UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Efectos de un programa de actividad física polimotor sobre el peso, los porcentajes grasos y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) en una muestra de adolescentes de la ciudad de Bogotá

Manuel José Hernández Velandia

Universidad Santo Tomás

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

Bogotá, Colombia

2020

Efectos de un programa de actividad física polimotor sobre el peso, los porcentajes grasos y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) en una muestra de adolescentes de la ciudad de Bogotá

Manuel José Hernández Velandia

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Actividad Física para la Salud

Director:

Jesús María Varela Millán

M.D., FT., MSc en Fisiología

Codirectora:

Esperanza Fajardo Bonilla

NT, MSc

Universidad Santo Tomás

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

Maestría en Actividad Física para la Salud

Bogotá, Colombia

2020

Resumen

La Organización Mundial de la Salud ha reconocido la importancia de la actividad física para prevenir e intervenir sobre la obesidad y el sobrepeso en adolescentes; asimismo, múltiples estudios han demostrado los beneficios de la actividad física sobre la condición física, la composición corporal, la capacidad cardio-respiratoria, entre otros. En adolescentes, la evidencia empírica ha demostrado que la realización de actividad física a diario, con adecuados niveles de intensidad, duración y combinación de ejercicio aeróbico y anaeróbico, resulta beneficiosa sobre la salud a corto y largo plazo, aumentando la capacidad cardio-respiratoria, la masa muscular, la masa y la densidad mineral ósea, y reduciendo los niveles de masa grasa. Con base en esto, el presente estudio buscó evaluar los efectos de un programa de actividad física polimotor (PAFP) de 12 semanas sobre el peso corporal, el porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), en una muestra de estudiantes de 14 a 17 años del Colegio Rodrigo Lara Bonilla IED de la ciudad de Bogotá. Participaron 44 estudiantes, hombres y mujeres con edades entre 14 y 17 años, divididos en dos grupos: Grupo Intervención el cual se expuso a un PAFP de una hora de duración, cuatro veces a la semana durante 12 semanas, y el Grupo Control quienes realizaron las actividades de la clase de educación física habitual de 90 minutos de duración una vez por semana durante el mismo periodo. El PAFP se estructuró con una intensidad progresiva y ondulante entre cuatro y nueve en la Escala de Borg, cuyo objetivo fue estimular las capacidades físicas de consumo máximo de oxígeno, la resistencia de la fuerza, la velocidad, el equilibrio, la potencia y flexibilidad a través del juego. Los resultados evidenciaron un aumento significativo en el consumo de oxígeno (VO_2max) en los hombres y mujeres del Grupo Intervención después de la exposición al programa de actividad física polimotor y significativamente superior en comparación con el Grupo Control; en cuanto a los porcentajes de grasa no se evidenciaron cambios consistentes.

Palabras clave: programa polimotor; actividad física; consumo máximo de oxígeno; composición corporal; adolescentes.

Abstract

The World Health Organization has recognized the importance of physical activity to prevent and intervene in obesity and overweight in adolescents; likewise, multiple studies have shown the benefits of physical activity on physical condition, body composition, cardio-respiratory capacity, among others. In adolescents, empirical evidence has shown that daily physical activity, with adequate levels of intensity, duration, and combination of aerobic and anaerobic exercise, is beneficial for health in the short and long term, increasing cardio-respiratory capacity, muscle mass, mass and bone mineral density, and reducing levels of fat mass. Based on this, the present study sought to evaluate the effects of a 12-week polimotor physical activity program (PAFP) on body weight, fat percentage (arm, leg and trunk) and maximum oxygen consumption (VO_2max), in a sample of students from 14 to 17 years of age at the Rodrigo Lara Bonilla IED School Bogotá. Forty-four students, male and female, aged between 14 and 17 years participated, divided into two groups: Intervention Group, which was exposed to a one-hour PAFP, four times a week for 12 weeks, and the Control Group who carried out the activities of the usual 90-minute physical education class once a week during the same period. The PAFP was structured with a progressive and undulating intensity between four and nine on the Borg Scale, whose objective was to stimulate the physics capacities of maximum oxygen consumption, endurance, strength, speed, balance, power and flexibility throughout the game. The results evidenced a significant increase in the maximum oxygen consumption (VO_2max) in the men and women of the Intervention Group after exposure to the PAFP and significantly higher compared to the Control Group. Regarding the percentages of fat, there were no consistent changes.

Keywords: Polimotor program; physical activity; maximum oxygen consumption; body composition; teenagers.

Contenido

Resumen **3**

Lista de tablas **6**

Introducción **7**

Planteamiento del Problema **10**

Pregunta de Investigación **¡Error! Marcador no definido.Marco**

Conceptual **13**

Marco Teórico **21**

Objetivos **25**

Marco Metodológico **26**

Diseño 26

Población y muestra 27

Materiales y técnicas 28

Procedimiento 30

Resultados **35**

Discusión **40**

Conclusiones y recomendaciones **42**

Referencias **44**

Lista de tablas

Tabla 1: Velocidad por etapas del Test Course Navette. 17

Tabla 2: Planificación de la carga según la capacidad física y porcentajes de consumo total de la intervención. 28

Tabla 3: Organización del PAFP en macrociclo, mesociclo y microciclo de entrenamiento. 28

Tabla 4: Ejemplo de un mesociclo del PAFP, organizado por sesiones de entrenamiento, teniendo en cuenta la intensidad (Escala de Borg) y la duración. 29

Tabla 5: Ejemplo de la primera semana de entrenamiento del PAFP, durante un microciclo conformado por cuatro sesiones de trabajo. 29

Tabla 6: Relación entre el tipo de actividad física, la intensidad en la Escala de Borg y porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima. 31

Tabla 7: Valoración del consumo máximo de oxígeno. 33

Tabla 8: Características de la muestra poblacional. 35

Tabla 9: Valores pre-test y post-test en Grupo Control y Grupo Intervención para las variables peso, % graso brazo derecho, % graso brazo izquierdo, % graso pierna derecha, % graso pierna izquierda, % graso tronco y VO_2max. 38

Introducción

Con el fin de ilustrar las tendencias mundiales acerca de la obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes, Ezzati (2017) reportó un análisis agrupado con 24.116 estudios que presentaban medidas de peso y talla de 128.9 millones de participantes, de los cuales 31.5 millones eran niños y adolescentes entre 5 y 19 años; las tendencias desde 1975 hasta 2016 en 200 países mostraron que el número de niños y adolescentes obesos incrementó de 11 millones en 1975 a 124 millones en 2016, y las tasas de incremento más altas se encontraron en los países con ingresos bajos y medios; para Latinoamérica el incrementó se representó en 1 Kg/m2 por cada década, siendo mayor el incremento por año para las niñas que para los niños.

Las causas de la obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes son multifactoriales, aunque se ha identificado que tienden a ser muy similares a las que se han reconocido en adultos: factores obesogénicos de orden cultural, conductual, fisiológico y genético aportan a su etiología, en tanto que promueven la alta ingesta calórica y los hábitos sedentarios; por ejemplo, se ha reportado que la depresión (Blaine, 2018), los comportamientos sedentarios (Cliff et al., 2016; Rey-López et al., 2008), la mala calidad en el sueño (Gupta et al., 2002), los hábitos inadecuados de alimentación (Davison & Birch, 2001) y la herencia genética (Anderson & Butcher, 2006), se constituyen como factores con alta relevancia y prevalencia en la explicación de la obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes.

