo pertinente es medir ambas variables en niños con peso normal que no tengan limitado el movimiento debido a su propio estatus de peso.

II.6 Revisión de estudios que relacionan periodos cortos de actividad ligera, moderada y vigorosa con indicadores de adiposidad y condición física

Autor	Tipo de estudio	Características de la población	Epoch y punto de corte para AFMV	Variable de estudio	Variable de desenlace	Resultados				Limitaciones del estudio
						Actividad total	Categoría de actividad física	Rango (media min/día)	OR (95% CI) para sobrepeso	
Amy E. Mark, 2009 ⁵⁸	Análisis secundario de la encuesta NHANES 2003-2004 Y 2005-2006. Estudio transversal.	2498 niños de 8 a 17 años	Epoch: 1 minuto Punto de corte: 3000 cpm	Periodos continuos de actividad física moderada vigorosa de: 1-4 minutos 5-9 minutos ≥10 minutos	IMC	Actividad total	Baja Baja-moderada Moderada-alta Alta	0.0–10.6 10.6–21.0 21.1–35.8 35.8–182.0	1.00 (ref) 0.63 (0.47, 0.84)* 0.47 (0.34, 0.64)* 0.21 (0.14, 0.31)*	El acelerómetro tomo la medición cada minuto y se ha observado que pierde sensibilidad la medición con un periodo tan prolongado. El IMC puede mal clasificar a niños en cuanto a su estado de nutrición.
						1-4 minutos	Baja Baja-moderada Moderada-alta Alta	0.0–7.3 7.4–12.8 12.9–20.2 20.2–103.0	1.00 (ref) 0.67 (0.47, 0.95)* 0.52 (0.37, 0.73)* 0.33 (0.21, 0.51)*	
						5-9 minutos	Baja Baja-moderada Moderada-alta Alta	0.0–1.0 1.1–3.3 3.4–6.7 6.7–45.0	1.00 (ref) 0.75 (0.54, 1.05) 0.55 (0.40, 0.75)* 0.26 (0.17, 0.38)*	
						≥10 minutos	Baja Baja-moderada Moderada-alta Alta	0.0 1.4–4.3 4.3–11.0 11.2–128.9	1.0(ref) 0.60 (0.42, 0.85)* 0.41 (0.28, 0.60)* 0.28 (0.20, 0.40)*	
Michelle R. Stone, 2009 ⁵⁹	Transversal	54 varones de 8 a 10 años	Epoch: 2 segundos Punto de corte: 3581 cpm	Frecuencia, intensidad y duración de periodos continuos de actividad de: ≥4 segundos ≥5 minutos	Circunferencia de cintura	La intensidad y la frecuencia de los dos tipos de periodo se asociaron con circunferencia de cintura ($r=-0.42$ a -0.52). Periodos ≥4 segundos de actividad moderada y vigorosa se asociaron negativamente con circunferencia de cintura ($r=-0.37$ y $r=-0.42$, $p<0.05$). La frecuencia, intensidad y duración de los periodos ≥5 minutos de actividad moderada se asoció negativamente con la circunferencia de cintura ($r=-0.29$ a -0.47).			Solo midieron varones. Su medición de adiposidad es un proxi (circunferencia de cintura)	
Macfarlane D. 2006 ⁶⁰	Ensayo clínico con intervención de 8 semanas. Grupo 1: 30' de act. física ligera-moderada 3 o 4 días/semana Grupo 2: 5 bouts de 6' de act. física ligera-moderada 5 días/semana.	50 adultos sedentarios (35 mujeres) de 35–60 años.	Grupo 1: 5-6 METS Grupo 2: 4 METS	Periodos de AFMV ≥ 30 minutos y periodos de AFMV <6 min.	Condición física medida por $\dot{V}O_2\max$ (l/min)	Los valores de $\dot{V}O_2\max$ (l/min) mejoraron en 7.4% (ES=0.36) y 5.3% (ES=0.24) para el grupo 1 y 2 respectivamente.			Los periodos de actividad fueron auto reportados por medio de una bitácora que los participantes llenaron.	

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México, cerca de 7 de cada 10 adultos tienen sobrepeso u obesidad, éste problema ha alcanzado a los niños y se ha observado un rápido incremento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en este grupo de edad; en 1999 el 18.6% de los niños tenían una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad y para 2006 la prevalencia fue de 26%, un incremento de 1.1 pp/año ¹.

La obesidad en la infancia probablemente continuará hasta la vida adulta ⁶¹, cerca de un tercio de los niños con obesidad en edad preescolar y la mitad en edad escolar se convertirán en adultos obesos ⁶² y enfrentarán las comorbilidades de la obesidad a una edad más temprana. De hecho se ha observado que aun dentro del rango de peso normal (percentil de IMC para la edad ≥ 5 y < 85), los percentiles superiores se asocian con riesgo incrementado para obesidad, enfermedad cardiovascular y resistencia a la insulina en edades posteriores. Por ejemplo, los niños que a los 9 años se encuentran entre el percentil 75 y 84 tienen entre un 40 y 50% de probabilidades de tener sobrepeso a los 12 años ⁴, percentiles superiores al 71.3 y 77.1 en niños y niñas respectivamente tienen un mayor riesgo cardiovascular y percentiles superiores al 66.3 y 67.9 para niños y niñas respectivamente predicen resistencia a la insulina ⁶³. Es por lo anterior que debe prevenirse el incremento en la adiposidad desde la infancia para evitar que se conviertan en adultos obesos con sus consecuentes comorbilidades.

La dieta y la inactividad física son los principales factores que influyen sobre la ganancia excesiva de adiposidad que llevan al sobrepeso y obesidad, dichas condiciones son el resultado de un desequilibrio en el balance energético, causado por el exceso crónico de ingestión de energía sobre su requerimiento que resulta en el almacenamiento de la energía extra en el tejido adiposo ⁶⁴.

Las estrategias para cambiar los hábitos alimentarios son de gran complejidad ya que estos son de los comportamientos más difíciles de cambiar ⁶⁵ porque se ven influenciados por aspectos económicos, psicológicos, culturales, conductuales y ambientales ⁶⁶ como pueden ser la gran disponibilidad de alimentos de alta densidad energética ⁶⁷, reticencia por parte de los niños a probar nuevos alimentos ⁶⁸, falta de

apoyo por parte de la familia para sumarse al cambio de hábitos ⁶⁹ y costo prohibitivo de alimentos con alto valor nutricional entre otros factores. Las barreras para hacer actividad física pueden ser superadas con menores dificultades ya que son principalmente falta de motivación y de apoyo familiar, limitaciones económicas para costear actividades organizadas en grupo ⁷⁰, falta de tiempo debido a tareas escolares y mal clima ⁷¹ entre otras.

Se ha observado que la actividad física representa alrededor del 40% del gasto energético total ⁷² y que mayor cantidad de actividad de intensidad moderada/vigorosa realizada se asocia con menor adiposidad y riesgo de obesidad ⁷³. La actividad física resulta de gran interés debido a que es una conducta potencialmente modificable ⁶⁰ con estrategias que logren sobrellevar sus principales limitantes. Una estrategia prometedora que no implica ningún gasto y es fácil de ejecutar es realizar actividad física en periodos cortos como puede ser antes y después de clases, en ciertos periodos en la escuela ⁷⁴, o durante los comerciales de los programas televisivos.

Se reconoce el efecto protector que tiene realizar actividad física de en periodos largos contra la obesidad ⁵⁸. Sin embargo, también se ha reportado que periodos cortos de actividad continua de gran intensidad pueden estimular el metabolismo ⁴⁶ y se han asociado con indicadores antropométricos de adiposidad ⁵⁹.

Al contrario de los adultos, los niños por naturaleza realizan las actividades físicas, especialmente las de intensidad moderada y vigorosa en periodos cortos y frecuentes que pueden ir desde 2 segundos hasta 5 minutos, llegando a haber periodos de 10 a 20 minutos de actividad continua aunque éstos son menos frecuentes ^{48, 51, 54, 59, 75, 76}. Las recomendaciones de actividad física que se emiten en los países dictan que los niños deben realizar de 30 a 60 minutos de actividad física de intensidad moderada a vigorosa por día ⁷⁷⁻⁸⁰; la recomendación del Consejo para el Deporte y la Educación Física de Estados Unidos (NASPE) especifica que para obtener la mayor cantidad de beneficios el 50% de la actividad física debe acumularse en bouts de 15 minutos y el resto de manera intermitente ⁸¹. La naturaleza esporádica de la actividad física de los niños hace difícil cumplir con dicha recomendación y obtener sus beneficios ya que

alrededor del 66% de la actividad se realiza en forma esporádica y el resto en bouts largos ⁵⁸.

Los estudios que han analizado la asociación entre la duración de los bouts con el estado de nutrición y adiposidad, tienen ciertas características que pueden limitar la inferencia causal de los bouts cortos y largos. Por ejemplo, en el estudio de Mark y Janssen ⁵⁸ el proxi de adiposidad que utilizaron fue el IMC cuando sería deseable tener la medición del porcentaje grasa corporal total se incluyó tanto a niños con peso normal como niños obesos cuando se ha descrito que niños con obesidad realizan menos actividad física debido a diferentes causas ⁴⁶ por lo que al incluir en un estudio a niños cuyo estado de nutrición condiciona su actividad se puede incurrir en sesgo y por último el rango de edad va de los 8 a los 17 años cuando la actividad física entre los niños escolares es diferente de la de los adolescentes.

Por otro lado, el estudio de Stone y colaboradores ⁵⁹ solo tomó en consideración a niños, dejando de lado a las niñas y su proxi de adiposidad fue la circunferencia de cintura cuando como se mencionó previamente, es importante tener la medición del porcentaje de grasa corporal total.

III.1. Pregunta de investigación

¿Realizar actividad física en bouts \leq 10 minutos se asocia con un menor porcentaje de grasa en niños de 8 a 10 años que acuden a escuelas públicas y privadas de la Cd. de México?

IV. JUSTIFICACIÓN

Se ha reportado que el incremento en la actividad física tiene el potencial de prevenir la ganancia excesiva de peso en niños con peso normal ⁸². Además de su papel en la prevención de sobrepeso y obesidad, se ha observado que el incremento en la AF se asocia con menores concentraciones séricas de lípidos y lipoproteínas a través de su relación con la condición física y menores niveles de grasa en niños ⁸³, que tanto la

actividad física ⁸⁴, como la condición física se encuentran asociadas con factores de riesgo cardiovascular ⁸⁵ y que al incrementar la AF disminuyen las concentraciones de insulina y la resistencia a la insulina ⁸⁶ entre otros beneficios, sin embargo, el ambiente en el que vivimos no propicia la actividad física.

Se ha observado una asociación inversa entre la prevalencia de sobrepeso y la densidad de parques y facilidades públicas deportivas ⁸⁷ y la percepción de inseguridad para realizar actividad física en las calles también limita su realización ⁸⁸.

No se sabe el promedio de AFMV de actividad física medida de manera directa que realizan los niños escolares en México, sin embargo, se sabe que niños y niñas de entre 8 y 10 años en países desarrollados realizan en promedio 28 y 21 minutos de actividad moderada/vigorosa (AFMV), que tanto la AFMV como la actividad total disminuyen y la conducta sedentaria incrementa conforme pasa el tiempo ^{44, 45}.

Por lo anterior, es necesario identificar maneras de realizar actividad física que sean factibles y que tengan un impacto en cuanto a los beneficios que aporten a la salud.

La probabilidad de incrementar la actividad física de maneras poco recurrentes en los niños como lo son periodos largos de actividad es baja. Debe prestarse atención a disminuir los periodos de inactividad incrementando la frecuencia de periodos cortos de actividad a lo largo del día. Pequeños cambios en el estilo de vida tienen más probabilidad de tener un impacto considerable en el patrón de actividad ⁷⁵ con consecuencias positivas para prevenir la acreción de un exceso de masa grasa desde la infancia.

Conocer si periodos cortos de actividad moderada/vigorosa afectan de manera positiva la adiposidad, permitiría crear una estrategia de prevención de ganancia excesiva de peso y grasa corporal basada en el comportamiento habitual de los niños con el consecuente incremento en la probabilidad de éxito.

V. OBJETIVOS

V.1. Objetivo general

- Determinar la asociación que existe entre la realización de bouts de actividad física de intensidad moderada vigorosa ≤ 10 minutos y el porcentaje de grasa en niños escolares que acuden a escuelas públicas y privadas en la Cd. de México.

V.2. Objetivo específico

- Describir la duración y frecuencia de los bouts de actividad física de intensidad moderada vigorosa que realizan los participantes.

VI. HIPÓTESIS

Realizar actividad física de intensidad vigorosa en bouts ≤ 10 minutos se asocia con un menor porcentaje de grasa en niños escolares que acuden a escuelas públicas y primarias

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

VII.1. Diseño de estudio

Estudio transversal descriptivo en el que se midió la actividad física de manera directa por medio del promedio de la medición durante 7 días continuos con acelerómetros (ver apartado VII.5) en niños de 7 a 11 años de edad en escuelas públicas y privadas de la Cd. de México, se midió antropometría y composición corporal, se calcularon los patrones de actividad física y se determinó su asociación con medidas de adiposidad.

Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se calculó con la fórmula de diferencia de medias porque se desea observar la diferencia en el porcentaje de grasa en respuesta a la actividad física. En la literatura se puede encontrar la media de actividad física para diferentes clasificaciones de IMC o de porcentaje de grasa, sin embargo, para el cálculo del tamaño de muestra del presente estudio se necesitaba saber la media del porcentaje de grasa que presentan los niños con alta o baja cantidad de AFMV, se decidió realizar el cálculo del tamaño de muestra con base en los datos preliminares de 160 niños de un estudio realizado por FUNSALUD.

