



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas y Odontológicas y de la Salud
Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"
Epidemiología Clínica

Efecto de un programa de ejercicio a distancia para aumentar la actividad física y mejorar la aptitud física en niños de 6 a 16 años con sobrepeso u obesidad del programa "Sache"

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
Maestro en Ciencias de la Salud

PRESENTA:

JULIÁN BRYCE URIARTE ORTIZ

Tutora Principal

Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura

Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"

Comité Tutor

Dra. María de la Luz Arenas Sordo

Instituto Nacional de Rehabilitación

Dr. Jesús Kazuo Yamamoto Furusho

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición SalvadorZubirán

Ciudad Universitaria, CD. MX, a 4 de Noviembre de 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

Tabla de Abreviaturas	4
Marco Teórico	5
Sobrepeso y Obesidad.....	5
Prevalencia de Sobrepeso y Obesidad	7
Patogénesis del sobrepeso y la obesidad.....	7
Complicaciones del sobrepeso y obesidad (adiposidad) infantil	8
Fisiopatología de la Obesidad	8
Índice Cintura Estatura.....	10
Crecimiento en niños y adolescentes.....	11
Desarrollo en la niñez y pubertad	11
Porcentaje de Masa Grasa de acuerdo a la Edad.....	12
Ejercicio y actividad física.....	15
Inactividad Física y Sedentarismo	15
Actividad física, ejercicio e intensidad	15
Ejercicio aeróbico y anaeróbico	17
Modelo FITT para prescripción de ejercicio	18
Intervenciones para disminuir el sobrepeso y obesidad en niños.....	18
Estrategias para la pérdida de peso en niños	18
El papel de los padres.....	19
Sacbe	20
El papel del ejercicio en la pérdida de peso.....	20
Intervenciones basadas en ejercicio	20
Aptitud Física y Ejercicio.....	21
Intervenciones a distancia.....	22
Tablas de Aptitud Física.....	23
Seguridad en el Entrenamiento.....	24
Antecedentes	25
Tablas de Antecedentes	27
Planteamiento del Problema	31
Justificación	32
Pregunta de Investigación	33
Hipótesis	33

Objetivos	34
Objetivo General	34
Objetivo Específicos	34
Metodología	35
Diseño del estudio.....	35
Selección de muestra	36
Criterios de Inclusión.....	36
Criterios de Exclusión	36
Criterios de Eliminación	36
Cálculo del tamaño de muestra	37
Operacionalización de Variables	39
Procedimiento	45
Análisis Estadístico	51
Resultados	53
Discusión	59
Conclusión	67
Limitaciones del Estudio	67
Áreas de Oportunidad	68
Consideraciones Éticas	69
Recursos Financieros, Técnicos y Humanos	69
Referencias	70
Anexos	80
Anexo 1. Cuestionario IPAQ corto.....	80
Anexo 2. Carta de Consentimiento Informado	82
Anexo 3. Pruebas Físicas	86
Resistencia Muscular	86
Fuerza	87
Flexibilidad	87
Anexo 4. Características del Plan Nutricional del Programa Sacbe.....	89
Anexo 5. Rutinas de Entrenamiento	90
Anexo 6. Tablas de Aptitud Física	93
Anexo 7. Tablas de Datos Estratificadas por Sexo.....	96
Anexo 8. Tablas de Datos Estratificadas por Edad	99
Anexo 9. Tablas de Datos Estratificadas por Adherencia al Programa de Entrenamiento	102

Tabla de Abreviaturas

ACSM	Colegio de Medicina del Deporte Americano
AF	Actividad Física
CC	Circunferencia de Cintura
COVID-19	Enfermedad por Coronavirus
DRIVE	Desarrollo de Relaciones que Incluyen Valores de Alimentación y Ejercicio
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
FITT	Modelo para la prescripción de ejercicio tomando en cuenta la duración, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio
HIIT	Entrenamiento de Alta Intensidad por Intervalos
HR	Frecuencia Cardiaca
ICE	Índice Cintura Estatura
INPer	Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”
IMC	Índice de Masa Corporal
IPAQ	Cuestionario Internacional de Actividad Física
METs	Equivalentes Metabólico
OMS	Organización Mundial de la Salud
R 24 H	Recordatorio de 24 horas
Reps	Repeticiones
VO2 Máx	Consumo de Oxígeno Máximo
Z-Score	Desviaciones estándar del promedio

Marco Teórico

Sobrepeso y Obesidad

El sobrepeso y la obesidad son enfermedades crónicas consideradas como uno de los retos más importantes para la salud pública en el siglo XXI (OMS, 2020). Existen múltiples definiciones de estas condiciones, pero en esencia se define como: “un exceso de grasa corporal o adiposidad” (Sahoo, 2015). Desde 2016, el Colegio Americano de Endocrinólogos Pediatras, recomendó acuñar el término Enfermedad Crónica causada por Adiposidad con el fin de crear mayor conciencia en la gente e incluso el personal de salud de que se trata de una enfermedad crónica por exceso de tejido graso o adiposo (Mechanik et al, 2016). Con esto en cuenta se usarán los términos de sobrepeso/obesidad y adiposidad de manera intercambiable.

En adultos, el sobrepeso y la obesidad se suelen determinar de acuerdo con el Índice de Masa Corporal (IMC), un cociente que divide el peso en kilogramos entre la talla en metros, al cuadrado. En la población mayor a 18 años, un IMC mayor o igual a 25 kg/m² es considerado sobrepeso e igual o mayor a 30 kg/m² se considera obesidad (Moreno, 2012).

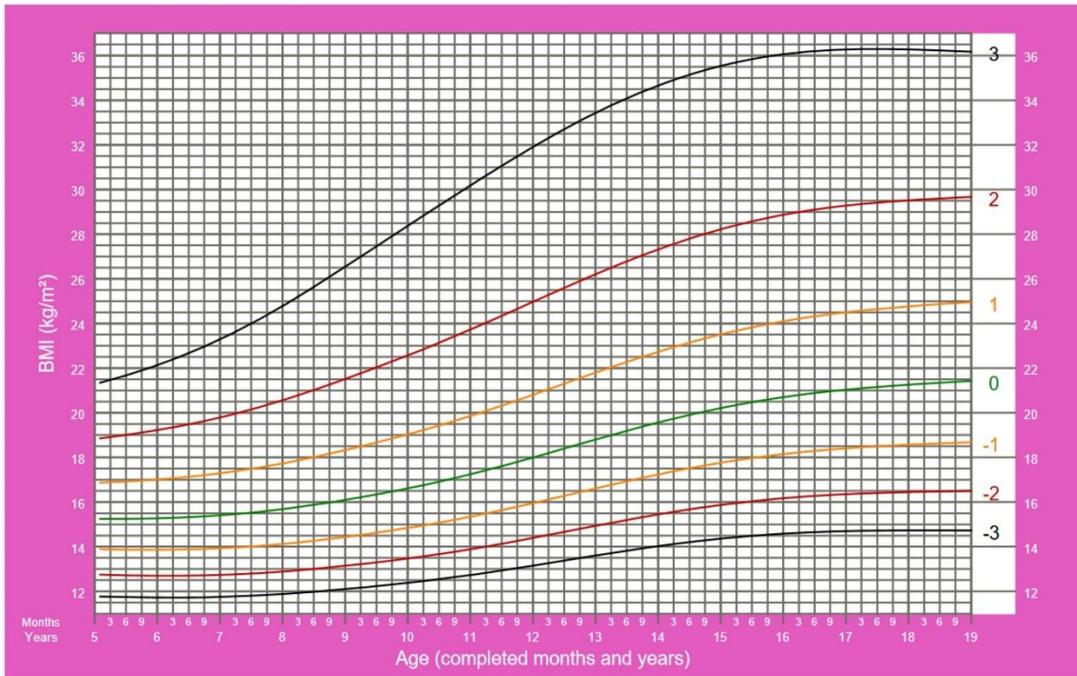
En el caso de los niños y adolescentes, el valor absoluto de IMC no se usa para establecer los criterios de adiposidad, ya que se esperan cambios en el IMC de manera normal como parte de su crecimiento y desarrollo (Ver Fig. 1) (Cornier, 2011). En su lugar, se utiliza alguno de dos criterios relacionados: Percentiles o Z-score del IMC.

Los percentiles del IMC se ajustan por edad y sexo y, para niños de 2 a 19 años, se considera que un IMC entre el 5to y el 84to percentil es saludable, mientras que un percentil de 85 y menor de 95 es patológico, considerado al niño con sobrepeso. En el percentil 95 o superior, se considera que el niño tiene obesidad (Barlow, 2007).

Otro parámetro para diagnosticar sobrepeso/obesidad, es usar el Z-score o desviaciones estándar del IMC. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que los niños de 5 a 19 años presentan sobrepeso cuando su z-score es 1 o mayor; y obesidad si es 2 o mayor, de acuerdo a su edad y sexo (Ver Fig. 1) (OMS, 2016).

BMI-for-age GIRLS

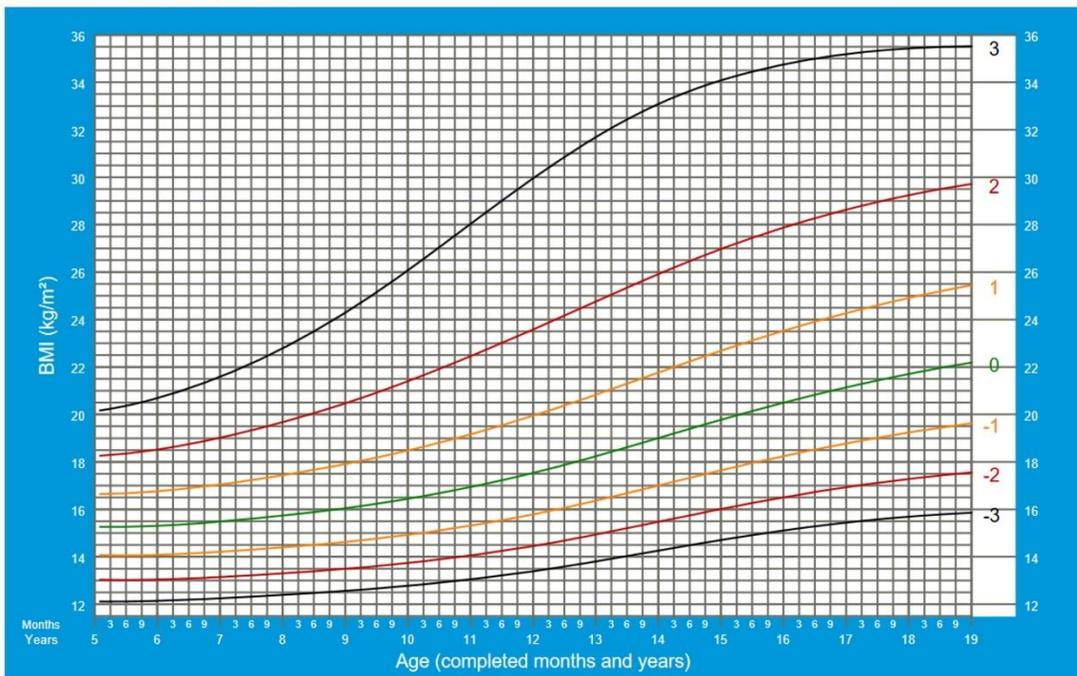
5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference

BMI-for-age BOYS

5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference

Figura 1. Curvas de z-score para niñas y niños de 5 a 19 años. (OMS,2007) Tomado de: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>

Prevalencia de Sobrepeso y Obesidad

El IMC promedio y la prevalencia de obesidad incrementó a nivel mundial en niños y adolescentes de 1975 a 2016. En 1975, el promedio mundial estandarizado de IMC para niños de 5 a 19 años era de 17.2 kg/m² para mujeres y de 16.8 kg/m² para hombres. El IMC aumentó en 0.32 kg/m² cada década para las mujeres y 0.40 kg/m² para los hombres en el mismo periodo (Abarca-Gómez, 2017). Si las tendencias actuales se mantienen, se espera que la obesidad infantil y juvenil rebase a la cantidad de niños y adolescentes con peso moderado o con bajo peso (Abarca-Gómez, 2017). La OMS estimó en el 2016 que habían más de 340 millones de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, además de estimar que en 2019 se observarían 38 millones de niños menores a 5 años con exceso de grasa (OMS, 2016).

En México, de acuerdo a los datos reportados por ENSANUT 2018, también se siguen las tendencias a nivel mundial, pues han reportado un aumento similar en la prevalencia de sobrepeso y obesidad (adiposidad). Esto, reflejado en el 35.6% de niños de 5 a 11 años y el 38.4% de niños de 12 a 19 años con sobrepeso u obesidad excesiva (ENSANUT, 2018). De manera similar, Costa-Urrutia et al. encontraron una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 42.7% (22.6% sobrepeso y 20.1% obesidad) en una muestra de más de dos mil niños mexicanos (Costa-Urrutia, 2019).

Patogénesis del sobrepeso y la obesidad

La patogénesis del sobrepeso y la obesidad es de índole multifactorial, donde generalmente confluye la ingesta excesiva de energía y un decremento en el gasto energético (Varela-Moreiras, 2013). Es ampliamente aceptado que el balance positivo de energía se debe al estilo de vida y a las preferencias de la dieta (Sahoo, 2015).

Además de esta ecuación termodinámica relativa a la energía, existen deficiencias en los procesos moleculares y en el funcionamiento de distintos centros de regulación del hambre, apetito y saciedad, tanto a niveles centrales, hipotalámicos y periféricos. Aunado a esto, se estima que más de 450 genes, marcadores y regiones cromosomales están involucrados con los fenotipos de la obesidad (Varela-Moreiras, 2013).

Independientemente de los factores genéticos, es un hecho que distintos factores exógenos convergen de manera colaborativa. Entre ellos tenemos el consumo de alimentos y bebidas con una alta densidad calórica, el sedentarismo, una baja ingesta de frutas y verduras, problemas de peso al nacer, ingesta insuficiente de leche materna, etc (Varela-Moreiras, 2013).

De manera similar, en el modelo ecológico de la obesidad propuesto por Davison et al. se sugiere que los principales factores de riesgo que llevan al desarrollo de obesidad son la ingesta dietética, la actividad física (AF) y el comportamiento sedentario. Estos factores están a su vez modulados por la edad, género, estilo de vida de los padres, políticas públicas y las demandas laborales de los padres (Davison, 2001).

Adicionalmente, dentro de las causas de la obesidad se consideran a la deuda de sueño, factores genéticos, disrupciones endócrinas, cambios en la distribución étnica, efectos intrauterinos, infecciones, el uso de medicamentos, niveles socioeconómicos bajos y ambientes desfavorables por mencionar algunos (Wright, 2012 y Varela-Moreiras, 2013).

Complicaciones del sobrepeso y obesidad (adiposidad) infantil

La obesidad infantil puede afectar profundamente la salud física, social y psicológica de los niños y jóvenes con obesidad (Sahoo, 2015). Existe evidencia emergente sobre su papel en el desarrollo de diabetes tipo 2 y enfermedades coronarias (Bhave, 2004) y está relacionado con diversas condiciones como hígado graso, apnea del sueño, asma, colesterol elevado, coledocistitis, intolerancia a la glucosa, deterioro de la piel, anormalidades menstruales, equilibrio alterado y problemas ortopédicos (Sahoo, 2015).

Además de las muchas condiciones médicas que causa, la obesidad afecta la salud emocional de los niños y adolescentes. Usualmente son molestados, son sujetos a estereotipos negativos, discriminación y marginalización social (Sahoo, 2015). Todos estos problemas sociales contribuyen a una baja autoestima, baja confianza y una imagen negativa que puede afectar el rendimiento académico. Aunado a lo anterior, los niños y adolescentes con obesidad, tienden a tener menos amigos y pasan más tiempo en actividades sedentarias (Niehoff, 2009).

Fisiopatología de la Obesidad

Una porción considerable de complicaciones metabólicas y cardiovasculares de la obesidad se deben a la presencia de resistencia a la insulina e hiperinsulinemia. La resistencia a la insulina se caracteriza por la ausencia de una respuesta normal en tejidos blanco de esta hormona (Yeste, 2011). A su vez, esta insulinoresistencia tiene como mecanismo compensador la hiperproducción de insulina. Cuando la hiperinsulinemia compensadora resulta insuficiente para mantener la homeostasis, aparecerá intolerancia a la glucosa y posteriormente diabetes tipo 2 (Yeste, 2011).

El mecanismo fisiopatológico por el que la obesidad induce resistencia a la insulina y otras complicaciones es multifactorial (Yeste, 2011) (Fig. 2). En los últimos años se ha puesto de relieve la

capacidad del tejido adiposo, en particular el visceral, para producir una gran variedad de moléculas multifuncionales, llamadas adiponectinas, que ejercen un papel preponderante en la regulación del metabolismo y la homeostasis energética (Yeste, 2011).

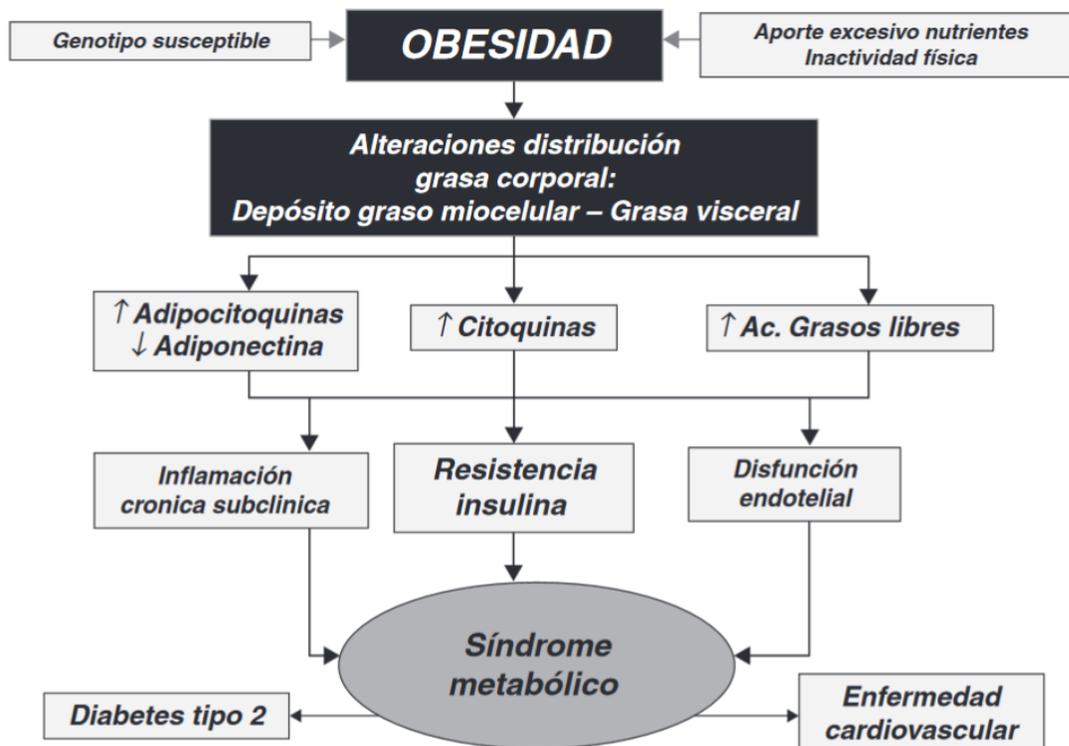


Figura 2. Mecanismos y factores relacionadas con la obesidad. Tomado de Yeste, 2011.

La adiponectina es una hormona proteica que mejora la sensibilidad a la insulina al inhibir la gluconeogénesis hepática, aumentar la captación y utilización de glucosa por el músculo esquelético y favorecer la reducción del depósito de triglicéridos en hígado y músculo (Yeste, 2011). Los niveles circulantes de adiponectina están reducidos en la obesidad, estados de resistencia a la insulina y diabetes tipo 2 (Kadowaki, 2006). De hecho, en niños y adolescentes, la adiponectina es un excelente factor predictivo de sensibilidad a la insulina, independiente del grado de obesidad (Lee, 2006). De tal forma que la reducción de los niveles de esta citocina se ha implicado como mecanismo patogénico de la resistencia a la insulina y del síndrome metabólico (Yeste, 2011).

El tejido adiposo también es fuente de otras citocinas con actividad proinflamatoria como el factor de necrosis tumoral alfa, la interleucina-6, amiloide sérico A, resistina e inhibidor del activador del plasminógeno, entre otras. Estas moléculas están involucradas en la modulación de la inflamación

crónica de baja intensidad que acompaña a la obesidad y también parecen intervenir activamente en el desarrollo de resistencia a la insulina (Gómez-Ambrosi, 2008).

Además de hormonas y citocinas, el tejido adiposo tiene la capacidad de liberar ácidos grasos y glicerol al torrente sanguíneo. En particular, el tejido adiposo visceral, contrario al subcutáneo, tiene una alta actividad lipolítica que favorece la liberación de triglicéridos a la circulación y por el eje portal hacia el hígado (Saland, 2007). Se ha demostrado que éstos ácidos grasos libres inhiben la cascada de acción de la insulina y bloquean el efecto de esta hormona sobre la translocación de los transportadores de glucosa GLUT-4, disminuyendo el transporte efectivo de glucosa hacia el interior de la célula (Kahn, 2000).

En los niños con obesidad, la nutrición puede ser un factor adicional que favorezca problemas en el metabolismo de la glucosa. Tanto en modelos animales como en humanos se ha encontrado que dietas hipercalóricas, en particular aquellas altas en grasa y carbohidratos y con un bajo aporte de fibra favorecen el desarrollo de resistencia a la insulina (Cañete, 2007).

La insulinoresistencia es un factor clave en el desarrollo de síndrome metabólico, la asociación de varios factores de riesgo precursores de enfermedad cardiovascular arteriosclerótica y de diabetes tipo 2. Se ha confirmado la presencia de síndrome metabólico en población pediátrica y se estima que el 80% de los casos en niños y adolescentes se presentan en aquellos con obesidad (Yeste, 2011).

Índice Cintura Estatura

Las mediciones antropométricas como el Índice de Masa Corporal (IMC), Circunferencia de Cintura (CC) y el Índice Cintura Estatura (ICE) son obtenibles fácilmente y son herramientas de muy bajo costo que sirven para identificar la obesidad en niños (Jensen, 2016).

El IMC es buen indicador del exceso de adiposidad, sin embargo, por si mismo no puede discernir entre el exceso de grasa o una elevada masa muscular, además de no poder reflejar la distribución de grasa en los sujetos medidos (Ugalde, 2020). Por otro lado, la CC tiene alta sensibilidad y especificidad para la medición de la grasa superior, en personas jóvenes. Por lo tanto, es útil para identificar al sobrepeso y a la obesidad, así como el riesgo de desarrollar complicaciones metabólicas (Bacopoulou, 2015). A pesar de que la CC es un excelente marcador para conocer la grasa central, es necesario comparar el dato individual con tablas para la edad y género de los adolescentes (Eun-Gyong, 2016).

Por otro lado, el ICE demuestra ser un buen predictor de la morbilidad y mortalidad (Ashwell, 2005), el cual se ha llegado a recomendar como una medida antropométrica sustituta por su gran capacidad para identificar individuos con riesgos en la salud, independientemente del peso corporal (Ugalde, 2020). La mayoría de los autores toman como único punto de corte del ICE a 0.5; al demostrarse que valores iguales o superiores a 0.5 están relacionados con adiposidad visceral aumentada (obesidad central) y riesgos cardio metabólicos (Brannsether, 2011). Este punto de corte único también permite interpretar al ICE de una manera más sencilla y clara (Ashwell, 2005). Es así que el ICE se ha consolidado como una medición antropométrica confiable en niños, para diagnosticar obesidad y un reciente metaanálisis encontró que el ICE está fuertemente correlacionado con la masa grasa medida con DEXA, demostrando una alta confiabilidad y validez para diagnosticar obesidad en poblaciones pediátricas (Martin-Calvo, 2016).

Crecimiento en niños y adolescentes

Desarrollo en la niñez y pubertad

El crecimiento, incremento en el tamaño del cuerpo dado por la ganancia de altura y peso, se considera el principal indicador de salud en la niñez y adolescencia. Diversas condiciones influyen directa o indirectamente el crecimiento, entre ellas: factores genéticos, ambientales, nutricionales, metabólicos, hormonales, factores psicoactivos, condiciones mórbidas y el nivel de AF (Alves, 2019).

El crecimiento durante la niñez es un proceso relativamente estable. Hasta los 4 años, las niñas crecen ligeramente más rápido que los niños y ambos sexos crecen en promedio 5-6 cm por año y 2.5 kilos por año hasta la llegada de la pubertad. Una guía útil es considerar que los niños crecen 10 cm en su primer año de vida, 5 cm en el segundo año, y después 5-6 cm cada año hasta la pubertad (Rogol, 2000).

La pubertad es un periodo dinámico con cambios rápidos en tamaño, forma y composición del cuerpo. El comienzo de la pubertad corresponde a la edad biológica de ≈ 11 años en niñas y ≈ 13 años en niños (Rogol, 2000). En promedio, las niñas entran y completan cada etapa de la pubertad antes de los niños. Uno de los acontecimientos clave durante la pubertad es el crecimiento repentino. Conforme se aproxima la pubertad, la velocidad de crecimiento disminuye, antes de acelerarse bruscamente a la mitad de la pubertad. Las niñas usualmente alcanzan una velocidad de crecimiento de 9 cm por año a los 12 años de edad, alcanzando a crecer 25 cm durante la pubertad. Los niños,

alcanzan una velocidad de 10.3 cm por año, dos años después de las mujeres y ganan 28 cm en el mismo periodo (Kappy, 1994).

La pubertad también es un periodo significativo de ganancia de peso; 50% del peso corporal del adulto se obtiene en la adolescencia (Rogol,2000). En niños, el pico de ganancia de peso ocurre al mismo tiempo que el pico de crecimiento y logra aumentar en promedio 9 kg por año. En niñas, la ganancia de peso se da ligeramente antes que el pico de crecimiento (6 meses) y logran aumentar 8.3 kg por año alrededor de los 12.5 años. El aumento de peso desacelera de manera similar el crecimiento en las etapas tardías de la pubertad (Rogol, 2000).

También se dan cambios drásticos en la composición corporal, incluyendo alteraciones en la proporción de agua, músculo, grasa y hueso como parte de la maduración puberal (Rogol, 2000). Bajo la influencia de la testosterona, los niños tienen un aumento significativo en el crecimiento de huesos y músculo, aunado a una pérdida simultánea de grasa en las extremidades. El pico de pérdida de grasa y desarrollo de músculo se da al mismo tiempo que el pico de crecimiento. Al declinar la velocidad de crecimiento, la acumulación de grasa se resume en ambos sexos, pero es el doble de rápida en niñas. El aumento en la masa muscular lleva a un aumento de fuerza en los hombres.

Porcentaje de Masa Grasa de acuerdo a la Edad

La cantidad de masa grasa en el cuerpo es de vital importancia para evaluar el estado de salud de las personas de todas edades. En los últimos años se han desarrollado tablas de percentiles de masa grasa en niños y niñas de Gran Bretaña, España, Estados Unidos y recientemente en México (Costa-Urrutia, 2019).

Para niños, no existe un punto de corte aceptado a nivel internacional para definir el exceso de masa grasa, usualmente reportado como porcentaje de masa grasa. En el estudio de McCarthy et al. realizado en Gran Bretaña, se establecieron puntos de corte para “baja grasa”, “sobre grasa (overfat)” y “obesidad” siendo los centiles 2, 85 y 95 respectivamente (McCarthy, 2006). Los valores de porcentaje de masa grasa en “sobre grasa” para niños van del 18.6% al 20.1%; mientras que para obesidad los valores van del 21.4% a los 5 años a 28.3% a los 11 años. En el caso de las niñas, los valores de “sobre grasa” van de 21.5% a los 5 años hasta 30.8% a los 18 años; para obesidad van de 24.3% a los 5 años hasta 34.8% a los 18 años (McCarthy, 2006).

Sin embargo, estudios posteriores han descrito que niñas con 30% y niños con 25% de masa grasa están asociados con bajos niveles de Lipoproteína de Alta Densidad, triglicéridos elevados,

colesterol total elevado, tensión arterial encima del promedio y mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (Costa-Urrutia, 2019). En población mexicana se han adoptado estos puntos de corte (30% para niñas y 25% para niños) para diagnosticar obesidad de acuerdo al porcentaje de masa corporal (Costa-Urrutia, 2019).