Por su parte, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (Centers for Disease Control and Prevention [CDCP], 2020b) plantea que los principales comportamientos que contribuyen al aumento de peso excesivo incluyen comer alimentos y bebidas con alto contenido calórico y bajo en nutrientes, no realizar suficiente actividad física y el exceso de actividades sedentarias. Con el fin de mitigar el efecto de estos factores, proponen adoptar las Pautas Dietarias para Estadounidenses 2015-2020 ([Dietary Guidelines for

Americans], U.S. Department of Health and Human Services & U.S. Department of Agriculture, 2015) que destacan el consumo de verduras y frutas, granos integrales, alimentos con proteínas magras, y productos lácteos bajos en grasa y sin grasa, así como las Pautas de Actividad Física para Estadounidenses ([Physical Activity Guidelines for Americans], U.S. Department of Health and Human Services, 2008) que recomiendan, entre otras cosas, que los niños de 6 años o más hagan al menos 60 minutos de actividad física todos los días (ejercicios anaeróbicos, de fortalecimiento de músculos y huesos, cada uno al menos 3 veces al día).

En términos de las consecuencias que genera la obesidad y el sobrepeso sobre los niños y adolescentes, a nivel clínico-médico se reporta la apnea obstructiva del sueño (Patinkin et al., 2017), depresión y ansiedad (Britz et al., 2000; Goldfield et al., 2010), diabetes Tipo II, enfermedades cardiovasculares, problemas ortopédicos y motores, dificultades respiratorias, presión arterial alta, reflujo gastroesofágico, entre otros (Niehoff, 2009; Sahoo et al., 2015).

La OMS (2020b) ha reconocido la obesidad y el sobrepeso infantil y adolescente como un problema de salud pública, cuyo abordaje necesariamente ha requerido del concurso interdisciplinar de científicos sociales, de la salud, economistas, politólogos, sociólogos, entre muchos otros, para diseñar estrategias de prevención e intervención basadas en evidencia. En este sentido, organizaciones como la Comisión para Acabar con la Obesidad Infantil, adscrita a la OMS, han ofrecido recomendaciones que consideran atender los entornos obesogénicos y las etapas del desarrollo humano (OMS, 2016).

Dentro de estas recomendaciones, se consideran de vital importancia las acciones encaminadas a “aplicar programas integrales que promuevan la actividad física y reduzcan los comportamientos sedentarios en niños y adolescentes” (OMS, 2016, p. 21), “ofrecer orientaciones y apoyo al establecimiento de una dieta sana y de pautas de sueño y de actividad física durante la primera infancia a fin de que los niños crezcan de forma adecuada y adquieran

hábitos saludables" (OMS, 2016, p. 26) y "aplicar programas integrales que promuevan entornos escolares saludables, conocimientos básicos en materia de salud y nutrición y actividad física en niños y adolescentes en edad escolar" (OMS, 2016, p. 30).

En relación con esto, Tremblay et al. (2014) realizó un estudio con el fin de evaluar la actividad física de niños y adolescentes (e.g., participación en actividades deportivas, juego activo, transporte activo, etc.) en 15 países, incluido Colombia; encontraron que la actividad física en los niños comienza a descender a partir del ingreso a la escuela, y que los indicadores de juego activo y participación en deportes en general son bajos y descienden a medida que aumenta la edad de los adolescentes. Asimismo, datos reportados por la OMS (2010) muestran que a nivel mundial para el año 2010, el 81% de los adolescentes no realizaban suficiente actividad física, es decir, no dedicaban más de 60 minutos diarios de actividad física moderada. Teniendo en cuenta este panorama, la OMS (2019) propone que, como estrategia de prevención a nivel individual, que los niños y adolescentes en edad escolar deben: (a) limitar la ingesta de energía del total de grasas y azúcares; (b) aumentar el consumo de frutas y verduras, así como legumbres, granos enteros y nueces; y (c) realizar actividad física regular (60 minutos al día).

Planteamiento del problema

La OMS (2010, 2016, 2019) destaca la importancia de la actividad física en niños y adolescentes para prevenir e intervenir sobre la problemática de la obesidad y el sobrepeso. Con el fin de esbozar el panorama acerca de la actividad física en niños y adolescentes a nivel mundial, Pate et al. (2016) señalaron el efecto negativo de diferentes cambios seculares a nivel social e individual (e.g., reducción en el transporte activo, incremento del uso de dispositivos digitales, reestructuración de ambientes familiares, etc.) sobre la reducción en la demanda de la actividad física en esta población, cuya consecuencia principal es que niños y adolescentes no se vinculen a las pautas de salud pública para la actividad física. Asimismo, destacan los beneficios que tienen los altos niveles de actividad física sobre la salud de esta población, a saber: mejor condición física, la composición corporal, la salud ósea, disminución de riesgo cardio-metabólico, entre otros.

En este mismo sentido y con base en estos principios, se establecieron las orientaciones pedagógicas para la educación física, la recreación y el deporte del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2010) en donde se destaca el desarrollo de las competencias de la condición física y motriz como medio de preparación para una vida larga y eficiente para el desarrollo integral del individuo (Vélez et al., 2010).

A nivel latinoamericano, Muros et al. (2016) realizaron un estudio descriptivo acerca de la composición corporal, la actividad física y condición física, y los índices de obesidad /sobrepeso en 515 niños y adolescentes chilenos (10.6 años ± 0.5); encontraron que alrededor del 55% de los participantes mostraron índices de obesidad y porcentajes grasos altos, así como baja actividad y condición física; los niveles de VO_2max fueron mayores en los niños en comparación con las niñas y menores en los niños con índices de obesidad.

En Colombia, Palomino-Devia et al. (2017) desarrollaron un estudio para evaluar la composición corporal y la condición física (IMC, perímetro de la cintura, porcentaje de grasa, VO_2max) en 1253 estudiantes hombres y mujeres con edades entre 10 y 20 años. Los datos mostraron que el IMC y los porcentajes grasos fueron mayores en mujeres que en hombres, mientras que los niveles de VO_2max fueron mayores en hombres que en mujeres. En ambos estudios, se resalta que los datos recabados en torno al IMC y el porcentaje graso, evidencian la necesidad de implementar programas de actividad física en adolescentes con el fin de prevenir que se presenten o incrementen los índices de sobrepeso y obesidad, y aumentar los efectos protectores sobre la salud.

Los hallazgos reportados en estas investigaciones evidencian los efectos beneficiosos de la actividad física sobre la salud de niños y adolescentes, especialmente en lo que concierne a la reducción de los indicadores de obesidad y sobrepeso, al aumento en la calidad de las estructuras óseas y musculares y en el incremento en las capacidades cardio-respiratorias, entre muchos otros. Con base en esto, el presente estudio busca responder a la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los efectos de un programa de actividad física polimotor (PAFP) de 12 semanas sobre el peso corporal, el porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), en una muestra de estudiantes de 14 a 17 años del Colegio Rodrigo Lara Bonilla IED de la ciudad de Bogotá?

Marco Conceptual

Composición Corporal

Según González (2012) la composición corporal se define como:

> Aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre los componentes y los cambios cuantitativos en los mismos relacionados con factores influyentes. Por otra parte, el estudio de la composición corporal resultará imprescindible para comprender los efectos que la dieta, el ejercicio físico, la enfermedad y el crecimiento físico, entre otros factores del entorno, presentan sobre nuestro organismo (p. 69).