Para obtener μ_1 y μ_2 , primero se dividieron a los sujetos en dos grupos dependiendo de la cantidad de AFMV acumulada (arriba y debajo de la mediana), luego se calculó la media y desviación estándar de porcentaje de grasa en cada uno de los grupos, es decir μ_1 corresponde a la media de porcentaje de grasa del grupo con menor actividad física y μ_2 corresponde a la media de grasa del grupo con mayor actividad física.

$Z\alpha$ = Valor de z relacionado con $\alpha= 0.05$, es igual a 1.96

$Z\beta$ = Valor de z relacionado con un $\beta= 0.20$ (poder de 80%), es de 0.84

μ_1 = 19.2 % de grasa

μ_2 = 15.4 % de grasa

DE= 7.8 % de grasa del grupo de referencia (grupo con menor actividad física)

$$n = 2 \left[\frac{(1.96 - (-0.84))7.8}{19.2 - 15.4} \right]^2 = 98.2 \approx 99$$

La cifra de 99 se multiplicó por dos para tener la cantidad de sujetos con menor y mayor actividad física. A esa cantidad de sujetos se le sumó un 30% para compensar por los sujetos que no cumplieran con los requerimientos mínimos de uso del acelerómetro por lo que el tamaño de muestra final es de 257 niños ($99 \times 2 = 198$, $198 + 30\% = 257$).

Muestreo

Se realizó un muestreo mixto ⁸⁹ no probabilística en el que se siguió el procedimiento que se describe a continuación hasta completar el tamaño de muestra.

De manera aleatoria se eligieron colonias en las delegaciones colindantes con la sede del estudio en la delegación Cuauhtémoc y en el sur de la Cd. de México; las delegaciones que se eligieron fueron Tláhuac, Tlalpan, Coyoacán, Xochimilco, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Benito Juárez y Cuauhtémoc. Se contactó a todas las escuelas de las colonias elegidas, 90 escuelas fueron contactadas exitosamente de las cuales 18 aceptaron participar en el estudio. Las principales razones por las cuales las escuelas que no participaron en el estudio tomaron esa decisión fueron falta de tiempo para acomodar nuestras visitas en sus actividades, desconfianza para dar acceso a personas externas a la escuela, falta de interés en el estudio, negativa por parte de los padres de familia o de la dirección sin una explicación entre las más comunes.

De las escuelas que aceptaron participar, se invitó a todos los niños que cumplieron con los criterios de inclusión. Se incluyeron en el estudio a 378 niños de 580 elegibles en las 18 escuelas. En el análisis final se incluyeron a 277 niños que cumplieron con los criterios mínimos de uso del acelerómetro.

VII.2. Población de estudio

La población a partir de la cual se seleccionó la muestra fueron niños con peso normal y sobrepeso en escuelas públicas y privadas que tuvieron entre 7 y 11 años, el rango de edad fue determinado de esa manera debido a que niños más pequeños tienen menos apego al protocolo de uso del acelerómetro y es más difícil obtener información de su alimentación y niños más grandes comienzan a tener un mayor desarrollo sexual lo cual puede confundir los resultados del estudio.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- 7 a 11 años
- Estar entre el percentil 5 y 94 en las tablas de IMC para la edad del CDC.
- No tener enfermedades crónicas.
- No tener alguna discapacidad física.
- Aceptar formar parte del estudio.

Criterios de exclusión

- Tener un percentil ≥ 95 o <5 en las tablas de IMC para la edad del CDC.

Criterios de eliminación

- No adherencia al protocolo de uso del acelerómetro.
- Decidir voluntariamente salir del proyecto de investigación.
- Encontrarse en la etapa de pubertad media o tardía.

Veintitrés niños cumplieron con alguno de los puntos anteriores y fueron excluidos del análisis estadístico, sus características no fueron significativamente diferentes que las de los participantes que completaron el estudio.

VII.3. Variables de estudio

Variable de desenlace

1) Porcentaje de grasa

Definición conceptual: Proporción de la masa corporal total compuesta por masa grasa.

Definición operacional: Estimación de la proporción de masa grasa del peso corporal total obtenido por medio de un equipo de impedancia bioeléctrica de 4 electrodos.

Tipo de variable: cuantitativa, continua.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: porcentaje.

Variables de exposición:

2) Bouts cortos

Definición conceptual: Periodos continuos de AFMV con una duración entre 1 y 4 minutos.

Definición operacional: Periodos continuos de AFMV que superen las 2296 cuentas por minuto con una duración de entre 1 y 4 minutos medidas por un acelerómetro y detectados con un software para manejo de datos de acelerómetros Meterplus.

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: Número de periodos.

3) Bouts medianos

Definición conceptual: Periodos continuos de actividad física moderada vigorosa con una duración entre 5 y 9 minutos.

Definición operacional: Periodos continuos de actividad física que superen las 2296 cuentas por minuto con una duración de entre 5 y 9 minutos medidas por un acelerómetro y detectados con un software para manejo de datos de acelerómetros Meterplus.

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: Número de periodos.

4) Bouts largos

Definición conceptual: Periodos continuos de actividad física moderada vigorosa con una duración ≥ 10 minutos.

Definición operacional: Periodos continuos de actividad física que superen las 2296 cuentas por minuto con una duración ≥ 10 minutos medidas por un acelerómetro y detectados con un software para manejo de datos de acelerómetros Meterplus.

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: Número de periodos.

5) Minutos de AFMV acumulados en bouts cortos

Definición conceptual: Cantidad de minutos de AFMV acumulados por medio de la realización de bouts de 1 a 4 minutos.

Definición operacional: Cantidad de minutos de AFMV que superen las 2296 cuentas por minuto acumulados por medio de bouts de 1 a 4 minutos medido por un acelerómetro. Los minutos totales obtenidos con este tipo de bouts se calcularon sumando la duración específica de cada bout de entre 1 y 4 minutos.

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: Minutos.

6) Minutos de AFMV acumulados en bouts medianos

Definición conceptual: Cantidad de minutos de AFMV acumulados por medio de la realización de bouts de 5 a 9 minutos.

Definición operacional: Cantidad de minutos de AFMV que superen las 2296 cuentas por minuto acumulados por medio de bouts de 5

a 9 minutos medido por un acelerómetro. Los minutos totales obtenidos con este tipo de bouts se calcularon sumando la duración específica de cada bout de entre 5 y 9 minutos

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: Minutos.

7) Minutos de AFMV acumulados en bouts largos

Definición conceptual: Cantidad de minutos de AFMV acumulados por medio de la realización de bouts ≥ 10 minutos.

Definición operacional: Cantidad de minutos de AFMV que superen las 2296 cuentas por minuto acumulados por medio de bouts ≥ 10 minutos medido por un acelerómetro. Los minutos totales obtenidos con este tipo de bouts se calcularon sumando la duración específica de cada bout de entre ≥ 10 minutos

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: de razón

Unidad de medición: Minutos.

Variables potencialmente confusoras

8) Nivel socio-económico

Definición conceptual: El nivel socioeconómico puede ser indicado por un número de sub-conceptos como estado ocupacional, estado de empleo, nivel de educación y riqueza/ingreso. El nivel socio-económico de los niños es derivado del clima socio-económico de su familia y específicamente de sus padres.

Definición operacional: Clasificación a partir de la puntuación obtenida en el grado de estudios y ocupación de los padres. Si la sumatoria de los reactivos es ≤ 5 se clasifica como bajo, una puntuación de 6 a 10 corresponde a estado medio y una puntuación ≥ 11 corresponde a un estado socioeconómico alto.

Grado de estudios	Ocupación	
	Empleado o desempleado	Tipo de empleo
Primaria o menos= 1 puntos	Desempleado = 1 punto	Área de limpieza, cocineros, lavacoches, afanadores, choferes = 1 punto
Secundaria = 2 puntos	Empleado = 5 puntos	Secretaria, policía, profesor, vendedor, pequeño empresario = 3 puntos
Preparatoria =3 puntos		Medianos empresarios, profesionistas = 5 puntos
Universidad = 4 puntos		
Posgrado = 5 puntos		

Tipo de variable: cualitativa

Escala de medición: ordinal

Unidad de medición: categoría bajo, medio o alto.

9) Grado de maduración sexual

Definición conceptual: Estadío del desarrollo de la capacidad sexual total.

Definición operacional: Designación de la etapa de desarrollo sexual I, II, III, IV o V en la escala de Tanner por medio del cuestionario auto aplicable de Carskadon⁸⁷ en donde se clasifica de acuerdo a la puntuación obtenida (pregunta 1 a 5b del cuestionario de historia clínica en Anexo 1).

Niños		Niñas	
Prepuberal = 3	A la mitad de la pubertad =	Prepuberal = 3	Pubertad avanzada = 5 a 7 y
Inicio de la pubertad = 4	6 a 8	Inicio de la pubertad = 3 y sin	menarca
ó 5	Pubertad avanzada = 9 a	menarca	Post-puberal = 8 y menarca
	11	A la mitad de la pubertad = 4 y sin	
	Post-puberal = 12	menarca	

Tipo de variable: cuantitativa, discreta.

Escala de medición: intervalar

Unidad de medición: Clasificación prepuberal, inicio de la pubertad, a la mitad de la pubertad, pubertad avanzada o post-puberal.

10) Sexo

Definición conceptual: propiedad según la cual pueden clasificarse los organismos de acuerdo con sus funciones reproductivas.

Definición operacional: Sexo femenino o masculino.

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: nominal.

Unidad de medición: femenino o masculino

Otras variables que pueden influir en el porcentaje de grasa:

11) IMC materno

Definición conceptual: El Índice de masa corporal o IMC, es el índice sobre la relación entre el peso y la altura de la madre del participante.

Definición operacional: Es la razón entre el peso en kilogramos sobre el cuadrado de la altura en metros (kg/m²) de la madre del participante.

Tipo de variable: cuantitativa.

Escala de medición: continúa.

Unidad de medición: kg/m²

12) Energía consumida por medio de la dieta

Definición conceptual: Energía obtenida de la dieta.

Definición operacional: Promedio de dos días de la cantidad de kcals ingeridas, la cantidad de kcals se estiman a partir de dos recordatorio de 24 horas.

Tipo de variable: cuantitativa.

Escala de medición: continúa.

Unidad de medición: kcals

13) Natación

Definición conceptual: El acelerómetro no mide actividades acuáticas por lo que se cuestiona a los participantes si asisten o no a clases de natación.

Definición operacional: Practicar o no practicar natación determinado por medio de un cuestionario.

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: nominal.

Unidad de medición: si o no.

VII.4. Estrategia de estudio

Se contactó vía telefónica a las escuelas para hacer una cita en persona e invitarlas a participar en el estudio. Se midió el peso y la estatura de los estudiantes de tercero a quinto grado para identificar a los que cumplían los criterios de inclusión. Posteriormente de acuerdo a la preferencia de la escuela se enviaron las cartas de consentimiento informado a los padres por medio de los niños o se les entregaron personalmente en una sesión informativa para explicar la carta de consentimiento informado a los padres de familia de los niños elegibles. Una vez obtenido el consentimiento de los padres se realizaron las mediciones de actividad física, dieta y antropometría de los niños; además de la obtención de información sobre el resto de las variables de interés por medio de un cuestionario. Una vez recolectados los datos se entregó un reporte a los padres con los resultados de las pruebas realizadas a su hijo (a). Se determinó quienes cumplieron con el tiempo mínimo de uso del acelerómetro y se procedió al cálculo de los patrones de actividad física. Una vez completada la recolección de datos se realizó el análisis estadístico de los datos y la preparación del resto de este manuscrito.

VII.5. Mediciones

A continuación se describen las mediciones de actividad física, antropometría, composición corporal y recordatorios de 24 horas.

Actividad física

La actividad física fue medida directamente con un acelerómetro triaxial (Actigraph GT3X, LLC, Fort Walton Beach, FL, USA) que es un dispositivo pequeño, robusto, ligero (27g; 3.8 cm x 3.7 cm x 1.8 cm) y no intrusivo que ha sido validado para su uso en medición de AF en niños⁹⁰.



FIGURA 1. Acelerómetro GT3X

Los participantes llevaron puesto el acelerómetro en la cadera del lado derecho (asegurado por una banda elástica) por 7 días continuos durante las horas en las que se encuentren despiertos y se les indicó que lo removieran únicamente para dormir y actividades acuáticas (bañarse y nadar). Se les proporcionaron instrucciones detalladas acerca del cuidado del acelerómetro. El Actigraph detecta y registra los movimientos como “cuentas”, el aparato será programado para registrar la actividad cada 5 segundos. Se eligió registrar la actividad cada 5 segundos debido a que la mayor parte de la actividad física que los niños acumulan se realiza en periodos muy cortos de tiempo ⁵⁹.

Los resultados fueron transformados a cuentas por minuto (cpm) para poder evaluar la intensidad de la actividad en virtud de que el punto corte seleccionado para determinar AFMV es de ≥ 2296 cpm ⁹¹. Se eligió este punto de corte con base en la revisión de la literatura ya que cumple con los 4 criterios de las guías para estudios de calibración ^{92, 93} que son estándar biológico, haber incluido una amplia variedad de actividades, periodo de muestreo de actividad y tamaño de muestra adecuado ⁹⁴; además de ese punto de corte tiene la sensibilidad, especificidad y área bajo la curva más altas (88.3%, 91.7% y 0.90 respectivamente en comparación con otros puntos de corte reportados en la literatura ⁹⁵.

Todos los datos recolectados con el acelerómetro tuvieron que cumplir con las siguientes características mínimas para considerarse válidos y ser incluidos en

el análisis estadístico final: tiempo de uso de 10 horas por lo menos 3 días entre semana y un día de fin de semana.