En la Tabla 1 se pueden observar los percentiles de masa grasa por sexo y edad en población mexicana, medidas a través de bioimpedancia con equipos InBody J10. De manera preocupante se puede apreciar que las niñas de 3-8 años muestran un 30% de masa grasa en el percentil 75, mientras que las niñas de 9-17 años lo presentan en el percentil 50. En el caso de los niños se observa algo similar pues el 25% de masa grasa se observa en el percentil 50 en niños de 7-13 años y en niños de 14-16 años está cercano al percentil 75.

En comparación del estudio de McCarthy, los niños y niñas de la Ciudad de México presentan una mayor adiposidad. Esto es consistente con lo que mencionan Costa-Urrutia et al. ya que enfatizan que, en comparación con los estándares de crecimiento de la OMS, los niños y niñas de México presentan un IMC más alto (Costa-Urrutia, 2019).

Tabla 1. Percentiles de Masa Grasa por Edad en México

Age	Variables	Girls							Boys						
		P5	P15	P25	P50	P75	P85	P95	P5	P15	P25	P50	P75	P85	P95
3	WHO-BMI	13.4	14.4	15.5	15.4	16.3	16.8	17.8	13.7	14.4	14.8	15.6	16.4	16.9	17.8
	BMI	14.5	14.7	14.8	15.9	17.3	18.0	19.1	13.9	14.4	14.7	15.7	16.8	17.2	17.7
	%BF	14.8	16.9	18.6	24.0	30.0	32.5	35.0	14.2	17.4	18.5	21.2	28.6	31.9	35.9
4	WHO-BMI	13.2	13.9	14.4	15.3	16.3	16.8	17.9	13.4	14.1	14.5	15.3	16.2	16.7	17.6
	BMI	14.1	14.5	14.6	15.7	16.9	17.4	18.0	13.9	14.3	14.5	15.4	16.9	18.0	19.1
	%BF	13.2	16.3	16.8	21.5	27.0	29.5	31.5	8.8	12.6	16.8	20.6	29.1	34.8	42.5
5	WHO-BMI	13.1	13.8	14.3	15.2	16.3	16.9	18.1	13.4	14.0	14.4	15.3	16.2	16.7	17.7
	BMI	13.4	13.9	14.1	15.2	17.1	19.5	20.9	13.5	14.1	14.4	15.9	17.8	18.6	19.8
	%BF	10.5	13.4	15.7	22.3	29.0	31.7	34.3	12.48	15.54	17.76	21.30	25.90	29.90	38.31
6	WHO-BMI	13.1	13.8	14.3	15.3	16.4	17.1	18.4	13.4	14.0	14.5	15.3	16.3	16.8	17.9
	BMI	13.7	14.3	14.7	16.2	18.4	20.4	21.2	13.3	13.9	14.5	16.2	18.0	18.9	19.6
	%BF	12.3	14.7	16.5	21.8	27.4	30.2	32.3	12.1	14.9	16.5	20.9	25.4	29.0	37.3
7	WHO-BMI	13.1	13.9	14.4	15.4	16.6	17.4	18.9	13.5	14.2	14.6	15.5	16.5	17.1	18.3
	BMI	13.2	13.9	14.4	16.5	20.1	23.7	25.2	14.2	14.7	15.6	16.9	19.1	20.3	21.3
	%BF	9.74	13.1	16.1	23.8	31.8	35.0	37.9	12.3	15.8	17.2	21.40	30.3	33.20	39.2
8	WHO-BMI	13.3	14.1	14.6	15.7	17.0	17.9	19.5	13.7	14.4	14.8	15.8	16.9	17.5	18.9
	BMI	13.4	14.0	16.0	18.4	22.1	23.8	25.7	12.9	13.9	14.7	17.2	20.7	22.5	24.4
	%BF	9.16	12.9	15.7	23.7	31.1	35.5	36.9	15.7	16.6	18.3	24.2	35.4	40.8	52.0
9	WHO-BMI	13.6	14.4	15.0	16.1	17.6	18.5	20.3	13.9	14.6	15.1	16.1	17.3	18.8	19.5
	BMI	15.2	15.9	16.0	18.4	22.1	23.8	28.2	14.1	15.3	16.1	19.7	23.8	25.7	27.9
	%BF	11.5	18.4	22.6	31.8	39.2	41.8	44.3	13.3	17.3	20.9	29.1	37.1	41.8	45.9
10	WHO-BMI	14	14.8	15.4	16.7	18.2	19.2	21.2	14.2	14.9	15.4	16.5	17.8	18.6	20.3
	BMI	15.1	16.5	17.5	20.0	23.3	25.0	26.2	15.7	16.6	17.8	20.8	23.9	25.8	27.4
	%BF	14.8	18.4	21.4	28.9	36.2	39.1	41.7	10.3	19.3	25.2	32.9	37.8	37.8	37.8
11	WHO-BMI	14.4	15.3	16.0	17.3	19.0	20.0	22.2	14.5	15.3	15.8	17.0	18.4	19.3	21.2
	BMI	16.8	17.8	18.5	21.5	24.8	27.5	28.4	14.9	15.9	16.9	20.3	24.7	26.9	29.5
	%BF	18.2	20.9	23.1	30.2	37.0	39.1	43.4	11.8	16.3	20.4	31.4	38.4	41.7	44.8
12	WHO-BMI	15	15.9	16.6	18.1	19.9	21.0	23.4	14.9	15.8	16.3	17.6	19.1	20.1	22.2
	BMI	16.5	17.5	18.1	21.2	26.0	29.5	31.8	14.7	16.2	17.1	21.4	25.4	28.5	30.9
	%BF	19	22.4	25.0	32.1	39.2	42.5	44.8	14.3	16.3	19.9	29.0	40.61	45.2	51.5
13	WHO-BMI	15.5	16.6	17.3	18.9	20.8	22.0	24.5	15.4	16.4	17	18.3	19.9	21	23.2
	BMI	16.2	17.5	18.5	21.9	25.5	28.2	29.1	16.8	17.7	18.7	21.7	25.4	27.4	29.4
	%BF	17.5	21.7	24.8	32.6	39.2	42.0	44.1	12.8	15.2	17.9	25.9	35.0	39.7	47.8
14	WHO-BMI	16.1	17.2	18	19.6	21.6	22.9	25.6	16.3	17.3	18	19.5	21.3	22.4	24.8
	BMI	17.8	18.3	20.1	23.7	28.5	32.2	33.7	15.3	16.4	17.4	20.6	24.5	26.4	28.4
	%BF	20.8	23.0	30.3	35.9	43.9	44.4	47.1	13.1	14.8	16.0	19.4	28.1	34.8	44.4
15	WHO-BMI	16.5	17.7	18.5	20.3	22.4	23.7	26.4	16.6	17.6	18.3	19.8	21.7	22.9	25.3
	BMI	17	18.3	19.1	22.7	28.1	34.4	36.2	17.5	18.7	20.0	23.6	28.0	30.0	31.7
	%BF	20.8	24.4	26.7	33.8	40.7	43.6	46.1	12.6	15.8	17.8	22.2	34.2	39.4	48.3
16	WHO-BMI	16.8	18.1	18.9	20.7	22.9	24.3	27	17.1	18.2	19	20.6	22.5	23.7	27.3
	BMI	18	19.0	20.1	23.7	29.4	35.2	36.8	15.9	17.4	18.5	23.4	30.4	33.9	39.1
	%BF	19.5	23.3	25.3	33.5	41.4	44.7	47.8	14.5	15.8	17.0	23.4	32.2	36.1	39.9
17	WHO-BMI	17	18.3	19.2	21.1	23.3	24.7	27.4	17.6	18.7	19.5	21.2	23.2	24.5	27.0
	BMI	17.5	18.6	19.0	21.6	26.6	34.4	36.4	16.9	19.1	19.9	24.8	32.1	35.6	40.7
	%BF	18.4	21.0	23.5	30.9	39.4	43.3	47.1	15.9	18.1	19.9	26.2	38.2	58.9	61.1

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212792.t003>

Tabla 1. Percentiles de porcentaje de masa grasa en una muestra de 2,182 niños y niñas de la Ciudad de México. Tomado de Costa-Urrutia et al., 2019.

Ejercicio y actividad física

Inactividad Física y Sedentarismo

La inactividad física y el sedentarismo son dos conceptos clave para entender el bajo gasto energético que contribuye al exceso de peso. Por un lado, el sedentarismo es definido como “una serie de actitudes individuales donde se prefieren las posiciones sentadas o acostadas, implicando un muy bajo gasto de energía” (Varela-Moreiras, 2013).

Por otro lado, la inactividad física es: “el espectro de cualquier decremento en movimientos corporales que produce a su vez un decremento en el gasto energético comparado con niveles basales” (Booth, 2017). De manera cuantitativa, se considera que la inactividad física en niños y jóvenes está presente si no se cumple la recomendación de la OMS de realizar al menos 60 minutos diarios de AF de intensidad moderada a vigorosa (Medina, 2018).

Dentro de los factores más significativos relacionados con la obesidad es un estilo de vida sedentario o inactivo físicamente (Sahoo, 2015). El tiempo dedicado a comportamientos sedentarios (ver la televisión, uso de celular, etc.) disminuye el tiempo dedicado a la AF (Sahoo, 2015). En México, se ha determinado una relación entre la inactividad y las personas con obesidad (Medina, 2013), además de que el Instituto Nacional de Salud Pública reporta que el 80% de los niños y el 35% de los adolescentes son inactivos físicamente (Medina, 2018), cifras que nos colocan en el último lugar en tiempo de AF para países hispano-parlantes (Montero, 2017). Este comportamiento puede ser parcialmente explicado porque México sufre de un bajo modelaje de los padres de familia para fomentar la AF en sus hijos (Pintos, 2004).

Actividad física, ejercicio e intensidad

La actividad física es cualquier movimiento corporal que realizamos que represente un gasto energético adicional al gasto energético basal (Caspersen, 1985). Existe un sinnúmero de actividades que implican movimiento, que entran en la definición de AF. Dentro de ellas podemos considerar a las labores del hogar (barrer, trapear, acomodar cosas, planchar, etc), labores de construcción, jardinería, cocinar, cargar objetos ligeros o pesados, entre muchas otras. Todas estas actividades las pueden llevar a cabo sin distinción, niños y adultos.

Dentro de la AF se encuentra el ejercicio, que además de implicar un gasto energético adicional, se caracteriza por ser planeado, estructurado y repetitivo en sus movimientos, además de realizarse con el propósito de incrementar o mantener uno o más componentes de la aptitud física (Caspersen,

1985). Estas actividades pueden realizarse individualmente o en grupo, y algunos ejemplos serían saltar la cuerda, nadar, andar en bicicleta, trotar, usar aparatos de entrenamiento, por mencionar algunos. Es importante recalcar que el ejercicio realizado de manera adecuada puede mejorar algunos componentes de la aptitud física (Watts, 2005). A su vez, dentro del ejercicio, se encuentra el deporte, que además de las características del ejercicio, incluye una serie de reglas y el aspecto competitivo.

De acuerdo a la OMS, los niños y adolescentes deben realizar por lo menos 60 minutos diarios de AF de intensidad moderada a vigorosa (explicado más adelante) para ser considerados físicamente activos y obtener beneficios a la salud (OMS, 2010). Los niños y adolescentes pueden acumular AF a lo largo del día mediante distintas actividades como ir a la escuela, transportarse al caminar, andar en bicicleta, participar en deportes o bien, jugar al aire libre o en casa (OMS, 2010).

Pese a lo anterior, se calcula que a nivel global solo el 19.3% de los niños y adolescentes cumplen con la pauta de 1 hora de AF al día. Este bajo tiempo de AF también se refleja en México, pues Medina et al. reportaron que los niños solamente realizan 24.5 minutos de AF moderada a intensa en el día (Medina, 2018), un hallazgo similar al encontrado por nuestro grupo de investigación, donde reportamos un tiempo de ejercicio de 18 minutos al día (Parra Solano, 2017). Además, nuestro estudio reporta un aumento de 12 minutos en el tiempo de AF después de ingresar al programa *Sacbe*, una intervención enfocada en promocionar vida saludable, de 18 a 30 minutos al día, aún lejos de lo esperado (Parra Solano, 2017).

Lo antes mencionado ha llevado a buscar métodos para cuantificar la actividad de los niños de manera válida y confiable. Aunque el uso de acelerómetros se considera un estándar de oro, se ha buscado, tanto por accesibilidad como por precio, el uso de reportes o auto reportes que puedan medir la AF. En 1998, a raíz de un esfuerzo internacional, nace el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ por sus siglas en inglés) que ha sido ampliamente validado en población adulta (Craig, 2003).

En niños, no existe una opción única, perfectamente confiable, pues todos presentan ventajas y desventajas (IPAQ, PAQ-C, IPAQ-A). La ENSANUT 2012 y 2016 usó el cuestionario *Health Behaviour in School-aged Children* (HBSC por sus siglas en inglés), sin embargo solo toma como válido la AF si sobrepasa los 60 min continuos (Medina, 2018). Un estudio español reciente, intentó validar los cuestionarios PAQ-C (Physical Activity Questionnaire for children) e IPAQ-A (Cuestionario Internacional de Actividad Física para Adolescentes) comprando los datos con un acelerómetro, sin

éxito (Martín-Bello, 2020). Sin embargo, aún sin un estándar en cuestionarios de AF para niños y Adolescentes, se ha utilizado el IPAQ versión corta en estas poblaciones en otros países (San Mauro, 2015), así como para adolescentes en México (Medina, 2018).

Todas las actividades físicas, incluyendo el ejercicio, resultan en un gasto de energía que varía desde niveles muy bajos de actividad sedentaria como permanecer sentado, hasta niveles extremos de alta intensidad de ejercicio en deportistas élite (Norton, 2010). El nivel de gasto de energía es comúnmente denominado “intensidad” y se puede medir de acuerdo con la frecuencia cardíaca durante el ejercicio (HR máx), el consumo de oxígeno (VO₂ máx) o como múltiplos de los niveles metabólicos en reposo, denominados Equivalentes metabólicos (METs) (Norton, 2010). De acuerdo al gasto energético, la intensidad se clasifica en:

- Intensidad sedentaria: < 1.6 METs o < 40% HR máx o < 20% VO₂ máx
- Intensidad ligera: 1.6 < 3 METs o 40 < 55% HR máx o 20 < 40% VO₂ máx
- Intensidad moderada: 3 < 6 METs o 55 < 70% HR máx o 40 < 60% VO₂ máx
- Intensidad vigorosa: 6 < 9 METs o 70 < 90% HR máx o 60 < 85% VO₂ máx
- Intensidad elevada: ≥ 9 METs o ≥ 90% HR máx o ≥ 85% VO₂ máx

Las actividades sedentarias generalmente involucran todas las actividades que se realizan sentadas. Las actividades de intensidad ligera incluyen tareas domésticas u ocupacionales como lavar platos, planchar, cocinar, etc. Las actividades de intensidad moderada incluyen entre otras caminar por más de 10 minutos, nado recreativo, tenis social, golf, cargar cosas ligeras o andar en bicicleta. Las actividades vigorosas incluyen trotar, una clase de spinning, aeróbicos, escalar o tenis competitivo. Por último, las actividades de intensidad elevada, particularmente raras en la vida diaria, usualmente se limitan a esfuerzos durante programas de acondicionamiento para atletas (Norton, 2010).

Ejercicio aeróbico y anaeróbico

El Colegio de Medicina del Deporte Americano (ACSM por sus siglas en inglés) define al ejercicio aeróbico como cualquier actividad que utiliza a grandes grupos musculares, que mantiene el esfuerzo de manera continua y que tiene una naturaleza rítmica (ACSM, 2013). Ejemplos de este tipo de ejercicio son: andar en bicicleta, bailar, correr, trotar, nadar y caminar por mencionar algunos. El ejercicio anaeróbico consiste en una AF intensa de muy corta duración, dependiente de las fuentes de energía en el músculo contráctil e independiente del uso de oxígeno inhalado como una fuente energética (ACSM, 2013). Los sprints o carreras cortas, las autocargas (lagartijas,

sentadillas), el entrenamiento de alta intensidad por intervalos (HIIT por sus siglas en inglés) y la halterofilia son algunos ejemplos.

Modelo FITT para prescripción de ejercicio

Para conocer si el ejercicio realizado por los sujetos es lo suficiente para lograr un estado más saludable, los investigadores comúnmente utilizan la duración, frecuencia, tipo e intensidad de la práctica para establecer los lineamientos y recomendaciones generales sobre el tipo de actividad a realizar que le permitan mantener y mejorar la condición física, es decir, para prescribir el ejercicio (Rivera, 2014). Al conjunto de estos parámetros se le conoce como FITT por sus siglas en inglés: Frequency (Frecuencia), Intensity (Intensidad), Time (Duración) y Type (Tipo).

La duración del ejercicio es el plazo de tiempo que se invierte en una actividad. Responde a la pregunta: ¿Cuánto tiempo?

La frecuencia del ejercicio es el número de veces que se lleva a cabo una actividad durante un lapso de tiempo determinado. Responde a la pregunta: ¿Qué tan a menudo se realiza la actividad? Esta es probablemente la característica más difícil de cumplir ya que requiere dedicar tiempo para su realización (ajustar los horarios del día, vestirse adecuadamente, ducharse, etc.) (Rivera, 2014).

La intensidad del ejercicio expresa generalmente el sentimiento subjetivo de qué tan demandante percibe el esfuerzo la persona. Relacionada con el gasto energético (descrito anteriormente), es una manera de conocer el nivel de esfuerzo de una persona durante el entrenamiento.

El tipo de ejercicio se refiere a la modalidad elegida para la mejora o mantenimiento de la aptitud física, sea ejercicio aeróbico, anaeróbico o una combinación de ambos.

Intervenciones para disminuir el sobrepeso y obesidad en niños

Estrategias para la pérdida de peso en niños

Existen una variedad de enfoques cuando se trata de combatir la obesidad infantil y juvenil, pero esencialmente se pueden agrupar en intervenciones dietéticas, de AF, farmacológicas y de intervención quirúrgica.

En términos de intervenciones farmacológicas, se han desarrollado múltiples fármacos para combatir la obesidad en adultos, y aunque algunos han sido probados en ensayos clínicos con adolescentes, las opciones reales se han reducido a orlistat y metformina (Sabin, 2015). La metformina continúa usándose en pacientes con resistencia a la insulina y/o que tengan anomalías en el metabolismo de glucosa, sin embargo, solo ha sido asociado a reducciones

modestas en el IMC aunado a intervenciones de estilo de vida en el corto plazo (Sabin, 2015). Una revisión sistemática mostró evidencia de calidad moderada, basada en 8 estudios, de que la ingesta de metformina durante 6 meses lograba una pérdida de peso de 3.26 kilos (IC 95% -4.23-2.30) (McDonagh, 2014). Por el lado del orlistat, un estudio demostró que después de 12 meses de uso, los participantes redujeron su peso en casi 3 kilos (Li, 2005).

La cirugía bariátrica está asociada con una tasa baja de complicaciones en el corto plazo y conlleva a la pérdida de peso sostenida en la adultez. Sin embargo, falta información respecto al efecto a largo plazo y a su efectividad y seguridad (Lennerz, 2014).

Actualmente, las guías de práctica clínica para el manejo de la obesidad infantil se enfocan en dieta y en AF como pilares del tratamiento (Richardson, 2013). De hecho, la combinación de cambios dietéticos, AF y componentes de comportamiento son efectivos para la pérdida de peso y actualmente se consideran la mejor práctica en el tratamiento de la obesidad en niños y adolescentes (Mead, 2017 y Al-Khudairy, 2017). Pese a lo anterior, en revisiones Cochrane evaluando ensayos clínicos de intervenciones de pérdida de peso en niños y adolescentes, solo se encuentra evidencia de calidad moderada o baja respecto a la eficacia de las intervenciones que involucran dieta, AF y cambios de comportamiento en la disminución de peso e IMC, respectivamente. Lo anterior debido a resultados inconsistentes, sesgo y tamaños de muestra reducidos (Mead, 2017 y Al-Khudairy, 2017).

El papel de los padres

Al no existir un “estándar de oro” en el tratamiento de la obesidad, la OMS enfatiza la importancia de llevar a cabo un manejo del estilo de vida basado en la familia (OMS, 2016). La obtención de buenos hábitos en casa, como establecer rutinas de alimentación u ofrecer opciones de comida saludable, dependen de la interacción padres-hijos, así como de la creación de un ambiente óptimo para los niños y adolescentes (Kitzmann, 2011).

El programa DRIVE (Desarrollo de Relaciones que Incluyen Valores de Alimentación y Ejercicio, por sus siglas en inglés), dirigido a padres de familia busca promover hábitos saludables desde el entorno natural de la familia. En su programa piloto con 16 núcleos familiares (conjunto padre-hijo), las 8 familias dirigidas al programa DRIVE lograron disminuir el puntaje z del IMC, peso corporal y el % de peso corporal tras 19 semanas en comparación de las otras familias que solo recibieron información sobre salud a través de correos (Hawkins, 2019). En un estudio longitudinal a 10 años en niños con obesidad, se encontró una disminución en la proporción de obesidad cuando se dirigía la

intervención a padres e hijos, en comparación de un aumento en la tasa de obesidad cuando la intervención solo se dirigió a los hijos (Epstein, 1990). En México, Rodríguez-Ventura et al. lograron una disminución significativa del z-score en niños y adolescentes (38.8 vs 37.3) al incluir la participación de los padres como parte integral de la intervención de pérdida de peso (Rodríguez-Ventura, 2018). Lo anterior demuestra la importancia de involucrar al núcleo familiar en las intervenciones contra la obesidad.

Sacbe

El programa Sacbe es un Programa Educativo Clínico y Nutricional (CNEP por sus siglas en inglés) fundado por la Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura en 2013, a partir de su experiencia en los programas educativos estadounidenses del Diabetes Prevention Program y el estudio TODAY (Treatment Options for type 2 Diabetes in Adolescents and Youth). Este es un programa multidisciplinario compuesto por médicos, nutriólogas y un especialista en ejercicio.

El programa Sacbe se enfoca en la promoción de un estilo de vida saludable a través de la educación y tomando en cuenta el contexto sociocultural de los pacientes. Adicionalmente, se incluye el modelo prececer-proceder propuesto por Huang (Huang, 2003) así como sesiones grupales y la participación activa de los familiares.

Sacbe consiste en 4 talleres educativos al mes impartidos de manera virtual, así como en la asesoría médica, nutricional y de ejercicio para la familia. El equipo está encargado de reforzar hábitos saludables, impartir los talleres educativos, diagnosticar el estado médico y nutricio, e identificar factores de riesgo para sobrepeso/obesidad y diabetes.

El papel del ejercicio en la pérdida de peso

Intervenciones basadas en ejercicio

Es evidente que el ejercicio y la AF forman parte de un estilo de vida saludable y de las intervenciones para disminuir el peso, IMC y porcentaje de grasa en niños y adolescentes con obesidad. Aunque muchas intervenciones incluyen aspectos multidisciplinarios, también existe evidencia del efecto aislado de los distintos tipos de ejercicio en la composición corporal (Tablas 2-5). Un metaanálisis de Stoner et al. analizando ensayos clínicos aleatorizados reportó que el ejercicio ayuda a disminuir el IMC, el peso corporal, el porcentaje de masa grasa, la circunferencia de cintura y favorece un aumento pequeño en masa magra (Stoner, 2016).

Respecto al mejor tipo de ejercicio para impactar la composición corporal (aeróbico, anaeróbico o ambos), otro metaanálisis encontró una mayor disminución del peso corporal y de la masa grasa, además de un aumento significativo de masa magra en aquellos niños de 6-18 años que realizaban un protocolo mixto de ejercicio en comparación de aquellos que solamente realizaban ejercicio aeróbico (Saavedra, 2014). En intervenciones que solamente utilizan ejercicio anaeróbico en su protocolo, los resultados han sido modestos, donde sólo se logró disminuir la ingesta calórica sin cambios en la masa grasa o peso (Davis, 2009) o bien, se aumentó la densidad mineral ósea y la masa magra sin disminuir el porcentaje de grasa corporal (Van Der Heijden, 2010).

Aptitud Física y Ejercicio

La aptitud física se refiere al estado fisiológico de bienestar que le permite a uno cumplir con las demandas de la vida diaria o que provee la base del rendimiento deportivo o ambas (Warburton, 2006). Se considera un componente clave en el desarrollo integral durante la niñez (Marta, 2012). Dentro de la aptitud física existen componentes individuales, clasificados de acuerdo a su relación con la salud o con la habilidad deportiva. Dentro de los componentes relacionados a la salud están la fuerza muscular, la composición corporal, la resistencia muscular y la flexibilidad (Caspersen, 1985).

La fuerza muscular hace referencia a la cantidad de fuerza externa que pueda desarrollar un músculo. La composición corporal hace referencia a la cantidad relativa de músculo, grasa, hueso y otras partes vitales del cuerpo. La resistencia muscular se refiere a la habilidad del músculo para ejercer fuerza externa por múltiples repeticiones o fatigas sucesivas. Por último, la flexibilidad se refiere al rango de movimiento disponible para una articulación (Caspersen, 1985).

La aptitud física está directamente relacionada con la mejora de la salud (Chen, 2018). Por ejemplo, Ortega et al. reportó que la fuerza y resistencia muscular está asociado con factores establecidos y emergentes de enfermedades cardiovasculares (Ortega, 2008). De manera adicional, mejoras en la fuerza, resistencia muscular y flexibilidad tienen un efecto positivo en la salud de los huesos (Ortega, 2008).

La práctica constante de ejercicio no sólo tiene la capacidad de mejorar el metabolismo y la composición corporal. Entrenando de la manera adecuada se pueden mejorar algunos componentes de la aptitud física, aún en poblaciones con obesidad (Watts, 2005). Después de 12 semanas de entrenamiento HIIT o sesiones de fútbol, adolescentes con obesidad aumentaron su flexibilidad y fuerza de miembros inferiores (Cvetković, 2018). Otro estudio con niños con obesidad con

entrenamientos de flexibilidad y anaeróbicos, observó después de 4 meses de intervención, mejoras en flexibilidad y resistencia muscular abdominal (Schwanke, 2016). Cuando en la intervención se combinan ejercicio aeróbico y anaeróbico se logran mejoras considerables en la flexibilidad, fuerza y resistencia en un periodo de 10 semanas (Alves, 2019).

Existen una variedad de pruebas para medir la aptitud física a través de sus componentes individuales de manera relativamente sencilla ya sea dentro o fuera de un ambiente de laboratorio (Warburton, 2006). Dentro de las pruebas más comunes se encuentran la prueba de prensión manual (fuerza), lagartijas (resistencia muscular), abdominales (resistencia muscular), y la prueba de “sit-and-reach” o prueba de cajón (flexibilidad). Todas las pruebas se pueden realizar de manera segura y reproducible por personas de todas las edades. Aunque existen procedimientos más sofisticados y equipo especializado, las pruebas anteriores son adecuadas para evaluar el nivel de aptitud física relacionada a la salud (Warburton, 2006).

Intervenciones a distancia

La mayoría de las intervenciones contra la obesidad ya sean multifactoriales o de ejercicio se realizan en centros de salud o en instalaciones universitarias, sin embargo, esta modalidad no siempre es accesible y conveniente para las familias debido a compromisos en el trabajo, gastos económicos, ubicación o transportación (Conwell, 2010). Una nueva corriente de intervenciones está naciendo, que son las intervenciones de ejercicio a casa, que buscan aprovechar medios impresos o digitales. En estas intervenciones se le entrega al paciente un manual impreso o recursos digitales para que pueda realizar ejercicio en casa, sin supervisión del personal de investigación. En estos protocolos, se le indica la cantidad ideal de entrenamientos que debe realizar el paciente a la semana, y se deja a su cargo la adherencia al entrenamiento.

Hasta el momento, son muy limitados en número y no siguen un protocolo homogéneo, ni en su metodología ni en su plan de ejercicio. Lisón et al. entregó manuales impresos con ilustraciones e instrucciones claras para realizar ejercicio en casa a los participantes (Lisón, 2012). De manera similar, Bruñó et al. entregó un plan impreso suficiente para 3 meses de ejercicio a un grupo de participantes, mientras que a otro grupo se le pidió acceder a una plataforma web con el mismo contenido del manual impreso. Un tercer grupo también accedió a la misma plataforma web, además de recibir motivación y recordatorios semanales a través de correo electrónico (Bruñó, 2018). Los resultados que obtuvieron, en los grupos a distancia, fueron disminuir el IMC (Lisón, 2012) y la masa grasa (Lisón, 2012 y Bruñó, 2018).