La composición corporal es un fraccionamiento de la masa total del cuerpo en sus distintas proporciones y conforma un aspecto fundamental en la valoración e intervención del programa de actividad física polimotor, en este caso peso y porcentaje graso, mediciones tomadas en el presente estudio, permiten determinar los efectos en una población de muestra adolescente y sus variables, así como su comportamiento y modificación obtenida en la intervención de 12 semanas.

Peso

Medida e indicador de referencia en kilogramos que incluye toda la estructura y componente corporal, indispensable su aporte, dato decisivo utilizado como variable, efecto y parámetro de estudio. Según Marín (1998):

> El peso es una medida que incluye todos los tejidos y compartimentos corporales. El peso es muy sensible a enfermedades ya a cambios nutricionales, razón por la cual varía rápidamente. El peso puede variar inclusive en un mismo día. El peso es la medida antropométrica que más se usa y que más conoce el personal de salud la antropometría es en la actualidad una técnica sencilla para uso sobre el terreno, que sirve para evaluar el

> crecimiento físico y el estado de nutrición de individuos y grupos de población. Puesto que la manera como ocurre el crecimiento de un niño refleja las condiciones anteriores de nutrición y salud, la medición de la talla alcanzada y de la masa corporal (peso) a determinadas edades proporciona información útil acerca del estado nutricional actual y acumulativo del niño (p. 215).

Porcentaje graso

Es una variable de la composición corporal que según los estudios aumenta con la edad, su diferencia significativa es destacada en el género femenino, los niveles de adiposidad su relación y distribución son asociados a riesgo cardiovascular y morbimortalidad coronaria un valor imprescindible en el ámbito para comprender y valorar el efecto del PAFP.

Según Rodríguez et al., en su estudio sobre el uso del índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal en el análisis de la función, el porcentaje de grasa corporal se utiliza para determinar la masa grasa y está determinada por la edad y el sexo del evaluado (Durin & Womersley, 2019, p. 594).

Consumo máximo de oxígeno VO_2max

> Según Navarro y García (1996), el consumo máximo de oxígeno (VO_2max):
>
> Representa la capacidad del rendimiento de los subsistemas de consumo, transporte y procesamiento del oxígeno. O sea, el VO_2max es el resultado de la difusión de oxígeno a los pulmones, el transporte de oxígeno en la sangre y el consumo de oxígeno en los músculos ejercitados y es, por tanto, una medida de la capacidad del rendimiento aeróbico máximo, y es también descrita, no correctamente en sentido físico y energético, como una medida de capacidad aeróbica (p. 21).

Con base en esto, el volumen máximo de oxígeno hace referencia al oxígeno consumido durante un minuto, el volumen varía según funciones y disposiciones del sistema, también la cantidad de hemoglobina dispuesta en sangre para transportar el oxígeno, la necesidad que requieren los tejidos y la capacidad cardiovascular; esta función del sistema respiratorio es suministrar oxígeno a las células y eliminar dióxido de carbono del cuerpo.

Por su parte, Guyton y Hall (2016) mencionan en relación con el consumo máximo de oxígeno, que:

> La capacidad de difusión del oxígeno es una medida de cuantía del oxígeno que puede difundirse desde los alvéolos a la sangre. Esto se expresa en términos de milímetros de oxígeno que se difunden por minuto por cada milímetro de mercurio de la diferencia de presión existente entre la presión parcial del oxígeno en el aire alveolar y la presión de oxígeno en la sangre pulmonar (p. 1174).

Programa de Actividad Física Polimotor:

Son sesiones de actividad física diseñadas, estructuradas y dirigidas de manera sistémica, comprende una intervención continua y guiada por profesionales en un período de tiempo, con el fin de generar adecuaciones fisiológicas, controlando paulatinamente la intensidad, frecuencia, densidad y volumen.

Actualmente, a nivel mundial se aplican múltiples estrategias para aumentar la efectividad del entrenamiento de resistencia, sin embargo, en esta búsqueda se intenta recabar una efectividad superior ante estímulos durante el ejercicio, que rompe esquemas tradicionales prolongados, la recuperación, planificación y periodización, entre otras (García-Manso et al., 1996).

Bompa y Buzzichelli (2017) mencionan que:

El desarrollo de las capacidades biomotoras y la mejora de los factores técnicos y tácticos requieren un enfoque progresivo que aumente de manera gradual la intensidad de los estímulos del entrenamiento, sobre la base de adaptaciones morfológicas y funcionales previamente inducidas (p. 2417).

Test de Course Navette

La descripción del test realizado por Navarro y García, es la siguiente:

Consiste en recorrer 20 metros en recorridos de ida y vuelta con estadios de 1 minuto de duración, marcándose el ritmo por señales acústicas con dos balizas visuales separadas entre sí 20 metros. En el primer estadio, comienza corriendo a una velocidad de 8,5 km/hora. El test continúa aumentando la velocidad 1 km/hora en cada nuevo estadio. El test finaliza cuando el sujeto se agota o se encuentra 3 metros por detrás de la baliza que le correspondía, anotándose el tiempo en el cual el sujeto finalizó el test.

Las variables estudiadas en los test son las siguientes:

1. Tiempo de agotamiento: Es el tiempo empleado por cada sujeto para realizar el test.
2. Estimación del consumo máximo de oxígeno, se realiza mediante la fórmula:

VO_2max= -32.678 + 6.592V; siendo V=velocidad en Km/hora del último estadio completo realizado (Navarro & García, 1996, cap. 8, 8.4.2.1.4).

Para García y Secchi (2014) describen lo siguiente sobre el desarrollo del test:

El consumo máximo de oxígeno se determina mediante la siguiente fórmula para niños de 8 a 17.9 años:

VO_2max = 31.025 + (3.238*VFA) - (3.248*E) + (0.1536* VFA *E)

Siendo las variables: E: edad en años, VFA: velocidad en km h^{-1}.

La velocidad obtenida (VFA) depende de la etapa alcanzada como se observa a continuación.

Tabla 1

Velocidad por etapas del Test Course Navette

Etapa	Velocidad	Etapa	Velocidad
1	8.5	11	13.5
2	9	12	14
3	9.5	13	14.5
4	10	14	15
5	10.5	15	15.5
6	11	16	16
7	11.5	17	16.5
8	12	18	17
9	12.5	19	17.5
10	13	20	18

Tomado de García y Secchi (2014)

Según la Organización Mundial de la Salud el constructo de salud es definido como un "estado completo de bienestar físico, mental y social, derribando conceptos anteriores que solo describen la salud como *la ausencia de la enfermedad*" (Tejada-Mora et al., 2016, p. 13). A nivel mundial y en los últimos años, la práctica de actividad física se ha incrementado de manera rápida, la preocupación significativa de las poblaciones por su estado de salud actual ha sido una de las causas principales. La Encuesta de Hábitos Deportivos de España (2015), señala que 53.3% de la población realiza ejercicio físico de manera constante lo cual es atribuible en gran medida a la responsabilidad de sectores públicos y privados que han generado adaptabilidad a las necesidades de los usuarios (Mastrantonio-Ramos & Coduras-Martínez, 2020).