Los datos de actividad física capturados en los acelerómetros fueron descargados en la computadora con el programa Actilife en donde la información fue reintegrada a 60 segundos dado que los acelerómetros fueron programados para recolectar información cada 5 segundos. Posteriormente se convirtieron los datos de origen con terminación .dat en archivos .csv con ayuda de la herramienta “ConverDataCsv” para su manejo en el programa MeterPlus 4.2. El proceso que se emplea para el cálculo de los periodos continuos de actividad en el programa Meterplus 4.2 es en primer lugar el “procesamiento por lotes” de la información que implica determinar el número de minutos, horas y días válidos según los criterios antes mencionados. Posteriormente se hace una programación en el software para que calcule periodos continuos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ,9 y ≥ 10 minutos de AFMV. Una vez calculados todos los periodos continuos de actividad, se agruparán en periodos de 1 a 4 minutos, de 5 a 9 minutos y ≥ 10 minutos de AFMV. Dichos datos se acomodaron en una matriz ordenados por duración y frecuencia. La información de los patrones de actividad física fue exportada a la base de datos en SPSS 20.0 para su análisis estadístico.

Antropometría

Las mediciones de peso y estatura fueron realizadas por personal entrenado. A partir del peso y la estatura se calculó el IMC que fue graficado en las tablas de CDC para determinar el percentil en el que se encontraba cada participante. El protocolo de procedimientos para las mediciones antropométricas que se siguió es el propuesto por el CDC ⁹⁶. El mismo personal estandarizado realizó la medición del pliegue tricípital para usar el dato en la ecuación que estima la composición corporal.

El personal del estudio se aseguró de que el equipo se encontrara debidamente calibrado antes de las visitas a las escuelas. Las mediciones se realizaron por duplicado. Si las primeras dos mediciones diferían la una de la otra

más de 0.4 cm o 0.4 kg se realizó una tercera medición. Cuando se realizaron tres mediciones, se utilizó la mediana de las mediciones.

Peso

Los participantes se pusieron de pie en el centro de una báscula. El peso se midió y registró en kg y gramos con una báscula electrónica (SECA modelo 876). Durante las mediciones, los niños se quitaron los zapatos, sweater y chamarra, llevaron puesto únicamente el pantalón o falda de la escuela y playera.

Estatura

Los participantes se pusieron de pie erguidos sobre una superficie horizontal con el cuerpo extendido hacia arriba en su máxima distensión con la cabeza en el plano de Frankfurt. Se revisó que el peso del participante estuviera distribuido equitativamente sobre los dos pies con los talones juntos y tocando la base de la superficie vertical. Se verificó que la cadera, escápulas y cabeza estuvieran en contacto con la superficie vertical, que los brazos colgaran a los lados del cuerpo con las palmas viendo hacia los muslos. Se les solicitó a los participantes que inhalaran profundo y se pararan erectos sin alterar la posición de los talones. Las mediciones de estatura se registraron cuando el estadímetro se encontraba ajustado a la corona de la cabeza con la presión suficiente para comprimir el cabello. Los ornamentos del cabello fueron removidos para obtener una medición más precisa. Las mediciones se realizaron con una precisión de 0.1 cm. Se utilizó un estadímetro de pared marca Seca modelo 906.

Pliegue tricípital

El participante se encontró con los pies juntos, los hombros relajados y los brazos cayendo libremente a los lados. El examinador se localizó detrás del lado izquierdo del niño. El pliegue cutáneo y tejido adiposo subcutáneo fue sujetado gentilmente entre el pulgar y los otros dedos aproximadamente 2 cm por arriba del punto medio del brazo (entre el acromion y olécranon) con un plicómetro Lange. La medición se realizó ubicando las pinzas del plicómetro en el punto previamente

descrito de manera perpendicular al largo del pliegue. El grosor del pliegue fue registrado con una precisión de 0.1 mm mientras los dedos continuaban sujetando el pliegue.

Composición corporal (porcentaje de grasa)

El porcentaje de fue determinado por medio del Análisis de la Bioimpedancia Eléctrica (BIA) (RJL Quantum III, Clinton Township, Michigan). Esta técnica ha sido validada para su uso en niños ⁹⁷ y nos permite predecir la composición corporal por medio de una medición del cuerpo completo desde las manos hasta los pies en donde la resistencia y la reactancia se evidencian desde un circuito biológico que conduce una corriente alterna. Los electrodos fuente introducen una corriente (50 Khz) en la base de los dedos de los pies y manos. Los electrodos de detección miden la disminución del voltaje debido al circuito en los sitios anatómicos del tobillo y las muñecas. Se eligió una medición tetrapolar de cuatro electrodos porque es indispensable eliminar problemas de distribución de corriente asociados a las mediciones de dos electrodos.

El personal del proyecto calibró el equipo previo a las visitas a las escuelas y se aseguró de que la batería se encontrara cargada. Para resultados más precisos del equipo de BIA, la habitación en donde se realizaba el examen debía estar libre de corrientes de aire o calentadores eléctricos. Antes de comenzar el examen se les explicaba el procedimiento a los participantes. El examen se realizó sobre una superficie no conductiva (tapete de yoga). Los participantes no debían haberse ejercitado en las 8 horas anteriores y no estar húmedos a causa de sudor o tener fiebre. El participante se midió mientras estaba recostado sin moverse durante el examen. Se le pidió al participante que se quitara el zapato y calcetín derecho y recostarse en posición supina con los brazos a 30° del cuerpo y las piernas sin tocarse entre ellas. También se removió la joyería del lado derecho. Los sitios en donde se colocaron los electrodos fueron previamente limpiados con alcohol. Una vez que la piel se encontrara limpia, los electrodos y cables se

colocaron en la mano y pie derechos. El analizador se encendió mientras se aseguraba que el participante se abstenía de cualquier movimiento. Se guardó el examen en el analizador para posteriormente exportar la información a la base de datos de la computadora. Cuando el examen finalizaba los electrodos se removían y desechaban, teniendo cuidado de no lastimar la piel del participante o contaminar al operador del equipo. El tiempo de duración el examen fue menor a 3 minutos, el analizador se encontraba encendido por menos de un minuto. Los kg de masa grasa fueron calculados por medio de las ecuaciones para niños y niñas de Pietrobelli y colaboradores ⁹⁸. Una vez calculada la cantidad de grasa corporal en kg, se calculó el porcentaje del peso total que representa la masa grasa. Las ecuaciones utilizadas se presentan a continuación.

$\text{Kg grasa en niños} = 0.330 (\text{estatura en cm}^2/\text{impedancia}) + 0.942 (\text{pliegue tricipital en mm}) - 7.543$

$\text{Kg grasa en niños} = 0.441 (\text{estatura en cm}^2/\text{impedancia}) + 0.972 (\text{pliegue tricipital en mm}) - 10.234$

Recordatorios de 24 horas

Se realizaron dos recordatorios de 24 horas con el sistema de pasos múltiples para obtener información de la dieta actual de los participantes. Este tipo de herramienta ha sido validada en niños contra el método de agua doblemente marcada ⁹⁹. La persona que realizó las entrevistas fue entrenada en la Universidad de Davis, California para el uso de este método. La información obtenida de las entrevistas se ingresó en el software ESHA Food Processor.

Este método difiere del recordatorio de 24 horas tradicional, en que el entrevistador usa tres etapas para obtener información acerca de la ingestión de alimentos de un sujeto durante las 24 horas anteriores. El primer paso es una lista rápida en la que al entrevistado se le pide que recuerde todo lo que comió y bebió el día anterior. El segundo paso es la descripción detallada de lo consumido, en este paso se le pide al participante que proporcione detalles sobre lo mencionado.

Por ejemplo, si el niño reporta haber desayunado cereal, el entrevistador le pregunta que tipo de cereal fue, que cantidad y si lo consumió solo o con leche; si responde que con leche se procede a preguntar qué cantidad de leche y de qué tipo. También se le pregunta si consumió algo más con el cereal, por ejemplo fruta o azúcar. El tercer paso es la revisión de lo reportado, se lee lo que se tiene escrito y se pregunta si recuerdan haber consumido algo más en cada tiempo de comida y si hubo otros momentos en los que se consumió algo como puede ser entre comidas o antes de cenar. Las porciones de los alimentos serán estimadas usando modelos de alimentos y medidas caseras comunes como cucharas, tazas, vasos y platos ⁹⁹. Los datos de los recordatorios de 24 horas fueron capturados en el programa ESHA Food Processor.

VII.6. Recolección de los datos

Cuestionario de Historia Clínica

Los datos del grado de maduración sexual, grado de estudios de los padres, peso y estatura de la madre para el posterior cálculo de su IMC y práctica de natación se obtuvieron por medio de un cuestionario que se presenta en el Anexo 1. El cuestionario fue auto administrado, cuando el participante lo entregaba con reactivos sin contestar se le devolvía para que tuviera oportunidad de contestarlo en su totalidad y se recogía de nuevo en la siguiente visita del personal del estudio a la escuela. La maduración sexual fue medida en el cuestionario auto administrado con una escala validada en escuelas y en niños de la misma edad que se incluyeron en el presente estudio ¹⁰⁰, la escala clasifica a los niños en las siguientes categorías: prepuberal, iniciando la pubertad, a media pubertad, pubertad tardía y post-puberal. En el cuestionario se preguntó de manera abierta el peso, estatura, grado de escolaridad y ocupación de los padres para construir el índice de Nivel Socioeconómico y calcular el IMC de los padres.

Los datos de antropometría y de la historia clínica fueron capturados en una hoja de Excel y una vez que se revisaron los datos para corregir cualquier error

humano se exportaron al paquete estadístico SPSS 20.0 para su posterior análisis.

Consentimiento informado

Se obtuvo el consentimiento informado de los padres y el asentimiento verbal de los niños. El consentimiento informado lo solicitó la autora principal de este trabajo. El proceso para la obtención del mismo comenzó con el envío de las cartas de consentimiento a las casa para que los padres la leyeran y devolvieran firmada en caso de aceptar participar en el estudio. Una vez obtenido el consentimiento se solicitó el asentimiento verbal del menor. Dos niños cuyos padres firmaron la carta de consentimiento decidieron no participar y por lo tanto no fueron incluidos en el estudio.

Variables de posible confusión

Inicialmente se había planeado ajustar los modelos por el grado de desarrollo sexual, género y edad ya que son variables potencialmente confusoras, sin embargo, el grado de desarrollo sexual resultó ser una constante porque todos los participantes incluidos en el análisis final se encontraban en etapa prepuberal así que solo se tomaron en cuenta el sexo y la edad como variables confusoras. En los modelos de regresión logística se incluyeron las variables de energía de la dieta, NSE e IMC materno, que a pesar de no poder ser clasificadas como confusoras, si se han asociado con la variable de desenlace. Dado que el acelerómetro no es capaz de medir las actividades acuáticas se también de ajustó por una variable de participación en natación.

VII. 7. Error de medición

El presente es un estudio transversal por lo cual se limita la inferencia causal de los bouts sobre el porcentaje de grasa, sin embargo, se puede

determinar la fuerza de asociación de las variables para su posterior estudio con un diseño experimental que permita identificar causalidad.

Existe la posibilidad de tener presente el sesgo de auto-selección, para determinar el impacto de la tasa de no aceptación se estudiaron las diferencias entre los niños que entraron y que no entraron. De las primeras 7 escuelas (2 privadas y 5 públicas) que se agregaron al estudio se obtuvieron de todos los niños los datos de edad, peso y estatura con lo que se calculó el percentil de IMC para la edad. El cuadro 1 muestra las características de los niños elegibles que aceptaron y que no aceptaron participar en el estudio. La edad, peso, estatura y percentil de IMC para la edad no fue diferente entre los grupos.

CUADRO 1.

Comparación de las características generales de una sub-muestra de niños elegibles que ingresaron y que no ingresaron al estudio.

	Participantes n=192 Media ± D.E.	No participantes n=134 Media ± D.E.	P
Edad	10 ± 0.6	9.9 ± 0.7	0.785
Peso (kg)	37.5 ± 10.9	37.2 ± 9.3	0.700
Estatura (cm)	138.3 ± 7	138.4 ± 6.9	0.908
Percentil de IMC para la edad	64.5 ± 28.3	65.5 ± 28.6	0.737

Las comparaciones entre los grupos se realizaron por medio de una prueba t de student.

Todos los niños fueron medidos y entrevistados de la misma manera por la misma persona previamente estandarizada en las técnicas de antropometría y entrenada en la técnica de los pasos múltiples en los recordatorios de 24 horas, de esa manera intentó limitarse el sesgo en las mediciones y entrevistas.

Los datos de peso, estatura de la madre, nivel socio-económico y práctica de natación fueron auto-reportados por lo que se corre el riesgo de que la información obtenida no sea fidedigna.

VII. 8. Análisis estadístico

Se realizó el análisis descriptivo de la población de estudio utilizando media y desviación estándar para las variables de edad, peso, estatura, porcentaje de grasa corporal, porcentaje de la energía a partir de macronutrientes y gramos de proteína. Las variables que se describen con mediana y rango intercuartilar por su distribución no normal son todas las variables de actividad física, energía de la dieta, gramos de lípidos, hidratos de carbono, fibra y azúcar. Se reportan las frecuencias de las variables cualitativas como desarrollo puberal, NSE, práctica de natación y tipo de escuela.

Las variables de actividad física se transformaron a sus logaritmos para normalizar los datos. El manejo que se hizo de las casillas con datos faltantes fue que si había faltantes en menos del 5% de los datos de una misma variable se reemplazaba ese faltante por la media o mediana de acuerdo a la distribución de los datos, en caso de que los faltantes fueran mayores al 5% como fue el caso de los datos recolectados por medio de los cuestionarios (IMC materno, NSE, natación y grado de maduración sexual) se decidió agregar una categoría llamada “dato faltante” a las previamente especificadas en el protocolo.

Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre los tres tipos de bouts con los logaritmos de los datos. Se realizaron modelos de regresión lineal bivariados para predecir el porcentaje de grasa con cada tipo de bout y un modelo multivariado en donde se incluyeron todos los tipos de bouts así como las variables de sexo, edad, energía de la dieta, NSE, IMC materno y natación.

VII.9. Aspectos éticos

Según el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, el presente estudio es de riesgo mínimo. El estudio de donde

proviene los datos para este análisis fue aprobado el Instituto Nacional de Medicina Genómica y tiene número de registro 06/2011/I. Los datos de los participantes se guardaron con números de identificación y no con los nombres de los participantes y solo el investigador principal tiene acceso a los datos de identificación. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres y el asentimiento verbal de los niños. La aprobación del Comité de Investigación se encuentra en el Anexo 2, la carta de consentimiento se encuentra en el Anexo 3.

VII. 10. Factibilidad del estudio

El estudio se calificó como factible desde un inicio ya que se contó con los acelerómetros, el software para el manejo de los datos de actividad física, el equipo de impedancia y demás equipo necesario para la ejecución del estudio así como el apoyo de recursos humanos para la recolección y captura de los datos.

VII.11. Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses.

VIII. RESULTADOS

El Cuadro 1 presenta las características generales de los participantes por sexo. Las niñas tuvieron un porcentaje de grasa mayor que el de los niños. Todos los participantes se encontraron en la etapa pre-puberal, alrededor del 10% de los participantes tuvieron nivel socio-económico bajo y cerca del 70% tuvieron nivel medio. Las características de la dieta no difirieron entre niños y niñas excepto en el consumo de fibra, en donde el consumo fue mayor en las niñas (12.4 g y 15.0 g respectivamente). El consumo de energía de los niños fue de 2097 kcals y el de las niñas fue de 2048 kcals. Los gramos de lípidos y el porcentaje de energía de la dieta que provino de los mismos fue de 77.7 g y 31.4% para los niños y de 70.5 g

y 32.5% para las niñas. Los gramos de proteínas y el porcentaje de energía proveniente de las mismas fue de 76.8 g y 14.6% para los niños y 75.7 g y 14.1% para las niñas. Los gramos de hidratos de carbono y el porcentaje de la energía que representaron fue 274 g y 54% para los niños y 276 g y 53.4% para las niñas; el consumo de azúcar fue de 96 g para los niños y de 98 g para las niñas.

CUADRO 1.

Características generales de la población estudiada

	Niños n=123	Niñas n=154	
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	p
Edad (años) ¹	9.5 ± 0.9	9.6 ± 0.7	0.302
Peso (kg) ¹	31.0 ± 5.2	32.2 ± 6.4	0.073
Estatura (cm) ¹	134.7 ± 7	135.3 ± 8.0	0.487
Porcentaje de grasa ¹	12.5 ± 4.6	15.3 ± 5.2	<0.001
NSE ²			
Bajo	11.0%	9%	
Medio	71.9%	69.7%	
Alto	16.9%	21.3%	0.371
Tipo de escuela ²			
Pública	71.5%	72.7%	
Privada	28.5%	27.3%	0.827
Energía de la dieta (kcal) ³	2097 (1735 – 2650)	2048 (1716 - 2398)	0.358

¹Se utilizó una prueba t de student para evaluar diferencias entre niños y niñas. ² Se realizó una χ^2 para evaluar diferencias entre niños y niñas. ³Se utilizó una prueba U de Mann Whitney para evaluar diferencias entre niños y niñas.

NSE = Nivel socioeconómico

El Cuadro 2 muestra las características generales de la actividad física, las frecuencias y minutos semanales acumulados en bouts cortos (1 a 4 minutos), medianos (5 a 9 minutos) y largos (≥ 10 minutos). La distribución del tiempo en actividad sedentaria, ligera y moderada vigorosa fue diferente entre sexos. Las niñas fueron más sedentarias que los niños dedicando el 48.5% del tiempo a actividades sedentarias en comparación con 44% del tiempo por parte de los

niños. Los niños dedicaron más tiempo a realizar actividad ligera (50.2%) y moderada-vigorosa (5.2%) que las niñas (47.5% y 3.9% respectivamente). Las Figuras 2A, 2B, 2C y 2D muestran las frecuencias y minutos semanales acumulados en bouts.

Los bouts más frecuentes fueron los de 1 minuto seguido por los de 2 minutos. A partir de los bouts de 4 minutos las frecuencias observadas son menores hasta observar las frecuencias más bajas en los bouts de 8 y 9 minutos. La frecuencia de bouts de ≥ 10 minutos fue más alta que la de bouts de 8 y 9 minutos. Se observó que los niños realizaron significativamente más bouts de todas las duraciones que las niñas excepto en el caso de los bouts de dos minutos, los patrones de actividad física fueron similares entre sexos aunque las niñas con menores niveles de actividad. Se observó la mayor acumulación de minutos de AFMV en bouts de 1 minuto, aportando alrededor de 50 minutos. El segundo tipo de bouts con el que acumularon más tiempo fue con bouts ≥ 10 minutos (30 minutos). Los minutos de AFMV realizada en bouts de 2, 4 y 5 minutos fueron similares aportando de 22 a 25 minutos. Los tipos de bout que menos contribuyeron con tiempo de AFMV fueron de los duración de 3, 8 y 9 minutos. Se encontraron diferencias significativas en el tiempo acumulado en todos los tipos de bouts entre niños y niñas excepto en los bouts de 2 minutos. Las diferencias más grandes se observan en los bouts de 1 minuto y en los de ≥ 10 minutos.

La frecuencia semanal relativa de la actividad realizada en cada sexo de acuerdo al tipo de los bouts agrupados también fue diferente entre niños y niñas. Los bouts cortos (1 a 4 minutos) representaron el 51% (46.8% en niños, 52.8% en niñas) del tiempo que los participantes realizaron AFMV. Los bouts medianos (5 a 9 minutos) representaron el 34% del tiempo de AFMV (34.6% en niños, 32.8 en niñas) y los bouts largos (≥ 10 minutos) representaron el 13.6% (16.5% en niños y 11.1% en niñas). Todos los participantes realizaron por lo menos 1 bout mediano a la semana y 91.9% realizaron por lo menos 1 bout largo a la semana. La mediana de bouts cortos semanales fue de 87 (94 para niños, 79.8 para niñas), la mediana de

bouts medianos semanales fue de 14 (17 para niños, 11.8 para niñas y la mediana de bouts largos semanales fue de 3.5 (5.3 para niños, 2.3 para niñas).

CUADRO 2.

Características de la actividad física de los participantes y energía de la dieta

	Niños	Niñas	p
Tiempo sedentario (%)	44.0 (39.9 – 50.2)	48.5 (43.7 – 53.4)	<0.001*
Actividad ligera (%)	50.2 (44.6 – 54.3)	47.5 (43.6 – 51.7)	<0.01*
Actividad moderada a vigorosa (%)	5.2 (3.6 – 7.0)	3.9 (2.5 – 5.3)	<0.001*
<i>Bouts agrupados</i>			
Frecuencia semanal de bouts cortos ¹	94 (77 - 113)	80 (60 - 104)	<0.001
Frecuencia semanal de bouts medianos ²	17 (12 - 25)	12 (8 - 19)	<0.001
Frecuencia semanal de bouts largos ³	4 (2 - 8)	2 (1 - 4)	<0.001
Minutos semanales en bouts cortos ¹	119 (92 - 156)	102 (72 - 139)	0.002
Minutos semanales en bouts medianos ²	87 (59 - 134)	64 (43 - 103)	<0.001
Minutos semanales en bouts largos ³	40 (20 - 80)	20 (10 - 40)	<0.001
Asiste a natación ²	14.6%	10.4%	0.285

Los datos se muestran como mediana (percentil 25- 75) y frecuencia (%). Se realizó la comparación entre niños y niñas por medio de la prueba U-Mann. ¹Bouts cortos = 1-4 minutos. ²Bouts medianos= 5-9 minutos. ³Bouts largos = ≥ 10 minutos.

*Diferencias estadísticamente significativas al nivel de p<0.05.

Los coeficientes de correlación entre los diferentes tipos de bouts y la AFMV total se presentan en el Cuadro 3. La AFMV total que es la suma de todos los bouts, tuvo un coeficiente de correlación por arriba de 0.7 con todos los tipos de bouts. Los bouts cortos tuvieron una correlación de 0.707 con los bouts medianos y una correlación de 0.247 con los bouts largos. Los bouts medianos a su vez, tuvieron un coeficiente de correlación de 0.471 con los bouts largos. Todas las asociaciones fueron positivas.

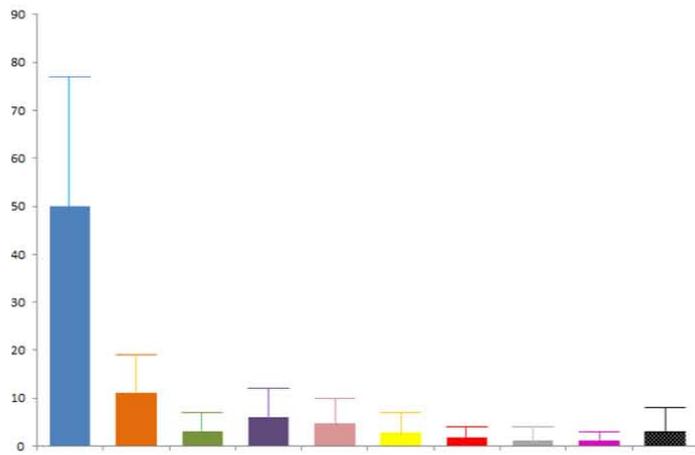


Figura 2A. Frecuencia semanal de bouts en toda la muestra

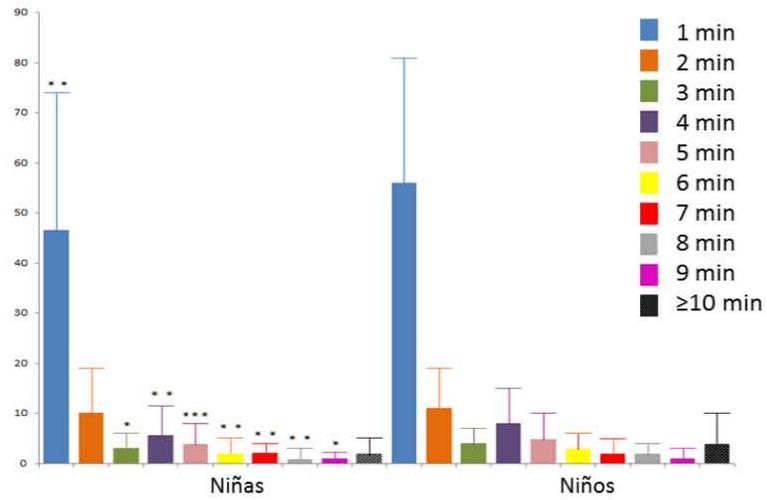


Figura 2B. Frecuencia semanal de bouts por género

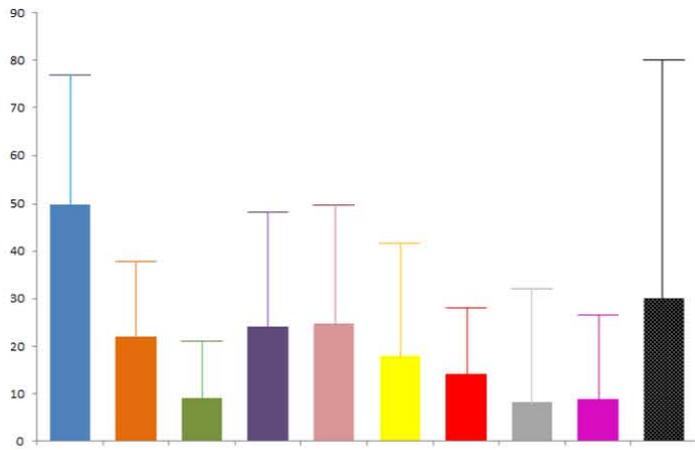


Figura 2C. Minutos semanales acumulados en bouts en toda la muestra

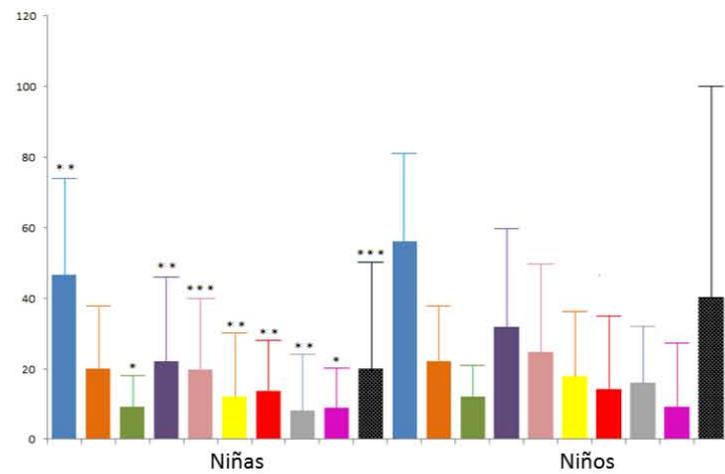


Figura 2D. Minutos semanales acumulados en bouts por género

Nota: Los datos de muestra se muestran como mediana con rango intercuartilar. se utilizó una prueba U-Mann Whitney para evaluar las diferencias entre sexos. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

CUADRO 3.