Aún con números reducidos, nuevas propuestas de intervenciones a distancia están cobrando auge. Por ejemplo, existe el programa Health Weight Coaching de la Universidad de Helsinki, diseñado para adultos, que a través de tecnologías basadas en Internet busca educar a la gente en temas como dieta, AF, salud mental y sueño. Al mismo tiempo, los participantes registran su peso de manera semanal y contestan cuestionarios sobre estilo de vida cada 3 meses. Esto con la intención de evaluar la efectividad de intervenciones basadas en internet en el manejo de la obesidad (Suojanen, 2020). A su vez, debido a la pandemia por COVID-19, se han comenzado programas de promoción de estilo de vida saludable como el lanzado por la Universidad de Milán #StayHomeStayFit que buscan favorecer el ejercicio desde casa (Lucini, 2020).

Tablas de Aptitud Física

Existen diversos estudios a nivel mundial que brindan valores de referencia en AF para poblaciones específicas, útiles en el campo educativo y en la salud pública. En este contexto, la evaluación normativa permite establecer una distribución percentilica del comportamiento de los valores relativos a los componentes de la aptitud física y, a partir de ella, redactar tablas o cartas. Así, se pueden comparar con valores de referencia para una población específica, posicionando a cada niño o adolescente en términos percentílicos relativos a la población estudiada (Bustamante, 2012).

Cada país lleva a cabo la batería de pruebas que mejor cree conveniente o que se ajusta mejor a las estrategias nacionales de salud (Mellado Peña, 2020). Al no existir una batería de pruebas oficial para Latinoamérica, en contraposición al FITNESSGRAM estadounidense o al EUROFIT europeo, los países latinoamericanos presentan discrepancias notables en las pruebas realizadas. Usualmente concuerdan en medir salto horizontal, Flexibilidad (Test Sit and Reach), resistencia muscular del abdomen (abdominales) e IMC. Sin embargo, para medir la fuerza algunos toman en cuenta dinamometría manual, mientras que otros no la miden. En el caso de la resistencia muscular, solo Brasil toma en cuenta el uso de lagartijas (Hobold, 2017), mientras que solo Chile valora las sentadillas (Mellado Peña, 2020).

La tabla de aptitud física con mayor número de datos (>2 000 000 participantes) pertenece a la Unión Europea (Tomkinson, 2018) sin embargo, los valores normativos de estos países desarrollados no tienen correspondencia en los países en desarrollo, como México, por razones económicas, sociales, culturales y geográficas (Bustamante, 2009). En Latinoamérica, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela son los únicos que han realizado los esfuerzos relativos a crear estas tablas de aptitud física, destacando la falta de información en población mexicana.

En el anexo 6 se muestran las distintas tablas de Aptitud Física de Latinoamérica como referencia.

Seguridad en el Entrenamiento

Realizar algún deporte o entrenamiento, aún con sus beneficios probados hacia la salud en poblaciones pediátricas, no implica que sean actividades libres de riesgo de lesión (Faigenbaum, 2010 y Rössler, 2014). Además del riesgo inmediato a la salud, las lesiones en personas jóvenes pueden llevar a una disminución actual y futura en las actividades relacionadas a la AF (Rössler, 2014).

Las lesiones durante la AF no son raras en poblaciones escolares y adolescentes. Evidencia proveniente de diversos países afirma que la principal causa de lesión en niños de 11 a 18 años son justamente actividades relacionadas a la AF, en particular, la práctica de algún deporte (Rössler, 2014). Sin embargo, el riesgo de lesión en los distintos tipos de actividades oscila considerablemente. Puede ser tan bajo como una incidencia de lesión del 0.50 por cada 1,000 horas de clases de educación física (Verhagen, 2009) hasta 63.0 lesiones por cada 1,000 horas de partido en jugadores de rugby menores de 18 años (McIntosh, 2010).

En protocolos de ejercicio que involucran ejercicio anaeróbico (de resistencia), se ha encontrado una tasa de lesiones relativamente baja. Faigenbaum et al. encontraron tasas de lesión de 0.176 , 0.053 y 0.055 por cada 100 horas de entrenamiento en este tipo de protocolos. De las lesiones presentadas, dos se concentraron en la región de los hombros y otra lesión en la parte anterior del muslo. Ninguna lesión fue de gravedad ni requirió más de una semana de descanso (Faigenbaum, 2010). Pese a lo anterior, el entrenamiento continuo no implica necesariamente la presencia de lesiones. Múltiples estudios han encontrado mejoras significativas en la fuerza sin reporte alguno de lesiones aun cuando el protocolo incluía movimientos complejos de halterofilia (Faigenbaum, 2010).

Para ayudar a prevenir lesiones durante el entrenamiento, Faigenbaum resalta las siguientes recomendaciones:

- Uso de ropa y calzado adecuado que permita el adecuado movimiento, además de proveer de tracción y soporte.
- Realizar actividades de calentamiento antes de entrenar.
- Incluir dentro de los entrenamientos sesiones que involucren a los grandes grupos musculares e incluir a la cadera, abdomen y espalda baja.

- Enfatizar una técnica del movimiento adecuada y no buscar priorizar el uso de pesos externos.
- Un profesional calificado que entienda los principios de entrenamiento en poblaciones jóvenes deberá proveer supervisión e instrucción a los participantes.
- Se deberá verificar que el espacio donde se entrena es seguro y libre de cualquier potencial riesgo.
- Se deberá contar con un monitoreo constante de la capacidad de cada participante de tolerar el estrés causado por el ejercicio y se deberá modificar el entrenamiento cuando sea apropiado.
- El profesional calificado deberá variar los entrenamientos para minimizar el riesgo de lesión o sobre entrenamiento.
- Se deberá tomar en cuenta en el entrenamiento el papel del estilo de vida del participante incluyendo nutrición, hidratación y sueño adecuado.

En resumen, cualquier tipo de entrenamiento, ya sea anaeróbico (de resistencia, halterofilia, pliométrico, etc.), aeróbico o la práctica deportiva son seguras para niños y adolescentes, siempre y cuando sean prescritas por un profesional capacitado y que contengan una planificación razonable.

Antecedentes

Dentro de los múltiples esfuerzos para combatir el sobrepeso y la obesidad infantil, existen numerosas intervenciones basadas en ejercicio, con o sin asesoría nutricional. Estas intervenciones son heterogéneas y difieren en el lugar en que se realiza, el protocolo de ejercicio, la duración, la adherencia, y otras características relevantes. Los distintos protocolos han logrado resultados dispares, por lo que aún no hay una sola manera de abordar el combate al exceso de peso.

Los estudios enfocados en entrenamiento anaeróbico (Tabla 2) como el de Van der Heijden et al, logran aumentos en la masa magra (55.7 vs 55.9), peso (97.0 vs 99.6) e IMC (35.3 vs 36.1) pero no se logra disminuir significativamente la masa grasa(40.8 vs 40.2) (Van der Heijden, 2010). Otro estudio con un protocolo similar, no logró cambios en el IMC, z-score del IMC, peso, masa magra o masa grasa (Davis, 2009). Aún con asesoría nutricional, la evidencia de que un protocolo exclusivamente anaeróbico ayuda a bajar de peso es casi inexistente en esta población infantil.

A su vez, existen protocolos de entrenamiento basados exclusivamente en entrenamiento aeróbico (Tabla 3), ya sea a través de disciplinas convencionales (Zhang, 2017 y Meyer, 2006) o a través de aumentar la duración de las clases de educación física en las escuelas (Coimbra, 2017). En los estudios anteriores se observa una disminución significativa en el puntaje z del IMC (2.33 vs 2.10), y una reducción considerable en la masa grasa (27.2 vs 19.8) y el IMC (29.8 vs 27.2). En particular, Zhang et al. presenta diferencias significativas en todos los rubros, sustentado en la duración prolongada de 90 minutos de los entrenamientos.

Además de los anteriores, existen algunos protocolos que combinan ejercicio aeróbico con una intervención nutricional (Tabla 4) a través de asesorías (Ounis, 2010), restricción calórica (Lee, 2010 y Saavedra, 2014) o la entrega de menús preparados (Sun, 2011). Esta combinación demuestra ser la mejor, ya que en éstos estudios se observan reducciones significativas en el peso (83.7 vs 73.2), el IMC (31.1 vs 27.2), el porcentaje de grasa (36 vs 33.6), la ingesta calórica (3136 vs 2626) y la circunferencia de cintura (82.1 vs 76.0), excepto Saavedra et al. que reporta un aumento en el peso corporal de los participantes.

Por último, se encuentran los protocolos de entrenamiento a distancia (Tabla 5), ya sea a través de manuales (Lisón, 2012) o una modalidad de prescripción de ejercicio digital (Bruño, 2018). Lisón et al lograron reducir el peso (67.2 vs 66.9), IMC (28.5 vs 27.3), z-score del IMC (2.11 vs 1.88) y la masa grasa (37.8 vs 33.4) de los participantes (Lisón, 2012). Por el contrario, Bruño et al lograron disminuciones reducidas, la más significativa, la reducción en masa grasa (38.8 vs 36.8).

Podemos observar un espectro amplio de protocolos de entrenamiento y resultados en cada uno. Utilizando estos antecedentes podemos observar ciertas características que apuntan a disminuciones más significativas. Por ejemplo, referente al tipo de ejercicio del protocolo, el entrenamiento aeróbico fue el más eficiente para disminuir el peso y la masa grasa (Zhang, 2017 y Ounis, 2010). Sin embargo, no podemos dejar de lado el componente anaeróbico de los entrenamientos que son efectivos a edades tempranas para aumentar la masa muscular (Van der Heijden, 2010). Respecto a la duración del ejercicio, Zhang et al. Y Saavedra et al. logran resultados importantes con 90 minutos de entrenamiento, pero la mayoría de los protocolos son efectivos con 60 minutos de ejercicio. En resumen, parece que el protocolo más adecuado de ejercicio sería aquel que dure alrededor de los 60 minutos y que pueda combinar ejercicio aeróbico y anaeróbico para inducir las adaptaciones a cada tipo de ejercicio.

Tablas de Antecedentes

Tabla 2. Protocolos Ejercicio Anaeróbico

Protocolos Ejercicio Anaeróbico

Autor, año, país.	Metodología	Protocolo de Entrenamiento	Resultados	p	Limitaciones
Van der Heijden et al. 2010 Estados Unidos	Cuasiexperimental Pre-Post N= 12 Adolescentes (15.5 ± 0.5 años) con obesidad (IMC >95° percentil) 12 semanas seguimiento	Entrenamiento anaeróbico , 1 hora, 2 veces por semana durante 12 semanas. Sin intervención dietética.	Peso (kg): 97.0 ± 3.8 → 99.6 ± 4.2 IMC (kg/m ²): 35.3 ± 0.7 → 36.1 ± 0.9 % Grasa (%): 40.8 ± 1.5 → 40.2 ± 1.7 Masa Magra (kg): 55.7 ± 2.8 → 57.9 ± 3.0 Masa Grasa (kg): 39.7 ± 1.9 → 40.3 ± 2.3	<.01 <.01 Nr <.01 Nr	No reportan adherencia. Tamaño de muestra reducido.
Davis et al. 2009 Estados Unidos	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 54 (16 Control, 21 Nutrición, 17 Nutrición + Ejercicio) Adolescentes Latinas (15.5 ± 1.0 años) con obesidad (IMC >85° percentil) 16 semanas seguimiento	Nutrición: Asesoría nutricionales enfocadas en consumo de carbohidratos. Nutrición + Ejercicio: Asesoría y Entrenamiento Anaeróbico 2 veces por semana durante 16 semanas	Ingesta calórica (kcal/d): 1788.1 ± 455.9 → 1436.1 ± 472.3 IMC (kg/m ²): 34.9 ± 6.8 → 34.9 ± 6.8 Z-score IMC: 2.2 ± 0.6 → 2.2 ± 0.6 Percentil IMC: 97.0 ± 3.8 → 97.0 ± 3.8 Peso (kg): 95.3 ± 24.8 → 95.3 ± 24.8 Masa Grasa (kg): 36.7 ± 13.1 → 36.7 ± 13.1 Masa Magra (kg): 55.5 ± 11.4 → 55.5 ± 11.4	0.05 0.74 0.39 0.16 0.86 0.66 0.27	No mencionan adherencia al programa de ejercicio.

19% deserción

Nr: No reportado

Tabla 3. Ejercicio Aeróbico

Protocolos Ejercicio Aeróbico

Autor, año, país.	Metodología	Protocolo de Entrenamiento	Resultados	p	Limitaciones
Zhang et al. 2017 China	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 65 (20 Control y 45 Ejercicio) Adolescentes (16-19 años) con obesidad (IMC >27.4) 12 semanas seguimiento	Ejercicio aeróbico por 90 minutos, 3-5 veces por semana. Sin intervención nutricional.	Peso (kg): 88.9 ± 9.2 → 83.1 ± 10.4 IMC (kg/m²): 31.2 ± 2.6 → 29.0 ± 2.9 Masa Grasa (kg): 27.2 ± 5.1 → 19.8 ± 5.0	<0.001 <0.001 <0.001	No reportan adherencia.
Meyer et al. 2006 Alemania	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 67 (34 Control y 33 Ejercicio) Adolescentes (14.7 ± 2.2 años) con obesidad (IMC >97° percentil) 6 meses seguimiento	Ejercicio aeróbico (Natación, caminatas y deportes) por 60-90 min, 3 veces por semana durante 6 meses.	IMC (kg/m²): 29.8 ± 5.93 → 27.2 ± 4.80 Desviaciones IMC: 2.33 ± 0.55 → 1.90 ± 0.69 Masa Grasa (%): 35.9 ± 6.99 → 34.9 ± 9.71 Índice Cintura/Cadera: 0.93 ± 0.12 → 0.87 ± 0.09 31% deserción	<0.001 <0.001 0.064 0.012	No reportan adherencia. 31% deserción
Coimbra et al. 2017 Portugal	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 73(29 Control y 44 Ejercicio) Niños y adolescentes (5-17 años) con obesidad (IMC 1 o 2 SD arriba del promedio) 8 meses seguimiento	2 horas adicionales de ejercicio, además de las 3 horas de educación física de la escuela, para completar 5 horas de ejercicio a la semana. Ejercicio aeróbico basado en juegos.	Peso (kg): 43.7 (33.6-60.5) → 44.6 (36.7-63.3) IMC (kg/m ²): 24.1 ± 4.8 → 23.8 ± 4.7 Z-score IMC: 2.33 (2.03-3.04) → 2.10 (1.80-2.90) Circunferencia Cintura (cm): 76.0 (69.6-86.9) → 75.6 (70.0-87.2) Índice Cintura/Cadera: 0.56 ± 0.07 → 0.56 ± 0.06 Masa Grasa (%): 40.1 (35.1-43.7) → 39.5 (33.8-42.6)	<0.001 0.152 0.003 0.156 0.806 0.012	No reportan adherencia.

Tabla 4. Ejercicio Aeróbico e Intervención Nutricional

Protocolos Ejercicio Aeróbico + Intervención Nutricional

Autor, año, país.	Metodología	Protocolo de Entrenamiento	Variables	p	Limitaciones
Ounis et al. 2010 Túnez	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 28 (14 Control y 14 N+ Ejercicio Aeróbico) Niños (13.2 ± 0.7 años) con obesidad (30.9 ± 1.3 IMC) 8 semanas seguimiento	Asesorías nutricionales 4 horas por semana. Ejercicio aeróbico por 90 minutos, 4 veces por semana por 8 semanas.	Peso (kg): 83.7 ± 12.8 → 73.2 ± 9.8 IMC (kg/m²): 31.1 ± 1.1 → 27.2 ± 1.3 % Grasa (%): 39.8 ± 4.6 → 35.3 ± 5.4 Ingesta calórica (kcal/d): 3136 ± 216 → 2626 ± 178	<0.001 <0.01 <0.001 <0.01	No reportan adherencia.
Lee et al. 2010 Corea del Sur	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 18 Mujeres adolescentes (16.96 ± 0.89 años) con obesidad (IMC 28.02 ± 1.89) 11 ejercicio y Restricción Calórica y 7 Control	Ejercicio aeróbico (saltar la cuerda) 35-45 min, 4 veces por semana durante 12 semanas. Restricción calórica.	Peso (kg): 72.31 ± 7.57 → 69.75 ± 6.55 IMC (kg/m²): 27.26 ± 1.82 → 26.15 ± 1.53 Músculo (%):33.54 ± 1.64 → 34.19 ± 2.12 Grasa (%):38.64 ± 2.95 → 37.27 ± 3.66 Circunferencia Cintura (cm): 82.18 ± 4.90 → 76.05 ± 5.30	<.01 <.01 Nr Nr <.05	No reportan adherencia.
Sun et al 2011 China	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 93 (17 Control, 22 Nutrición, 25 Ejercicio, 29 Nutrición + Ejercicio) Niños (13.6 ± 0.7 años) con obesidad (22.4-34.1 IMC) 10 semanas seguimiento	Para los grupos de nutrición, proveían de menús a los niños de manera diaria. El ejercicio era aeróbico en clases de 60 min, 4 veces por semana por 10 semanas.	Peso (kg): 71.4 ± 9.4 → 70.8 ± 9.5 IMC (kg/m²): 26.8 ± 2.8 → 26.2 ± 2.8 Circunferencia Cintura (cm): 87.0 ± 7.5 → 78.8 ± 6.4 Masa Grasa (%):36.0 ± 3.8 → 33.6 ± 4.5 Grasa Abdominal (%):35.2 ± 4.3 → 32.2 ± 5.6 Músculo (kg): 44.1 ± 6.4 → 44.7 ± 6.6	Nr <0.01 <0.001 <0.001 <0.001 <.05	No reportan adherencia.
Saavedra et al. 2014 España	Ensayo Clínico N= 27 (Todos Ejercicio y Dieta Hipocalórica) Niños (10,5 ± 0,9 años) con obesidad (IMC >97° percentil) 3 años seguimiento	3 sesiones aeróbicas semanales de 90 minutos, durante 3 años. A su vez estuvieron sujetos a una dieta hipocalórica (1500 cal).	Peso (kg): 60.5 ± 11.8 → 64.3 ± 15.5 IMC (kg/m ²): 27.9 ± 3.90 → 27.0 ± 5.31 Z-score IMC: 4.20 ± 2.81 → 2.07 ± 2.22 Masa Grasa (%):33.0 ± 2.92 → 30.4 ± 3.94 Masa Magra (kg): 38.1 ± 7.47 → 41.6 ± 9.17	0.806 0.813 0.012 0.043 0.803	No reportan adherencia. Tamaño de muestra reducido. 24% de deserción

Nr: No reportado

Tabla 5. Ejercicio a Distancia

Protocolos Ejercicio a Distancia

Autor, año, país.	Metodología	Protocolo de Entrenamiento	Variables	p	Limitaciones
Lisón et al. 2012 España	Ensayo Clínico Aleatorizado N= 110 (45 ejercicio presencial, 41 ejercicio en casa aeróbico+ anaeróbico , 24 controles) Niños 6-16 años de edad con obesidad (IMC >95° percentil)	Se entregó a los participantes material para realizar 5 sesiones por semana, al menos se ejercitaban 3 veces por semana. Tiempo libre. Ejercicio mixto.	Altura (cm): 152 → 155 Peso (kg): 67.2 → 66.9 IMC (kg/m²): 28.5 → 27.3 Z-score IMC: 2.11 → 1.88 Masa Grasa (%):37.8 → 33.4 Circunferencia Cintura (cm): 94.7 → 90.3	<.0001 .621 <.0001 <.0001 <.0001 .019	No reportan adherencia. 24% de deserción No reportan desviación Estándar.
Bruñó et al. 2018 España	Ensayo Clínico Aleatorizado N=52 Niños de 9-16 años (12.6 ± 1.7 años) con sobrepeso u obesidad (IMC >85° o >95° percentil) A distancia, ejercicio aeróbico + anaeróbico	Ejercicio mixto en modalidad de intervalos. 1 hora de ejercicio. 5 veces por semana.	Masa Grasa (%):-2.0 (-3.7 a -0.4) Fuerza (kg): 0.5 (-0.8 a 1.9) 52 comenzaron el estudio, abandonaron 9 82% Adherencia (Sesiones por semana atendidas): 1.1 ± 1.5	0.014 0.435 0.978	No reporta valores basales de los participantes

Planteamiento del Problema

Dentro de las tendencias de obesidad, los niveles de sedentarismo también han aumentado. La sociedad moderna incita el sobreconsumo de calorías y el uso de pantallas, disminuyendo considerablemente el tiempo de AF en las poblaciones más jóvenes, facilitando el desarrollo de sobrepeso u obesidad. Aunado a lo anterior, el confinamiento debido a la pandemia del COVID-19, produjo cambios conductuales considerables. El cierre de escuelas, parques y otros espacios públicos removieron lugares de esparcimiento para los niños, confinándolos a espacios reducidos dentro de su hogar, reduciendo aún más el tiempo que pasaban haciendo ejercicio o AF en general. Sin acceso a infraestructura pública, aislados socialmente y con facilidad para usar pantallas, es necesaria una intervención para combatir el sedentarismo y aumentar el tiempo dedicado a realizar ejercicio.

Dentro de la heterogeneidad de resultados de las diversas intervenciones y protocolos planteados para combatir el exceso de grasa corporal, hay un gran hueco en la literatura. Rara vez se reporta la adherencia al ejercicio o a la dieta misma, impidiendo evaluar por completo la efectividad de las intervenciones. A su vez, en estudios en niños y adolescentes, comúnmente se omite dar asesoría al núcleo familiar, poniendo en duda la perpetuación de los cambios positivos en el estilo de vida, lo que se podría reflejar a futuro en el aumento de peso y adiposidad, una vez termine la intervención.

Otro aspecto relevante es la validación del efecto del ejercicio que realizan los niños y adolescentes en las distintas intervenciones, pues al no medir adherencia ni componentes de la aptitud física, no se puede corroborar que los cambios en metabolismo y composición corporal se deban al protocolo de ejercicio y a las adaptaciones resultantes, en lugar de otras causas.

Justificación

El sobrepeso y la obesidad siguen siendo un problema multifactorial, arraigado en la sociedad moderna. Nuestra intervención propone una nueva estrategia para lograr una adecuada adherencia al ejercicio. Lo anterior, al facilitar el acceso a material guiado y especializado, fácilmente accesible para ser consultado en cualquier momento, desde casa. Buscando así, favorecer cambios significativos en el estilo de vida de los participantes y evitando las complicaciones asociadas al exceso de grasa corporal. Si además se toma en cuenta que la intervención coloca al núcleo familiar como parte central de la investigación donde todos los componentes reciben asesoría nutricional y de ejercicio, también planteamos que es la mejor manera para que se generen y consoliden a largo plazo hábitos saludables para toda la familia.

Existe una gran heterogeneidad de intervenciones similares en principios de dieta y ejercicio, sin embargo, son pocos los enfocados a población mexicana, por lo que nuestro estudio también busca ser modelo para la lucha contra el sobrepeso y obesidad infantil y juvenil en nuestro país.

Además, en estos tiempos de confinamiento debido a la pandemia por COVID-19, nuestra intervención cobra mayor relevancia al desarrollarse a distancia, desde casa, aprovechando recursos tecnológicos. Lo anterior nos permite, potencialmente, alcanzar una gran cantidad de personas, de manera costo-efectiva y ayudar así a proveer de una opción viable de ejercicio a un grueso de la población.

Por último, la evaluación de composición corporal, aunado a la aptitud física nos permite discriminar el efecto neto del ejercicio en esta intervención multifactorial. Al no tener la obesidad una causa única, es lógico que las intervenciones tengan que modificar o solventar una serie de factores del individuo. Sin embargo, desde el punto de vista analítico puede ser complicado o muy costoso identificar la aportación real de cada uno de los componentes de una intervención. Al evaluar la aptitud física, podemos medir cuantitativamente el efecto del ejercicio en el individuo y así relacionarlo directamente con un efecto sistémico, como la reducción de masa grasa y por el contrario, si existiesen beneficios en la composición corporal, sin una mejora en la aptitud física, se podría argumentar el papel menor del ejercicio en la intervención, a favor de otros componentes como el apoyo familiar o la dieta.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es el efecto de un programa de ejercicio a distancia en la AF y en la aptitud física en niños de 6 a 16 años con sobrepeso u obesidad del programa Sacbe del Instituto Nacional de Perinatología, después de tres meses en la intervención?

Hipótesis

El programa de ejercicio a distancia mejora al menos uno de los componentes de la aptitud física (fuerza, resistencia muscular, flexibilidad y/o composición corporal), en particular, reduce en 4% el porcentaje de grasa corporal; además aumenta el tiempo de AF al menos en 12 minutos al día en niños de 6 a 16 años con obesidad o sobrepeso del programa Sacbe del Instituto Nacional de Perinatología, después de tres meses en la intervención.

Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto del programa de ejercicio a distancia en la AF y la aptitud física (fuerza, resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal) en niños de 6 a 16 años con sobrepeso u obesidad del programa Sacbe después de 3 meses en la intervención.

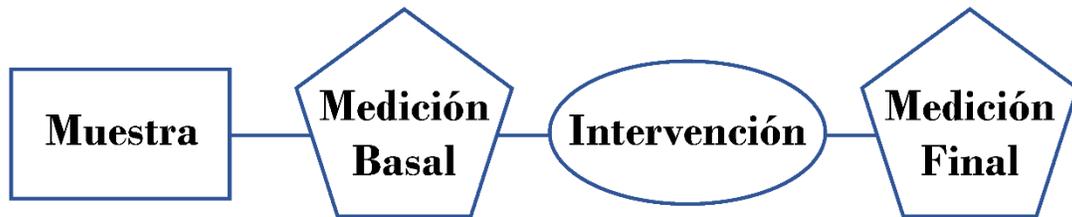
Objetivo Específicos

1. Determinar el tiempo dedicado a la actividad física, de manera basal y después de 3 meses en la intervención.
2. Comparar los siguientes componentes de la aptitud física de manera basal y después de 3 meses en la intervención
 - a. Fuerza
 - b. Resistencia muscular
 - c. Flexibilidad
 - d. Composición corporal (porcentaje de grasa y de músculo) y medidas antropométricas (peso, IMC, z-score del IMC, circunferencia de cintura) de los participantes
3. Determinar la adherencia al programa de ejercicio durante los 3 meses de intervención
4. Cuantificar la incidencia de lesiones durante los 3 meses del estudio a causa de la realización del protocolo de entrenamiento

Metodología

Diseño del estudio

Estudio cuasi-experimental “open-labelled” sin aleatorización y con un solo grupo.



Diseño de preprueba/posprueba con un solo grupo

Hernández Sampieri, 2014

Figura 3. Diseño experimental del protocolo

Selección de muestra

Criterios de Inclusión

- Niñas y niños de 6 a 16 años
- Que cumplan con el criterio de IMC para sobrepeso u obesidad de acuerdo con su edad y sexo
- Acceso a celular, tablet, laptop, computadora o similares con acceso a internet.
- Brinden su consentimiento informado y firmen carta compromiso correspondiente, además del asentimiento del niño o niña participante

Criterios de Exclusión

- Cirugías recientes que restrinjan la movilidad o impliquen tiempo de rehabilitación
- Embarazo o lactancia
- Problemas óseos o articulares
- Residir fuera del área metropolitana de la Ciudad de México
- Ingesta de medicamentos para bajar de peso como orlistat o metformina.
- Pacientes con alguna enfermedad crónica además de sobrepeso u obesidad.
- Pacientes con alguna limitación física o retraso del desarrollo psicomotor
- No contar con el asentimiento del participante y/o el consentimiento informado de los padres de familia o tutores

Criterios de Eliminación

- Retirar su consentimiento informado del programa o retirarse del programa
- Lesión o enfermedad incapacitante por 2 o más semanas
- No presentarse a las sesiones de medición o que los datos se encuentren incompletos

Cálculo del tamaño de muestra

Se utilizó la fórmula de cálculo de tamaño de muestra de la comparación de dos medias repetidas (pareadas) en un solo grupo de Marrugat (Marrugat, 1998). Al tener dos variables dependientes (aptitud física y AF moderada e intensa) realizamos dos cálculos por separado.