Hallal et al. (2006) ha evidenciado a través de una revisión sistemática los principales efectos a corto y largo plazo que tiene la actividad física sobre la salud de niños y adolescentes; a

partir de la revisión de investigaciones empíricas entre 2000 y 2004, identificaron que la actividad física en la adolescencia proporciona beneficios directos a largo plazo sobre la salud ósea, el cáncer de seno y los comportamientos sedentarios. A corto plazo, se identificaron beneficios sobre el tratamiento del asma, la fibrosis quística y la salud mental. En esta misma línea, Ramires et al. (2015) realizaron una revisión sistemática acerca de la asociación entre actividad física y grasa corporal en adolescentes, analizando 19 estudios longitudinales publicados entre 1999 y 2014. Los resultados mostraron que la realización de actividad física en adolescentes tiene un efecto protector contra el mantenimiento, desaceleración y reducción de la grasa corporal; de hecho, encontraron que una mayor intensidad de actividad física conduce a un mayor efecto contra la ganancia de grasa corporal en ambos sexos, dado que promueve mayores costos de energía y aumenta la cantidad de masa magra, aumentando así el costo de energía durante y después de la actividad física. No obstante, resaltan que aún no es claro qué tipo de intensidad y duración es más adecuada para promover efectos sobre el peso y el porcentaje graso.

Ha sido ampliamente reportado que la actividad física intensa afecta la composición corporal, el porcentaje graso y la salud ósea en adolescentes, incrementando la masa y la densidad mineral ósea, reduciendo la masa grasa, generando hipertrofia, mejorando la capacidad cardio-respiratoria e incrementando el consumo de oxígeno (Alvarez-Pitti et al., 2020). El consumo de oxígeno es tenido en cuenta como como un indicador del estado físico, el cual puede medirse por el consumo de oxígeno que puede consumir mientras hace ejercicio a su capacidad máxima (VO_2max); específicamente, el VO_2max representa la máxima cantidad de oxígeno en mililitros que una persona puede usar en un minuto por kilogramo de peso corporal (Rezaeimanesh et al., 2011).

Por ejemplo, Mendelson et al. (2012) evaluaron el efecto de un entrenamiento progresivo en ejercicio ciclístico de 12 semanas sobre la composición corporal, la función pulmonar y las

respuestas ventilatorias (e.g., limitación del flujo espiratorio, volúmenes pulmonares operativos) en 16 adolescentes obesos y 16 voluntarios con peso normal; los hallazgos mostraron que el consumo de reserva respiratoria en reposo de los adolescentes obesos fue menor e inversamente correlacionado con la masa de grasa de tórax y abdomen; además, después del entrenamiento el grupo de adolescentes obesos aumentó el rendimiento aeróbico máximo y la presión inspiratoria máxima a pesar de la falta de disminución en la grasa del tronco y el peso corporal.

En esta misma línea, Rezaeimanesh et al. (2011) llevaron a cabo un estudio con 10 estudiantes hombres atletas adscritos a equipos deportivos universitarios (M_{edad}=22 años), con el fin de evaluar el efecto de un programa de 8 semanas de ejercicio anaeróbico intermitente sobre la cantidad de fibrinógeno, proteína C-reactiva (CRP) y VO_2max. Los resultados evidenciaron que este tipo de entrenamiento causó un incremento significativo en el nivel de VO_2max y un decremento en los niveles de fibrinógeno y CRP. En un estudio similar, Farsani y Rezaeimanesh (2011) evaluaron en una muestra de 15 estudiantes mujeres universitarias atletas, el efecto de un programa de 6 semanas de ejercicio anaeróbico intermitente sobre el peso corporal, el Índice de Masa Corporal (IMC), algunos lípidos sanguíneos (triglicéridos, colesterol total, HDL) y el VO_2max, encontrando que el entrenamiento produjo una reducción significativa en el peso corporal, en el IMC, y en los niveles de triglicéridos, de colesterol total y de colesterol HDL, y un aumento significativo en el consumo de VO_2max.

Por su parte, Lee et al. (2019) realizaron un estudio basado en ensayos clínicos aleatorizados con 118 adolescentes sedentarios con sobrepeso y obesidad, con el fin de examinar si el ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de resistencia resultaba más efectivo que el ejercicio aeróbico o de resistencia solos, para mejorar la sensibilidad a la insulina, y reducir la adiposidad total y la grasa ectópica. Los resultados mostraron que la adiposidad total y la adiposidad intramuscular se redujo de forma similar bajo los tres tipos de entrenamiento y que la

sensibilidad a la insulina incrementó en igual proporción, mientras que la grasa del hígado se redujo en mayor medida en los grupos con ejercicio aeróbico y combinado, en comparación con el grupo de ejercicio de resistencia.

Marco Teórico

Planificación y programación

Según Bompa y Buzzichelli (2017):

> El sistema aeróbico precisa de 60 a 80 segundos para comenzar a producir energía para la resíntesis de ATP a diferencia de otros sistemas, este permite la resíntesis de ATP en presencia de oxígeno; es decir, puede resintetizar energía mediante el catabolismo del glucógeno, grasas y proteínas. Para que este proceso se produzca, se debe transportar la cantidad requerida de oxígeno a los miocitos, los cuales necesitan que se eleve la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria (p. 1073).

En un 100% de la sesión de entrenamiento, el 45% equivale a la utilización del sistema aeróbico. El entrenamiento cuenta con ciertos esquemas compone según Bompa y Buzzichelli (2017) de las siguientes unidades para planificación y programación del ejercicio físico:

> Macrociclo: un macrociclo es un grupo de microciclos con la misma orientación del entrenamiento (según el macrociclo y la subfase) cuya longitud puede variar de 2 semanas a seis semanas, aunque suele durar de 3 a 4 semanas.
>
> Microciclo: es una secuencia cíclica de unidades de entrenamiento a los objetivos del macrociclo; su duración varía de 5 a 14 días, aunque lo habitual son 7 días para coincidir con la semana.
>
> Unidad de entrenamiento: Es la sesión unitaria de entrenamiento con pausa dentro de la sesión y de menos de 45 minutos de duración (2017, p. 2469).

El consumo de oxígeno normal para un varón joven en reposo es de unos 250 ml/min, sin embargo, en condiciones de ejercicio este consumo aumenta, la abreviatura para la tasa del consumo máximo de oxígeno es VO_2max. El entrenamiento muestra los efectos progresivos sobre cuatro a cinco sesiones por semana, cuando se aplica a un programa de resistencia aeróbica

según el principio de individualización y su intensidad, entre otras, en un periodo comprendido de dos y tres mesociclos convirtiéndose en la manera más eficaz para medir la capacidad aeróbica, se encuentra que entre mayor sea su porcentaje más productiva su respuesta cardiorrespiratoria (Guyton & Hall, 2016, p. 2603).

El resultado de un desarrollo correcto de una planificación de entrenamiento, es probable que genere las siguientes adaptaciones: tolerancia al lactato frente a las concentraciones elevadas, efectividad en la vía energética mixta aeróbica, aumenta la potencia aeróbica, actividad de los procesos aeróbica a través de la deuda de oxígeno, hipertrofia cardíaca (miocardio), capitalización del músculo esquelético, circulación periférica y coronaria, aumento de los depósitos de glucógeno en fibras lentas (ST) y reducción del porcentaje graso.

Bompa y Buzzichelli (2017) hablan que:

> El ejercicio físico mejora la sensibilidad a la insulina en un 40% y disminuir la lipogénesis. Además, mejora los niveles de c-HDL y la función endotelial Las adaptaciones morfofuncionales (cambios positivos de la estructura y funciones del cuerpo) requieren tiempo, así como la alternancia de trabajo y recuperación con el fin de que se manifieste (p. 2417).