Correlaciones (r) entre medidas de actividad física moderada-vigorosa semanal.^{1,2}

	Bouts cortos	Bouts medianos	Bouts largos
AFMV total ³	0.843	0.883	0.731
Bouts cortos	1	0.707	0.247
Bouts medianos		1	0.471
Bouts largos			1

¹Se realizaron las correlaciones con la prueba de Pearson utilizando los valores transformados a su logaritmo. ²Todas las correlaciones fueron significativas al nivel de $p < 0.001$. AFMV=Actividad física moderada-vigorosa total.

El Cuadro 4 muestra el análisis bivariado y multivariado entre el porcentaje de minutos de la AFMV total que se acumuló en bouts cortos, medianos y largos con el porcentaje de grasa. En el análisis bivariado se observa una asociación significativa entre el la AFMV total y el porcentaje de grasa, lo mismo se observó con el porcentaje del tiempo acumulado en bouts cortos y largos, no así con el porcentaje del tiempo acumulado en bouts medianos. En el primer modelo multivariado en donde se incluyeron todos los tipos de bouts, los bouts cortos fueron tomados como referencia y solo el porcentaje de la AFMV total acumulado en bouts largos resultó significativo para predecir el porcentaje de grasa. El segundo modelo incluyó todos los tipos de bouts y se ajustó por las variables que influyen en el porcentaje de grasa como son la práctica de natación, la edad, el sexo, el nivel socio-económico y el IMC materno. Después de ajustar por estas últimas, la AFMV acumulada en bouts largos resultó significativa para predecir el porcentaje de grasa. Ninguna interacción entre tipos de bout resultó significativa.

CUADRO 4.

Análisis bivariado y multivariado para predecir porcentaje de grasa

	Análisis bivariado		Análisis multivariado Modelo 1		Análisis multivariado Modelo 2		
	Media ± D. E.	β	p	β	p	β	p
Minutos totales de AFMV	241 ± 117	-0.007	0.005	-0.004	0.252	-0.001	0.815
Bouts cortos (% del tiempo)	51.4 ± 13.6	0.078	0.000	-	-	-	-
Bouts medianos (% del tiempo)	33.5 ± 9.5	-0.025	0.441	-0.024	0.500	-0.021	0.541
Bouts largos (% del tiempo)	15.1 ± 11.4	-0.095	0.000	-0.085	0.006	-0.072	0.015

Todos los análisis se realizaron por medio de una regresión lineal. El modelo multivariado 1 incluyó el porcentaje de la AFMV total con el que contribuyó cada tipo de bout, el software tomó de referencia los bouts cortos por lo que no se muestran sus coeficientes en el modelo 1 y 2. El modelo 2 incluyó el porcentaje de la AFMV total con la que contribuyó cada tipo de bout, el IMC materno, asistencia a natación, edad, sexo y nivel socioeconómico.

IX. DISCUSIÓN

El presente reporte muestra el impacto que tiene la actividad física moderada a intensa, llevada a cabo en bouts cortos, medianos y largos en niños escolares sobre su porcentaje de grasa. Las recomendaciones de actividad física para niños marcan que deben realizar 60 minutos de AFMV por día y que 30 de esos minutos deben realizarse en bouts de por lo menos 15 minutos. Esta recomendación está basada en estudios realizados en adultos, sin embargo se ha probado que los niños tienen un mayor consumo de oxígeno por kg de peso al realizar la misma actividad ¹⁰¹. Nuestro estudio confirma que son necesarios bouts de por lo menos 10 minutos para observar asociación con el porcentaje de grasa y que bouts de menor duración a pesar de aportar el mayor volumen de AFMV, no explican la variabilidad en el porcentaje de grasa.

IX.1 Características generales de los participantes

La población predominante que participó en éste estudio son de nivel socioeconómico medio (70.6%), grupo de edad en el que se ha documentado una percepción de importancia hacia la actividad física mayor que en niños de nivel socioeconómico bajo, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los participantes de escuelas públicas y privadas.

El requerimiento de energía de niños moderadamente activos de entre 7 y 11 años fluctúa entre 1550 y 2000 kcals diarias ¹⁰². La mediana de energía en nuestra muestra fue de más de 2000 kcals, esta cantidad de energía consumida por la dieta refleja un exceso en el consumo de energía en la dieta que si se mantiene de manera crónica pudiera condicionar incremento excesivo de peso. En la encuesta nacional de nutrición de 2006, la mediana de energía consumida en niños de 5 a 11 años en la Ciudad de México fue de 1554 kcals ¹⁰³, lo cual es bastante menos que lo obtenido en este estudio. Una de las razones por la cual nuestros resultados difieren de lo de la encuesta es por el método de obtención de datos, en la encuesta utilizaron una frecuencia de consumo de alimentos a partir de la cual se calcula el consumo diario de energía mientras que nosotros utilizamos dos recordatorios de 24 hrs realizados por el

método de pasos múltiples ⁹⁹. Montgomery y colaboradores mencionan que la técnica de recordatorio de 24 horas puede provocar un reporte de energía mayor al real medido por medio de la técnica de agua doblemente marcada ¹⁰⁴, sin embargo, los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos son similares al indicar la distribución habitual de la dieta en comparación con los recordatorios de 24 hrs ¹⁰⁵.

Se recomienda que la distribución de macronutrientes sea de un 55-60% de la energía a partir de hidratos de carbono, principalmente complejos, con menos del 10% de azúcares simples, 10-15% de proteínas y 25-30% de lípidos; la recomendación de fibra es de 25 a 30 g ¹⁰⁶. Cuando comparamos el consumo de lípidos, proteínas e hidratos de carbono de nuestra muestra (72.9 g, 71.6 g y 275.6 g respectivamente) con los datos de consumo de la ENSANUT 2006 en la Cd. De México (51.9 g, 48.3 g y 232.9 g respectivamente) ¹⁰³, observamos que al igual que en caso de la energía, nuestros datos son consistentemente más elevados y que los porcentajes de energía a partir de grasas, proteínas e hidratos de carbono también son diferentes en nuestra muestra (31.7%, 14.2% y 33.8 respectivamente) en comparación con los datos de ENSANUT (29.4%, 12.1% y 58.5% respectivamente). El consumo de fibra no alcanza la mitad de la recomendación diaria y el consumo de azúcar simple representa el 18.5% de la energía total cuando la recomendación máxima de es del 10% de la energía total.

IX.2 Patrones de actividad física

Se observó que las niñas realizaron menos actividad ligera y moderada-vigorosa y pasaron más tiempo siendo sedentarias que los niños. Varios autores han reportado observaciones similares en donde consistentemente los niños realizan más actividad de mayor intensidad ¹⁰⁷⁻¹¹⁰ y en los cuales además se muestra que el efecto de la AFMV sobre la masa grasa es independiente del sedentarismo ¹¹¹, lo anterior se puede interpretar como que aún si se realiza AFMV, los efectos del sedentarismo no se verán disminuidos por ello, una persona puede cumplir la recomendación de actividad física y aún ser considerado sedentario. El total del grupo pasó alrededor del 95% del tiempo en actividades sedentarias o de intensidad ligera, cifras similares han sido reportadas

por otros autores en niños en edad escolar (94 a 96%) ¹¹². Existe controversia acerca de este tema, por un lado hay autores que reportan que el sedentarismo no tiene una asociación con riesgos a la salud ¹¹³ ni con adiposidad ¹¹¹ y por otro lado hay autores que reportan una asociación entre sedentarismo y medidas de adiposidad ¹¹⁴. Nuestros datos arrojan que el efecto del sedentarismo no es significativo cuando se introduce a un modelo de regresión lineal la AFMV para predecir el porcentaje de grasa, es decir, el efecto del sedentarismo no es independiente de la AFMV. Las asociaciones que se encuentran entre las diferentes intensidades de actividad física y adiposidad u otros marcadores del estado de salud también pueden verse modificados de acuerdo al punto de corte que se utilice para determinar AFMV. Se ha comprobado que al elegir distintos puntos de corte para definir las intensidades de actividad física pueden dejar de observarse asociaciones que estaban presentes con otro punto de corte ¹¹⁵. Nosotros consideramos haber elegido el punto de corte más adecuado para definir AFMV (>2296 cuentas por minuto) ⁹¹, ya que como se mencionó en el apartado de mediciones, cumple con los 4 criterios de validez ⁹⁴ propuestos por Freedson y Welk ^{92, 93}. Además, su sensibilidad, especificidad y área bajo la curva son altas (88.3%, 91.7% y 0.90 respectivamente) en comparación con otros puntos de corte reportados en la literatura ⁹⁵.

En lo referente a la actividad física de moderada a vigorosa, en este estudio observamos que la mayor acumulación de AFMV fue en bouts de 1 minuto, después fue bajando la cantidad de AFMV acumulada en bouts de mayor duración y los segundos bouts más frecuentes fueron lo de ≥ 10 minutos, no obstante hay que resaltar que este último representa valores de 10, 11, 12, 13..... Lo anterior denota la naturaleza transitoria y espontánea de los movimientos de los niños; mientras que la AFMV acumulado en bouts de 10 o más minutos denota actividades estructuradas. Bailey reportó de manera similar en un estudio observacional que los bouts de menos de 1 min son los más frecuentes ⁵⁰. Las actividades no estructuradas reflejan mejor el patrón general de actividad física de los niños porque este tipo de actividad es auto-seleccionada y depende poco de los padres y profesores ¹¹⁶.

Los bouts cortos y medianos aportaron cerca del 85% de la AFMV total; probablemente por eso la correlación entre bouts cortos y medianos sea tan fuerte ($r=0.707$). Otros autores han observado también que la mayoría de la AFMV total se acumula a partir de bouts cortos y medianos ⁵⁸.

IX.3 Asociación entre bouts cortos y largos con adiposidad

El hallazgo principal de este estudio, es que los bouts largos y no los cortos predicen significativamente el porcentaje de grasa independientemente del volumen total de AFMV y de otras variables que intervienen en la composición corporal. Hasta la fecha, solo tenemos conocimiento de dos estudios observacionales que analizaron el efecto de bouts de menos de 10 minutos con alguna medida de adiposidad y que reportan resultados de asociaciones significativas entre bouts de menos de 10 minutos y adiposidad. Uno de los dos estudios es el publicado por Mark y colaboradores, OR de 0.52 (0.37 – 0.73) para sobrepeso, sin embargo, ellos solo se ajustaron por sexo, edad, grupo étnico y nivel socioeconómico, sin considerar el consumo de energía ni el volumen total de AFMV ⁵⁸. El segundo estudio es el publicado por Stone y colaboradores en el que se presentan correlaciones de -0.37 y -0.42 entre circunferencia de cintura y la frecuencia de bouts de menos de 5 minutos de actividad moderada y vigorosa respectivamente ⁴⁸. Sin embargo, no ajustan por ninguna de las variables ya conocidas en su asociación con el porcentaje de la grasa. Nuestros resultados reproducen los hallazgos previamente mencionados hasta el análisis bivariado, bouts cortos ($r=-0.129$ $p<0.05$), medianos ($r=-0.180$ $p<0.01$) y largos ($r=-0.238$ $p<0.001$). Sin embargo una vez que se ajustó por el volumen total de AFMV, consumo calórico, IMC materno, asistencia a natación, edad, sexo y nivel socioeconómico se observa que solo los bouts largos impactan sobre el porcentaje de grasa ($p<0.05$). Al igual que en nuestro estudio, el impacto de los bouts de actividad moderada a intensa de larga duración (≥ 10 min), ha sido probado por otros autores como Ford y colaboradores quienes realizaron una intervención en donde niños de 5 a 11 años realizaron dos bouts de 15 minutos de caminata rápida durante el horario

escolar y después de 15 semanas habían disminuido su grasa corporal 2% del peso ¹¹⁷.

IX.4 Utilización de grasas e hidratos de carbono como sustratos durante la actividad física

Es probable que no hubiéramos observado una asociación significativa entre el grado de adiposidad de los participantes y los bouts cortos porque la contribución de las grasas y los hidratos de carbono como fuente de energía durante la actividad física varían con la intensidad y duración de la misma; la fuente de energía utilizada antes de 15 o 20 minutos de actividad es la glucosa y no los lípidos ¹¹⁸. El hígado aumenta significativamente la liberación de glucosa a los músculos activos según progresa la intensidad del ejercicio. Simultáneamente, el glucógeno muscular aporta la principal fuente de energía a partir de hidratos de carbono durante las fases iniciales de la actividad física y según va aumentando la intensidad ¹¹⁸. La tasa de oxidación de grasa es más alta durante actividades como trotar, a esa intensidad de actividad tanto los ácidos grasos libres como los triglicéridos intramusculares contribuyen de igual manera a la tasa general de oxidación de grasa ^{119,120}, sin embargo, trotar no es una actividad que se realice en bouts cortos, más bien es una actividad que implica una actividad más estructurada y se ve reflejada en los bouts largos. Dado lo anterior, podemos tratar de explicar la falta de asociación entre bouts cortos y la grasa corporal por medio de los sistemas energéticos del organismo, bouts de corta duración no alcanzan a durar lo suficiente para que el organismo comience a utilizar los lípidos como fuente de energía.