Como referencia para la aptitud física, utilizamos los datos obtenidos de Lisón, 2012. En su estudio, lograron disminuir el porcentaje de grasa corporal en 4 puntos completos con su programa de entrenamiento a distancia. Basados en este estudio, y poniendo como objetivo un alfa de 0.05 y un poder del 80%, calculamos lo siguiente:

Fórmula:

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 * \sigma^2}{Dif^2}$$

$Z\alpha$ = Puntaje Z para la significancia elegida (Alfa de 0.05) = 1.96

$Z\beta$ = Puntaje Z para la potencia elegida (Poder de 80%) = 0.842

Dif = Tamaño del efecto = 4

σ^2 = Varianza = 5.9^2 = 34.81

$$n = \frac{(1.96 + 0.842)^2 * 34.81}{4^2}$$

$$n = \frac{(2.802)^2 * 34.81}{16}$$

$$n = \frac{7.851204 * 34.81}{16}$$

$$n = \frac{273.3004112}{16}$$

$$n = 17.0812757$$

n=17 participantes

Como referencia para el tiempo de AF utilizamos los datos obtenidos de Parra Solano, 2017. En su estudio, lograron aumentar en 12 minutos el tiempo de AF moderada a intensa al día, después de 3 meses en el programa Sacbe. Basados en este estudio, y poniendo como objetivo un alfa de 0.05 y un poder del 80%, calculamos lo siguiente:

Fórmula:

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 * \sigma^2}{Dif^2}$$

Z α = Puntaje Z para la significancia elegida(Alfa de 0.05) = 1.96

Z β = Puntaje Z para la potencia elegida (Poder de 80%) = 0.842

Dif = Tamaño del efecto = 12

σ^2 = Varianza = 18² = 324

$$n = \frac{(1.96 + 0.842)^2 * 324}{12^2}$$

$$n = \frac{(2.802)^2 * 324}{144}$$

$$n = \frac{7.851204 * 324}{144}$$

$$n = \frac{2543.790096}{144}$$

$$n = 17.665209$$

n= 18 participantes

Al tener dos variables de desenlace con tamaños de muestra similares, decidimos sumar los tamaños de muestra para así aumentar el poder estadístico y obtener:

n= 18+17 = 35 participantes + 20%

N = 42 participantes

Operacionalización de Variables

Variables Dependientes

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Variable
Tiempo de Actividad Física Moderada a Intensa	Tiempo dedicado a hacer actividades de intensidad media (labores del hogar, cocinar, actividades de pie) o intensa (deporte, ejercicio, labores de construcción).	Obtenida a partir de la suma del tiempo total de actividades vigorosas y moderadas del cuestionario IPAQ corto y dividido por 7.	Minutos por semana	Cuantitativa Continua de razón
Aptitud Física	Estado fisiológico de bienestar que le permite al individuo cumplir con las demandas diarias o que provee la base del rendimiento deportivo o ambas (Caspersen, 1985)	Cuantificación del rendimiento físico del paciente en las respectivas pruebas de flexibilidad, resistencia muscular y fuerza	-	
La variable anterior es multidimensional. A continuación, definimos los aspectos que tomaremos en cuenta:				
a. Flexibilidad	Rango de movimiento de una articulación (Caspersen, 1985)	Uso del test de caja para evaluar flexibilidad. Revisar Anexo 3.	Cm	Cuantitativa Continua de razón
b. Resistencia Muscular	Habilidad de los grupos musculares para ejercer fuerza externa por múltiples repeticiones (Caspersen, 1985)	Estimación individual de la cantidad de repeticiones máximas que puede hacer el paciente en 30 segundos de 3 ejercicios: abdominales, sentadillas y lagartijas. Revisar Anexo 3.	Número de repeticiones	Cuantitativa Discreta

Variables Dependientes (Continúa)

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Variable
c. Fuerza	Cantidad de fuerza externa que puede ejercer un músculo (Caspersen, 1985)	Medida de fuerza a través de dinamómetro manual, tomando 2 repeticiones y tomando el valor máximo. Revisar Anexo 3.	Kg Fuerza	Cuantitativa Continua de razón
d. Composición corporal	Cantidad relativa de músculo, grasa, hueso y otras partes vitales del cuerpo (Caspersen, 1985)	Medición a través de bioimpedancia con el paciente de pie, con los pies descalzos, con la ropa mínima usando equipo InBody 220.	-	-
Porcentaje de Grasa	Estimación de la cantidad de grasa relativa al total de la masa del individuo	Medición a través de bioimpedancia con el paciente de pie, con los pies descalzos, con la ropa mínima usando equipo InBody 220.	Porcentaje	Cuantitativa Continua de razón
Porcentaje de Músculo	Estimación de la cantidad de músculo relativa al total de la masa del individuo	Medición a través de bioimpedancia con el paciente de pie, con los pies descalzos, con la ropa mínima usando equipo InBody 220. Se obtiene el valor de kilogramos de músculo del paciente para posteriormente dividirlo entre el peso total y obtener el porcentaje de músculo.	Porcentaje	Cuantitativa Continua de razón

Variables Antecedentes

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Variable
Edad	Tiempo que ha vivido una persona contando desde su nacimiento	Años cumplidos que reportan los pacientes al momento de las mediciones	Años	Cuantitativa Discreta
Sexo	Conjunto de características en los seres humanos que los dividen en masculinos y femeninos	Sexo que reportan los pacientes al momento de las mediciones	Femenino Masculino	Cualitativa Nominal
Peso	Cantidad total de masa de un individuo	Medición del peso del paciente mediante una báscula digital. Colocando al paciente de pie, con la menor ropa posible.	Kg	Cuantitativa Continua de razón
Talla	Altura total de una persona en bipedestación erguida.	Medición de la talla del paciente mediante un estadímetro, de pie, erguido y con la mirada al frente, sin desviar la cabeza.	M	Cuantitativa Continua de Razón
Índice de Masa Corporal (IMC)	Relación entre el peso y la talla de una persona.	Cálculo del IMC a partir del peso y talla del paciente. (IMC = peso / talla ²)	Kg/m ²	Cuantitativa Continua de razón

Variables Antecedentes (Continúa)

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Variable
Circunferencia de Cintura	Medida antropométrica que indica de manera indirecta la cantidad de tejido adiposo visceral	Medición del paciente, de pie, con el vientre descubierto o ropa entallada. Se coloca una cinta métrica en el punto medio entre la cresta iliaca y el borde inferior de las costillas, se verifica la posición paralela al piso de la cinta y se determina el valor una vez espira el paciente.	Cm	Cuantitativa continua de razón
Índice Cintura-Estatura (ICE)	Índice que relaciona a la circunferencia de cintura con la estatura del paciente.	Cociente de la circunferencia entre la talla, ambas en metros. Se toman los valores iguales o superiores a 0.5 como obesidad central.	-	Cuantitativa Continua de razón
Z-Score del IMC	Número de desviaciones estándar que se aleja del promedio del IMC de acuerdo con la edad y al sexo de la persona.	Determinada mediante la herramienta ANTHRO PLUS de la OMS utilizando la edad, sexo, peso y talla del paciente		Cuantitativa Continua de razón

Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Variable
Programa de Ejercicio a Distancia	Modelo sistemático y detallado para favorecer la AF correcta y eficiente en función de las características físicas de un paciente	Conjunto de recursos entregadas a los participantes del programa para facilitar la realización de entrenamientos con bases aeróbicas y anaeróbicas, desde casa.	-	-

Variables Confusoras

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Variable
Gasto Energético Semanal	Cantidad de METs gastados en AF total en los últimos 7 días	Evaluación a través del cuestionario IPAQ corto	(MET-minuto/semana)	Cuantitativa Continua de razón
Nivel de Actividad Física	Descripción categórica de la cantidad de energía gastada al realizar AF en una semana	Clasificación de acuerdo con los valores de Gasto Energético Semanal. Alto: Al menos 3,000 MET-minuto/semana Moderado: Al menos 600 MET-minuto/semana Bajo: No cumple con al menos 600 MET-minuto/semana	Alto Medio Bajo	Cualitativa Ordinal
Asesoría Nutricional	Evaluación de la dieta actual de una persona, y la prescripción de una dieta equilibrada, nutritiva y suficiente	Evaluación de la dieta mediante R-24 horas y prescripción de dieta por nutriólogos del equipo Saché.		
Adherencia Programa	Disciplina del paciente para cumplir con las indicaciones y recomendaciones hechas por el investigador para realizar las sesiones de ejercicio en sus distintas modalidades	Registro de entrenamientos completados por el paciente a la semana.	Entrenamientos por semana	Cuantitativa Discreta

Procedimiento

Lugar donde se desarrolló el proyecto: Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”

Población: Niñas y niños de 6 a 16 años con sobrepeso y obesidad con deseo de participar en el programa Sachbe

Tipo de Muestreo: Por Conveniencia.

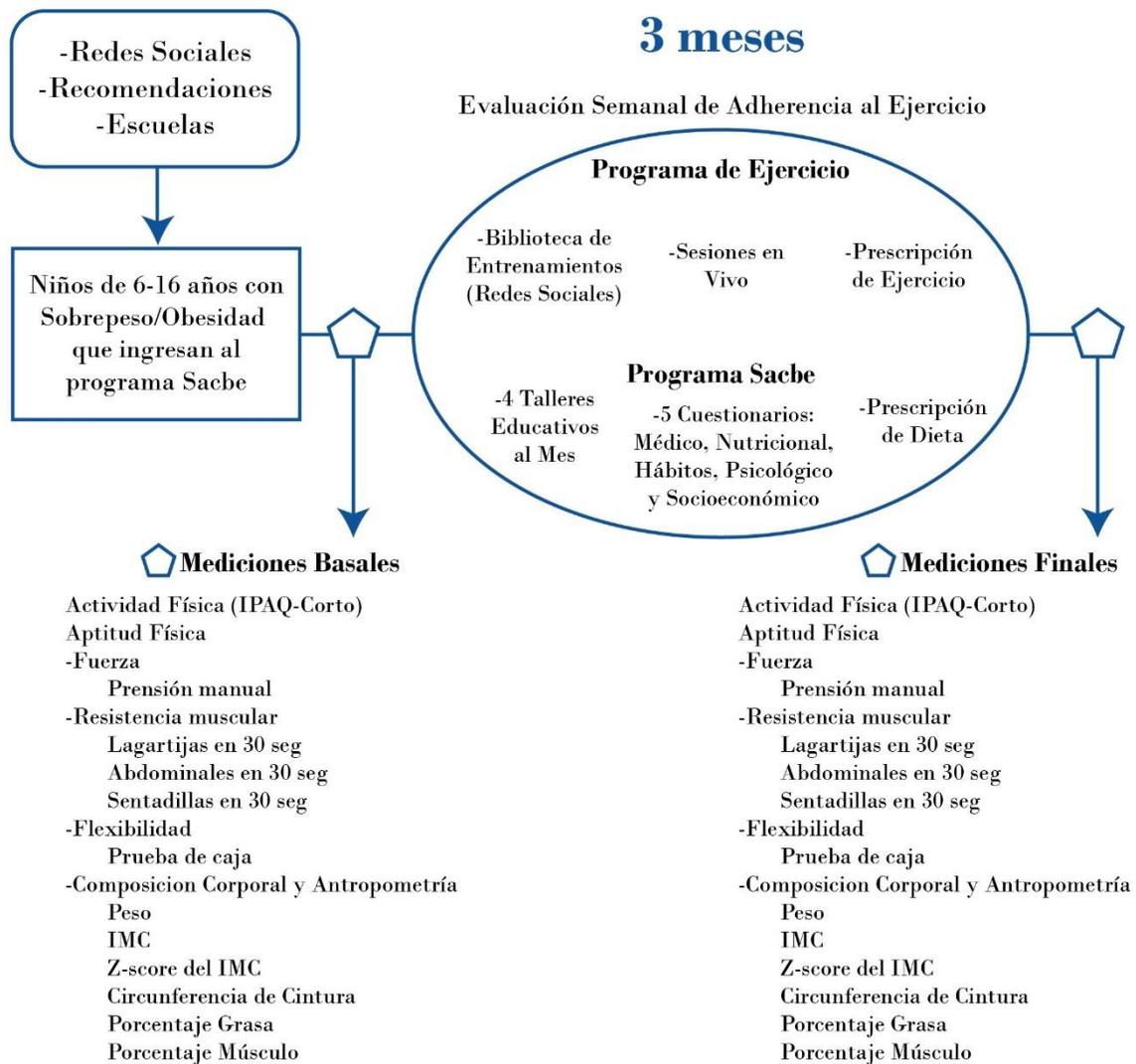


Figura 4. Resumen de la Intervención

Equipo

Este estudio se realizó con el apoyo de un grupo de trabajo multidisciplinario encargado de auxiliar y verificar el llenado de los distintos cuestionarios del programa Sacbe; así como de dar asesorías a los participantes y ayudar a realizar las mediciones. El equipo consta de:

Coordinadora: Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura,

Nutriólogas: Jessica del Carmen Rodríguez Rojo, Jessica Guerrero Balderas, Esveidy Sánchez Trinidad, Minerva Hernández y Alejandro Daniel Muñoz Anguiano

Médicas: Rubí Saraf Mendoza Benítez, Cecilia Elena Urquijo Torres, Karen García, Claudia Leal y Sergio Kiyoshi

Especialista en Ejercicio: Julián Bryce Uriarte Ortiz

Reclutamiento de Participantes

Se hace la invitación a participar en el programa Sacbe a todas las familias que vivan en la Ciudad de México y que uno o más de los hijos o hijas de 6 a 18 años presenten sobrepeso u obesidad de acuerdo con el criterio de Z-score, o bien que presenten signos de diabetes como acantosis pigmentaria.

La invitación se realiza mediante redes sociales (Facebook, Whatsapp), por recomendación de participantes previos del programa o bien a través de escuelas que nos permitan compartir nuestra propuesta los padres de familia.

Formalización de Entrada al Programa

Una vez establecida la intención de la familia por ingresar al programa, se le piden los datos personales del niño/niña y se verifica que cumpla con alguno de los criterios de selección del programa Sacbe. Se explica en qué consiste el programa, así como se le pide el compromiso a la familia de asistir a las mediciones basales y de seguimiento, así como de ingresar a los 4 talleres virtuales dentro del primer mes de su entrada a Sacbe. Se hace entrega de la Carta de Consentimiento Informado y Asentimiento por algún medio electrónico (correo electrónico o Whatsapp) y se les requiere que la entreguen firmada en su primera visita al INPer. En caso de no llevar estos documentos, el equipo Sacbe les facilita una Carta de Consentimiento Informado y una de Asentimiento a su llegada al INPer para su llenado.

A su vez, se agenda una cita en el Instituto Nacional de Perinatología (INPer) para realizar las primeras mediciones antropométricas de la familia. Se acepta dar el servicio del programa Sacbe sin costo a los hijos con Sobrepeso u Obesidad del programa, así como a los padres (Padre, Madre o ambos) o en su defecto al núcleo familiar cercano (abuelo, abuela o pariente cercano).

A esta nueva familia se le asigna un médico y una nutrióloga para el seguimiento posterior de la familia y para realizar los cuestionarios (hábitos, médicos, R24) pertinentes.

Primera Consulta

Se citan a las familias entre 8 y 9 de la mañana para comenzar con la toma de muestras de sangre para análisis metabólico y la realización de una curva de tolerancia a la glucosa. Después de la primera toma se les da un frasco de Dextrosol con 75 grs de glucosa para su ingesta inmediata. Después de la toma, la nutrióloga o médico a cargo de la familia realiza las mediciones antropométricas. Usando un estadímetro digital se determina la altura de cada miembro de la familia. A continuación, se le pide a cada persona que se retire toda pieza de metal en el cuerpo (celulares, cinturones, aretes etc.) y se quite la mayor ropa posible y el calzado, incluyendo calcetines. Se le entrega una toallita húmeda InBody para limpiar la planta de los pies y se le indica colocarse sobre la báscula InBody 220 con los pies correctamente colocados sobre los electrodos. Una vez determinado el peso del paciente, se ingresa la estatura en la báscula y a continuación arroja los valores de IMC, porcentaje de grasa y kilos de músculo del paciente. A continuación, se le pide ponerse de vuelta el calzado y se le mide la circunferencia de cintura con una cinta métrica, tomando como referencia el borde inferior de la última costilla y la cresta iliaca.

Una vez concluidas las mediciones anteriores, se les realiza un recordatorio de 24 horas. Pasadas 2 horas después de la primera toma de sangre, se les vuelve a extraer una muestra. Posteriormente se les indica que coman un refrigerio. Se les otorga un periodo de 15 minutos después de comer para que reposen, mientras el LIBB Julián Uriarte les realiza el cuestionario IPAQ corto al niño/niña y a su acompañante (padre, madre, familiar). También se les pregunta cuántos entrenamientos realizaron en la última semana. Permitimos que los padres de familia comprueben o complementen las respuestas de los infantes.

Pasado este tiempo, se les pide ponerse de pie y el LIBB Julián Uriarte dirige un breve calentamiento al tiempo que les explica las pruebas físicas a realizarse. El calentamiento consiste en estiramientos dinámicos preparando tronco superior, abdomen y tronco inferior para el esfuerzo a realizarse.

Se coloca un tapete de yoga para mayor comodidad de los pacientes y se les brinda la explicación de la manera correcta de hacer lagartijas (Ver Anexo 3). Uno por uno pasan los niños, niñas y familiares (siempre y cuando no presenten lesiones o incapacidades) a realizar la mayor cantidad de lagartijas posibles en 30 segundos.

A continuación, se realizan las abdominales en 30 segundos (Ver Anexo 3) y al terminar, las sentadillas (Ver Anexo 3). Las pruebas podrán detenerse en cualquier momento si se presenta alguna molestia o dolor en alguno de los participantes.

Concluidas las pruebas de resistencia muscular, se les indica la posición para realizar la prueba de flexibilidad (Test de Caja) (Ver Anexo 3). Por último, se les entrega un poco de gel con alcohol al 70% para limpieza de manos y se les entrega un dinamómetro manual GripX para la prueba de fuerza (Ver Anexo 3). Primero se realiza la prueba con la mano derecha y después con la mano izquierda.

Al terminar las pruebas físicas, se les entrega un kit de ejercicio que consiste en una pelota de yoga de 55 cm de diámetro y dos bandas elásticas (1.5m x 0.3 m) de resistencia baja y media, respectivamente. Se les hace la invitación a las sesiones de entrenamiento en vivo, todos los lunes a las 5 de la tarde, se les notifica que se les enviará por Whatsapp una rutina estandarizada (Ver Anexo 5) y se les enseña donde consultar la biblioteca virtual de entrenamientos.

Seguimiento

A través de Whatsapp o por correo, el equipo de nutriólogas les hace llegar su plan nutricional de acuerdo con las características establecidas por el programa Sacbe (Anexo 4).

Cada semana se le pregunta al padre/madre/familiar del niño o niña sobre los entrenamientos realizados en la semana mediante Whatsapp.

Mediciones Finales

Pasados 3 meses de su primera visita, se les cita de nuevo y se repite todo el proceso de toma de muestras, mediciones antropométricas y pruebas físicas.

Modelo FIIT del Programa de Ejercicio

Tomando en cuenta el éxito de los distintos programas de ejercicio y buscando maximizar el esfuerzo de los participantes se diseñó el programa de ejercicio de acuerdo con el modelo FIIT.

Frecuencia: Se eligió una frecuencia mínima de 3 entrenamientos por semana, siendo el ideal alcanzar los 5 entrenamientos por semana. Los entrenamientos se distribuyeron en 3 sesiones para entrenar tronco superior, abdomen y tronco inferior respectivamente, con la posibilidad de complementarse con entrenamientos de cuerpo completo o ejercicio aeróbico (parte de la biblioteca de entrenamientos).

Intensidad: Se puso como objetivo alcanzar una intensidad vigorosa durante el entrenamiento. Para esto, los intervalos de descansos entre movimientos/ejercicios se mantuvo en 1 minuto o menos. A la vez, los movimientos/ejercicios fueron impartidos por intervalos de tiempo y no en repeticiones establecidas, para incentivar la mayor cantidad de repeticiones en el intervalo dado (30 segundos-1 minuto).

Duración: Los entrenamientos fueron diseñados para durar 60 minutos en su totalidad. Esto incluye 5-10 minutos de calentamiento mediante estiramientos dinámicos y lubricación de articulaciones. El periodo de entrenamiento es de 40-45 minutos, utilizando de 4 a 6 movimientos distintos con periodos de entrenamiento de 30 a 60 segundos con 1 minuto o menos de descanso entre series. Se concluye con un enfriamiento o vuelta a la calma que consiste en 2-3 minutos de caminar, seguido de estiramientos estáticos por 2-3 minutos.

Tipo: Para obtener beneficios tanto del ejercicio aeróbico como del anaeróbico, se diseñó el programa para combinar ambos tipos de ejercicio. Salvo los entrenamientos diseñados para ser exclusivamente aeróbicos, todos los entrenamientos incluyen movimientos de musculación ya sea con peso corporal (lagartijas, sentadillas, planchas, etc.), ligas o con apoyo de la pelota de yoga. A su vez se incluyen movimientos que involucran a diversos grupos musculares para favorecer el gasto energético y lograr un estímulo aeróbico. A su vez, por los intervalos de descanso cortos y la duración del ejercicio, se encuentra presente el componente aeróbico en los entrenamientos similar a una modalidad HIIT de alta intensidad por intervalos.

Protocolo de Entrenamiento

Con el objetivo de facilitar la adherencia a los entrenamientos y evitar el tedio por repetir el mismo entrenamiento, se les facilitó a los pacientes 3 opciones para ejercitarse, todo siguiendo el protocolo del modelo FITT.

1. Invitación a entrenamientos en vivo, grupales, a través de Zoom
2. Entrega de Rutina estandarizada (Ver Anexo 5)
3. Enlace para acceder a la biblioteca de entrenamientos virtuales (YouTube)

Los entrenamientos en vivo son grabados y posteriormente subidos a YouTube, así conformando la biblioteca de entrenamientos. La rutina estandarizada cuenta con animaciones que ayudan a explicar la correcta técnica y ejecución de los distintos movimientos. Estas animaciones fueron realizadas por el LIBB Julián Uriarte, específicamente para este protocolo. Por último, para evitar errores al buscar la biblioteca de ejercicios, se les enseña en persona cómo acceder al canal de YouTube dedicado a ello.

Energía y Macronutrientes

La ingesta de energía y macronutrientes fue evaluada en cada visita usando recordatorios de 24 horas (R 24 H) por las nutriólogas del equipo. Primero, las nutriólogas registran un resumen de todos los alimentos y bebidas que ingirió cada miembro de la familia el día previo; después preguntan detalles sobre las cantidades y tipo de los alimentos y bebidas; por último, se revisa y verifica la información y se pregunta si se pudo olvidar cualquier otro alimento o bebida.

La ingesta energética total, los gramos de fibra consumidos y los macronutrientes (carbohidratos, grasas y proteína) fueron estimados a partir de tablas de alimentos del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes.

Talleres Educativos

Los miércoles de cada mes se realizan los talleres educativos de manera virtual mediante un enlace a Zoom o Google Meet. En estos talleres, la Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura y miembros del equipo Sacbe dan pautas alimenticias y consejos sobre salud general que sean factibles para las familias participantes. Así mismo se realizan explicaciones de productos y hábitos que perjudican a la salud

y por última se hace una sesión de preguntas y respuestas para que los participantes del programa puedan eliminar dudas o compartir experiencias.

Las sesiones se dan en el siguiente orden y se repiten cada mes para las familias que se integran al programa o que no pudieron asistir a algún taller:

1. Taller Médico Introductorio: Estrategias para prevenir y controlar la Adiposidad y Diabetes
2. Taller de Nutrición: Grupos de Alimentos y Control de Porciones
3. Taller de Nutrición: Alimentos Procesados vs Alimentos con Fibra
4. Taller de Psicología/ Actividad Física

Análisis Estadístico

Todos los datos fueron ingresados al programa Excel (Microsoft Corporation). El procesamiento y análisis de la base de datos se realizó con el paquete estadístico Jamovi Versión 2.2.5.

Una vez obtenidos los datos totales, se realizó una prueba de Shapiro-Wilks para describir la distribución de los datos.

Se determinaron los promedios y la desviación estándar para cada variable cuantitativa con distribución normal. Para variables no paramétricas se reportan medianas y los percentiles 25 -75. Para las variables cualitativas, se describen en términos de frecuencia y porcentajes.

Con el objetivo de cuantificar el efecto de la intervención en los participantes, se realizaron comparaciones pre-post de acuerdo con la distribución de los datos. Para todos los análisis, se considera una $p < 0.05$ como significativo.

Las variables cuantitativas con distribución normal fueron analizadas con una T de Student para medidas repetidas y para variables no paramétricas se utilizó una prueba de Wilcoxon. Para las variables cualitativas se utilizó una prueba de McNemar.

Para evaluar cambios en las sesiones de entrenamiento a la semana, se utilizó una prueba de Friedman. Dentro de este análisis se realizaron comparaciones de parejas de Durbin-Conover (Semana 0 vs cada una de las semanas siguientes) para evaluar diferencias específicas en cada semana con respecto a las sesiones basales de entrenamiento a la semana.

Obtenidos los datos y después del análisis inicial, se decidió realizar un análisis estratificado para evaluar la efectividad de la intervención en las distintas submuestras y profundizar en nuestros hallazgos. Estas estratificaciones se realizaron de manera independiente una de otra y son:

- Por sexo (Niñas vs Niños)
- Por edad (Escolares vs Adolescentes)
- Por adherencia al protocolo (Adherencia Nula vs Adherencia adecuada)

Para encontrar diferencias pre-post intervención intragrupo se realizaron pruebas T apareadas o de Wilcoxon. Para contrastar las diferencias Inter-grupos se llevó a cabo una T de Student para muestras independientes o una prueba U de Mann-Whitney, tanto en los datos basales como en los post intervención.

Resultados

Para fines de este protocolo, solo se incluyeron a aquellas niñas y niños de nuevo ingreso del programa Sabe que además cumplieron con los criterios de inclusión. En el periodo de Noviembre de 2021 a Enero de 2022 logramos realizar mediciones basales e incluir en el programa de entrenamiento a 63 niños. Después de 3 meses de seguimiento, en los meses de Febrero a Abril, acudieron a mediciones finales 47 niños (Fig 4) por lo que reportamos una pérdida de 16 niños o el equivalente al 25.4% de nuestra muestra inicial.

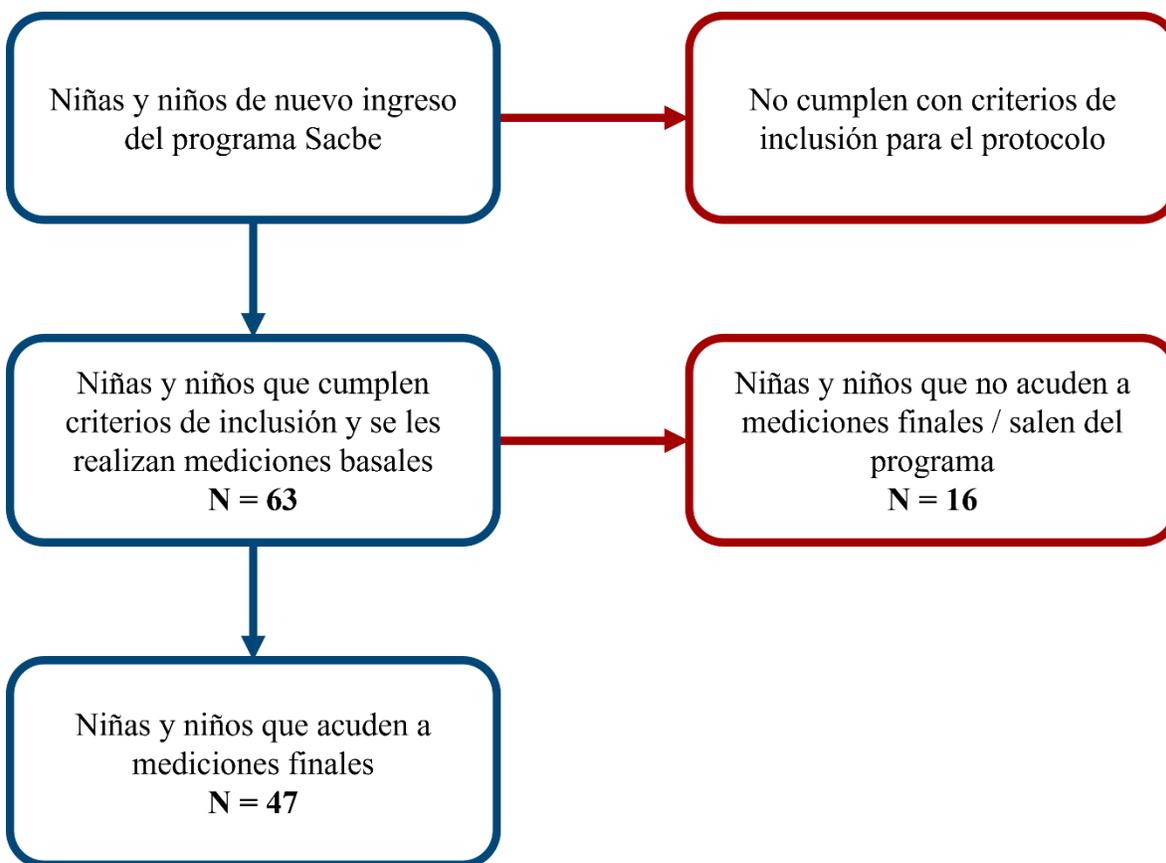


Figura 6. Diagrama de flujo sobre la obtención de participantes del estudio

En la Tabla 6 se presentan los datos antropométricos antes (Basal) y después de la intervención (Final). El 38.3% de los participantes son del sexo femenino y la media de edad fue de 11.6 años al inicio del protocolo. El peso y la estatura aumentaron significativamente, yendo de los 66.7 a los 67.8 kilos; y de 1.52 a 1.53 metros. Pese a estos incrementos, el IMC ($28.3 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 28.3 \text{ kg/m}^2$) permaneció sin cambios. De manera similar, la CC ($91.3 \text{ cm} \rightarrow 91.7 \text{ cm}$), el ICE ($0.601 \rightarrow 0.597$) y la proporción de participantes con Obesidad Central ($97.9\% \rightarrow 95.7\%$) se mantuvieron virtualmente

inalteradas. Pese a lo anterior, logramos una disminución leve pero significativa en el Z-score del IMC (2.68 → 2.60).