Medición de porcentaje graso: La prevalencia de los factores de riesgo se pueden minimizar limitando el sedentarismo, existen evidencias a favor de una forma activa de vida y mantener un porcentaje graso bajo.

El sobrepeso y la obesidad pueden ser definidos como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede resultar perjudicial para la salud (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017). La medida más tradicional para estimar la obesidad y el sobrepeso es el Índice de Masa Corporal (IMC), el cual se calcula dividiendo el peso de una persona (i.e., kilogramos) sobre el cuadrado de su altura (i.e., metros); cabe señalar que el IMC no mide directamente la grasa

corporal del individuo, sino que constituye una medida que ha evidenciado covariaciones significativas con medidas directas de grasa corporal como el grosor del pliegue cutáneo, la impedancia biométrica, el pesaje bajo el agua, entre otras (Freedman et al., 2013).

Para el caso de los niños y los adolescentes, un criterio para estimar el sobrepeso y la obesidad es que el IMC sea superior o igual que el percentil 85 y por debajo del percentil 95, basado en un grupo normativo de niños y adolescentes con la misma edad y sexo (Centers for Disease Control and Prevention [CDCP], 2020a); por su parte, la OMS a través de la Comisión para Acabar la Obesidad Infantil (2016) propone que la obesidad en niños y adolescentes entre los 5 y 19 años se estime a partir de un IMC para la edad, más dos desviaciones estándar por encima de la mediana de referencia de crecimiento.

En torno a la definición de adolescencia también se pueden identificar diferentes criterios, en el contexto colombiano la Ley 1098 de 2006 por la cual se expide el Código de la Infancia y la Adolescencia, define la niñez como el periodo comprendido entre los 0 y los 12 años de edad, y la adolescencia al período entre los 13 y 18 años (Congreso de la República de Colombia, 2006, Artículo 3); mientras que para la OMS (2020a) la adolescencia se define como el periodo de desarrollo humano entre los 10 y los 19 años.

Otro parámetro es la distribución regional de la grasa corporal, se usan técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico. La masa grasa se distribuye de manera variable en la composición corporal a lo largo de la vida. La obesidad que es caracterizada por un exceso de masa grasa es un peligro para el bienestar y salud de los seres humanos, con un riesgo de alto grado dependiendo de donde se encuentre ubicada en la región corporal, causando una particular importancia clínica, por ello el ideal sería identificar el tejido adiposo mórbido y su compartimiento, de esta manera tomar acción sobre el mismo.

Algunas técnicas de medición de la grasa son tomografía computarizada, resonancia magnética, dexa, pletismografía por desplazamiento del aire corporal total, mediante sistema BOD POD, la RMN, bioimpedancia, densitometria, medidas antropométricas básicas considerando sus ventajas, pliegues, y la relación peso/talla o IMC (índice de masa corporal corporal) de Quetelet (Benito, 2009).

Interesa en esta investigación resaltar y evidenciar las necesidades específicas sobre el efecto de un programa de actividad Física Polimotor en sujetos adolescentes, comparando su peso, porcentaje graso y VO_2max en una búsqueda volátil y cambiante generando procesos de educación con metodologías significativas y pertinentes; colectivamente se construye una aceptación contextual de crear intervenciones a nivel institucional para coordinar su prevención, una estrategia sugerida y expuesta por la NAOS (Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad En España), compartiendo lineamientos de la OMS y Unión Europea que refieren un incremento necesario de actividad física diaria realizada de acuerdo a su condición física e intereses con una intensidad plausible y progresiva, con intervenciones reforzadas positivamente en búsqueda de disminución del sedentarismo, favoreciendo la actividad física por profesionales. (Soriano et al., 2018).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar los efectos de un programa de actividad física polimotor (PAFP) de 12 semanas sobre el peso corporal, el porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), en una muestra de estudiantes de 15 a 17 años del Colegio Rodrigo Lara Bonilla IED de la ciudad de Bogotá.

Objetivos específicos

1. Comparar las medidas de peso corporal, porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y consumo máximo de oxígeno (VO_2max) entre los grupos control e intervención antes de implementar el PAFP.
2. Contrastar las medidas de peso corporal, porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y consumo máximo de oxígeno (VO_2max) antes y después de la implementación del PAFP al interior de cada grupo.
3. Comparar las medidas de peso corporal, porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y consumo máximo de oxígeno (VO_2max) entre los grupos control e intervención después de implementar el PAFP.
4. Contrastar entre sexos las medidas de peso corporal, porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y consumo máximo de oxígeno (VO_2max) en cada grupo, en cada fase y entre fases.

Marco metodológico

Diseño

Se desarrolló un estudio cuasi-experimental transversal con grupos no equivalentes, debido a que la asignación de los participantes a los grupos no fue aleatoria y la distribución por sexo y edad no fue controlada (Ato et al., 2013).

Población y muestra

La muestra estuvo constituida por 44 estudiantes del Colegio Rodrigo Lara Bonilla IED de la ciudad de Bogotá, distribuidos en dos grupos: un Grupo Control (GC) conformado por 22 participantes, 9 mujeres y 13 hombres (M_{edad} = 15.5 años, *D.T.*= .80, *Min.* = 14, *Máx*. = 17); y un Grupo Intervención (GI) también conformado por 22 participantes, 8 mujeres y 14 hombres (M_{edad} = 16.14 años, *D.T.* = .89, *Min*. = 14, *Máx*. = 17).

Al GI se le aplicó un programa de actividad física polimotor (PAFP) de una hora de duración, cuatro veces a la semana durante 12 semanas. El GC estuvo conformado por escolares de características similares que realizaron las actividades de la clase de educación física habitual de 90 minutos de duración una vez por semana durante el mismo periodo.

Materiales y técnicas

Procedimiento

El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás, por lo tanto, se obtuvo tanto asentimiento por parte de los participantes, como consentimiento por parte de los adultos responsables de los estudiantes. Todos los estudiantes debían certificar mediante examen médico, encontrarse en adecuadas condiciones para realizar actividad física y no tener contraindicaciones para la misma, información que se encontraba disponible en los documentos de registro de la institución a la cual pertenecían.

Durante la primera semana se evaluó en toda la muestra el peso corporal y el porcentaje graso, usando el método de bioimpedancia eléctrica pierna a pierna, la cual ha demostrado ser acertada para la medición del porcentaje graso y la detección de sus cambios, mientras que el nivel de VO_2max se calculó a partir del Test de Course Navette.

Materiales empleados

- Impedancia eléctrica Tanita ® modelo bc 601 f™.
- Cronómetros.
- Pista de audio con las etapas de Course-Navette tomada en la versión de Course-Navette test App para Android.
- Cinta métrica inextensible.
- Conos.
- Colchonetas.
- Equipo de sonido.
- Computador.
- Campo deportivo con una superficie plana de más de 20 metros.

Programa de actividad física polimotor (PAFP)

Se aplicó un programa de actividad física polimotor con una intensidad progresiva y ondulante entre cuatro y nueve en la Escala de Borg, con una frecuencia de cuatro sesiones por semana durante una hora por un periodo de 12 semanas, con el fin de evaluar su efecto sobre el peso corporal, el porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max).