IX.5 Papel de bouts cortos en la interrupción de periodos sedentarios prolongados

Una de las razones por la cual nuestra hipótesis apostaba por un efecto significativo de los bouts cortos sobre la adiposidad era a través del papel que juegan los bouts cortos al interrumpir periodos largos de sedentarismo, ya que algunas conductas sedentarias como ver televisión afectan tanto el gasto energético como el consumo de energía de

la dieta y por lo tanto representa un objetivo lógico para realizar intervenciones ¹²¹. Un estudio realizado en niños de 6 a 19 años observó que niños con sobrepeso u obesidad acumularon un mayor número de periodos sedentarios de por lo menos 80 minutos en comparación con niños con peso normal. Los periodos de más de 80 minutos sedentarios se asociaron con el IMC y la circunferencia de cintura en niños de 11 a 14 años. Cada hora adicional de sedentarismo continuo se asoció con 1.4 kg/cm² más y con 3.4 cm más de cintura ¹¹³. El romper periodos largos de sedentarismo tiene un efecto en la expresión de genes relacionados con el metabolismo ¹²². Bouts cortos de intensidad ligera a moderada al interrumpir periodos prolongados de estar sentado disminuyeron la glucosa pos-prandial y las concentraciones de insulina en adultos con sobrepeso y obesidad ¹²³. Una revisión publicada recientemente sugiere que romper los periodos de sedentarismo disminuye el riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular independientemente del tiempo total sedentario y el volumen total de AFMV ¹²⁴.

Nuestros resultados sugieren que debe promoverse en los niños bouts de 10 minutos o más a través de actividades estructuradas; no parece suficiente interrumpir los periodos de sedentarismo dentro de las aulas y en casa realizando actividades físicas de baja intensidad y duración para la prevención de la obesidad en edad escolar.

IX.6 Otros efectos positivos de bouts cortos sobre la salud

En este estudio no observamos una asociación significativa entre los bouts cortos y la adiposidad después de ajustar por las variables que intervienen en la composición corporal en nuestro estudio, sin embargo, se han reportados efectos positivos de bouts cortos sobre algunos otros aspectos del estado de salud. En un análisis sobre la asociación entre bouts de menos de 5 minutos, de entre 5 y 10 minutos y de más de 10 con factores de riesgo cardio-metabólicos, se observó un OR similar para los tres tipos de bouts siendo todos significativamente protectores en el rango de entre 0.17 a 0.25 ⁵⁷. En estudios con adultos se ha observado que bouts de 10 minutos mejoran la condición cardiovascular y disminuyen la tensión arterial de igual manera que bouts de más de 10 minutos ¹²⁵. En un ensayo clínico aleatorizado en donde un grupo realizó 30

minutos de ejercicio continuo por 3 a 4 días a la semana y otro grupo recibió una intervención de estilo de vida en donde realizaban actividad física con duración de 6 minutos 5 veces al día por 4 a 5 veces a la semana; después de 8 semanas de intervención se observó una mejoría significativa en la condición física (cambio de VO_2 max 0.11 l/min IC95% 0.04-0.18) en el grupo de bouts cortos a pesar de no haber disminuido significativamente la adiposidad; la mejoría en la condición física en el grupo de bouts cortos fue comparable con la mejoría del grupo que realizó ejercicio continuo (cambio de VO_2 max 0.17 l/min IC95% 0.10-0.24) ⁶⁰. Se ha demostrado que acumular de 5 a 8 bouts de 2 minutos de subir escaleras puede conferir mejor condición física en comparación con controles sedentarios ^{126, 127, 128}.

Un estudio con niños en etapa prepuberal reportó que brincar por un minuto tres veces al día durante los días escolares incrementó el contenido mineral óseo del fémur proximal después de 8 meses de intervención ⁷⁴. También se han observado que bouts cortos pueden mejorar el perfil de lípidos, en un estudio que incluyó adultos jóvenes con peso normal, sobrepeso y obesidad se observó que realizar 30 minutos de ciclismo en varios bouts de menos de 10 minutos es tan efectivo como realizar como 30 minutos de ciclismo continuo para disminuir el área bajo la curva de triglicéridos. ¹²⁹. Otro estudio observó reducciones similares en la lipemia de sujetos que realizaron 30 minutos de trote continuo en comparación con sujetos que realizaron 30 minutos acumulados en 10 periodos de 3 minutos con intervalos de 30 minutos entre cada bout ¹³⁰. En pacientes con diabetes se ha reportado que hacer ejercicio fraccionado en tres periodos de 10 minutos en comparación con un periodo de 30 minutos puede ser mejor para ayudar a controlar la glucemia con el beneficio de una mejoría en la condición física equiparable a la que obtienen los que realizan 30 minutos continuos ¹³¹. Bouts cortos también han mostrado tener un efecto positivo en el rango de atención durante clases en niños en edad escolar ¹³².

X. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran la importancia de promover en los niños actividades físicas que tengan intensidad moderada a vigorosa con una duración de por lo menos 10 minutos continuos para poder tener un impacto en la adiposidad. La actividad física con estas características solo puede obtenerse por medio de actividades estructuradas y organizadas ya sea por lo padres, escuela o la comunidad, ya que no es propio de la naturaleza de los niños realizar este tipo de actividades de manera espontánea. No se descarta el beneficio potencial de realizar bouts cortos sobre el porcentaje de grasa corporal, habrá que estudiarse de manera experimental. Sin embargo el presente estudio a diferencia de los previos realizó un ajuste por todos aquellos componentes conocidos que participan en el porcentaje de grasa corporal.

XI. REFERENCIAS

1. Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
2. Hurtado-Valenzuela JG, Sotelo-Cruz N. [Increase of obesity in school children who attend ambulatory services of the Pediatric Hospital of the Sonora State. *Salud Publica Mex.* 2005;47(4):257-8.
3. Ríos García B Teresa, Romero Zertuche Diana, Olivares González Nancy, Osante Miranda Gloria. Prevalencia de obesidad infantil en un grupo de población escolar de 6 a 13 años en la Ciudad de México. *Rev Hosp Jua Mex* 2008; 75(2):106-116.
4. Nader PR, O'Brien M, Houts R, Bradley R, Belsky J, Crosnoe R, Friedman S, Mei Z, Susman EJ; National Institute of Child Health and Human Development Early Child Care Research Network. Identifying risk for obesity in early childhood. *Pediatrics* 2006;118(3):594-601.
5. Gordon-Larsen P, Adair LS, Nelson MC, Popkin BM. Five-year obesity incidence in the transition period between adolescence and adulthood: the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Am J Clin Nutr* 2004;80(3):569-75.
6. Skinner AC, Mayer ML, Flower K, Perrin EM, Weinberger M. Using BMI to determine cardiovascular risk in childhood: how do the BMI cutoffs fare? *Pediatrics* 2009;124(5):905-12.
7. Bradford NF. Overweight and obesity in children and adolescents. *Prim Care.* 2009;36(2):319-39.
8. Shepherd A. Obesity: prevalence, causes and clinical consequences. *Nurs Stand* 2009;2-8;23(52):51-7.
9. Pereira A, Guedes AD, Verreschi IT, Santos RD, Martinez TL. Obesity and its association with other cardiovascular risk factors in school children in Itapetinga, Brazil. *Arq Bras Cardiol* 2009, 93(3):253-60.
10. Costa GB, Horta N, Resende ZF, Souza G, Barreto LM, Correia LH, Nascimento TA, Rios CB, Barreto-Filho JA, Lopes HF. Body mass index has a good correlation with proatherosclerotic profile in children and adolescents. *Arq Bras Cardiol* 2009;93(3):261-7.
11. Brawer R, Brisbon N, Plumb J. Obesity and cancer. *Prim Care.* 2009;36(3):509-31.
12. López-Capapé M, López-Bermejo A, Alonso Blanco M, Lara Orejas E, Corbatón Blasco J, Barrio Castellanos R. Fatty liver disease, insulin resistance and adiponectin in an obese pediatric population. *An Pediatr (Barc)* 2009;71(6):495-501.
13. Ambriz-González G, Bañuelos CD, Gómez-Hermosillo L, Gutiérrez-Jiménez T, Balderas-Peña LM, González-Ojeda. Pediatric laparoscopic cholecystectomy. *Cir Cir* 2007;75(4):275-9.
14. Arens R, Muzumdar H. Childhood obesity and obstructive sleep apnea syndrome. *J Appl Physiol* 2010;108(2):436-44.
15. Wills M. Orthopedic complications of childhood obesity. *Pediatr Phys Ther* 2004;16(4):230-5.
16. IOM, I. o. (2005). Joint U.S.–Mexico Workshop on Preventing Obesity in Children and Youth of Mexican Origin. Washington, D.C.: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS.
17. Hamdy, R. C. Obesity: An Epidemic. *South Med J.* 2003;96(6):531-2.

18. Adriana Hernandez Alarcon, M. Z. (2008). Magnitud y tendencias del problema de obesidad infantil. En: G. Melendez, Factores asociados con sobrepeso y obesidad en el ambiente escolar (pp. 23-40). Mexico, DF: Panamericana.
19. Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM. Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24(12):1623-7.
20. Parizkova J, H. A. (2001). *Childhood Obesity*. Florida, USA: CRC Press.
21. Barlow SE, Dietz. Obesity evaluation and treatment: Expert Committee recommendations. The Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration and the Department of Health and Human Services. *Pediatrics* 1998;102(3):29.
22. Zimmermann MB, Gübeli C, Püntener C, Molinari L. Detection of overweight and obesity in a national sample of 6-12-y-old Swiss children: accuracy and validity of reference values for body mass index from the US Centers for Disease Control and Prevention and the International Obesity Task Force. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(5):838-43.
23. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)* 2006;30(4):598-602.
24. Ellis KJ. Body composition of a young, multiethnic, male population. *Am J Clin Nutr*. 1997;66(6):1323-31.
25. Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Body composition of a young, multiethnic female population. *Am J Clin Nutr*. 1997;65(3):724-31.
26. Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics* 2001;107(2):344-50.
27. Demerath EW, Schubert CM, Maynard LM, Sun SS, Chumlea WC, Pickoff A, Czerwinski SA, Towne B, Siervogel RM. Do changes in body mass index percentile reflect changes in body composition in children? Data from the Fels Longitudinal Study. *Pediatrics* 2006;117(3):487-95.
28. Mercer JG. Models and mechanisms of energy balance regulation in the young. *Proc Nutr Soc* 2008;67(4):327-33.
29. Charles B. Corbin, Robert P. Pangrazi. Council on Physical Education for Children (COPEC) of the National Association for Sport and Physical Education. *Physical Activity for Children: A Statement of Guidelines for Children Ages 5-12 by NASPE National Association for Sport and Physical Education*. NASPE Publications, 2004 2nd ed.
30. Reilly JJ, Ness AR, Sherriff A. Epidemiological and Physiological Approaches to Understanding the Etiology of Pediatric Obesity: Finding the Needle in the Haystack. *Pediatr Res* 2007;61(6):646-52.
31. Butte NF, Christiansen E, Sørensen TI. Energy imbalance underlying the development of childhood obesity. *Obesity* 2007;15(12):3056-66.
32. Lenard NR, Berthoud HR. Central and peripheral regulation of food intake and physical activity: pathways and genes. *Obesity* 2008;16 Suppl (3):S11-22.
33. Lin BH, Huang CL, French SA. Factors associated with women's and children's body mass indices by income status. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28(4):536-42.

34. Mattocks C, Hines M, Ness A, Leary S, Griffiths A, Tilling K, Blair SN, Riddoch C. Associations between sex-typed behaviour at age 3 1/2 and levels and patterns of physical activity at age 12: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *Arch Dis Child* 2010;95(7):509-12.
35. Ferreira I, van der Horst K, Wendel-Vos W, Kremers S, van Lenthe FJ, Brug J. Environmental correlates of physical activity in youth - a review and update. *Obes Rev* 2007;8(2):129-54.
36. Taylor R, Grant A, Williams A, Goulding A. Sex Differences in Regional Body Fat Distribution From Pre- to Postpuberty. *Obesity* 2010,(18), 1410–1416.
37. Sweeting HN. Gendered dimensions of obesity in childhood and adolescence. *Nutr J*. 2008(14);7:1.
38. Rodríguez G, Moreno LA. Is dietary intake able to explain differences in body fatness in children and adolescents? *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006;16(4):294-301.
39. Haerens L, Vereecken C, Maes L, De Bourdeaudhuij I. Relationship of physical activity and dietary habits with body mass index in the transition from childhood to adolescence: a 4-year longitudinal study. *Public Health Nutr* 2010;13(10A):1722-8.
40. Jennings A, Welch A, van Sluijs EM, Griffin SJ, Cassidy A. Diet quality is independently associated with weight status in children aged 9-10 years. *J Nutr* 2011;141(3):453-9.
41. Haerens L, Deforche B, Maes L, Cardon G, De Bourdeaudhuij I. Physical activity and endurance in normal weight versus overweight boys and girls. *J Sports Med Phys Fitness* 2007;47(3):344-50.
42. Must A, Tybor DJ. Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *Int J Obes (Lond)* 2005;29 Suppl 2:S84-96.
43. Jiménez-Pavón D, Kelly J, Reilly JJ. Associations between objectively measured habitual physical activity and adiposity in children and adolescents: Systematic review. *Int J Pediatr Obes* 2010;5(1):3-18.
44. Basterfield L, Adamson AJ, Fray JK, Parkinson KN, Pearce MS, Reilly JJ; Gateshead Millennium Study Core Team. Longitudinal study of physical activity and sedentary behavior in children. *Pediatrics*. 2011;127(1):24-30.
45. Nelson MC, Neumark-Stzainer D, Hannan PJ, Sirard JR, Story M. Longitudinal and secular trends in physical activity and sedentary behavior during adolescence. *Pediatrics*. 2006;118(6):1627-34.
46. Trost SG, Kerr LM, Ward DS, Pate RR. Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25(6):822-9.
47. Zarrouk F, Bouhlel E, Feki Y, Amri M, Shepard RJ. Physical activity patterns and estimated daily energy expenditures in normal and overweight Tunisian schoolchildren. *Eur J Clin Nutr* 2000;(54),887-894.
48. Stone MR, Rowlands AV, Eston RG. Characteristics of the activity pattern in normal weight and overweight boys. *Prev Med* 2009;49(2-3):205-8.
49. Jago R, Fox KR, Page AS, Brockman R, Thompson JL. Physical activity and sedentary behaviour typologies of 10-11 year olds. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010;28;7:59.
50. Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(7):1033-41.