Los cambios más significativos en la antropometría de los niños y niñas se dieron en la composición corporal. Encontramos una disminución significativa en el porcentaje de grasa (42.7% → 40.8%), junto con un aumento en el porcentaje de músculo (30.4% → 31.8%). Esto último representa un aumento promedio de 1.4 kilos de músculo después de 3 meses en el protocolo.

Tabla 6. Características antropométricas.

	Basal (n=47)	Final (n=47)	p
Niñas (%)	18 (38.3%)	18 (38.3%)	-
Edad (años)	11.6 ± 2.54	11.8 ± 2.56	< .001
Peso (kg)	66.7 ± 19.1	67.8 ± 19.3	0.005
Estatura (m)	1.52 ± 0.139	1.53 ± 0.135	<.001
IMC (Kg/m²)	28.3 ± 4.6	28.3 ± 4.91	0.824
Z-Score IMC	2.68 ± 0.67	2.60 ± 0.73	0.022
Con Obesidad (%)	40 (85.1%)	37 (78.7%)	0.219
% Grasa	42.7 ± 6.05	40.8 ± 6.14	< .001
% Músculo	30.4 ± 3.6	31.8 ± 3.5	< .001
Músculo (kg)	20.2 ± 6.2	21.6 ± 6.7	< .001
Circunferencia de Cintura (cm)	91.3 ± 12.9	91.7 ± 12.6	0.552
ICE	0.601 ± 0.06	0.597 ± 0.06	0.461
Obesidad Central (%)	46 (97.9%)	45 (95.7%)	0.312

Los datos son expresados como media ± desviación estándar, como mediana (Percentil 25 - Percentil 75) o como frecuencia y porcentaje.

La aptitud física fue modificada considerablemente a raíz del protocolo de ejercicio como se puede observar en la Tabla 7. Encontramos aumentos significativos en la fuerza (17.6 N → 19.6 N), resistencia del abdomen (9.0 reps → 11 reps), resistencia de piernas (15 reps → 17 reps) y resistencia

del tronco superior (9 reps → 10 reps). También hubo un aumento leve en la flexibilidad de las personas, pero sin alcanzar significancia estadística.

Tabla 7. Aptitud física.

	Basal	Final	p
Flexibilidad (cm)	-7.34 ± 7.61	-6.02 ± 7.59	0.141
Fuerza (N)	17.6 (14.6 – 23.1)	19.6 (14.8 – 23.8)	0.004
Resistencia abdomen (repeticiones abdominales)	9.0 (5.50 – 13.0)	11.0 (7.0 – 13.0)	0.022
Resistencia piernas (repeticiones sentadillas)	15 (12.0 – 16.0)	17 (15.0 – 18.5)	<.001
Resistencia tronco superior (repeticiones lagartijas)	9 (7.0 – 10.5)	10 (9.0 – 13.0)	<.001

Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

Las mejoras en la aptitud física fueron acompañadas de incrementos notables en el tiempo de AF que realizaron los participantes al concluir la intervención (Tabla 8). Logramos un aumento de 20 minutos en el tiempo de AF moderada/vigorosa y la mediana de este tiempo está alineado con las nuevas recomendaciones de la OMS.

Con el objetivo de verificar la efectividad del programa de ejercicio, cuantificamos por separado el tiempo dedicado a la AF vigorosa y aquel dedicado a actividades moderadas. Interesantemente, encontramos que el tiempo de actividades moderadas no varió (19.3 min → 20.0 min), lo que nos indica que el tiempo dedicado a labores del hogar, cocinar, jardinería, etc. no fue afectado por este protocolo.

Por el contrario, las actividades vigorosas aumentaron significativamente (12.9 min → 25.7 min), como reflejo de un aumento en los entrenamientos, sesiones deportivas y tiempo dedicado a correr

de los participantes. Es este aumento en el tiempo dedicado a actividades físicas vigorosas el responsable del incremento en el tiempo de AF total.

Este aumento en la AF va respaldado por el incremento significativo en las sesiones de entrenamiento que realizaron los niños del programa durante las 12 semanas del protocolo. Desde la primera semana y hasta la última, se logró un aumento significativo en los entrenamientos semanales (Fig. 5).

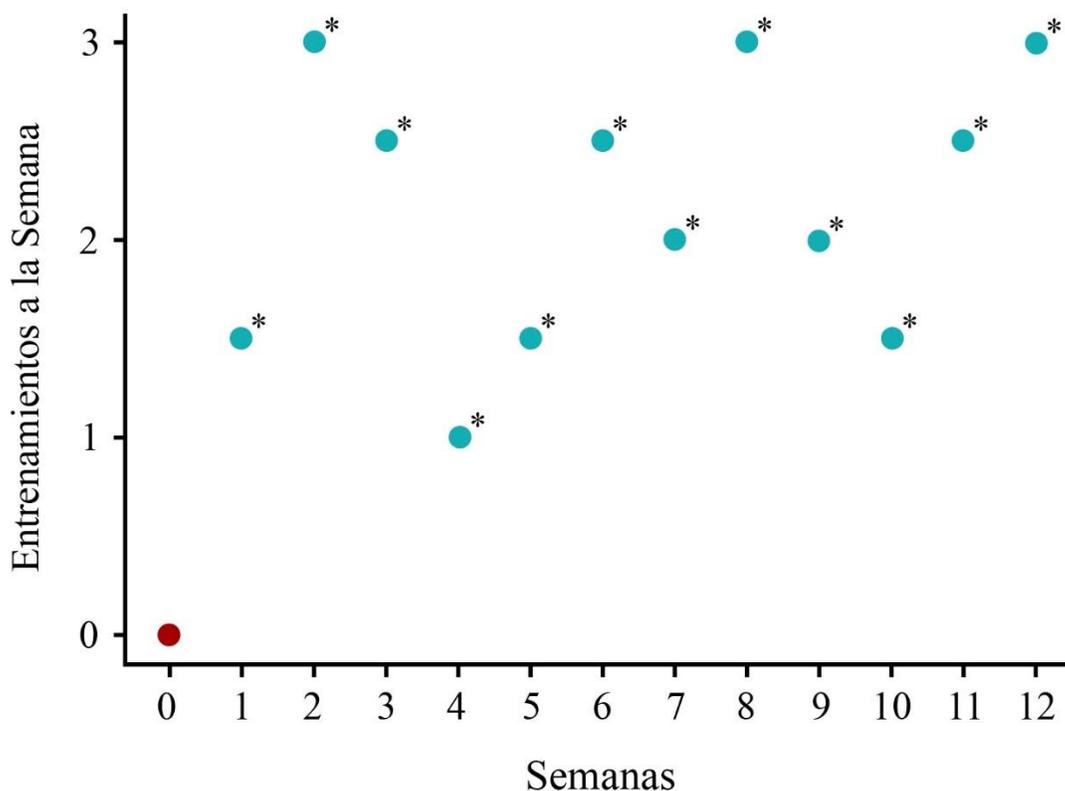


Figura 7. Seguimiento de Entrenamientos a la Semana. Se reporta la mediana en cada dato.

En conjunto, este aumento en el tiempo de AF vigorosa y entrenamientos semanales se reflejó en un mayor gasto energético semanal (1878 Mets-min/sem → 2786 Mets-min/sem) y en una mayor proporción de niños con un nivel de AF alto (Tabla 9).

Como parte de los objetivos secundarios del estudio, verificamos que el protocolo tuvo un efecto profundo en la periodicidad del entrenamiento, aumentando en 2 sesiones por semana con respecto al basal (Tabla 8).

Tabla 8. Actividad Física.

	Basal	Final	p
Tiempo de AF Vigorosa/Moderada (min/día)	38.6 (25.0 – 60.0)	58.6 (25.7 – 92.5)	0.008
Tiempo de AF Moderada (min/día)	19.3 (7.14 – 42.5)	20.0 (5.71 – 46.4)	0.078
Tiempo de AF Vigorosa (min/día)	12.9 (0.0 – 29.3)	25.7 (9.64 – 42.9)	0.005
Gasto Energético Semanal (MET-minuto/semana)	1878 (1116 – 2793)	2786 (1607 – 4596)	0.003
Entrenamientos Realizados (Entrenamientos/semana)	0 (0 – 0.5)	2.0 (1.0 – 4.0)	<.001

Los datos son expresados como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

Tabla 9. Niveles de Actividad Física.

	Basal	Final	p
Alta	10 (21.3%)	21 (44.7%)	<.001
Moderada	32 (68.1%)	21 (44.7%)	
Baja	5 (10.6%)	5 (10.6%)	

Datos descritos como frecuencia (Porcentaje).

Entendiendo que nuestro estudio es parte de una intervención multidisciplinaria, evaluamos el perfil de ingesta dietética de los participantes para buscar determinar el papel de la dieta en nuestra

intervención. No encontramos ninguna diferencia significativa en la alimentación de los participantes, ya sea en el total de macronutrientes o en la proporción de energía obtenida de cada uno de los nutrientes. Existe un aumento de casi 100 Calorías post intervención, que no fue significativo, así como un leve aumento en la cantidad de fibra consumida(11.9 g →13.9 g).

Tabla 10. Ingesta alimenticia.

	Basal	Final	p
Ingesta de Energía (Cal)	1529 ± 440	1615 ± 420	0.469
Carbohidratos (g)	199 ± 61.2	212 ± 71.4	0.361
Energía proveniente de Carbohidratos (%)	52.5 ± 7.48	52.3 ± 9.58	0.887
Grasas (g)	47.8 (32.0 – 58.2)	47.5 (37.6 – 57.1)	0.776
Energía proveniente de Grasas (%)	28.2 ± 8.37	27.7 ± 8.75	0.443
Proteína (g)	73.2 ± 23.7	79.5 ± 24.6	0.275
Energía proveniente de Proteína (%)	19.4 ± 3.66	20.1 ± 4.73	0.311
Fibra (g)	11.9 (6.8 – 23.2)	13.9 (9.4 – 17.9)	0.342

Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

Por último, al concluir el estudio preguntamos a los participantes del estudio si habían sufrido alguna lesión durante el protocolo de ejercicio. Del total de respuestas que obtuvimos, solo se presentaron 2 lesiones, equivalente a una incidencia de lesión del 4% (Fig. 6). De las lesiones que se presentaron, una fue inflamación de la muñeca y otra, dolor en las falanges de la mano. Ambas lesiones no duraron más de 2 días y no requirieron atención o cuidados especiales.

¿Sufrieron alguna lesión a causa del protocolo de ejercicio?

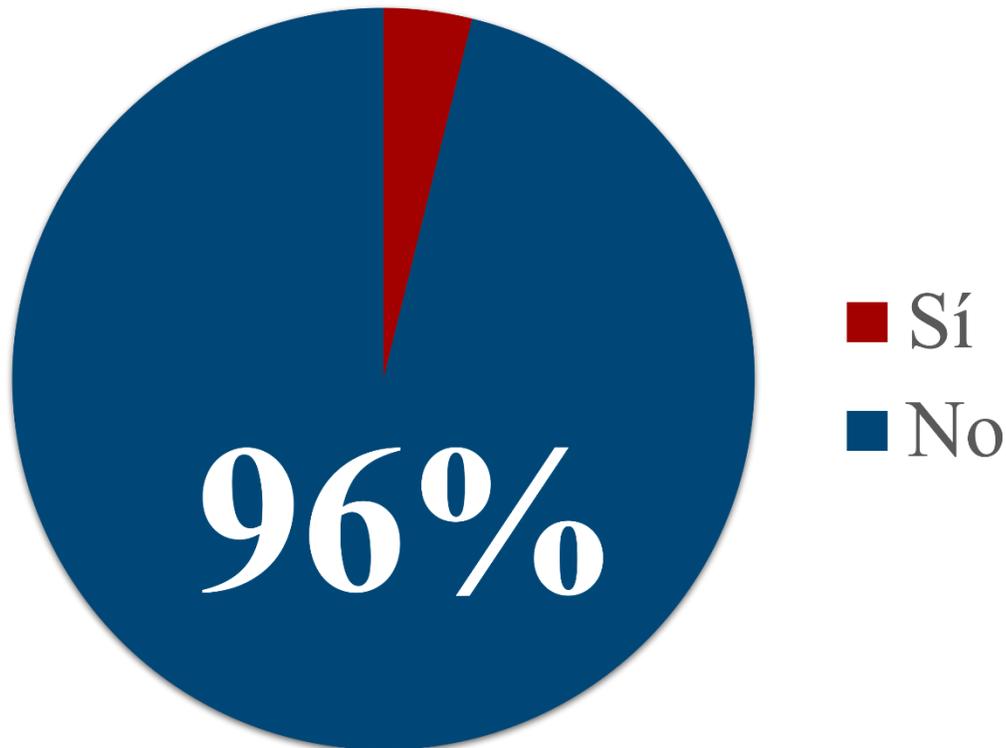


Figura 8. Lesiones reportadas.

Discusión

A través de esta intervención logramos: 1) disminuir el Z-score del IMC, 2) disminuir el porcentaje de masa grasa, 3) aumentar la masa muscular, 4) mejorar la resistencia muscular a través del aumento en las repeticiones de sentadillas, lagartijas y abdominales, 5) aumentar la fuerza, 6) incrementar el tiempo de AF, 7) mejorar los niveles de AF y, 8) aumentar los entrenamientos por semana.

Los principales resultados de este estudio fueron la mejora de la aptitud física de los niños participantes y del tiempo dedicado a la AF. Este es el primer estudio en niños mexicanos que con una intervención de ejercicio a distancia logran una mejoría significativa y son evaluados de forma integral en su aptitud física.

Logramos aumentar en 20 minutos el tiempo de AF diaria en nuestra muestra. Un resultado superior en comparación con los datos anteriores de nuestro grupo de investigación, con un aumento de 12 min de AF al día (Parra Solano, 2017), aunque en esa ocasión no se utilizó el IPAQ para evaluar la

AF. Cabe resaltar que a pesar del incremento de su AF, aún no se cumplen las recomendaciones de la OMS sobre AF en niños.

Nuestra intervención no tuvo ningún efecto sobre la AF moderada. Una manera sencilla de aumentar este tiempo de AF sería simplemente ayudando en las labores del hogar. Estas labores son consideradas AF moderada y pueden tener un doble propósito, ayudar a las familias a disponer de más tiempo libre y facilitar el movimiento para los más jóvenes. Pese a ello, evidencia sugiere que los niños no son un factor facilitador del trabajo en casa y que, por el contrario, las mujeres mexicanas dedican más tiempo a labores del hogar cuando hay un niño de 6 a 14 años en el hogar (Vargas, 2015). Quitar el estigma a las labores del hogar y promover la participación de los niños en el cuidado de la casa podría ser una parte clave en aumentar el tiempo de AF y mejorar la dinámica familiar.

El aumento en el tiempo total de AF en realidad se debió al aumento del tiempo de AF vigorosa, sustentado además por el aumento en el número de entrenamientos por semana. Esto implica que el programa de ejercicio fue efectivo para la realización de AF Vigorosa en los niños participantes, además de lograr una mayor periodicidad de entrenamientos (2 vs 1) que la conseguida por Bruñó et al en una intervención también a distancia (Bruñó, 2018).

Pese a esto, aún estamos lejos de los 4 entrenamientos semanales que han demostrado los mejores efectos para la pérdida de peso en protocolos de ejercicio presenciales en niños tunecinos (Ounis, 2010), coreanos (Lee, 2010) y chinos (Sun, 2011). Esto podría enmarcar la principal limitante y barrera de los protocolos de ejercicio a distancia, pues sin una adherencia elevada (4-5 entrenamientos semanales) se está en riesgo de que las mejoras de composición corporal sean mucho menores o que se puedan perder con el tiempo.

Aún con esta limitante, nuestro protocolo basado en ejercicio aeróbico y anaeróbico logró los beneficios de ambos tipos de ejercicio al lograr disminuir la masa grasa y aumentar la masa muscular. Logramos disminuir en 2% el porcentaje de grasa de los niños participantes, una cifra menor al 4% que lograron Lisón et al (Lisón, 2012). Sin embargo, la intervención de Lisón y colaboradores fue de seis meses mientras que la nuestra fue de la mitad del tiempo. Por lo que es razonable que para intervenciones a distancia se esté logrando un 4% de pérdida de masa grasa después de 6 meses en la intervención.

En comparación con protocolos presenciales, es importante recalcar que nuestra intervención logró resultados similares a los reportados por Sun et al. (Sun, 2011) y superiores a los que obtuvieron Meyer et al. (Meyer, 2006). Pese a lo anterior, aún estamos lejanos de la disminución del 7.4% de masa grasa que obtuvo Zhang en tan solo 3 meses de ejercicio puramente aeróbico (Zhang, 2017). Lo que nos indica la evidencia anterior, es que el ejercicio aeróbico es la mejor herramienta de ejercicio para la pérdida efectiva de peso en poblaciones jóvenes, pero solamente si se logran realizar sesiones prolongadas (>60 minutos).

Relativo a la masa muscular, después de la intervención los participantes aumentaron 1.4 kilos de músculo, cercano a un aumento del 2% en la proporción de masa magra. Este aumento es levemente inferior a lo reportado en un protocolo exclusivamente anaeróbico de la misma duración (Van der Heijden, 2010) y superior a la intervención de Davis y colaboradores donde combinan ejercicio anaeróbico y asesoría nutricional (Davis, 2009). Este protocolo y el de Van der Heijden siguieron la misma periodicidad de ejercicio (2 veces por semana), sugiriendo que sí es posible obtener mejoras en la masa muscular de poblaciones jóvenes aprovechando protocolos anaeróbicos y aún con sesiones limitadas a la semana.

Este protocolo de entrenamiento, aunado a la evidencia de protocolos anteriores indican que los beneficios para cada tipo de ejercicio son claros. Para la pérdida rápida de masa grasa, los protocolos aeróbicos (con o sin asesoría nutricional) parecen ser los más adecuados, siempre y cuando se logren sesiones que duren arriba de los 60 minutos. Por otro lado, para lograr hipertrofia o ganancia de masa muscular, el ejercicio aeróbico en poblaciones jóvenes es efectivo con tan solo 2 sesiones de entrenamiento a la semana. Es así que, para lograr un desarrollo óptimo durante la niñez, además de mejorar la composición corporal, es necesario que los niños realicen ejercicio aeróbico al menos 3 veces por semana durante más de 60 minutos y complementarlo con al menos dos sesiones de musculación. Este resumen de evidencia refuerza la recomendación actual de la OMS en materia de AF en niños y adolescentes (Bull, 2020).

El aumento en masa muscular y la consecuente disminución de la masa grasa, aunque significativos, no fueron suficientes para lograr cambios en el IMC. Esto creemos, se debe simplemente a que la pérdida de grasa y la obtención de músculo tuvieron virtualmente la misma magnitud. Esto haría que el peso se mantuviera similar y por ende no hubiera modificaciones en el. Hay que señalar que el IMC presenta limitaciones y no siempre es una herramienta confiable para evaluar la adiposidad

de los niños (Tyson, 2018). Es por ello que otros parámetros como el percentil de IMC o el Z-score del mismo reflejan mejor el grado de adiposidad y los cambios en la misma.

El Z-score del IMC sí fue reducido significativamente por el presente protocolo. Otros protocolos de entrenamiento logran disminuir el Z-score del IMC pero en todas las magnitudes son pequeñas, de entre 0.4 a 0.23 unidades (Coimbra, 2017 y Meyer, 2006). Cabe destacar que nuestro protocolo logró favorecer una disminución del Z-score del IMC en el 68% de los participantes, una proporción considerablemente mayor al que comúnmente se logra en otras intervenciones (Germann, 2006).

En nuestro caso, la leve disminución en el Z-score sería por cambios en la edad o un leve aumento en la estatura. Pese a lo anterior, nuestra intervención tiene un grado de éxito, pues cambios positivos en la composición corporal son el primer paso en el combate a la obesidad. Nuestra hipótesis es que, manteniendo esta intervención durante un tiempo mayor, se pueda seguir acentuando la pérdida de grasa mientras se mantiene o sigue incrementando la masa muscular; logrando una disminución significativa en el peso y reflejándose en el IMC y una disminución mayor en el Z-score del IMC.

La CC y el ICE fueron variables que tampoco fueron afectadas significativamente por el protocolo. Pese a una disminución neta en la grasa corporal, parece que la grasa visceral se mantuvo inalterada. Similar a lo expuesto anteriormente, es posible que el poco tiempo en la intervención no permitiera el aprovechamiento continuo de grasa y por ende, se mantuviera intacta esta adiposidad visceral. En el caso del ICE, el leve decremento que reportamos sería por el aumento de la estatura de los participantes y no por cambios en la CC.

El poco efecto en la CC también fue reportado en un protocolo aeróbico, donde después de 8 meses la circunferencia permaneció inalterada (Coimbra, 2017). Por el contrario, en protocolos que combinan ejercicio aeróbico con una intervención nutricional logran disminuir considerablemente la CC tras 3 meses (Lee, 2010) o en tan solo 10 semanas (Sun, 2011). Esto parece reforzar la importancia de la nutrición en la pérdida de peso, y que la masa grasa visceral sería más susceptible a cambios en la nutrición que al ejercicio, al menos a corto plazo. Es entonces que postulamos que el poco efecto de la intervención en la CC se debió a que la Ingesta de Energía, los macronutrientes y los gramos de fibra permanecieron inalterados, aun cuando los participantes se encontraban ejercitándose.

Logramos disminuir ligeramente la proporción de participantes con obesidad y obesidad central. El protocolo de entrenamiento impactó positivamente la composición corporal en un periodo corto de tiempo, sin embargo, debido a los elevados niveles de grasa corporal e IMC, la intervención necesitaría implementarse por un tiempo más prolongado para favorecer cambios mayores y lograr un efectivo control de peso.

Es importante mencionar que las intervenciones enfocadas en el control de peso en niños y adolescentes mexicanos son más retadores debido al mayor tamaño, adiposidad e IMC que presentan en comparación con sus pares colombianos (Ramos-Sepúlveda, 2016), brasileños (Hobold, 2017) y hasta contra estándares de la OMS (Costa-Urrutia, 2019). Pese a estas complicaciones, logramos resultados positivos y será imperativo ampliar el programa a una mayor cantidad de participantes y por un mayor intervalo de tiempo.

Relativo a la aptitud física, el protocolo de ejercicio logró aumentar la fuerza y resistencia muscular, además de presentar una tendencia a la mejoría en la flexibilidad.

Al comparar los valores obtenidos en el protocolo con tablas de aptitud física de Latinoamérica (desafortunadamente no existen tablas de aptitud física mexicanas) encontramos que la fuerza basal promedio de los participantes se encuentra ligeramente por debajo del promedio por edad (Bustamante, 2012). Cuando se estratifican los datos por sexo (Anexo 7), encontramos que son las mujeres las que presentan una menor fuerza y, de hecho, los hombres están por encima del promedio para su edad (Bustamante, 2012). Al terminar la intervención nuestros participantes de ambos sexos llegan a aumentar su fuerza y a colocarse encima del estándar por edad. De manera interesante, el promedio de fuerza post intervención es el mismo entre hombres y mujeres, lo que nos indica que los valores basales se deben principalmente a la falta de entrenamiento o de movimientos vigorosos que estimulen la fuerza en mujeres, pero al comenzar a entrenar obtienen valores de fuerza cercanos a los de sus pares masculinos.

En las pruebas de resistencia muscular encontramos un aumento en el número de repeticiones en sentadillas, abdominales y lagartijas. En todos los casos el aumento en repeticiones es indicativo de una mejor aptitud física, pero también podemos asumir un mejor entendimiento del ejercicio a realizar.

La cantidad de lagartijas basales (9) es idéntica al percentil 50 en niños brasileños (Hobold, 2017). Las repeticiones de abdominales basales fueron inferiores al estándar peruano (Bustamante, 2012).

Post intervención, las lagartijas aumentaron en 1 repetición, siguiendo cercano al percentil 50, pero muy lejos de las 18 repeticiones que marcan el percentil 85, en niños brasileños; mientras que el aumento a 11 abdominales no representa un acercamiento tangible al promedio peruano. Ambas comparaciones pueden considerarse incompletas pues se están comparando muestras distintas (niños con Sob/Ob vs niños de todos los IMC), pero nos sirve para tener una idea del nivel de aptitud física de los niños mexicanos con adiposidad. Pareciera que la fuerza de los niños mexicanos con sobrepeso u obesidad ayudaría a levantar una mayor cantidad de peso, mientras que en los niños brasileños, mucho menor peso a mover (reflejado en menores magnitudes de IMC) apuntarían a una menor masa muscular y fuerza. Ninguno de los dos casos es ideal, pero podría sugerir que protocolos de fuerza en niños mexicanos podrían ser de gran ayuda para la construcción rápida de masa muscular y lograr incentivar a los jóvenes a la práctica constante del ejercicio. En el caso de los abdominales, la mayor adiposidad de los niños mexicanos podría afectar de manera doble a la realización de este movimiento: Primero, la masa grasa sería un impedimento físico para realizar una repetición; y segundo, el mayor peso implicaría un mayor esfuerzo de la pared abdominal para levantarse, acentuando la debilidad de este músculo por desuso.

La flexibilidad aunque mejoró no alcanzó significancia estadística ($p=0.141$). Al estratificar los datos por sexo, encontramos que las niñas son significativamente más flexibles que los niños y que la intervención las ayudó a seguir mejorando (Anexo 7). Caso contrario a la fuerza, donde los niños parecen estar más involucrados en actividades que estimulan este componente de la aptitud física, las niñas parecen estar más dispuestas y expuestas a actividades que favorecen el entrenamiento de la flexibilidad (danza, ballet, gimnasia, etc). Encontramos un dimorfismo en las actividades que realizan niños y niñas, pero que más que ayudarles, debilitan ciertos aspectos de la aptitud física que siguen siendo relevantes para una función óptima y una vida saludable. Es necesario inculcarles a ambos sexos la importancia de realizar actividades que cultiven de manera integral la aptitud física.

Las mejoras en aptitud física y tiempo de ejercicio se vieron reflejados en aumentos significativos en el Gasto Energético Semanal y en los Niveles de Aptitud Física. Aumentamos en casi mil calorías el Gasto Energético Semanal, reflejando más tiempo dedicado a la AF. Este incremento, aunado a un consumo moderado de calorías, sería suficiente para favorecer la pérdida de peso sostenida (Al-Khudairy, 2017).