El programa se basó en la lúdica con el fin de aumentar el interés y disfrute de la intervención por parte de los adolescentes, teniendo en cuenta sus características de crecimiento y desarrollo. El enfoque multifuncional, con componente en su mayoría aeróbico de grandes

grupos musculares, se adoptó para estimular de manera integral, sin especificidad, los sistemas cardiovascular, respiratorio, muscular, metabólico, endocrino y neurológico.

Las sesiones se realizaron en las áreas destinadas para actividad física en cada una de las instituciones, dirigidas por profesionales de la educación física y deporte, supervisada por todo el grupo de investigación. Cada sesión constó de un calentamiento (5-10 minutos), una parte principal con trabajo concurrente de predominio aeróbico basado en juegos, fuerza y flexibilidad (40-45 minutos), y finalizó con vuelta a la calma (5-10 minutos). En el PAFP, el trabajo de resistencia aeróbica y fuerza tuvo un porcentaje mayor del consumo total de la intervención con respecto a las otras capacidades, debido a que estas dos aptitudes tienen mayor influencia en los aspectos relacionados con la salud (ver Tabla 2).

Tabla 2

Planificación de la carga según la capacidad física y porcentajes de consumo total de la intervención

Capacidad Física	Porcentaje del consumo total (%)
Resistencia	45%
Fuerza	30%
Velocidad	5%
Potencia	10%
Equilibrio	5%
Flexibilidad	5%

Fuente propia

Por otra parte, lograr evidenciar la evolución de las capacidades físicas exigió que se planteara una proporcionalidad de las cargas a trabajar en cada sesión de clase, como se describe en la Tabla 3.

Tabla 3

Organización del PAFP en macrociclo, mesociclo y microciclo de entrenamiento

Macrociclo	PAFP de 12 semanas

Mesociclos (1 mes)	Mes 1			Mes 2					Mes 3			
Microciclos (1 semana)	Se 1	Se 2	Se 3	Se 4	Se 5	Se 6	Se 7	Se 8	Se 9	Se 10	Se 11	Se 12

Se = semana

Fuente propia

El PAFP se encontraba organizado en tres mesociclos, los cuales estaban conformados a su vez por doce microciclos (semanas). Estos microciclos, contenían 4 sesiones de entrenamiento de 60 minutos para el Grupo Intervención y 1 sesión de entrenamiento de 60 minutos para el Grupo Control (ver Tabla 4).

Tabla 4

Ejemplo de un mesociclo del PAFP, organizado por sesiones de entrenamiento, teniendo en cuenta la intensidad (Escala de Borg) y la duración

Mesociclo 1																
Microciclo	**Semana 1**				**Semana 2**				**Semana 3**				**Semana 4**			
Sesión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Borg	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	7	7	7	8	8
Resistencia Min/sesión	30	30	30	20	30	40	40	40	20	20	30	30	30	30	30	40
Fuerza Min/sesión	20	20	20	30		20	20	20	20	20	10	10	10	10	10	10
Flexibilidad Min/sesión	10	10	10						10	10	10			10	10	10
Potencia Min/sesión					10							10	10			
Velocidad Min/sesión				10	10							10	10			
Equilibrio Min/ sesión					10				10	10	10			10	10	
Total min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Fuente propia

Tabla 5

Ejemplo de la primera semana de entrenamiento del PAFP, durante un microciclo conformado por cuatro sesiones de trabajo

Ejemplo de la primera semana de entrenamiento del microciclo			
Sesión 1	**Sesión 2**	**Sesión 3**	**Sesión 4**
Lunes 6:30 PM a 7:45 PM Capacidad física: Resistencia, fuerza, flexibilidad. Intensidad: Borg 5	Jueves 02:15 PM a 4:00 PM Capacidad física: Resistencia, fuerza, flexibilidad. Intensidad: Borg 5	Miércoles 6:30 PM a 7:45 PM Capacidad física: Resistencia, fuerza, flexibilidad. Intensidad: Borg 5	Viernes 6:30 PM a 7:45 PM Capacidad física: Resistencia, fuerza, velocidad. Intensidad: Borg 6
Fases de la sesión Calentamiento: Movilidad articular general, elongación muscular, juego pre-deportivo (pollos y serpientes) Parte central Circuito de desplazamientos: -Estación 1 Adelante atrás 10 m. -E2. eslalon salticado (obstáculos) 15 m. -E3. desplazamiento en Zigzag 10 m. -E4. Carrera continua 20 m. (2 min/1 min de descanso en cada estación, y luego se repite.) Fuerza: Tres series de 10 repeticiones cada ejercicio (sentadillas, empujes inclinados en gradas, fondos gradas, abdominal apoyo de gradas) Vuelta a la calma: -Respiración– flexibilidad (yoga saludo al sol).	**Fases de la sesión** Calentamiento: Movilidad articular general, elongación muscular, juego pre-deportivo por pares (perder la cola) Parte central: Circuito de resistencia: -Burpeens 10, desplazamiento (10 ser). -Skiping 30 s desplazamiento de recuperación ,10 ser. -Muñecos 20 desplazamiento, 10 ser. -Mountain climbers 30 s, desplazamiento de recuperación 10 ser. Fuerza: Flex codos con burpeen 10 x 5 Luchador sumo 10 x 5 Fondos gradas 10 x 5 Zancada 10 x 5. Vuelta a la calma: Yoga – respiración, saludo al sol.	**Fases de la sesión** Calentamiento: Desplazamiento 5 min trote continuo, movilidad articular, elongación muscular, juego ¨cadenitas múltiples¨. Parte central: Circuito de desplazamientos: -Eslalon con cambio de sentido. -Paso de aros -Paso de vallas. - Recorridos de las gradas. -Cada estación 2 min x 1 de recuperación, 5 ser. Fuerza: 3 series de 10 repeticiones. Flexión codos 60° con apoyo de gradas. Zancadas en desplazamiento. Fondos gradas. Sentadilla pies paralelos. Vuelta a la calma: Flexibilidad por parejas (isquiotibiales, abductores, aductores). Saludo al sol.	**Fases de la sesión** Calentamiento: -Juego la lleva. -Elongación muscular y movilidad articular. Parte central: -Salto de lazo 50 rep. -Mountain climbers Carrera 20 rep. 10 ser. -Bumpeers 10 rep. 5 ser -Reptar sentadilla carrera 10 ser. -Hombre araña 10 rep. 5 ser -Dominadas asistidas 10 rep. 4 ser. - Piques partida detenida 10 m. -Pique partida en movimiento 10 m. -Velocidad de reacción. Vuelta a la calma: Yoga respiración (saludo al sol)

Fuente propia

Como se observa en la organización de las sesiones de entrenamiento (Tabla 5), cada una presentaba tres momentos divididos en calentamiento, fase central, y recuperación. La fase central, era la fase donde se desarrollaba el trabajo específico de las capacidades físicas y tenía una duración de 60 minutos; por lo tanto, si es sumado el tiempo de la fase central más el tiempo de las otras dos fases, cada sesión correspondía a 75 minutos aproximadamente. Otra de las consideraciones a tener en cuenta, es la intensidad en la realización del ejercicio físico propuesto, que para cada sesión de trabajo fue diferente: esta intensidad fue controlada a través de la escala de Borg referenciada a continuación.

Tabla 6

Relación entre el tipo de actividad física, la intensidad en la Escala de Borg y porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima

Actividad	Escala de Borg	Porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (%)
Muy leve	1 a 3	57
Leve	4 a 5	57 a 63
Moderada	6 a 7	64 a 76
Vigorosa	8 a 9	77 a 95
Muy Vigorosa	10	96

Fuente propia

La frecuencia, intensidad y duración, fueron aspectos trascendentales en la planeación del trabajo y en la consecución de los objetivos propuestos.