51. Rowlands AV, Pilgrim EL, Eston RG. Patterns of habitual activity across weekdays and weekend days in 9-11-year-old children. *Prev Med* 2008;46(4):317-24.
52. Steele RM, van Sluijs EM, Sharp SJ, Landsbaugh JR, Ekelund U, Griffin SJ. An investigation of patterns of children's sedentary and vigorous physical activity throughout the week. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010 (9);7:88.
53. Andersen RE, Crespo CJ, Bartlett SJ, Cheskin LJ, Pratt M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 1998;25;279(12):938-42.
54. Trost SG, Pate RR, Sallis JF, Freedson PS, Taylor WC, Dowda M, Sirard J. Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(2):350-5.
55. Armstrong N, Bray S. Physical activity patterns defined by continuous heart rate monitoring. *Arch Dis Child* 1991;66(2):245-7.
56. Steinberger J, Jacobs DR, Raatz S, Moran A, Hong CP, Sinaiko AR. Comparison of body fatness measurements by BMI and skinfolds vs dual energy X-ray absorptiometry and their relation to cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(11):1346-52.
57. Holman RM, Carson V, Janssen I. Does the fractionalization of daily physical activity (sporadic vs. bouts) impact cardiometabolic risk factors in children and youth? *PLoS One*. 2011;6(10):e2573.
58. Mark AE, Janssen I. Influence of bouts of physical activity on overweight in youth. *Am J Prev Med* 2009;36(5):416-21.
59. Stone MR, Rowlands AV, Middlebrooke AR, Jawis MN, Eston RG. The pattern of physical activity in relation to health outcomes in boys. *Int J Pediatr Obes*. 2009;4(4):306-15.
60. Macfarlane DJ, Taylor LH, Cuddihy TF. Very short intermittent vs continuous bouts of activity in sedentary adults. *Prev Med*. 2006;43(4):332-6).
61. Craigie AM, Matthews JN, Rugg-Gunn AJ, Lake AA, Mathers JC, Adamson AJ. Raised adolescent body mass index predicts the development of adiposity and a central distribution of body fat in adulthood: a longitudinal study. *Obes Facts* 2009;2(3):150-6.
62. Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev Med* 1993;22(2):167-77.
63. Chanwon Kim, Bomtaeck Kim, Namseok Joo, Yongwoo Park, Hyoungjune Lim. Determination of the BMI threshold that predicts cardiovascular risk and insulin resistance in late childhood. *Diabetes Res Clin Pract* 2010;88(3):307-13.
64. Wells JC, Siervo M. Obesity and energy balance: is the tail wagging the dog? *Eur J Clin Nutr*. 2011;65(11):1173-89.
65. Martin JE, Dubbert PM: Behavioral management strategies for improving health and fitness. *J Cardiac Rehabil* 1984;(4):200-208.
66. Brownell KD, Cohen LR. Adherence to dietary regimens. 1: An overview of research. *Behav Med* 1995;20(4):149-54.
67. Kools S, Kennedy C, Engler M, Engler M. Pediatric Hyperlipidemia: Child and Adolescent Disease Understandings and Perceptions About Dietary Adherence. *Pediatric Hyperlipidemia:*

- Child and Adolescent Disease Understandings and Perceptions About Dietary Adherence. *J Spec Pediatr Nurs* 2008;13(3):168-79.
68. Koivisto Hursti UK. Factors influencing children's food choice. *Ann Med* 1999;31 Suppl 1:26-32.
 69. Mackner LM, McGrath AM, Stark LJ. Dietary recommendations to prevent and manage chronic pediatric health conditions: adherence, intervention, and future directions. *J Dev Behav Pediatr* 2001;22(2):130-43.
 70. Martinez SM, Arredondo EM, Perez G, Baquero B. Individual, social, and environmental barriers to and facilitators of physical activity among Latinas living in San Diego County: focus group results. *Fam Community Health* 2009;32(1):22-33.
 71. Zabinski MF, Saelens BE, Stein RI, Hayden-Wade HA, Wilfley DE. Overweight children's barriers to and support for physical activity. *Obes Res* 2003;11(2):238-46.
 72. Ball EJ, O'Connor J, Abbott R, Steinbeck KS, Davies PS, Wishart C, Gaskin KJ, Baur LA. Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9 y. *Am J Clin Nutr* 2001;74(4):524-8.
 73. Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells J, Ingle S, Tilling K, Smith GD, Riddoch C. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Med* 2007;4(3):97.
 74. McKay HA, MacLean L, Petit M, MacKelvie-O'Brien K, Janssen P, Beck T, Khan KM. "Bounce at the Bell": a novel program of short bouts of exercise improves proximal femur bone mass in early pubertal children. *Br J Sports Med*. 2005;39(8):521-6.
 75. McManus AM, Chu EY, Yu CC, Hu Y. How children move: activity pattern characteristics in lean and obese chinese children. *J Obes*. 2011:679328.
 76. Dorsey KB, Herrin J, Krumholz HM. Patterns of moderate and vigorous physical activity in obese and overweight compared with non-overweight children. *Int J Pediatr Obes*. 2011;6(2-2):e547-55.
 77. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. U.S. Department of Health and Human Services. www.health.gov/paguidelines. Publicado el 21 de agosto de 2009. Accesado el 16 de febrero de 2011.
 78. Actividad Física: Hoja Informativa 4 de 5. Página 2 de 2 OPS, Enero 2002. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. <http://www.paho.org/Spanish/HPP/HPN/whd2002-factsheet4.pdf>. Publicado en enero de 2002. Accesado el 16 de febrero de 2011.
 79. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud. 2004. http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf. Publicado en mayo de 2004. Accesado el 16 de febrero de 2011.
 80. Commonwealth of Australia, December 2004. Department of Health and Ageing (2004) Australia's Physical Activity. Recommendations for 5-12 year olds, Canberra. http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines#rec_5_12. Publicado 1 de octubre 2010. Accesado 2 de mayo de 2011.

81. Andersen RE, Crespo CJ, Bartlett SJ, Cheskin LJ, Pratt M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 1998;25;279(12):938-42.
82. Simon C, Schweitzer B, Oujaa M, Wagner A, Arveiler D, Tribby E, Copin N, Blanc S, Platat C., Successful overweight prevention in adolescents by increasing physical activity: a 4-year randomized controlled intervention. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(10):1489-98.
83. DuRant R, Baranowski T, Rhodes T, Gutin B, Thompson W, Carroll R, Puhl J, Greaves K. Association among serum lipid and lipoprotein concentrations and physical activity, physical fitness, and body composition in young children *J Pediatr*. 1993;123:185-92.
84. Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Ortiz-Rodríguez V, Morán-Zenteno JA, Guerrero-Ortiz JL, Vadillo-Ortega F. A program to improve some cardiovascular risk factors in Mexican school age children *Salud Publica Mex*. 2008;50(3):218-26.
85. Andersen LB, Bugge A, Dencker M, Eiberg S, El-Naaman B. The association between physical activity, physical fitness and development of metabolic disorders. *Int J Pediatr Obes*. 2011;6 Suppl 1:29-34.
86. Macias-Cervantes MH, Malacara JM, Garay-Sevilla ME, Díaz-Cisneros FJ. Effect of recreational physical activity on insulin levels in Mexican/Hispanic children. *Eur J Pediatr*. 2009;168(10):1195-202.
87. Jaime PC, Duran AC, Sarti FM, Lock K. Investigating environmental determinants of diet, physical activity, and overweight among adults in Sao Paulo, Brazil. *J Urban Health*. 2011;88(3):567-81.
88. Zaragoza J, Generelo E, Julián JA, Abarca-Sos A. Barriers to adolescent girls' participation in physical activity defined by physical activity levels. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011;51(1):128-35.
89. Casal J, Mateu E. Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*. 2003,1: 3-7.
90. De Vries SI, Van Hirtum HW, Bakker I, Hopman-Rock M, Hirasing RA, Van Mechelen W. Validity and reproducibility of motion sensors in youth: a systematic update. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(4):818-27.
91. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci* 2008;26(14):1557–1565.
92. Freedson P, Pober D, Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:S523–S530.
93. Welk GJ. Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(11 Suppl):S501–S511.
94. Kim Y, Beets MW, Welk GJ. Everything you wanted to know about selecting the "right" Actigraph accelerometer cut-points for youth, but...: a systematic review. *J Sci Med Sport*. 2012;15(4):311-21.
95. Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, Pfeiffer KA. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1360-8.
96. National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention, http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_07_08/manual_an.pdf.

97. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Hall MC. Validity of bioelectric impedance for body composition assessment in children. *J Appl Physiol.* 1989;66(2):814-21.
98. Pietrobelli A, Andreoli A, Cervelli V, Carbonelli MG, Peroni DG, De Lorenzo A. Predicting fat-free mass in children using bioimpedance analysis. *Acta Diabetol.* 2003;40 Suppl 1:S212-5.
99. Johnson RK, Driscoll P, Goran MI. Comparison of multiple-pass 24-hour recall estimates of energy intake with total energy expenditure determined by the doubly labeled water method in young children. *J Am Diet Assoc.* 1996;96(11):1140-4.
100. Carskadon MA, Acebo C. A self-administered rating scale for pubertal development. *J Adolesc Health.* 1993;14(3):190-5.
101. Waters RL, Lunsford BR, Perry J, Byrd R. Energy-speed relationship of walking: standard tables. *J Orthop Res.* 1988;6(2):215-22.
102. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Human energy requirements. Rome, 17–24 October 2001.
103. Flores M, Macías N, Rivera M, Barquera S, Hernández L, García-Guerra A, Rivera JA. Energy and nutrient intake among Mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Publica Mex.* 2009;51 Suppl 4:S540-50.
104. Montgomery C, Reilly JJ, Jackson DM, Kelly LA, Slater C, Paton JY, Grant S. Validation of energy intake by 24-hour multiple pass recall: comparison with total energy expenditure in children aged 5-7 years. *Br J Nutr.* 2005;93(5):671-6.
105. Bingham SA, Gill C, Welch A, Day K, Cassidy A, Khaw KT, Sneyd MJ, Key TJ, Roe L, Day NE. Comparison of dietary assessment methods in nutritional epidemiology: weighed records v. 24 h recalls, food-frequency questionnaires and estimated-diet records. *Br J Nutr.* 1994;72(4):619-43.
106. National Research Council. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
107. Verloigne M, Van Lippevelde W, Maes L, Yıldırım M, Chinapaw M, Manios Y, Androutsos O, Kovács E, Bringolf-Isler B, Brug J, De Bourdeaudhuij I. Levels of physical activity and sedentary time among 10- to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;31;9:34.
108. Ku LC, Shapiro LR, Crawford PB, Huenemann RL. Body composition and physical activity in 8-year-old children. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 2770–2775.
109. Brusseau TA, Kulinna PH, Tudor-Locke C, Ferry M. Daily physical activity patterns of children living in an American Indian community. *J Phys Act Health.* 2013;10(1):48-53.
110. Seabra AC, Seabra AF, Mendonça DM, Brustad R, Maia JA, Fonseca AM, Malina RM. Psychosocial correlates of physical activity in school children aged 8-10 years. *Eur J Public Health.* 2012 Oct 28. [Epub ahead of print].
111. Chaput JP, Lambert M, Mathieu ME, Tremblay MS, O' Loughlin J, Tremblay A. Physical activity vs. sedentary time: independent associations with adiposity in children. *Pediatr Obes.* 2012;7(3):251-8.

112. Houwen S, Hartman E, Visscher C. Physical activity and motor skills in children with and without visual impairments. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):103-9.
113. Colley RC, Garriguet D, Janssen I, Wong SL, Saunders TJ, Carson V, Tremblay MS. The association between accelerometer-measured patterns of sedentary time and health risk in children and youth: results from the Canadian Health Measures Survey. *BMC Public Health.* 2013;13:200.
114. De Bourdeaudhuij I, Verloigne M, Maes L, Van Lippevelde W, Chinapaw MJ, Te Velde SJ, Manios Y, Androutsos O, Kovacs E, Dössegger A, Brug J. Associations of physical activity and sedentary time with weight and weight status among 10- to 12-year-old boys and girls in Europe: a cluster analysis within the ENERGY project. *Pediatr Obes.* 2012. [Epub ahead of print].
115. Bailey DP, Boddy LM, Savory LA, Denton SJ, Kerr CJ. Choice of activity-intensity classification thresholds impacts upon accelerometer-assessed physical activity-health relationships in children. *PLoS One.* 2013;8(2):e57101.
116. Findlay LC, Garner RE, Kohen DE. Patterns of children's participation in unorganized physical activity. *Res Q Exerc Sport.* 2010;81(2):133-42.
117. Ford PA, Perkins G, Swaine I. Effects of a 15-week accumulated brisk walking programme on the body composition of primary school children. *J Sports Sci.* 2013;31(2):114-22.
118. A. Fernandez Vaquero (2006). *Sistemas energéticos en el ejercicio.* En: Chicharro JL., Fernández-Vaquero A, *Fisiología del ejercicio.* 3ra edición. Mexico, DF: Panamericana.
119. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Endert E, Wolfe RR. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol.* 1993;265(3 Pt 1):E380-91.
120. Hawley JA. Fat burning during exercise: can ergogenics change the balance? *Phys Sportsmed.* 1998;26(9):56-68.
121. Dietz WH, Gortmaker SL. *Annu Rev Public Health.* 2001;22:337-53.
122. Latouche C, Jowett JB, Carey AL, Bertovic DA, Owen N, Dunstan DW, Kingwell BA. Effects of breaking up prolonged sitting on skeletal muscle gene expression. *J Appl Physiol.* 2013;114(4):453-60.
123. Dunstan DW, Kingwell BA, Larsen R, Healy GN, Cerin E, Hamilton MT, Shaw JE, Bertovic DA, Zimmet PZ, Salmon J, Owen N. Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care.* 2012;35(5):976-83.
124. Dunstan DW, Thorp AA, Healy GN. Prolonged sitting: is it a distinct coronary heart disease risk factor? *Curr Opin Cardiol.* 2011;26(5):412-9.
125. Murphy MH, Blair SN, Murtagh EM. Accumulated versus continuous exercise for health benefit: a review of empirical studies. *Sports Med.* 2009;39(1):29-43.
126. Boreham CAG, Wallace WFM, Nevill A. Training effects of accumulated daily stair-climbing exercise in previously sedentary young women. *Prev Med* 2000; 30: 277-81.
127. Boreham CAG, Kennedy RA, Murphy MH, et al. Training effects of short bouts of stairclimbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids and homocysteine in sedentary young women. *Br J Sports Med* 2005; 39(47):590-3.