Relativo a los niveles de aptitud física, el protocolo de ejercicio demostró ser efectivo para mejorar este parámetro. El 23% de la muestra (11 participantes) pasaron a un nivel alto de aptitud física. Sin embargo, los participantes con un nivel bajo de Aptitud Física se mantuvieron inalterados. Esto indicaría una muy baja o nula adherencia al protocolo lo que nos indica el reto de motivar a todos los niños y niñas a seguir un programa de entrenamiento. Es por esto que el apoyo de padres de familia, amigos u otras personas cercanas pudiera ser la clave para favorecer el ejercicio en estas poblaciones.

Aun considerando la muy baja adherencia de estos 5 participantes, reportamos que los entrenamientos semanales aumentaron desde la primera semana dentro del protocolo y se mantuvieron superior al basal durante las 12 semanas del protocolo (Figura 7). No descartamos que la observación constante por parte de este protocolo fuera un factor que favoreciera que los participantes siguieran ejercitándose, más allá de una motivación interna o por el compromiso de bajar de peso. Lo anterior no es necesariamente un defecto o un aspecto negativo, sino que refuerza la necesidad de un seguimiento constante por parte del personal de salud para acompañar a los jóvenes en un proceso complicado como lo es la pérdida de peso.

Dentro de las razones que pudieran justificar una baja adherencia al programa o pocas sesiones de ejercicio, las lesiones no parecen ser razón suficiente. Reportamos solo 2 incidentes de lesiones, ninguna de gravedad y que de acuerdo a los padres de familia, no representaron molestias más allá de 3 días. Esto nos indica que el protocolo de ejercicio se puede considerar como seguro con una tasa de lesión del 4% o el equivalente que sería 1.77 lesiones por 1000 horas de entrenamiento. En comparación, la tasa de lesión en niños en un deporte tan famoso como el fútbol es de 9.5 a 48.7 lesiones por cada 1000 horas de juego (Watson, 2019).

Una de las razones para no hacer ejercicio que encontramos en el presente estudio, son los casos de infección por Sars-COV-2, también conocido como COVID-19. En numerosas ocasiones los participantes reportaron contagiarse de COVID-19, sin embargo, en ningún caso se reportaron secuelas graves o que impidieran hacer ejercicio tras una semana de descanso y reposo. Estos casos no fueron reportados en el presente estudio ya que no están relacionadas al protocolo de ejercicio (no son lesiones causadas por el presente protocolo) y no fue causa de eliminación de acuerdo a los criterios establecidos.

Por último, relativo al efecto de la dieta en la intervención, encontramos que no hay cambios significativos en la ingesta energética, macronutrientes o gramos de fibra consumida. Esto apunta

primordialmente a que los cambios observados por el protocolo se debieron al ejercicio realizado, sin embargo no podemos descartar que los participantes mejoraron otros hábitos de salud a causa del programa Sacbe, o bien que al no cuantificar cambios en la calidad de la dieta no encontremos diferencias significativas en la alimentación que apuntarían a las mejoras en composición corporal encontradas en el estudio. Sin embargo, aunque el consumo de proteína está asociado a una mayor masa muscular (Tagawa, 2021), en todo caso se podría considerar que la alimentación tendría un efecto casi exclusivamente en la disminución de grasa corporal.

Las mejoras en aptitud física dependen del resultado del entrenamiento y no de otros factores. Es entonces que podemos discernir un efecto neto del entrenamiento en la mejoría de la fuerza y resistencia muscular, así como en el aumento de la masa magra, mientras que aún quedaría por definir el papel de diversos hábitos de salud, incluyendo la alimentación, en la pérdida de masa grasa.

Cuando se compara el efecto de la asesoría nutricional en otros protocolos, encontramos que la mayoría sujeta a los niños a algún tipo de dieta hipocalórica (1500 calorías). En estos protocolos, se observa una pérdida de menos del 3% de la masa grasa (Sun, 2011 y Saavedra, 2014) y en otro protocolo no se encuentran cambios (Lee, 2010). Al parecer la dieta hipocalórica en conjunto con ejercicio no es particularmente efectivo en la pérdida de grasa, contrario a lo que se pueda pensar. Por otro lado, cuando niños tunecinos redujeron de 3100 a 2600 sus calorías consumidas además de seguir ejercicio aeróbico perdieron casi 5% de masa grasa en tan solo 8 semanas (Ounis, 2010). Esto parece apuntar a que una dieta hipocalórica no parece ser necesaria para la pérdida de masa grasa sobre todo en poblaciones jóvenes. En nuestro estudio buscamos fomentar una dieta normocalórica de acuerdo con la edad y sexo de los participantes, sin embargo, las calorías consumidas son muy bajas aún después de la educación del programa Sacbe (1600 calorías). Esto podría apuntar a que los niños con sobrepeso y obesidad mexicanos consumen menos calorías de lo que deberían (Rodríguez-Ramírez, 2011) y pese a ello desarrollan adiposidad a niveles alarmantes. Es necesario realizar más investigaciones al respecto para indagar el efecto de otras variables de la alimentación en el desarrollo de la obesidad infantil en México y el papel que desempeñan otros hábitos de salud en su composición corporal.

Conclusión

El presente protocolo de ejercicio a distancia demostró ser seguro y efectivo para mejorar la aptitud física en sus distintos componentes (fuerza, resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal) así como para aumentar significativamente el tiempo de Actividad Física en niños y adolescentes con Sobrepeso/Obesidad pertenecientes al programa Sacbe.

Limitaciones del Estudio

El diseño experimental de este protocolo es cuasiexperimental, por lo que la falta de un comparador ajeno a la intervención (Grupo Control) no permite conocer con certeza la magnitud del efecto de la intervención en los participantes. Pese a esto, es importante recalcar que nuestro primer objetivo es evaluar la efectividad del presente protocolo de ejercicio; un objetivo cumplido y que a futuro y con un comparador válido (control) nos permitirá discernir de manera más precisa la verdadera magnitud en el efecto de la intervención en la aptitud física y actividad física de los niños y adolescentes con Sobrepeso u Obesidad.

La dieta es uno de los factores más importantes en los programas de pérdida de peso y en la salud en general. El análisis que se realizó de la alimentación de los participantes describe solamente algunos componentes cuantitativos de la dieta, más no la calidad de la dieta. Es por eso que ignoramos si las calorías que consumen los participantes provienen de alimentos industrializados o de fuentes naturales y saludables. Esto resulta en un análisis superficial de la dieta y sugerimos que futuros estudios puedan profundizar en el papel de la dieta dentro de protocolos de ejercicio para encontrar mejores estrategias para la pérdida de peso.

Otra limitante alusiva al análisis nutricional es la capacidad de discernir entre el efecto neto de la dieta y el efecto neto del ejercicio sobre los participantes. Aunque la mejora de algunas variables puede ser atribuido en gran medida al entrenamiento (aumento de fuerza y resistencia), es prácticamente imposible cuantificar el efecto de uno u otro sobre cambios en la masa grasa u otras variables. Sin embargo, es posible que nos encontremos ante un fenómeno donde la suma de ambas sea más efectiva que el efecto de la dieta y el ejercicio por separado.

No realizamos una medición objetiva del tiempo dedicado a la AF (por ejemplo mediante acelerómetros) o corroboramos la intensidad del ejercicio en los participantes. Lo anterior permite que los datos obtenidos del cuestionario IPAQ puedan estar afectados por sesgo de memoria (sub o sobre estimando el tiempo real dedicado a las actividades diarias) o sesgo de deseabilidad social

(reportar más tiempo de ejercicio como resultado de ser parte de un protocolo dedicado a ello). Esto realza la importancia de las pruebas físicas, pues la medición “objetiva” de la aptitud física permite cuantificar el impacto real del entrenamiento y la AF sobre el cuerpo de los participantes, reflejándose en la mejora o empeoramiento durante las pruebas físicas. Esta es una oportunidad para buscar en el futuro que los distintos estudios complementen mediciones indirectas de la AF con tests físicos para tener un mejor panorama del estado funcional y los niveles de movimiento en cada una de las personas.

La adherencia al protocolo, medida mediante preguntar directamente a los padres de familia también puede estar expuesta a los sesgos anteriores. Sin embargo, el contacto constante con los padres de familia puede ser un factor clave que de una estructura de apoyo y un recordatorio constante para realizar el entrenamiento y favorecer la adherencia al ejercicio.

Dentro del complejo abordaje de la Adiposidad existen barreras culturales muy importantes, como el desconocer que este se trata de una enfermedad crónica por sí misma con múltiples complicaciones y no tenemos la certeza de que todos nuestros participantes en este protocolo hayan escuchado el taller que sensibiliza sobre esta parte, tal como lo documentamos en un estudio cualitativo previo (Rodríguez-Ventura, 2014); así como tampoco tenemos la certeza de que hayan oído y entendido los beneficios del ejercicio, dado que los talleres educativos se dieron de forma virtual.

Áreas de Oportunidad

No existe una única solución a todas las barreras para el tratamiento de la obesidad, particularmente en población infantil. Sin embargo, las escuelas y centros educativos podrían proveer de un espacio adecuado para facilitar y promover conductas saludables en poblaciones jóvenes. Al pasar un número considerable de horas allí, sería el mejor lugar para jugar, hacer actividad física de la mano de profesionales y ser educados en temas nutricionales (Rodríguez-Ventura, 2014 y Martínez-Andrés, 2012).

Es entonces que proponemos llevar intervenciones educativas integrales como Sacbe a las escuelas, así como la implementación de este programa de entrenamiento, para evaluar su efecto en la disminución de la adiposidad y en la promoción de hábitos saludables.

Consideraciones Éticas

Este estudio es considerado de riesgo mínimo al realizar mediciones antropométricas, una batería de pruebas físicas y ejercicio. Al momento de las mediciones y pruebas se respetaron los protocolos de higiene y seguridad vigentes. A la vez, se realizaron calentamientos de cuerpo completo previo a las pruebas físicas con el objetivo de evitar lesiones. Así mismo, no se permitió realizar las pruebas físicas en ayuno.

El estudio cuenta con aprobación del Comité de Ética del Instituto Nacional de Perinatología y cuenta con una carta consentimiento aprobada y lista para entrega al paciente (Anexo 2).

Recursos Financieros, Técnicos y Humanos

Este proyecto cuenta con recursos financieros gracias al proyecto CONACYT No. 6708 “Marcadores pronósticos de una respuesta adecuada al tratamiento de obesidad y su evolución a diabetes tipo 2 (D2) en población infantil”. Con estos recursos se compró la báscula InBody 220 y el dinamómetro manual GripX utilizados en este estudio. Así mismo, con estos recursos se compraron 50 kits de ejercicio que se componen por 50 pelotas de yoga de látex de 55 cm de diámetro de la marca Gim, 50 ligas (1.5 x 0.3 m) de resistencia media y 50 ligas (1.5 x 0.3 m) de resistencia baja.

Este estudio es posible gracias al apoyo de un grupo de trabajo multidisciplinario encargado de auxiliar y verificar el llenado de los distintos cuestionarios del programa Sacbe; así como de dar asesorías a los participantes y ayudar a realizar las mediciones. El equipo consta de:

Coordinadora: Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura,

Nutriólogas: Jessica del Carmen Rodríguez Rojo, Jessica Guerrero Balderas, Esveidy Sánchez Trinidad, Minerva Hernández y Alejandro Daniel Muñiz Anguiano

Médicas: Rubí Saraí Mendoza Benítez, Cecilia Elena Urquijo Torres, Karen García, Claudia Leal y Sergio Kiyoshi

Referencias

1. Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., ... & Cho, Y. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627-2642.
2. Al - Khudairy, L., Loveman, E., Colquitt, J. L., Mead, E., Johnson, R. E., Fraser, H., ... & Rees, K. (2017). Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese adolescents aged 12 to 17 years. *Cochrane database of systematic reviews*, (6).
3. Alves, J., & Alves, G. V. (2019). Effects of physical activity on children's growth. *Jornal de pediatria*, 95 Suppl 1, 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2018.11.003>
4. Alves, A. S. R., Venancio, T. L., Honorio, S. A. A., MARTINS, J., & MANUEL, C. (2019). Multicomponent training with different frequencies on body composition and physical fitness in obese children. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91(4).
5. American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
6. Ashwell, M., & Hsieh, S. D. (2005). Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *International journal of food sciences and nutrition*, 56(5), 303-307.
7. Anderson PM, Butcher KE. Childhood obesity: Trends and potential causes. *Future Child*. 2006;16:19–45.
8. Bacopoulou, F., Efthymiou, V., Landis, G., Rentoumis, A., & Chrousos, G. P. (2015). Waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC pediatrics*, 15(1), 1-9.
9. Barlow, Sarah E. (2007) "Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report." *Pediatrics* 120.Supplement 4: S164-S192.
10. Bhave S, Bavdekar A, Otv M. (2004) IAP National Task Force for Childhood, Prevention of Adult Diseases: Childhood Obesity. IAP National Task Force for Childhood Prevention of Adult Diseases: Childhood Obesity. *Indian Pediatr*. 41:559–75.

11. Brannsether, B., Roelants, M., Bjerknes, R., & Júlíusson, P. B. (2011). Waist circumference and waist - to - height ratio in Norwegian children 4-18 years of age: Reference values and cut - off levels. *Acta paediatrica*, 100(12), 1576-1582.
12. Booth, F. W., Roberts, C. K., Thyfault, J. P., Rueggsegger, G. N., & Toedebusch, R. G. (2017). Role of inactivity in chronic diseases: evolutionary insight and pathophysiological mechanisms. *Physiological reviews*, 97(4), 1351-1402.
13. Bruñó, A., Escobar, P., Cebolla, A., Álvarez-Pitti, J., Guixeres, J., Lurbe, E., ... Lisón, J. F. (2018). Home-exercise Childhood Obesity Intervention: A Randomized Clinical Trial Comparing Print Versus Web-based (Move It) Platforms. *Journal of Pediatric Nursing*.
14. Bull, F.C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior. *British journal of sports medicine*, 54(24), 1451-1462.
15. Bustamante, A., Beunen, G., & Maia, J. (2012). Valoración de la aptitud física en niños y adolescentes: construcción de cartas percentílicas para la región central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 29, 188-197.
16. Cañete R, Gil-Campos M, Aguilera CM, Gil A. Development of insulin resistance and its relation to diet in the obese child. *Eur J Nutr*. 2007;46:181—7.
17. Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health rep*, 100(2), 126-31.
18. Chen, W., Hammond-Bennett, A., Hypnar, A., & Mason, S. (2018). Health-related physical fitness and physical activity in elementary school students. *BMC Public Health*, 18(1), 1-12.
19. Costa-Urrutia, P., Vizuet-Gámez, A., Ramirez-Alcántara, M., Guillen-González, M. Á., Medina-Contreras, O., Valdes-Moreno, M., ... & Rodriguez-Arellano, M. E. (2019). Obesity measured as percent body fat, relationship with body mass index, and percentile curves for Mexican pediatric population. *PLoS One*, 14(2), e0212792.
20. Concepto OMS 2016, disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
21. Conwell LS, Trost SG, Spence L, et al. The feasibility of a home-based moderate-intensity physical activity intervention in obese children and adolescents. *Br J Sports Med*. 2010;44:250—255.

22. Cornier, M. A., Despres, J. P., Davis, N., Grossniklaus, D. A., Klein, S., Lamarche, B., ... & Poirier, P. (2011). Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 124(18), 1996-2019.
23. Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & science in sports & exercise*, 35(8), 1381-1395.
24. Cvetković, N., Stojanović, E., Stojiljković, N., Nikolić, D., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2018). Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high - intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28, 18-32.
25. Davis, J. N., Kelly, L. A., Lane, C. J., Ventura, E. E., Byrd - Williams, C. E., Alexandar, K. A., ... & Goran, M. I. (2009). Randomized control trial to improve adiposity and insulin resistance in overweight Latino adolescents. *Obesity*, 17(8), 1542-1548.
26. Davison KK, Birch LL. Childhood overweight: A contextual model and recommendations for future research. *Obes Rev*. 2001;2:159–71.
27. Epstein, L. H., Valoski, A., Wing, R. R., & McCurley, J. (1990). Ten-year follow-up of behavioral, family-based treatment for obese children. *Jama*, 264(19), 2519-2523.
28. Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56-63.
29. Germann, J. N., Kirschenbaum, D. S., Rich, B. H., & O’Koon, J. C. (2006). Long-term evaluation of multi-disciplinary treatment of morbid obesity in low-income minority adolescents: La Rabida Children’s Hospital’s FitMatters program. *Journal of Adolescent Health*, 39(4), 553-561.
30. Gómez-Ambrosi, Rodríguez A, Catalán V, Frühbeck. Papel del tejido adiposo en la inflamación asociada a la obesidad. *Rev Esp Obes*. 2008;6:264—79.
31. Hawkins, K. R., Apolzan, J. W., Staiano, A. E., Shanley, J. R., & Martin, C. K. (2019). Efficacy of a Home-Based Parent Training-Focused Weight Management Intervention for Preschool Children: The DRIVE Randomized Controlled Pilot Trial. *Journal of nutrition education and behavior*, 51(6), 740-748.
32. Hobold, E., Pires-Lopes, V., Gómez-Campos, R., De Arruda, M., Andruske, C. L., Pacheco-Carrillo, J., & Cossio-Bolaños, M. A. (2017). Reference standards to assess physical fitness of

- children and adolescents of Brazil: an approach to the students of the Lake Itaipú region—Brazil. *PeerJ*, 5, e4032.
33. Huang, T. T. K., & Goran, M. I. (2003). Prevention of type 2 diabetes in young people: a theoretical perspective. *Pediatric diabetes*, 4(1), 38-56.
 34. INEGI, Ingreso corriente total promedio trimestral por hogar, por entidad federativa según deciles de hogares, 2020. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Hogares_Hogares_10_8a5ea85-f8a0-41f2-ae0a-cdc75a171b32&idrt=54&opc=t
 35. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018”, 2018. Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
 36. Jensen N.S., Camargo T.F., Bergamaschi D.P. Comparison of methods to measure body fat in 7-to-10-year-old children: A systematic review. *Public Health*. 2016;133:3–13.
 37. Jordani, P. C., Campi, L. B., Braido, G. V., Fernandes, G., Visscher, C. M., & Gonçalves, D. A. (2019). Obesity, sedentarism and TMD - pain in adolescents. *Journal of oral rehabilitation*, 46(5), 460-467.
 38. Kadowaki T, Yamauchi T, Kubota N, Hara K, Ueki K, Tobe K. Adiponectin and adiponectin receptors in insulin resistance, diabetes, and the metabolic syndrome. *J Clin Invest*. 2006; 116:1784—92.
 39. Kahn BB, Flier JS. Obesity and insulin resistance. *J Clin Invest*. 2000;106:473—81.
 40. Kappy, M. S. (1994). *Wilkins: The diagnosis and treatment of endocrine disorders in childhood and adolescence*. Charles C Thomas.
 41. Kitzmann, K. M., & Beech, B. M. (2011). Family-based interventions for pediatric obesity: methodological and conceptual challenges from family psychology.
 42. Lee, Y. H., Song, Y. W., Kim, H. S., Lee, S. Y., Jeong, H. S., Suh, S. H., ... & Hong, Y. M. (2010). The effects of an exercise program on anthropometric, metabolic, and cardiovascular parameters in obese children. *Korean circulation journal*, 40(4), 179-184.
 43. Lennerz BS, Wabitsch M, Lippert H, et al. Bariatric surgery in adolescents and young adults—safety and effectiveness in a cohort of 345 patients. *Int J Obes* 2014;38:334-40.

44. Li, Z., Maglione, M., Tu, W., Mojica, W., Arterburn, D., Shugarman, L. R., ... & Morton, S. C. (2005). Meta-analysis: pharmacologic treatment of obesity. *Annals of internal medicine*, 142(7), 532-546.
45. Lisón, J. F., Real-Montes, J. M., Torró, I., Arguisuelas, M. D., Álvarez-Pitti, J., Martínez-Gramage, J., ... & Lurbe, E. (2012). Exercise intervention in childhood obesity: a randomized controlled trial comparing hospital-versus home-based groups. *Academic pediatrics*, 12(4), 319-325.
46. Lucini, D., Gandolfi, C. E., Antonucci, C., Cavagna, A., Valzano, E., Botta, E., ... & Biganzoli, E. (2020). # StayHomeStayFit: UNIMI's approach to online healthy lifestyle promotion during the COVID-19 pandemic. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 91(3), e2020037.
47. Marrugat, J., Vila, J., Pavesi, M., & Sanz, F. (1998). Estimación del tamaño de la muestra en la investigación clínica y epidemiológica. *Med Clin (Barc)*, 111(7), 267-76.
48. Marta, C. J. S. D. A. C. (2012). Determinants of physical fitness in prepubescent children and its training effects.
49. Martín-Bello, C., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J. A., & Gómez-Bruton, A. (2020). Validación de los cuestionarios PAQ-C e IPAQ-A en niños/as en edad escolar. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44).
50. Martin-Calvo, N., Moreno-Galarraga, L., & Martinez-Gonzalez, M. A. (2016). Association between Body Mass Index, Waist-to-Height Ratio and Adiposity in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 8(8), 512.
51. Martínez-Andrés, M., García-López, Ú., Gutiérrez-Zornoza, M., Rodríguez-Martín, B., Pardo-Guijarro, M. J., Sánchez-López, M., ... & Martínez-Vizcaíno, V. (2012). Barriers, facilitators and preferences for the physical activity of school children. Rationale and methods of a mixed study. *BMC public health*, 12(1), 1-6.
52. McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *International journal of obesity*, 30(4), 598-602.
53. McIntosh, A. S., McCrory, P., Finch, C. F., & Wolfe, R. (2010). Head, face and neck injury in youth rugby: incidence and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 44(3), 188-193.
54. Mead, E., Brown, T., Rees, K., Azevedo, L. B., Whittaker, V., Jones, D., ... & Ells, L. J. (2017). Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese children from the age of 6 to 11 years. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6).

55. Mechanick JI, Hurley DL, Garvey WT. ADIPOSITY-BASED CHRONIC DISEASE AS A NEW DIAGNOSTIC TERM: THE AMERICAN ASSOCIATION OF CLINICAL ENDOCRINOLOGISTS AND AMERICAN COLLEGE OF ENDOCRINOLOGY POSITION STATEMENT. *Endocr Pract.* 2017 Mar;23(3):372-378. doi: 10.4158/EP161688.PS. Epub 2016 Dec 14. PMID: 27967229.
56. Medina, C., Janssen, I., Campos, I., & Barquera, S. (2013). Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health*, 13(1), 1063.
57. Medina, C., Jáuregui, A., Campos-Nonato, I., & Barquera, S. (2018). Prevalencia y tendencias de actividad física en niños y adolescentes: resultados de Ensanut 2012 y Ensanut MC 2016. *salud pública de méxico*, 60, 263-271
58. Mellado Peña, F., Leyton Dinamarca, B., & Kain Berkovic, J. (2020). Evaluación del programa chileno Vida Sana 2017 en participantes menores de 20 años después de 6 meses de intervención. *Nutrición Hospitalaria*, 37(3), 559-567.
59. Montero, M. M., & Juan, F. R. (2017). Estudio longitudinal de los comportamientos y el nivel de actividad físico-deportiva en el tiempo libre en estudiantes de Costa Rica, México y España. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (31), 219-226.
60. Moreno, G. M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 124-128.
61. Niehoff V. Childhood obesity: A call to action. *Bariatric Nursing and Surgical Patient. Care.* 2009;4:17–23
62. Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 496-502.
63. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjörström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International journal of obesity*, 32(1), 1-11.
64. Parra Solano A. Cambios en hábitos alimentarios de niños y adolescentes con obesidad y sobrepeso con disminución del índice de masa corporal [tesis de maestría]. Cd. De México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2017. 54 p.
65. Pintos, A. E. B., Ramírez, L. E. G., Méndez, C. M. M., Marisol, K., Horcasitas, P., Martínez, E. S., & Ortiz-Hernández, L. (2004). Hábitos alimentarios y actividad física en un grupo de escolares de la Ciudad de México. *El modelaje. Nutrición clínica*, 7(1), 9-23.

66. Ramos-Sepúlveda, J. A., Ramírez-Vélez, R., Correa-Bautista, J. E., Izquierdo, M., & García-Hermoso, A. (2016). Physical fitness and anthropometric normative values among Colombian-Indian schoolchildren. *BMC Public Health*, 16(1), 1-15.
67. Richardson, L., Paulis, W. D., van Middelkoop, M., & Koes, B. W. (2013). An overview of national clinical guidelines for the management of childhood obesity in primary care. *Preventive medicine*, 57(5), 448-455.
68. Rivera, J. I. Z., Juan, F. R., Walle, J. L., & Baños, R. F. (2014). Frecuencia, duración, intensidad y niveles de actividad física durante el tiempo libre en la población adulta de Monterrey (Nuevo León, México). *Espiral. Cuadernos del profesorado*, 7(14), 1.
69. Rodríguez-Ramírez, S., Mundo-Rosas, V., García-Guerra, A., & Shamah-Levy, T. (2011). Dietary patterns are associated with overweight and obesity in Mexican school-age children. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 61(3), 270-278.
70. Rodriguez-Ventura, A., Parra-Solano, A., Illescas-Zárate, D., Hernández-Flores, M., Paredes, C., Flores-Cisneros, C., ... & Chinchilla, D. (2018). "Sacbe", a Comprehensive Intervention to Decrease Body Mass Index in Children with Adiposity: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 2010.
71. Rodríguez-Ventura, A. L., Pelaez-Ballestas, I., Sámano-Sámano, R., Jimenez-Gutierrez, C., & Aguilar-Salinas, C. (2014). Barriers to lose weight from the perspective of children with overweight/obesity and their parents: a sociocultural approach. *Journal of Obesity*, 2014.
72. Rogol, A. D., Clark, P. A., & Roemmich, J. N. (2000). Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 521S-528S.
73. Rössler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T., & Faude, O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 44(12), 1733-1748.
74. Saavedra, J. M., García-Hermoso, A., Escalante, Y., & Domínguez, A. M. (2014). Self-determined motivation, physical exercise and diet in obese children: A three-year follow-up study. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 14(3), 195-201.
75. Sabin, M. A., & Kiess, W. (2015). Childhood obesity: current and novel approaches. *Best practice & research clinical endocrinology & metabolism*, 29(3), 327-338.

76. Sahoo, K., Sahoo, B., Choudhury, A. K., Sofi, N. Y., Kumar, R., & Bhadoria, A. S. (2015). Childhood obesity: causes and consequences. *Journal of family medicine and primary care*, 4(2), 187.
77. Saland JM. Update on the metabolic syndrome in children. *Curr Opin Pediatr*. 2007;19:183—91.
78. San Mauro, I., Megías, A., García de Angulo, B., Bodega, P., Rodríguez, P., Grande, G., ... & Garicano, E. (2015). Influencia de hábitos saludables en el estado ponderal de niños y adolescentes en edad escolar. *Nutrición Hospitalaria*, 31(5), 1996-2005.
79. Schwanke, N. L., Pohl, H. H., Reuter, C. P., Borges, T. S., de Souza, S., & Burgos, M. S. (2016). Differences in body posture, strength and flexibility in schoolchildren with overweight and obesity: a quasi-experimental study. *Manual Therapy*, 22, 138-144.
80. Stoner, L., Rowlands, D., Morrison, A., Credeur, D., Hamlin, M., Gaffney, K., ... Matheson, A. (2016). Efficacy of Exercise Intervention for Weight Loss in Overweight and Obese Adolescents: Meta-Analysis and Implications. *Sports Medicine*, 46(11), 1737–1751.
81. Suojanen, L. U., Ahola, A. J., Kupila, S., Korpela, R., & Pietiläinen, K. H. (2020). Effectiveness of a web-based real-life weight management program: Study design, methods, and participants' baseline characteristics. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 19, 100638.
82. Tagawa, R., Watanabe, D., Ito, K., Ueda, K., Nakayama, K., Sanbongi, C., & Miyachi, M. (2021). Dose–response relationship between protein intake and muscle mass increase: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition reviews*, 79(1), 66-75.
83. Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., ... & Ortega, F. B. (2018). European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9–17 years: results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1445-1456.
84. Tyson, N., & Frank, M. (2018). Childhood and adolescent obesity definitions as related to BMI, evaluation and management options. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 48, 158-164.
85. Ugalde, P. Z., García, V. G., Hernández, D. G., & Ramírez, R. A. C. (2020). Relación del índice cintura-talla (ICT) con cintura e Índice de Cintura Cadera como predictor para obesidad y

- riesgo metabólico en adolescentes de secundaria. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 19(3), 19-27.
86. Van Der Heijden, G. J., Wang, Z. J., Chu, Z., Toffolo, G., Manesso, E., Sauer, P. J., & Sunehag, A. L. (2010). Strength exercise improves muscle mass and hepatic insulin sensitivity in obese youth. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(11), 1973.
87. Varela-Moreiras, G., Alguacil Merino, L. F., Alonso Aperte, E., Aranceta Bartrina, J., Ávila Torres, J. M., Aznar Laín, S., ... & Zamora Navarro, S. (2013). Obesidad y sedentarismo en el siglo XXI:¿ qué se puede y se debe hacer?. *Nutrición hospitalaria*, 28, 1-12.
88. Vargas, A. S., Merino, A. L. H., & Hernández, I. P. (2015). La participación laboral femenina y el uso del tiempo en el cuidado del hogar en México. *Contaduría y administración*, 60(3), 651-662.
89. Verhagen, E. A. L. M., Collard, D., Paw, M. C. A., & Van Mechelen, W. (2009). A prospective cohort study on physical activity and sports-related injuries in 10–12-year-old children. *British journal of sports medicine*, 43(13), 1031-1035.
90. Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Prescribing exercise as preventive therapy. *Cmaj*, 174(7), 961-974.
91. Watson, A., Mjaanes, J. M., LaBella, C. R., Brooks, M. A., Canty, G., Diamond, A. B., ... & Stricker, P. R. (2019). Soccer injuries in children and adolescents. *Pediatrics*, 144(5).
92. Watts, K., Jones, T. W., Davis, E. A., & Green, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents. *Sports Medicine*, 35(5), 375-392.
93. World Health Organization. (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. [internet]. Ginebra: OMS, 2010. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf
94. World Health Organization. (2016). Report of the commission on ending childhood obesity. World Health Organization.
95. World Health Organization. Childhood overweight and obesity:WHO; [citado 11 enero 2021]. Tomado de: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/>
96. World Health Organization. Childhood overweight and obesity:WHO; [citado 11 enero 2021]. Tomado de: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
97. Wright, S. M., & Aronne, L. J. (2012). Causes of obesity. *Abdominal Radiology*, 37(5), 730-732.