- **Frecuencia:** Cantidad de sesiones de trabajo que se planearon durante un periodo de tiempo, que para este caso fueron cuatro sesiones semanales para el grupo intervención, y de una para el grupo control.
- **Intensidad:** Grado de esfuerzo que el participante realizó al ejecutar una acción propuesta para el desarrollo de una sesión de trabajo, y que estuvo medida a través de la

percepción del esfuerzo planteado en la Escala de Borg y de la cual se les informó a los y las estudiantes para que la tuviesen en cuenta.

- **Duración:** Cantidad de tiempo destinado para el desarrollo de una sesión de trabajo, o entrenamiento, el cual para este caso fue de 60 minutos, para cada uno de los grupos establecidos.

Toma de variables pre intervención y post intervención

Peso: El sujeto con mínima ropa (pantaloneta o ropa interior), se situaba en el centro de la plataforma de la báscula, distribuyendo su peso entre ambos pies, mirando al frente, con los brazos diagonales al cuerpo tomando los agarres de la impedancia, sin realizar ningún movimiento. Para esta medida se utilizó una balanza de piso marca TANITA® modelo BC 601F™, con resolución 0,100 kg.

Masa grasa o % de grasa total: El individuo, en camiseta, pantaloneta y ropa interior, se situaba en el centro de la plataforma de la báscula, distribuyendo su peso entre ambos pies, mirando al frente, con los brazos diagonales al cuerpo tomando los agarres de la impedancia, que luego de algunos segundos la báscula arroja los valores concernientes para esta medida. Proceso realizado con una impedancia de piso marca Tanita® modelo bc 601f™ (20).

Capacidad aeróbica: Se realizó la prueba de Course-Navette a los participantes de 7 a 17 años. Esta prueba evalúa la capacidad aeróbica máxima a partir de una prueba de campo indirecta incremental máxima con un recorrido de ida y vuelta de 20 metros, el consumo máximo de oxígeno se estima a partir de las ecuaciones propuestas por Ortega et al. (2005). Los participantes debían desplazarse entre dos puntos que distaban 20 metros, señalados mediante conos, debían hacer el cambio de sentido ajustado al ritmo indicado por una señal sonora que iba reduciendo el tiempo de intervalos de manera progresiva, lo cual iba incrementando la intensidad de la prueba, los participantes debían continuar hasta alcanzar su máxima capacidad física y

volitiva. Para calcular el VO_2max a partir del resultado obtenido en el Course-Navette se debía introducir la edad (E) y la velocidad final alcanzada (V=8+0,5 x último estadio completado) en la siguiente fórmula:

$VO_2max= 31,025 + (3,238*V) + (3,248*E) + (0,1536*V*E)$.

Tabla 7

Valoración del consumo máximo de oxígeno

Prueba	Resistencia Cardiovascular: Test de Course Navette
Descripción	Se trata de un test de aptitud cardiovascular en que el sujeto comienza la prueba caminando y finaliza corriendo; el objetivo es que el individuo se desplace de un punto al otro, situados a 20 metros de distancia cada uno, y haciendo el cambio de sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente (son pocos los sujetos que logran concluir el test en su totalidad). El momento en que el individuo interrumpe la prueba, es el momento que el test indica la resistencia cardiovascular.
Material	Un campo con cabida para una pista de 20 m de longitud y dos metros exteriores a cada costado. Cinta adhesiva para el trazado de los pasillos. Parlante o equipo de sonido. Una cinta previamente grabada del procedimiento (test).
	El test de *Course Navette* que vas a realizar te dará una idea de tu capacidad aeróbica máxima, es decir, de tu resistencia aeróbica o, dicho de otra forma, del aguante que tienes. Solamente tienes que ir y volver corriendo en una pista de 20 metros de longitud. La velocidad se controla con una banda sonora que emite sonidos a intervalos regulares. Tú mismo deberás determinar tu propio ritmo, de tal manera que te encuentres en un extremo de la pista al oír la señal, con una aproximación

Instrucciones para el ejecutante	de 1 metro. Hay que tocar la línea con el pie. Al llegar al final de la pista, das rápidamente media vuelta y sigues corriendo en la otra dirección. La velocidad, es lenta al principio y va aumentando paulatinamente cada 60 segundos. La finalidad del test consiste en ajustarse al ritmo impuesto durante el mayor tiempo posible. Interrumpes la carrera en el momento en que ya no eres capaz de seguir el ritmo que se te impone. Cuando consideras que ya no vas a poder llegar a uno de los extremos de la pista, anotas entonces la cifra indicada por la banda sonora en el momento en que te has detenido: ése es tu resultado. Si estás en forma, sin duda lograrás aguantar durante más tiempo, pues la duración del test es diferente para cada sujeto. En resumen, se trata de un test máximo y progresivo, es decir, fácil al principio y más difícil hacia el final.
Resultado	Se anotará el número de la última fase anunciada en la grabación en el momento en que el sujeto ha interrumpido la realización del test. Se tendrán en cuenta las fracciones de medio minuto; por ejemplo, cuando la última fase anunciada sea *nueve y medio*, se anotará dicha cifra como resultado (9.5 etapas).

Fuente propia

Resultados

Análisis descriptivos y comparativos

En relación con la muestra, el estudio estuvo constituido por un Grupo Control (GC) conformado por 22 participantes, 9 mujeres y 13 hombres con edad promedio de 15.5 años (*D.T.*= .80, *Min*. = 14, *Max* = 17); y un Grupo Intervención (GI) también conformado por 22 participantes, 8 mujeres y 14 hombres con edad promedio de 16.14 años (*D.T.* = .89, *Min*. = 14, *Max* = 17) (ver Tabla 8). Al observar la distribución por edades, la mayoría de participantes tenían 15 años y tan solo 2 participantes tenían 14 años.

Tabla 8

Características de la muestra poblacional

		Edad								
		14		15		16		17		
		n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**Total**
Grupo Control	**Mujer**	0	0	5	55.6%	1	11.1%	3	33.3%	9
	Hombre	1	7.7%	7	53.8%	5	38.5%	0	0	13
Grupo Intervención	**Mujer**	1	12.5%	1	12.5%	2	25.0%	4	50%	8
	Hombre	0	0	3	21.4%	6	42.9%	5	35.7%	14
Total		2		16		14		12		44

Fuente propia

En cuanto a las mediciones correspondientes al peso, los porcentajes grasos de los brazos, piernas y tronco y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) en la fase pre-intervención, las distribuciones de los promedios del peso en el GC y de los porcentajes grasos en ambas piernas en GC y GI, provienen de poblaciones normales (ver valores Shapiro-Wilk en la Tabla 9). Con el fin de verificar la homogeneidad en cada una de las variables entre los dos grupos en la medida pre-intervención, se implementaron pruebas T para las variables con distribución normal y pruebas U de Mann-Whitney para las variables con distribución no normal. Los resultados mostraron que los valores de porcentaje graso en piernas y tronco en la medición pre-

intervención fueron significativamente superiores en el GC que en el GI (pierna derecha: $t(42) = 2.05$, $p = .047$, *diferencia de medias* = 5.02, IC [.072; 9.97]; pierna izquierda: $t(42) = 2.27$, $p = .028$, *diferencia de medias* = 5.58, IC [.622; 10.55]; y tronco: $z = -1.97$, $p = .049$); mientras que en la variable VO_2max los valores del GI fueron significativamente superiores que los del GC ($z = -3.02$, $p = .003$).