128. Kennedy RA, Boreham CAG, Murphy MH, et al. Evaluating the effects of a low volume stairclimbing programme on measures of health-related fitness in sedentary office workers. *J Sport Sci Med* 2007;6: 448-54.
129. Miyashita M. Effects of continuous versus accumulated activity patterns on postprandial triacylglycerol concentrations in obese men. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(8):1271-8.
130. Miyashita M, Burns SF, Stensel DJ. Exercise and postprandial lipemia: effects of continuous compared with intermittent activity patterns. *Am J Clin Nutr* 2006; 83:24-9.
131. Eriksen L, Dahl-Petersen I, Haugaard SB, Dela F. Comparison of the effect of multiple short-duration with single long-duration exercise sessions on glucose homeostasis in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2007;50(11):2245-53.
132. Mahar MT. Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in elementary school children. *Prev Med*. 2011;52 Suppl 1:S60-4.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de historia clínica

Historia Clínica y Cuestionario de Hábitos



Nombre: _____ Iniciales: _____ Género: _____

Escuela: _____ Grado: _____ Grupo: _____

Fecha: _____ Edad: _____ años con _____ meses Fecha de nacimiento: _____

Estatura: _____ Peso actual: _____ Peso al nacer: _____

¿Padeces alguna enfermedad actualmente? Sí No ¿Cuál? _____¿Tomas algún medicamento o complemento vitamínico? Sí No ¿Cuál? _____

Las siguientes preguntas son acerca de cambios que tal vez le estén sucediendo a tu cuerpo. Estos cambios normalmente les suceden a los jóvenes a diferentes edades. Dado que estos cambios pueden tener relación con tu estado de salud has tu mayor esfuerzo por contestar cuidadosamente las preguntas. Si no entiendes alguna pregunta o no sabes la respuesta escribe "No lo sé". Marca con una cruz la respuesta que mejor describa tu desarrollo.

1. Dirías que tu crecimiento de estatura:
- | | | |
|--------------------------|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | No ha empezado a acelerarse | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Apenas empieza a acelerarse | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Definitivamente se ha acelerado | 3 |
| <input type="checkbox"/> | Ya terminé de crecer | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No lo sé | |

¿Y qué hay acerca del crecimiento de vello corporal?

("vello corporal" se refiere a vello en cualquier otro lado que no sea tu cabeza, por ejemplo el vello de la axila)

2. Dirías que tu vello corporal
- | | | |
|--------------------------|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | No ha empezado a crecer | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Apenas empieza a crecer | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Definitivamente está creciendo | 3 |
| <input type="checkbox"/> | Ya terminó de crecer | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No lo sé | |

3. ¿Has notado algún cambio en la piel, especialmente barritos?
- | | | |
|--------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> | Mi piel no ha empezado a cambiar | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Mi piel apenas empieza a cambiar | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Mi piel definitivamente está cambiando | 3 |
| <input type="checkbox"/> | Mi piel ya cambió completamente | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No lo sé | |

Preguntas solo para NIÑOS

4. ¿Has notado que tu voz se ha puesto más ronca?
- | | | |
|--------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> | Mi voz no ha empezado a cambiar | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Mi voz apenas está empezando a cambiar | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Mi voz definitivamente está cambiando | 3 |
| <input type="checkbox"/> | Mi voz ya cambió por completo | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No lo sé | |

1. ¿Te ha empezado a salir vello en la cara?

- | | | |
|--------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> | No me ha empezado a salir vello en la cara | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Apenas comienza a crecer el vello en la cara | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Definitivamente me está creciendo vello en la cara | 3 |
| <input type="checkbox"/> | Ya terminó de salirme el vello en la cara | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No lo sé | |

Preguntas solo para NIÑAS

4. ¿Has notado que tus senos han empezado a crecer?

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> | Mis senos no han empezado a crecer | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Mis senos apenas comienzan a crecer | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Mis senos definitivamente están creciendo | 3 |
| <input type="checkbox"/> | Mis senos han terminado de crecer | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No lo sé | |

5a. ¿Has empezado a menstruar (empezar a tener tu periodo)?

- | | | |
|--------------------------|----|---|
| <input type="checkbox"/> | Si | 4 |
| <input type="checkbox"/> | No | 1 |

5b. Si respondiste que SI, ¿Qué edad tenías cuando empezaste a menstruar? ____ años

Información de los padres:

Peso de la mamá: _____ kg Estatura: _____ m Ocupación: _____ Grado de estudios: _____

Peso del papá: _____ kg Estatura: _____ m Ocupación: _____ Grado de estudios: _____

Actividad física

¿Cuántas clases de educación física tienes a la semana? _____ ¿Cuánto duran? _____ minutos

¿Practicas algún ejercicio o deporte fuera de la escuela? Si No ¿Cuál o cuáles? _____

¿Cuántas veces a la semana? _____ ¿Cuánto tiempo lo practicas? _____

En un día entre semana cuantas horas ves la televisión? _____

¿En un día entre semana cuanto tiempo pasas frente a una computadora o videojuego? _____

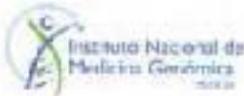
¿En un día de fin de semana cuantas horas ves la televisión? _____

¿En un día de fin de semana cuanto tiempo pasas frente a una computadora o videojuego? _____

¿Qué haces en general por las tardes? _____

¿Qué haces los fines de semana? _____

Anexo 2. Aceptación del Comité de ética

 Instituto Nacional de Medicina Genómica
2010

México, D.F., a 22 de febrero de 2011.

 SECRETARÍA DE SALUD

Comisión de Investigación del Instituto Nacional de Medicina Genómica

No. de registro: 06/2011/I

La Comisión de Investigación del Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), con fundamento en lo dispuesto por los artículos 29, 100, 102 y 111 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud; 41, fracciones I y III de la Ley de los Institutos Nacionales de Salud y en el Reglamento Interior de la Comisión de Investigación del Instituto Nacional de Medicina Genómica y consensuando la opinión de las Comisiones de Ética y Bioseguridad, emite el presente:

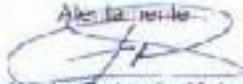
DICTAMEN APROBATORIO

Al proyecto titulado:

"Factores genéticos y ambientales asociados a la Obesidad en niños escolares"

De esto se notifica a la Dra. María Elizabeth Tejero Barrera, investigadora responsable del mismo.

La Comisión de Investigación, la Comisión de Ética y la Comisión de Bioseguridad, se reservan el derecho de hacer revisiones periódicas cuando así lo estimen pertinente. Sin perjuicio de lo anterior, se deberá entregar en la Secretaría Ejecutiva de la Comisión de Investigación, un informe semestral con los avances y, al término de la investigación, se deberá enviar una copia del o los artículos o tesis generados.


Dr. Xavier Soberón Malinero
Presidente de la Comisión



Perifoneo Sur No. 4127, Torre Zofite II, Piso 8 Col. Esmeralda Arcaño
Del (Barrío Obregón, México D.F. 06700)
T. 52 (55) 5 100 1900 F. 52 (55) 5358 1999
www.inmegen.gob.mx

Anexo 3. Carta de consentimiento informado

Nombre del alumno: _____ Grado: _____
Grupo: _____

Protocolo: Actividad Física y Alimentación en Niños de 8 a 10 años en la Ciudad de México

Investigadores: Lic. Marcela Pérez-Rodríguez, Dr. Guillermo Meléndez, M. en C. Ana Bertha Pérez Lizaur, Dra. Elizabeth Tejero, Dra. Frania Pfeffer

Instituciones participantes: Fundación Mexicana para la Salud, Departamento de Salud de la Universidad Iberoamericana, Instituto Nacional de Medicina Genómica.

Carta de Consentimiento Informado

Se le está invitando a participar a su hijo(a) en un estudio de investigación cuyo objetivo es analizar los patrones de alimentación y actividad física de niños de 8 a 10 años. Usted está recibiendo esta invitación porque su hijo asiste a una de las escuelas que forman parte del proyecto.

Por favor lea esta carta cuidadosamente antes de firmarla.

Usted puede preguntar cualquier duda que tenga sobre el estudio

De que se trata el estudio: El propósito es determinar durante una semana lo que los niños están comiendo, qué tipo y duración de actividad física están realizando y su relación con el estado de nutrición. Así como, riesgo de tener exceso de peso y su asociación con algunas variantes genéticas que se han reportado como de riesgo para desarrollar exceso de peso.

Para poder participar en el estudio los niños deben tener entre 8 y 10 años, no tener enfermedades crónicas y no tener alguna condición que limite su movimiento.

En el caso de que su hijo esté conforme en participar y Ud. decida darle autorización, los procedimientos a realizar son los siguientes:

1) Llenar un cuestionario con ayuda de sus padres. Las preguntas son acerca del estado de salud y desarrollo de su hijo(a), información relevante de los padres para el desarrollo de los

niños como el peso, estatura, escolaridad y ocupación, el tipo de actividades que su hijo(a) realiza en un día normal entre semana y un día normal de fin de semana.

2) Responder un cuestionario sobre su alimentación.

3) Medir el peso, la estatura, la circunferencia de cintura y cadera, pliegue del brazo (grasa del brazo). Ninguna de estas mediciones es invasiva y no tienen ningún riesgo para la salud. Para realizar estas mediciones se le pedirá que se quite los zapatos y sweater.

4) Se le medirá la grasa corporal con un aparato que usa una técnica llamada Bioimpedancia eléctrica, que consiste en una mínima corriente eléctrica desde los pies hasta los brazos para saber cuánta grasa tiene el cuerpo. Esta corriente eléctrica es imperceptible y no causa ningún dolor ni daño.

5) Las mediciones se realizarán en horario escolar y es posible que se le pida que salga unos minutos de su clase para poderlo medir.

6) Responder en dos días distintos todo lo que comió y bebió durante el día anterior.

7) Colocarse un acelerómetro (aparato que registra la actividad física que realiza). Le pedimos a los padres que vigilen de cerca que su hijo(a) lleve puesto el acelerómetro todo el día, que se lo quiten solo para dormir, bañarse y actividades acuáticas.

8) Vaciar una muestra de saliva en un tubito con la finalidad de determinar si posee o no las variantes de los genes que predisponen a desarrollar exceso de peso. Las variantes de genes que estamos buscando son: TCF7L2, PCSK1 y ENPP1. La muestra de saliva será utilizada únicamente con este propósito y no se realizará ningún otro análisis que no sea el antes especificado.

Riesgos:

No anticipamos ningún riesgo durante el estudio más grande que los encontrados en el día a día. Su hijo(a) tendrá que salir de clase durante algunos minutos.

Beneficios:

Los beneficios de participar en el estudio será conocer el estado de nutrición de su hijo(a) así como la cantidad de actividad física, además de recibir recomendaciones para mejorar la

alimentación de su hijo. Los datos que surjan de este estudio serán de gran relevancia para planear programas para mejorar el estado de nutrición y salud de los niños mexicanos.

Su información será confidencial. Los datos obtenidos de la participación de su hijo(a) en el estudio se mantendrán confidenciales. No se revelará ninguna información que pueda ser ligada a usted o su familia. Los archivos se mantendrán bajo llave y solo los investigadores principales tendrán acceso a ellos.

Su participación en el estudio es voluntaria. La participación de su hijo(a) en el estudio es completamente voluntaria. Si decide no formar parte, esto no afectará su actual o futura relación con la escuela. Si decide participar se puede retirar del estudio en el momento que así lo crea conveniente para sus intereses.

Si tiene alguna pregunta: Los investigadores que conducen este estudio son la Lic. Marcela Pérez-Rodríguez y la Dra. Frania Pfeffer. Usted puede contactar a la Lic. Marcela Pérez-Rodríguez vía correo electrónico marcelapr.funsalud@gmail.com o al 55 25 03 05. Usted puede contactar a la Dra. Frania Pfeffer en su correo electrónico franiapfeffer@gmail.com al 55-25-03-05.

Declaro haber leído toda la información y he recibido respuesta a mis preguntas en caso de haberlas tenido.

Acepto que mi hijo forme parte del estudio

Firma del padre o tutor _____ Fecha _____

Nombre del padre o tutor _____

Firma de la madre o tutor _____ Fecha _____

Firma de la madre o tutor _____

Firma de la persona obteniendo el consentimiento _____ Fecha _____

Nombre de la persona obteniendo el consentimiento _____

Firma del primer testigo _____ Fecha _____

Nombre del primer testigo _____

Firma del segundo testigo _____ Fecha _____

Nombre del segundo testigo _____