98. Yeste, D., & Carrascosa, A. (2011, August). Complicaciones metabólicas de la obesidad infantil. In *Anales de Pediatría* (Vol. 75, No. 2, pp. 135-e1). Elsevier Doyma.
99. Yoo, E. G. (2016). Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean journal of pediatrics*, 59(11), 425.

Anexos

Anexo 1. Cuestionario IPAQ corto

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ **días por semana**

_____ Ninguna actividad física vigorosa **Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizo en los **últimos 7 días** Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas

moderadas tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ **días por semana**

_____ Ninguna actividad física moderada ***Pase a la pregunta 5***

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ **días por semana**

_____ No caminó ***Pase a la pregunta 7***

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

Anexo 2. Carta de Consentimiento Informado



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes

Subdirección de Investigación en Intervenciones Comunitarias
Depto. De Investigación en Nutrición y Bioprogramación

Folio _____ Fecha _____

Proyecto de investigación: “Marcadores pronósticos de una respuesta adecuada al tratamiento de obesidad y su evolución a diabetes tipo 2 (D2) en población infantil”.

Investigador principal: Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura, adscrita al Depto. de Investigación en Nutrición y Bioprogramación del Instituto Nacional de Perinatología (INPer) Tel 55209900 ext. 653. Presidente del Comité de Ética en Investigación Dr. Alejandro Martínez Juárez, departamento de Genética y Genómica Humana, Tel. 55209900 ext. 316. Participan el Instituto Nacional de Perinatología y el Instituto Nacional de Psiquiatría.

La diabetes tipo 2 se presentaba hasta los 40 años de edad, ahora se presenta desde la juventud y la niñez. El principal factor de riesgo es tener sobrepeso u obesidad, lo cual se debe a exceso de grasa y corresponde a una enfermedad crónica que se cura a largo plazo si participa la familia de manera activa. Sin embargo, en algunos casos, a pesar de perder el exceso de grasa, se puede desarrollar diabetes tipo 2, siendo niños o adolescentes, por lo que es muy importante identificar cuáles son los factores o características con mayor predisposición para trabajar de forma más intensa con esos casos de mayor riesgo.

¿Cuál es el objetivo de este trabajo?

Determinar los factores perinatales (peso al nacer, semanas de gestación, peso pre y postgestacional, diabetes en el embarazo o alguna otra complicación, vía de nacimiento y tiempo de lactancia materna), genéticos, metabólicos (concentraciones de glucosa, insulina y péptido C basales y 2 hrs. postcarga, colesterol, triglicéridos, colesterol “malo” y “bueno”, proteínas que produce el hígado, ácido úrico), conductuales (patrones de alimentación, ejercicio, sedentarismo, horas de sueño), psicológicos (estrés, ansiedad o depresión) y sociales (nivel socioeconómico, nivel educativo, estado civil) relacionados al exceso de peso (grasa) en los niños y establecer si alguno o algunas combinaciones de los mismos nos ayuda a pronosticar mejor si habrá una buena respuesta para perder grasa y/o si desarrollará diabetes tipo 2.

¿En qué consiste su participación? En acudir para ser evaluado en la visita inicial y luego cada mes los primeros 3 meses y cada 3 meses el primer año, a los 18 meses y a los 2 años. Tomará 2 talleres de 90 min. de duración cada uno en días entre semana en la PB de la torre de investigación del INPer, con diferencia de una semana. Por lo pronto serán 4 talleres virtuales, los miércoles de 6 a 7pm, impartidos por la investigadora encargada y los talleres de activación física todos los jueves de 6 a 7pm de acceso libre y las veces que Uds. gusten. Se medirá estatura, peso, cantidad de grasa y músculo; también cintura y presión arterial (al niño participante y a su padre/madre o tutor). Mientras haya el problema de la epidemia por COVID19, Uds. lo harán en casa, ojalá cuenten con una báscula confiable y el aparato electrónico para medir frecuencia cardiaca y presión arterial. Les explicaremos cómo medir cintura y estatura en los niños y padres.

Toma de muestras. Se le tomará una muestra de sangre de 10 mililitros (equivalente a 2 cucharaditas) en la visita inicial, a los 3 meses, al año y a los 2 años, con la finalidad de medir las concentraciones de azúcar, grasas y las

sustancias ya mencionadas, así como la determinación de ciertos genes que se asocian al exceso de grasa y a diabetes. Mientras no nos permitan acudir al INPer, tendremos que esperar a que se les tomen las muestras, estamos investigando si en algún otro lugar lo podríamos hacer, pero si Uds. pueden y deciden tomar algunos estudios en laboratorios de su confianza para que se los revisemos, adelante.

Registro de dieta y actividad física. En cada consulta, se registrará la dieta y sus hábitos en general, lo cual le tomará entre 30 y 40 minutos. Ante la dificultad de citarlos por el momento en el INPer, les mandaremos los cuestionarios que deberán respondernos en los primeros 3 días por favor para que sólo les molestemos por videollamada o teléfono, si algún dato no estuviera claro.

Registro de datos sociales y emocionales. Estos son para conocer las características del medio social en el que usted se desenvuelve, y para su efecto se aplicará un cuestionario que se empleará una sola vez, con datos como la escolaridad, ocupación, estado civil. Y también se le realizará 2 cuestionarios, uno médico y otro para conocer sus emociones y poderle apoyar mejor. Responder a estos cuestionarios le tomará aproximadamente 20-30 minutos.

¿Quiénes pueden participar en este estudio?

Todo niño o niña de 6 a 18 años de edad, que presente sobrepeso u obesidad sin limitaciones físicas ni tratamiento con esteroides o algún medicamento relacionado a sobrepeso o alteraciones metabólicas, ya sea referido del Depto. de Seguimiento Pediátrico del INPer o de cualquier otro instituto o por propio interés.

¿Cuáles son los beneficios?

Los beneficios que obtendrán al participar en este estudio serán:

- A. Prescripción sistematizada de estilo de vida saludable a través del programa educativo Sacbe con los 2 talleres, 2 de reforzamiento y un plan nutricional personalizado.
- B. Diagnóstico de su estado nutricional, metabólico, psicológico y conductual con un reporte de retroalimentación específico. Estudios de laboratorio y revisiones médicas y nutricionales sin costo alguno.
- C. Manejo especializado en el caso de tener alteraciones metabólicas o psicológicas por el equipo del estudio y/o será enviado(a) al Hospital indicado.
- D. Contribuir a la ciencia médica con su participación, logrando avances en el estudio de la obesidad y diabetes infantiles, lo cual será sin duda, útil para su hijo(a) y siguientes generaciones de niños.

¿Qué riesgos existen?

La muestra será tomada por personal capacitado, con material nuevo y estéril, pero en alguna de las tomas de sangre puede hacerse un pequeño moretón (hematoma) que desaparecerá en alrededor de una semana sin causarle ninguna complicación.

Alternativas

Usted es libre de decidir si acepta participar o no en el estudio, su hijo(a) tiene la libertad de poder preguntar acerca de los procedimientos y resultados antes y durante el estudio. En cualquier momento se puede retirar del estudio si así lo deseara. Si su hijo ya no quiere participar, su voluntad es la más importante para nosotros.

Confidencialidad

Se le asignará un número de folio que será utilizado como código para que su información se maneje de forma anónima y así quedará protegida de uso inadecuado y no será transferida por cualquier vía. Únicamente el investigador principal tendrá acceso a su información, la cual estará protegida con una contraseña.

Costos financieros

Este estudio no tendrá ningún costo para usted, sólo se le pide su compromiso en asistir a sus citas y dar la información precisa en los cuestionarios

Compensación económica

Ud. no recibirá ningún pago alguno por participar en el estudio pero sus evaluaciones y estudios serán totalmente gratuitos.

Después de lo que se ha dicho:

¿Ud. está dispuesta(o) a que su hija(o) venga a las citas programadas? Si o No.

¿Ud. está de acuerdo en que su hija(o) nos proporcione muestras de sangre? Si o No

¿Ud. está de acuerdo en que su hija(o) nos brinde información sobre dieta, actividad, física y otros datos de hábitos y su estado emocional? Si o No

¿Sabe Ud. que este estudio es totalmente gratuito? Si o No

¿Sabe Ud. que su participación es voluntaria y podrá retirarse cuando guste? Si o No

¿Sabe Ud. que la información será confidencial y de carácter científico? Si o No

Si usted ha contestado SI a todas las preguntas y acepta participar en este estudio firme por favor. ¿Usted ha comprendido la carta? Sí o No

Si Ud. tiene alguna pregunta, por favor no dude en llamarnos al teléfono: 55209900 ext. 653 con la Dra. Ana Lilia Rodríguez Ventura o al Dr. Alejandro Martínez, ext. 417. Por whats al 5528881049, fb sacbenutricion o al correo sacbenutricion@gmail.com

Yo (Nombre y firma del padre o tutor, representante legal):

Declaro libremente que estoy de acuerdo en formar parte en este estudio y que mi hija(o), cuyo nombre aparece abajo, participe en este estudio cuyos propósitos, riesgos, beneficios, costos, compensaciones y procedimientos se mencionan arriba.

Declaro que los investigadores me (le) han ofrecido aclarar cualquier duda o contestar cualquier pregunta y que me (se) puedo (e) retirar del estudio en cualquier momento, sin repercusión alguna. Se me (le) ha dicho que este estudio es sin costo alguno y que toda mi (su) información y participación será confidencial.

Para los fines que se estime conveniente, firmo la presente junto al investigador que me informó y dos testigos, conservando una copia de esta.

Nombre y firma del padre o tutor:

Nombre y firma del niño(a):

Delegación o Estado: _____ **Correo:** _____

Teléfonos: _____

Nombre y firma del testigo: _____

Parentesco con el o la participante: _____

Nombre y firma del testigo: _____

Parentesco con el o la participante

Nombre y firma del investigador principal

Fecha y hora: _____



CARTA INFORMATIVA PARA PADRES O TUTORES Y ASENTIMIENTO PARA ADOLESCENTES

Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes
Subdirección de Investigación en Intervenciones Comunitarias
Depto. De Investigación en Nutrición y Bioprogramación

El Departamento de Nutrición y Bioprogramación está realizando un estudio sobre los indicadores de una buena respuesta al tratamiento de obesidad o sobrepeso infantil, así como para identificar a quienes tienen mayor riesgo de evolucionar a una diabetes tipo 2 porque ambas enfermedades crónicas, tanto el exceso de peso como la diabetes, han aumentado en los niños y no es justo que a tan temprana edad ya tengan enfermedades de adultos, por ello deseamos ver la manera de contrarrestar el problema y gracias a la participación de su hija(o) obtendremos información útil.

Su hija(o) será evaluada(o) con los siguientes procedimientos: Cuestionarios médico, nutricional, de hábitos, psicológicos, así como de datos sociales y económicos. Algunos datos serán respondidos por Ud. Se le realizarán mediciones físicas y se tomarán muestras de sangre en la visita inicial, a los 3 meses, al año y a los 2 años. Es importante saber que al inicio de aceptar participar, se les dará 2 talleres que duran 90 minutos cada uno en familia, por lo que deberá estar presente toda la familia o al menos la madre o padre y el niño(a) participante. Y que las evaluaciones se le realizan al niño y también al padre o madre, excepto las metabólicas y genéticas.

Su hija(o) y Ud. recibirán los resultados de sus evaluaciones en cuanto se determinen para que también se beneficien de lo que se va obteniendo con la finalidad de que este estudio también sea de utilidad para Uds. Mismos y no sólo para la investigación. A su hija(o) le será entregado un folleto sobre la información que les explicaremos en el taller.

Por lo anterior le solicito a usted su valiosa cooperación para que autorice y firme la carta de consentimiento informado para que su hija(o) participe en el estudio.

Yo: _____

Folio: _____

(Nombre del representante legal o padre)

Y al niño(a) o adolescente le solicitamos su nombre como aceptación para participar en el estudio.

Yo: _____

Folio: _____

Declaración del investigador o persona que obtiene el consentimiento/asentimiento

He explicado la investigación al sujeto, y he respondido lo mejor que he podido a todas las preguntas acerca de esta investigación.

Investigador o persona que obtiene el Consentimiento/asentimiento

Fecha y hora: _____

Anexo 3. Pruebas Físicas

Resistencia Muscular

Test de flexiones de brazos (lagartijas) en 30 segundos

Materiales: Cronómetro, superficie plana antiderrapante

Indicaciones: Realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles en 30 segundos

Posición inicial: El participante se encontrará acostado boca abajo con la mirada al frente, las manos deberán estar apoyadas en el piso a la altura de los hombros separadas por el ancho de los mismos. Para el caso de los menores a 15 años, las piernas deberán estar en completa extensión, los pies juntos y el apoyo será sobre la punta de estos. Para participantes de 15 años en adelante, las rodillas deben estar en contacto con el suelo. La cadera, espalda y cabeza estarán en línea recta. Teniendo esta posición procederemos a realizar una extensión total de brazos.

Desarrollo: Desde la posición inicial el participante ejecutará una flexo-extensión de los brazos, llevando los codos hacia fuera y sin parar, regresar a la posición inicial. Repetirá el movimiento 30 segundos intentando realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles. Durante este periodo el personal capacitado contará las lagartijas completas, realizadas de acuerdo a la explicación postural anterior. No se contarán “medias repeticiones”. Se realizará la prueba 2 veces, tomando el valor máximo como el valor registrado en el estudio.

Test de flexión de tronco (abdominales) en 30 segundos

Materiales: Cronómetro, superficie plana antiderrapante, colchoneta

Indicaciones: Realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles en 30 segundos mientras se mantienen las piernas flexionadas y los brazos cruzados sobre el pecho.

Posición inicial: El participante se colocará en la colchoneta, acostado boca arriba, con las piernas juntas y flexionadas con los pies en apoyo plantar. Los brazos cruzados en el pecho. El participante será sujetado por el instructor de los pies para realizar el ejercicio.

Desarrollo: Desde la posición inicial, el evaluado se traslada a la posición de sentado hasta que los codos logren tocar las rodillas, inmediatamente se regresa a la posición inicial. Repetirá el movimiento 30 segundos intentando realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles. Durante este periodo el personal capacitado contará las abdominales completas, realizadas de acuerdo a la explicación postural anterior. No se contarán “medias repeticiones”. Se realizará la prueba 2 veces, tomando el valor máximo como el valor registrado en el estudio.

Test de sentadilla asistida en 30 segundos

Materiales: Cronómetro, superficie plana antiderrapante, silla

Indicaciones: Realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles en 30 segundos mientras se mantienen la espalda recta, los pies plantados en el suelo y los brazos cruzados en el pecho.

Posición inicial: El participante se sentará en la silla, con los pies abiertos a su comodidad, con un buen apoyo plantar y las rodillas formando un ángulo similar a 90 grados. La espalda, recata, deberá apoyarse en el respaldo y se cruzarán los brazos frente al pecho.

Desarrollo: Desde la posición inicial, el evaluado deberá ponerse de pie y erguirse por completo, inmediatamente después deberá volver a sentarse, formando un ángulo de 90 grados con las rodillas y con la espalda recta tocando el respaldo de la silla. Repetirá el movimiento 30 segundos intentando realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles. Durante este periodo el personal capacitado contará las sentadillas completas, realizadas de acuerdo a la explicación postural anterior. No se contarán “medias repeticiones”. Se realizará la prueba 2 veces, tomando el valor máximo como el valor registrado en el estudio.

Fuerza

Test de prensión manual

Materiales: Dinamómetro manual, superficie plana antiderrapante

Indicaciones: Apretar en un solo movimiento el maneral del dinamómetro con la mayor fuerza posible.

Posición inicial: El participante se colocará de pie, perfectamente erguido. Se le entregará el dinamómetro manual en su mano dominante

Desarrollo: Se le pedirá al participante que en un solo esfuerzo, apriete su mano con la mayor fuerza posible. Una vez realizado, se reiniciará el dinamómetro y se le pedirá repetir el movimiento. Se tomará el valor máximo como el valor registrado en el estudio.

Flexibilidad

Test de caja o “Sit and Reach”

Materiales: Cajón con cinta métrica, superficie plana antiderrapante

Indicaciones: Evitar la flexión de las rodillas, el “muelleo” o rebote durante el movimiento y estirarse lo máximo hacia sus pies desde una posición sentada con los pies estirados.

Posición inicial: Descalzo, sentado con las piernas pegadas totalmente al piso y extendidas. Los pies deberán estar pegados al borde del cajón con los brazos extendidos hacia el frente

Desarrollo: Desde la posición inicial se realiza una flexión de tronco con la vista hacia el frente, sin flexionar la articulación de la rodilla tratando de alcanzar el punto más lejano de la cinta métrica, es decir, alcanzar la mayor amplitud posible. El participante deberá mantener la posición durante 2 segundos. El ejercicio se realiza 3 veces, sin realizar un efecto de rebote y se anota el resultado que tuvo mayor alcance en centímetros.

Anexo 4. Características del Plan Nutricional del Programa Sacbe

- **Fórmula Elegida:** Calculado de acuerdo a la fórmula de Schofield por ser la más precisa, para menores de 10 años y de 10 años o más, considerando sexo, edad, actividad física, peso y estatura.
- **Déficit Calórico:** No se considera ningún déficit calórico para los pacientes, todas las dietas son normo calóricas de acuerdo a la fórmula de Schofield.
- **Densidad Calórica:** Del gasto energético calculado, el 70% se prescribe para antes de las 3pm y el 30% restante para posterior a ese horario.
- **Grupos alimentarios promovidos:** Consumo de frutas y verduras (más de 5 porciones por día), así como aumento en el consumo de fibra y la ingesta de agua simple.
- **Alimentos que se busca evitar:** Se promueve el dejar de consumir productos procesados o disminuir lo máximo en la medida de lo posible.
- **Educación a los participantes:** Se explican los grupos de alimentos, tamaños de las porciones y combinaciones adecuadas.

Programa de Entrenamiento a Casa

Instrucciones: Antes de entrenar, realizar un calentamiento de cuerpo completo. Realizar cada ejercicio según lo indicado. Hidratarse de manera constante.



Saltos Estrella

Máximas repeticiones en 1 minuto
4 veces



Desplazamiento lateral en lagartija

Máximas repeticiones en 1 minuto
3 veces



Desplantes hacia atrás

Máximas repeticiones en 1 minuto
3 veces



Burpees Lentos

Máximas repeticiones en 1 minuto
3 veces



Abdominales con rodillas a 90°

Máximas repeticiones en 30 segundos
4 veces

LIBB Julián Uriarte
Responsable de Actividad Física del Programa Sacbé

Programa de Entrenamiento a Casa

Instrucciones: Antes de entrenar, realizar un calentamiento de cuerpo completo. Realizar cada ejercicio según lo indicado. Hidratarse de manera constante.



Sentadilla con Silla

Máximas repeticiones en 1 minuto
4 veces



Paso Yogui

Máximas repeticiones en 1 minuto
4 veces



Taps de Hombro

Máximas repeticiones en 45 segundos
3 veces



Encogimiento de Piernas con Silla

Máximas repeticiones en 30 segundos
3 veces



Desplazamiento lateral en lagartija

Máximas repeticiones en 40 segundos
3 veces

LIBB Julián Uriarte
Responsable de Actividad Física del Programa Sacbé

Programa de Entrenamiento a Casa

Instrucciones: Antes de entrenar, realizar un calentamiento de cuerpo completo. Realizar cada ejercicio según lo indicado. Hidratarse de manera constante.



Empuje de Pared

Máximas repeticiones en 40 segundos
4 veces



Planckjacks

Máximas repeticiones en 1 minuto
4 veces



Desplazamiento anclado

Máximas repeticiones en 45 segundos
3 veces



Sentadilla con Silla

Máximas repeticiones en 1 minuto
3 veces



Saltos Estrella

Máximas repeticiones en 1 minuto
3 veces

LIBB Julián Uriarte
Responsable de Actividad Física del Programa Sacbé

Anexo 6. Tablas de Aptitud Física

Tabla 4. Valores descriptivos en pruebas de aptitud física en escolares de la región central del Perú.

Prueba*	Edad (años)					
	6	8	10	12	14	16
Prensión (kgF)						
Femenino	6,7 ± 1,2	9,3 ± 2,2	13,2 ± 2,9	17,4 ± 3,5	19,9 ± 4,0	21,4 ± 4,0
Masculino	7,5 ± 1,6	10,2 ± 2,5	13,6 ± 2,6	18,1 ± 4,0	26,7 ± 5,5	33,5 ± 5,2
Fuerza y resistencia abdominal (repeticiones)						
Femenino	21,9 ± 11,9	29,7 ± 12,8	35,2 ± 15,1	36,5 ± 16,6	34,8 ± 15,2	38,6 ± 13,7
Masculino	22,3 ± 10,9	32,5 ± 13,5	41,0 ± 17,8	48,2 ± 18,8	53,8 ± 18,3	51,7 ± 17,9
Salto horizontal (cm)						
Femenino	83,5 ± 14,4	104,7 ± 17,0	117,9 ± 18,2	123,2 ± 17,4	121,0 ± 17,7	122,6 ± 16,1
Masculino	95,6 ± 15,6	112,7 ± 18,3	124,4 ± 18,0	132,9 ± 19,4	150,3 ± 23,2	160,2 ± 23,9
Flexibilidad (cm)						
Femenino	23,8 ± 3,2	22,8 ± 3,7	21,5 ± 4,5	22,2 ± 4,3	22,6 ± 4,0	23,8 ± 4,6
Masculino	22,4 ± 4,0	22,0 ± 3,8	20,5 ± 3,4	20,1 ± 3,6	21,7 ± 3,7	23,4 ± 3,4
Agilidad (s)						
Femenino	27,3 ± 2,4	25,3 ± 2,5	24,2 ± 2,5	24,2 ± 2,2	24,2 ± 2,1	23,5 ± 1,8
Masculino	26,2 ± 2,1	24,2 ± 2,6	22,7 ± 2,4	22,0 ± 2,5	21,1 ± 1,8	20,2 ± 1,4
Correr/caminar 12 min (m)						
Femenino	1091,1 ± 219,4	1311,3 ± 248,4	1423,9 ± 294,2	1408,4 ± 283,1	1450,1 ± 296,5	1485,6 ± 271,8
Masculino	1568,0 ± 131,6	1622,3 ± 229,8	1606,8 ± 239,7	1685,8 ± 220,9	1794,4 ± 180,0	1948,9 ± 213,4

* Se muestran medias y desviaciones estándar.

Nota: solo se muestran las edades pares para facilitar la comprensión de la tabla.

Tomado de Bustamante, 2012.

Table 2 Smooth centile scores for body mass index (BMI), Skinfolds, sit-and-reach, push-ups test, standing long jump, and 20-m shuttle run by chronological age in males.

Age	n	L	M	S	P10	p50	P85	L	M	S	P15	p50	P85	L	M	S	P15	p50	P85
BMI (kg/m²)																			
6.0-6.9	284	-2.03	14.96	0.13	12.9	15.0	17.5	1.42	25.17	0.23	18.9	25.2	30.9	1.32	101.75	0.18	82.4	101.7	120.0
7.0-7.9	222	-1.91	15.44	0.14	13.2	15.4	18.3	1.40	24.32	0.24	17.9	24.3	30.2	1.29	110.90	0.17	90.5	110.9	130.2
8.0-8.9	210	-1.79	15.99	0.15	13.5	16.0	19.2	1.37	23.62	0.26	17	23.6	29.6	1.26	119.28	0.17	98.1	119.3	139.5
9.0-9.9	227	-1.67	16.53	0.16	13.9	16.5	20.1	1.34	23.13	0.27	16.4	23.1	29.3	1.24	126.26	0.16	104.4	126.3	147.2
10.0-10.9	236	-1.56	17.08	0.17	14.2	17.1	20.8	1.30	22.95	0.28	16	22.9	29.3	1.21	132.26	0.16	109.9	132.3	153.9
11.0-11.9	244	-1.46	17.66	0.17	14.6	17.7	21.6	1.24	23.02	0.28	15.9	23	29.6	1.17	138.55	0.16	115.5	138.5	161.0
12.0-12.9	297	-1.43	18.28	0.17	15.1	18.3	22.3	1.18	23.42	0.29	16.1	23.4	30.3	1.14	146.08	0.16	122.0	146.1	169.6
13.0-13.9	354	-1.47	18.85	0.17	15.7	18.9	23.0	1.10	24.14	0.30	16.6	24.1	31.5	1.12	154.85	0.16	129.5	154.9	179.7
14.0-14.9	326	-1.57	19.36	0.16	16.2	19.4	23.5	1.01	24.82	0.30	17	24.8	32.6	1.14	163.54	0.16	136.7	163.5	189.8
15.0-15.9	241	-1.70	19.87	0.16	16.7	19.9	24.1	0.91	25.41	0.31	17.4	25.4	33.6	1.18	171.38	0.16	143.0	171.4	199.0
16.0-16.9	167	-1.83	20.37	0.15	17.2	20.4	24.6	0.80	25.84	0.31	17.8	25.8	34.4	1.23	178.45	0.16	148.6	178.5	207.2
17.0-17.9	130	-1.96	20.85	0.15	17.7	20.8	25.1	0.69	26.14	0.32	18	26.1	35.1	1.30	185.35	0.16	153.9	185.4	215.3
Σ skinfolds (TR+SB)																			
Push-ups (# Reps)																			
6.0-6.9	284	-0.78	4.69	0.39	3.1	4.7	7.6	0.33	4.80	0.65	2	5	9						
7.0-7.9	222	-0.74	5.08	0.44	3.2	5.1	8.9	0.35	6.24	0.67	3	6	12						
8.0-8.9	210	-0.73	5.72	0.49	3.4	5.7	10.8	0.36	7.38	0.68	3	7	14						
9.0-9.9	227	-0.62	6.33	0.52	3.6	6.3	12.3	0.39	8.14	0.70	4	8	15						
10.0-10.9	236	-0.60	6.81	0.54	3.8	6.8	13.5	0.41	8.53	0.71	4	9	16	0.23	515.79	0.47	308.1	515.8	817.4
11.0-11.9	244	-0.63	7.21	0.54	4.1	7.2	14.4	0.44	8.84	0.72	4	9	17	0.33	565.85	0.47	331.2	565.9	892.5
12.0-12.9	297	-0.67	7.57	0.52	4.4	7.6	14.8	0.47	9.52	0.72	4	10	18	0.43	642.75	0.47	370.8	642.8	1,003.0
13.0-13.9	354	-0.73	7.67	0.49	4.6	7.7	14.4	0.49	10.73	0.71	4	11	20	0.54	739.81	0.46	424.6	739.8	1,133.6
14.0-14.9	326	-0.73	7.54	0.46	4.6	7.5	13.5	0.50	12.27	0.70	5	12	23	0.64	835.25	0.44	484.4	835.2	1,249.0
15.0-15.9	241	-0.67	7.62	0.43	4.8	7.6	13.0	0.49	13.97	0.69	6	14	26	0.73	915.46	0.42	543.0	915.5	1,334.2
16.0-16.9	167	-0.75	8.07	0.41	5.2	8.1	13.5	0.48	15.70	0.67	7	16	29	0.81	1,010.66	0.39	617.7	1,010.7	1,436.3
17.0-17.9	130	-0.82	8.68	0.40	5.7	8.7	14.4	0.47	17.41	0.66	8	17	32	0.87	1,131.05	0.36	715.4	1,131.0	1,567.9

Notes.

BMI, body mass index; TR+SB, triceps + subscapular; P, percentile; L, skew; M, median; S, coefficient of variation.

Tomado de Hobold, 2017

Table 3 Smooth centile scores for body mass index (BMI), Skinfolds, sit-and-reach, push-ups test, standing long jump, and 20-m shuttle run by chronological age in females.

Age	n	L	M	S	P10	p50	P85	L	M	S	P15	p50	P85	L	M	S	P15	p50	P85
		BMI (kg/m ²)						Sit-and-reach test (cm)						Standing long jump (cm)					
6.0–6.9	241	-1.7	15.05	0.146	12.8	15.0	17.9	1.53	26.12	0.21	19.9	26.1	31.6	0.43	87.52	0.18	71.8	87.5	105
7.0–7.9	203	-1.58	15.49	0.154	13.1	15.5	18.6	1.45	25.83	0.23	19.3	25.8	31.7	0.64	96.09	0.18	78.5	96.1	114.9
8.0–8.9	170	-1.47	15.92	0.161	13.3	15.9	19.3	1.37	25.41	0.24	18.6	25.4	31.6	0.84	104.36	0.18	85	104.4	124.3
9.0–9.9	218	-1.38	16.41	0.166	13.6	16.4	20.0	1.29	25.08	0.26	18.1	25.1	31.5	1.01	111.13	0.18	90.3	111.1	131.9
10.0–10.9	276	-1.31	17.04	0.17	14.1	17.0	20.8	1.22	25.07	0.27	17.9	25.1	31.8	1.13	115.88	0.18	94	115.9	137.3
11.0–11.9	323	-1.24	17.75	0.172	14.6	17.7	21.7	1.18	25.4	0.27	18.1	25.4	32.4	1.19	119.20	0.18	96.6	119.2	141.1
12.0–12.9	311	-1.17	18.45	0.172	15.2	18.4	22.5	1.16	25.81	0.27	18.3	25.8	33	1.18	121.03	0.18	98.1	121	143.2
13.0–13.9	337	-1.12	19.12	0.171	15.7	19.1	23.3	1.18	26.22	0.27	18.5	26.2	33.5	1.11	121.40	0.18	98.6	121.4	143.8
14.0–14.9	332	-1.08	19.67	0.169	16.2	19.7	23.9	1.22	26.64	0.27	18.8	26.6	34	1.01	120.67	0.18	98.3	120.7	143
15.0–15.9	276	-1.04	20.06	0.167	16.5	20.1	24.3	1.27	26.93	0.27	19	26.9	34.3	0.86	119.29	0.18	97.6	119.3	141.6
16.0–16.9	198	-1.00	20.40	0.164	16.9	20.4	24.6	1.33	27.12	0.27	19.1	27.1	34.4	0.68	117.93	0.18	97	117.9	140.2
17.0–17.9	139	-0.96	20.77	0.162	17.2	20.8	24.9	1.39	27.38	0.27	19.3	27.4	34.6	0.48	116.72	0.18	96.5	116.7	139
		Σ skinfolds (TR+SB)						Push-ups (# Repts)						20-m Shuttle run (m)					
6.0–6.9	241	-0.59	16.60	0.39	9.6	16.6	26.3	0.27	4.16	0.69	2	4	8						
7.0–7.9	203	-0.52	17.92	0.40	10.1	17.9	28.7	0.29	5.38	0.69	2	5	10						
8.0–8.9	170	-0.46	19.17	0.42	10.6	19.2	31.0	0.30	6.45	0.69	3	6	12						
9.0–9.9	218	-0.41	20.41	0.42	11.0	20.4	33.2	0.32	7.33	0.7	3	7	14						
10.0–10.9	276	-0.37	21.58	0.43	11.5	21.6	35.1	0.34	8.06	0.71	4	8	16	0.36	398.11	0.43	245	398.1	602.1
11.0–11.9	323	-0.33	22.63	0.43	12.0	22.6	36.7	0.35	8.67	0.72	4	9	17	0.37	414.97	0.44	251.2	415	633.2
12.0–12.9	311	-0.30	23.77	0.43	12.6	23.8	38.2	0.36	9.09	0.73	4	9	18	0.39	429.7	0.45	256.6	429.7	660.6
13.0–13.9	337	-0.27	25.32	0.42	13.5	25.3	40.2	0.38	9.48	0.74	4	10	19	0.39	419.45	0.46	248.8	419.4	647.8
14.0–14.9	332	-0.24	26.84	0.41	14.4	26.8	42.0	0.39	9.83	0.74	4	10	19	0.37	410.71	0.46	242.9	410.7	636.9
15.0–15.9	276	-0.20	27.93	0.40	15.1	27.9	43.0	0.41	10.02	0.75	4	10	20	0.34	410.87	0.46	242.8	410.9	641.8
16.0–16.9	198	-0.17	28.71	0.39	15.6	28.7	43.6	0.43	10.18	0.75	4	10	20	0.28	417.53	0.47	247.6	417.5	658.8
17.0–17.9	139	-0.13	29.44	0.38	16.2	29.4	44.1	0.44	10.37	0.76	4	10	20	0.18	428.36	0.47	256.5	428.4	684.3

Notes.

BMI, body mass index; TR+SB, triceps + subscapular; P, percentile; L, skew; M, median; S, coefficient of variation.

Tomado de Hobold, 2017

Table 2 Percentile values summary statistics among Colombian-Indian Schoolchildren: Anthropometric outcomes

Age (boys)	N	Mean	SD	P ₃	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₇	Age (girls)	N	Mean	SD	P ₃	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₇
BMI (kg/m²)																					
10 to 10.9	27	19.8	3.4	15.9	15.9	16.8	18.6	22.8	25.8	26.1	10 to 10.9	24	17.5	1.9	15.3	15.3	16.1	16.6	18.8	20.6	20.6
11 to 11.9	31	18.6	1.5	15.1	16.8	17.6	18.6	19.9	20.6	20.8	11 to 11.9	23	18.6	1.5	16.2	16.6	17.7	18.5	19.3	21.4	21.5
12 to 12.9	58	17.9	1.7	14.6	15.3	17.0	17.8	18.9	19.9	22.1	12 to 12.9	31	18.8	1.8	15.9	17.0	17.6	18.5	19.5	21.0	24.8
13 to 13.9	32	20.9	2.3	17.1	18.1	18.9	20.7	22.1	23.7	26.2	13 to 13.9	39	19.4	1.7	15.8	17.5	18.0	19.5	20.7	21.3	23.8
14 to 14.9	38	21.2	2.1	17.6	18.8	19.7	21.1	22.7	24.5	26.4	14 to 14.9	33	19.7	2.0	15.9	16.9	18.9	19.7	20.2	21.9	26.0
15 to 15.9	49	22.8	2.2	19.3	19.7	21.0	22.8	25.0	25.7	26.8	15 to 15.9	32	20.2	1.4	17.2	18.6	19.2	20.2	21.4	21.7	22.7
16 to 16.9	32	23.6	2.5	18.4	19.7	21.9	23.6	25.6	26.9	27.3	16 to 16.9	33	21.3	2.6	18.3	18.7	19.4	20.8	22.8	24.0	31.7
17 to 17.9	52	24.0	2.7	19.6	20.5	21.7	23.5	25.7	27.4	30.0	17 to 17.9	42	21.6	1.9	18.1	18.7	20.1	21.4	23.1	23.8	25.8
WC (cm)																					
10 to 10.9	27	63.7	4.7	57.0	58.0	60.0	62.3	69.3	70.7	71.0	10 to 10.9	24	66.8	7.6	59.3	59.4	60.0	64.5	76.3	77.1	77.3
11 to 11.9	31	64.8	6.8	56.4	58.0	61.0	63.8	66.1	71.5	87.5	11 to 11.9	23	63.3	5.0	54.0	55.4	60.2	64.0	66.5	68.2	77.3
12 to 12.9	58	64.9	4.1	53.0	59.5	63.3	65.3	67.0	69.7	71.3	12 to 12.9	31	62.5	5.2	54.0	54.3	57.3	64.0	67.0	69.0	69.3
13 to 13.9	32	68.3	6.0	55.7	60.9	64.2	68.2	72.0	75.4	83.7	13 to 13.9	39	70.2	6.0	58.1	63.0	66.0	70.3	73.0	78.0	83.9
14 to 14.9	38	69.9	4.4	62.1	64.0	66.1	70.0	72.5	76.5	79.2	14 to 14.9	33	69.9	6.1	61.0	63.7	64.5	67.0	75.3	79.1	82.0
15 to 15.9	49	73.0	5.7	64.0	67.0	69.3	72.1	75.9	77.6	97.0	15 to 15.9	32	74.8	6.3	61.3	66.3	72.0	75.3	78.2	83.8	88.3
16 to 16.9	32	74.3	4.7	63.8	68.6	71.0	74.2	77.0	80.7	85.1	16 to 16.9	33	77.0	5.9	66.0	67.8	73.0	77.0	82.8	84.9	87.0
17 to 17.9	52	63.7	4.7	57.0	58.0	60.0	62.3	69.3	70.7	71.0	17 to 17.9	42	76.4	6.8	63.1	65.8	70.9	76.5	82.5	84.0	86.4
SS (mm)																					
10 to 10.9	27	6.3	2.0	4.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	10.0	10 to 10.9	24	13.0	7.5	3.0	4.2	7.0	10.0	19.0	24.2	30.0
11 to 11.9	31	8.5	2.6	4.3	5.5	6.5	8.0	11.3	12.3	13.0	11 to 11.9	23	11.3	3.6	6.0	7.0	9.0	11.0	13.0	16.9	21.0
12 to 12.9	58	8.2	3.8	5.0	5.3	6.2	7.2	9.0	11.0	23.6	12 to 12.9	31	9.8	3.0	7.0	7.0	7.3	9.3	12.0	14.8	17.0
13 to 13.9	32	8.0	2.2	5.0	5.1	6.5	7.7	9.0	11.0	15.0	13 to 13.9	39	15.0	5.5	3.1	7.0	12.0	15.0	20.0	21.3	25.2
14 to 14.9	38	8.7	3.1	5.0	6.0	7.0	8.0	9.3	11.0	20.2	14 to 14.9	33	16.2	5.3	8.0	9.4	12.2	15.0	20.0	25.2	27.0
15 to 15.9	49	9.7	3.1	6.0	7.0	8.0	9.0	10.5	14.0	19.2	15 to 15.9	32	19.0	5.3	4.0	12.6	17.3	18.3	21.2	27.4	29.0
16 to 16.9	32	9.8	2.8	7.0	7.0	7.3	9.0	12.0	13.7	18.0	16 to 16.9	33	21.1	5.5	10.0	11.6	15.7	22.0	25.5	27.6	28.0
17 to 17.9	52	10.6	2.7	7.0	7.0	9.0	10.2	12.0	14.7	16.8	17 to 17.9	42	21.3	5.0	7.1	14.5	18.0	22.3	25.0	26.7	29.0
TS (mm)																					
10 to 10.9	27	8.5	1.9	6.0	6.0	7.0	8.3	9.0	12.0	12.0	10 to 10.9	24	10.4	3.9	4.0	4.6	7.0	10.3	12.0	16.6	17.0
11 to 11.9	31	9.9	2.9	6.0	6.7	8.0	9.0	12.0	14.7	15.3	11 to 11.9	23	10.7	3.0	7.0	7.1	8.3	10.0	13.0	15.3	18.0
12 to 12.9	58	9.1	2.9	4.8	6.9	7.2	9.0	10.0	12.0	20.0	12 to 12.9	31	9.6	1.5	7.0	7.4	8.3	9.3	11.0	11.9	12.0
13 to 13.9	32	7.5	2.1	4.3	5.0	6.0	7.0	8.8	10.2	15.0	13 to 13.9	39	12.3	2.5	8.0	9.0	10.3	12.0	13.3	16.0	18.2
14 to 14.9	38	8.9	2.7	5.0	5.9	7.8	8.3	10.0	12.1	17.2	14 to 14.9	33	12.8	2.2	8.0	10.0	11.0	13.0	14.7	15.6	16.3
15 to 15.9	49	8.3	1.9	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.3	12.7	15 to 15.9	32	14.1	3.7	5.0	10.1	12.0	14.0	15.0	19.8	24.0
16 to 16.9	32	8.1	3.4	5.0	5.0	6.0	7.0	10.0	11.0	23.0	16 to 16.9	33	14.6	2.3	11.0	11.4	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0
17 to 17.9	52	7.5	1.8	4.6	5.3	6.0	7.0	9.0	10.0	10.8	17 to 17.9	42	14.7	3.5	5.5	11.0	13.3	14.3	16.3	19.0	23.2

M mean, SD standard deviation, P percentile, BMI body mass index, WC waist circumference

Tomado de Ramos-Sepúlveda, 2016.

Anexo 7. Tablas de Datos Estratificadas por Sexo

	Basal		Final	
	Niñas (n= 18)	Niños (n=29)	Niñas (n= 18)	Niños (n=29)
Edad (años)	11.4 ± 3.11	11.6 ± 2.18	11.5 ± 3.1	12.0 ± 2.12 [£]
Escolares (%)	10 (55.6%)	16 (55.2%)	10 (55.6%)	16 (55.2%)
Peso (kg)	64.5 ± 20.0	68.0 ± 18.7	65.2 ± 19.5	69.4 ± 19.3 [£]
Estatura (m)	1.48 ± 0.13	1.55 ± 0.13	1.49 ± 0.12 [£]	1.56 ± 0.13 [£]
IMC (Kg/m*m)	28.9 ± 5.7	27.9 ± 3.9	28.9 ± 5.7	27.9 ± 3.9
Z-Score IMC	2.70 ± 0.80	2.66 ± 0.58	2.70 ± 0.80	2.66 ± 0.58
Con Obesidad (%)*	15 (83.3%)	25 (86.2%)	15 (83.3%)	22 (75.9%)
% Grasa (%)	44.2 ± 5.71	41.8 ± 6.18	42.6 ± 5.89	39.7 ± 6.14 [£]
% Músculo (%)	29.3 ± 3.40	31.0 ± 3.65	30.5 ± 3.14 [£]	32.6 ± 3.63 [£]
Músculo (kg)	18.7 ± 5.95	21.1 ± 6.29	19.8 ± 6.05 [£]	22.6 ± 7.05 [£]
Circunferencia de Cintura (cm)	87.1 ± 12.9	93.8 ± 12.4	88.0 ± 12.0	94.0 ± 12.6
ICE	0.590 ± 0.06	0.607 ± 0.05	0.592 ± 0.05	0.603 ± 0.06
Obesidad Central (%)*	17 (94.4%)	29 (100%)*	16 (88.9%)	29 (100%)*

Características antropométricas por sexo. Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como frecuencia y porcentaje. *Indica diferencia significativa (p<0.05) intergrupos (Niñas vs Niños). [£] Indica diferencia significativa (p<0.05) Pre-Post dentro del grupo.

	Basal		Final	
	Niñas	Niños	Niñas	Niños
Flexibilidad (cm)	-4.22 ± 7.33	-9.28 ± 7.24*	-1.72 ± 6.47	-8.69 ± 7.07*
Fuerza (N)	16.3 (13.2 – 20.4)	18.3 (16.1 – 25.3)	19.5 (13.1 – 23.4)	19.6 (17.5 – 25.3) [£]
Resistencia abdomen (repeticiones abdominales)	7.0 (6.0 – 11.0)	10.0 (5.0 – 14.0)	9.5 (4.25 – 12.0)	11.0 (9.0 – 16.0) [£]
Resistencia piernas (repeticiones sentadillas)	15.5 (11.3 – 17-8)	15.0 (13.0 – 16.0)	16.5 (14.3 – 18.0)	17.0 (15.0 – 19.0) [£]
Resistencia tronco superior (repeticiones lagartijas)	9.0 (8.25 – 10.0)	8.0 (6.0 – 11.0)	10.5 (9.0 – 12.0) [£]	10.0 (9.0 – 13.0) [£]

Aptitud física por sexo. Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como mediana (Percentil 25 - Percentil 75)

	Basal		Final	
	Niñas	Niños	Niñas	Niños
Tiempo de Actividad Física Vigorosa/Moderada (min/día)	37.9 (24.6 – 60.0)	42.9 (25.7 – 60.0)	52.9 (28.4 – 87.0)	60.0 (25.7 – 90.0) [£]
Tiempo de Actividad Física Moderada (min/día)	23.6 (7.14 – 38.6)	17.1 (7.14 – 45.0)	25.0 (6.43 – 48.2)	17.1 (5.71 – 42.9)
Tiempo de Actividad Física Vigorosa (min/día)	13.6 (4.29 – 25.7)	8.57 (0 – 34.3)	18.2 (11.3 – 39.3)	30.0 (4.29 – 51.4) [£]
Gasto Energético Semanal (MET-minuto/semana)	1908 (1127 – 2734)	1851 (1116 – 3078)	2208 (1109 – 4902)	2996 (1788 – 4490) [£]
Adherencia (Entrenamientos/semana)	0 (0 – 0)	0 (0 – 1)	2 (1 – 3.75) [£]	2 (1 – 4) [£]

Actividad Física y Adherencia por sexo. Los datos son expresados como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

	Basal		Final	
	Niñas	Niños	Niñas	Niños
Alta	2 (11.1%)	8 (27.6%)	7 (38.9%) [£]	14 (48.3%) [£]
Moderada	15 (83.3%)	17 (58.6%)	10 (55.6%) [£]	11 (37.9%) [£]
Baja	1 (5.6%)	4 (13.8)	1 (5.6%) [£]	4 (13.8%) [£]

Niveles de Actividad Física por sexo. Datos descritos como frecuencia (Porcentaje).

Anexo 8. Tablas de Datos Estratificadas por Edad

	Basal		Final	
	Escolares (n = 26)	Adolescentes (n= 21)	Escolares	Adolescentes
Mujeres (%)	10 (38.5%)	8 (38.1%)	10 (38.5%)	8 (38.1%)
Edad (años)	9.69 ± 1.46	13.9 ± 1.46*	10.0 ± 1.64 [£]	14.0 ± 1.61*
Peso (kg)	54.9 ± 13.9	81.2 ± 13.8*	56.1 ± 13.9 [£]	82.2 ± 14.7*
Estatura (m)	1.43 ± 0.11	1.62 ± 0.08*	1.45 ± 0.11 [£]	1.63 ± 0.08* [£]
IMC (Kg/m*m)	26.3 ± 4.06	30.8 ± 4.24*	26.3 ± 4.15	30.8 ± 4.67*
Z-Score IMC	2.74 ± 0.71	2.60 ± 0.62	2.70 ± 0.83	2.58 ± 0.71
Con Obesidad (%)	23 (88.5%)	17 (81.0%)	20 (76.9%)	17 (81.0%)
% Grasa (%)	42.7 ± 6.01	42.8 ± 6.24	41.2 ± 6.18 [£]	40.4 ± 6.22 [£]
% Músculo (%)	29.7 ± 3.13	31.2 ± 4.08	30.8 ± 3.22 [£]	33.0 ± 3.65* [£]
Músculo (kg)	16.1 ± 3.81	25.2 ± 4.80*	17.1 ± 4.10 [£]	27.0 ± 5.22* [£]
Circunferencia de Cintura (cm)	86.4 ± 13.0	97.3 ± 10.2*	86.8 ± 12.1	97.8 ± 10.4*
ICE	0.602 ± 0.07	0.600 ± 0.04	0.596 ± 0.06	0.599 ± 0.05
Obesidad Central (%)	25 (96.2%)	21 (100%)*	24 (92.3%)	21 (100%)*

Características antropométricas de acuerdo con la edad (Escolares vs Adolescentes). *Indica diferencia significativa Inter grupos (p < 0.05) §Indica diferencia significativa pre-post intervención (p < 0.05)

	Basal		Final	
	Escolares	Adolescentes	Escolares	Adolescentes
Flexibilidad (cm)	-7.92 ± 7.23	-6.62 ± 8.18	-6.38 ± 8.51	-5.57 ± 6.44
Fuerza (N)	15.2 (13.2 – 16.9)	22.7 (19.9 – 28.8)*	16.1 (13.1 – 19.5) [£]	24.7 (20.6 – 29.9)*
Resistencia abdomen (repeticiones abdominales)	6.0 (4.25 – 10.0)	11.0 (8.0 – 14.0)*	10.5 (7.25 – 13.0) [£]	11.0 (7.0 – 16.0)
Resistencia piernas (repeticiones sentadillas)	15.0 (12.3 – 16.0)	15.0 (12.0 – 16.0)	17.0 (15.3 – 20.5) [£]	16.0 (14.0 – 18.0)
Resistencia tronco superior (repeticiones lagartijas)	9.0 (7.25 – 10.0)	9.0 (6.0 – 11.0)	10.0 (9.0 – 13.0) [£]	10.0 (8.0 – 12.0) [£]

Aptitud física de acuerdo con la edad (Escolares vs Adolescentes). Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

	Basal		Final	
	Escolares	Adolescentes	Escolares	Adolescentes
Tiempo de Actividad Física Vigorosa/Moderada (min/día)	45.0 (27.3 – 63.2)	35.7 (20.0 – 51.4)	61.5 (35.2 – 114.0) [£]	35.7 (12.9 – 68.6)
Tiempo de Actividad Física Moderada (min/día)	28.2 (9.11 – 51.4)	8.57 (0.0 – 25.7)*	25.0 (9.64 – 80.0)	17.1 (4.29 – 32.1)
Tiempo de Actividad Física Vigorosa (min/día)	12.9 (0.0 – 29.6)	12.9 (0.0 – 25.7)	30.0 (14.9 – 44.5) [£]	17.1 (4.29 – 34.3)
Gasto Energético Semanal (MET-minuto/semana)	1797 (1186 – 2768)	1878 (956 – 2813)	3361 (2049 – 5097) [£]	2255 (930 – 3573)
Adherencia (Entrenamientos/semana)	0 (0 – 0)	0 (0 – 2)	3 (1.25 – 5.0) [£]	2 (1 – 3) [£]

Actividad Física y Adherencia de acuerdo con la edad (Escolares vs Adolescentes). Los datos son expresados como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

	Basal		Final	
	Escolares	Adolescentes	Escolares	Adolescentes
Alta	5 (19.2%)	5 (23.8%)	14 (53.8%) [£]	7 (33.3%)
Moderada	20 (76.9%)	12 (57.1%)	10 (38.5%) [£]	11 (52.4%)
Baja	1 (3.8%)	4 (19.0%)	2 (7.7%) [£]	3 (14.3%)

Niveles de Actividad Física de acuerdo con la edad (Escolares vs Adolescentes). Datos descritos como frecuencia (Porcentaje).

Anexo 9. Tablas de Datos Estratificadas por Adherencia al Programa de Entrenamiento

	Basal		Final	
	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)
Niñas (%)	8 (42.1%)	10 (35.7%)	8 (42.1%)	10 (35.7%)
Edad (años)	11.9 ± 3.14	11.3 ± 2.07	12.0 ± 3.25	11.7 ± 2.02 [£]
Peso (kg)	70.0 ± 22.3	64.3 ± 16.5	71.1 ± 22.7	65.5 ± 16.6 [£]
Estatura (m)	1.51 ± 0.15	1.52 ± 0.13	1.53 ± 0.14 [£]	1.54 ± 0.12 [£]
IMC (Kg/m*m)	29.7 ± 5.27	27.3 ± 4.04	29.7 ± 5.73	27.4 ± 4.11
Z-Score IMC	2.79 ± 0.55	2.60 ± 0.73	2.84 ± 0.74	2.51 ± 0.78 [£]
Con Obesidad (%)*	17 (89.5%)	23 (82.1%)	17 (89.5%)	20 (71.4%)*
% Grasa (%)	44.5 ± 5.31	41.5 ± 6.32	43.0 ± 5.33	39.3 ± 6.29* [£]
% Músculo (%)	28.8 ± 3.11	31.4 ± 3.61*	30.5 ± 3.08 [£]	32.6 ± 3.68* [£]
Músculo (kg)	20.2 ± 7.07	20.2 ± 5.68	21.8 ± 7.84 [£]	21.4 ± 6.07 [£]
Circunferencia de Cintura (cm)	94.1 ± 15	89.4 ± 11.1	94.6 ± 15.1	89.7 ± 10.3
ICE	0.619 ± 0.05	0.589 ± 0.06	0.616 ± 0.06	0.585 ± 0.05
Obesidad Central (%)*	19 (100%)	27 (96.4%)*	18 (94.7%) ^{£2503}	27 (96.4%)

Características antropométricas de acuerdo con la adherencia al protocolo. Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como mediana (Percentil 25 - Percentil 75). *Descrito como frecuencia y porcentaje.

	Basal		Final	
	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)
Flexibilidad (cm)	-4.47 ± 8.26	-9.29 ± 6.59*	-4.95 ± 8.48	-6.75 ± 6.99 [£]
Fuerza (N)	17.9 (14.4 – 23.0)	17.1 (14.9 – 22.9)	19.6 (14.6 – 24.1) [£]	19.5 (14.9 – 23.2)
Resistencia abdomen (repeticiones abdominales)	9.0 (6.0 – 11.0)	9.5 (4.75 – 13.3)	9.0 (6.5 – 12.0)	11.5 (8.5 – 13.3) [£]
Resistencia piernas (repeticiones sentadillas)	15.0 (12.0 – 16.0)	15.0 (12.8 – 17.3)	16.0 (13.0 – 18.0)	17.0 (15.0 – 20.3) [£]
Resistencia tronco superior (repeticiones lagartijas)	7.0 (6.0 – 10.0)	9.0 (7.75 – 11.0)	9.0 (7.5 – 11.0) [£]	11.0 (9.00 – 13.3)* [£]

Aptitud física de acuerdo con la adherencia al protocolo. Los datos son expresados como media ± desviación estándar o como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

	Basal		Final	
	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)
Tiempo de Actividad Física Vigorosa/Moderada (min/día)	38.6 (20.7 – 48.2)	41.5 (27.9 – 67.5)	30.0 (12.9 – 66.5)	61.5 (35.4 – 99.1) [£]
Tiempo de Actividad Física Moderada (min/día)	19.3 (10.7 – 39.6)	16.1 (6.79 – 42.9)	12.9 (2.14 – 36.4)	23.6 (7.86 – 50.0) [£]
Tiempo de Actividad Física Vigorosa (min/día)	4.29 (0.0 – 12.9)	25.7 (0.0 – 34.3)*	17.1 (2.14 – 25.7)	36.4 (18.8 – 48.8)* [£]
Gasto Energético Semanal (MET-minuto/semana)	1490 (1036 – 1895)	2404 (1609 – 3323)*	1695 (815 – 3797)	3220 (2156 – 5984)* [£]
Adherencia (Entrenamientos/semana)	0 (0 – 0)	0 (0 – 2.25)	1 (0 – 2)	3.5 (2 – 5)* [£]

Actividad Física y Adherencia de acuerdo con la adherencia al protocolo. Los datos son expresados como mediana (Percentil 25 - Percentil 75).

	Basal		Final	
	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)	Baja (n= 19)	Adecuada (n=28)
Alta	2 (10.5%)	8 (28.6%)	7 (36.8%) [£]	14 (50.0%) [£]
Moderada	15 (78.9%)	17 (60.7%)	9 (47.4%) [£]	12 (42.8%) [£]
Baja	2 (10.5%)	3 (10.7%)	3 (15.8%) [£]	2 (7.14%) [£]

Niveles de Actividad Física de acuerdo con la adherencia al protocolo. Datos descritos como frecuencia (Porcentaje).