En términos de la comparación por sexo en la fase pre-intervención, se encontró que tanto en el GC como en el GI el porcentaje graso en las mediciones de brazo, pierna y tronco fue significativamente superior en las mujeres, mientras que el valor de VO_2max fue significativamente mayor en los hombres (ver Tabla 9); cabe resaltar que en el GI la medición de peso de los hombres fue significativamente mayor en comparación con el de las mujeres, lo cual no ocurrió en el GC. Por su parte, las comparaciones para los participantes del mismo sexo entre los GC y GI en la fase pre-intervención, mostraron que en los hombres el porcentaje graso de pierna derecha y pierna izquierda fue significativamente mayor en el GI sobre el GC; para el caso de las mujeres, tan solo el porcentaje graso correspondiente al brazo derecho fue significativamente mayor en el GI en comparación con el GC.

Con el fin de identificar las diferencias entre las medidas del GC y del GI en la fase post-intervención, se implementaron pruebas T para las variables con distribución normal y pruebas U de Mann-Whitney para las variables con distribución no normal. Los resultados mostraron que tan solo en la variable VO_2max se identificaron diferencias significativas, siendo el promedio del GI superior al del GC ($z = -5.68$, $p = .00$; ver Tabla 9). Al realizar la comparación por sexo en la fase post-intervención, los resultados mostraron que tanto en el GC como en el GI el porcentaje graso fue significativamente superior en las mujeres en las mediciones de brazo, pierna y tronco, mientras que el valor de VO_2max fue significativamente mayor en los hombres sobre las mujeres (ver Tabla 9). Las comparaciones para los participantes del mismo sexo entre los GC y GI en la fase

post-intervención, mostraron que en los hombres el porcentaje graso de pierna derecha y pierna izquierda fue significativamente mayor en el GI sobre el GC, de forma similar a lo que se encontró en la fase pre-intervención; para el caso de las mujeres, no se encontraron diferencias significativas entre el GC y el GI en las mediciones de porcentaje graso, mientras que en la medición de VO_2max, el GC fue significativamente mayor que el GI.

Finalmente, al comparar los valores de las distintas medidas entre las fases pre-intervención y post-intervención dentro de cada grupo, se encontró en el GC que las medias de las medidas de porcentaje graso en brazo, pierna y tronco fueron significativamente mayores en la fase post-intervención (brazo derecho: z = -3.44, p = .001; brazo izquierdo: z = -2.75, p = .006; pierna derecha: $t(21)$ = -3.51, p = .002, *diferencia de medias* = -.52, IC [-.83; -.21]; pierna izquierda: $t(21)$ = -2.79, p = .011, *diferencia de medias* = -.52, IC [-.83; -.12]; tronco: z = -2.91, p = .004). No obstante, al realizar la comparación entre las medidas pre-intervención y post-intervención diferenciadas por sexo y grupo se encontró que, para los hombres del GC, las mediciones de porcentaje graso en brazo derecho, pierna izquierda y tronco fueron significativamente superiores en la fase post-intervención, mientras que en las mujeres del GC se encontró que el porcentaje graso de brazo derecho, brazo izquierdo y pierna derecha fue significativamente mayor en la fase post-intervención.

Por su parte, en el GI tan solo en la variable VO_2max se encontraron diferencias significativas, siendo el promedio de la medida post-intervención significativamente mayor que el promedio de la medida pre-test (z = -3.85, p = .00). Al realizar la comparación entre las medidas pre-intervención y post-intervención diferenciadas por sexo en este grupo, los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre hombres ni entre mujeres en las mediciones de porcentaje graso pre-intervención y post-intervención, mientras que en ambos sexos los valores de VO_2max fueron mayores en la medición post-intervención.

Tabla 9

Valores pre-test y post-test en Grupo Control y Grupo Intervención para las variables peso, % graso brazo derecho, % graso brazo izquierdo, % graso pierna derecha, % graso pierna izquierda, % graso tronco y VO_2max

		Pre-intervención										
		GC				**GI**				**GC vs GI p < .05**		
		H	**M**	**Total**	**H Vs M p<.05**	**H**	**M**	**Total**	**H Vs M p<.05**	**H_{GC} Vs H_{GI}**	**M_{GC} Vs M_{GI}**	**$Total_{GC}$ Vs $Total_{GI}$**
Peso	*M*	56.7	56.1	56.4*	No sign.	60.9	53.5	58.2	.026 *U*=23.5	No sign.	No sign.	No sign.
	D.T.	11.0	9.6	10.2		8	5.4	7.9				
Brazo Derecho % Graso	*M*	26.2	37.6	30.9	.001 *U*=7.50	24	31.3	26.7	.008 *U*=17.0	No sign.	.043 *U*=15.0	No sign.
	D.T.	4.8	4.8	7.4		4.4	6	6.1				
Brazo Izquierdo % Graso	*M*	26.0	35.9	30.1	.001 *U*=7.0	24.5	31.5	27	.009 *U*=18.0	No sign.	No sign.	No sign.
	D.T.	5	4	6.7		4	6.7	6				
Pierna Derecha % Graso	*M*	21.1	35.1	26.8*	.001 *U*=8.50	18	28.5	21.8*	.024 *U*=23.0	.046 *U*=50.0	No sign.	.047
	D.T.	3.8	6.6	8.6		3.3	8.5	7.6				
Pierna Izquierda % Graso	*M*	21.7	35.5	27.3*	.000 *U*=5.50	17.9	28.5	21.7*	.024 *U*=23.0	.005 *U*=33.5	No sign.	.028
	D.T.	4.1	6.7	8.6		2.8	8.9	7.7				
Tronco % Graso	*M*	17.1	27.5	21.4	.001 *U*=8.50	15.5	20.8	17.4	.001 *U*=8.50	No sign.	No sign.	.049
	D.T.	4.1	6.7	7.4		3.7	7.6	5.9				
VO_2 máx	*M*	41.9	33.2	38.4	.002 *U*=13.0	55.2	36.9	48.5	.000 *U*=0	.000 *U*=12.0	No sign.	.003
	D.T.	5.5	4.7	6.7		6.8	5.3	10.9				
		Post-intervención										
		GC				**GI**				**GC vs GI p < .05**		
		H	**M**	**Total**	**H Vs M p<.05**	**H**	**M**	**Total**	**H Vs M p<.05**	**H_{GC} Vs H_{GI}**	**M_{GC} Vs M_{GI}**	**$Total_{GC}$ Vs $Total_{GI}$**
Peso	*M*	56.8	56.9	56.8*	No sign.	61.1	54.6	58.7	No sign.	No sign.	No sign.	No sign.
	D.T.	11.8	9.7	10.7		7.8	6.3	7.8				
Brazo Derecho % Graso	*M*	26.9	39.3	32	.000 *U*=5.0	23.9	34.1	27.6	.001 *U*=6.0	No sign.	No sign.	No sign.
	D.T.	5.1	4.6	7.9		4.0	5.7	6.8				
Brazo Izquierdo % Graso	*M*	26.3	37.6	30.9	.001 *U*=6.50	24.2	33.7	27.6	.001 *U*=8.0	No sign.	No sign.	No sign.
	D.T.	5.1	4.9	7.5		4.5	5.2	6.6				
Pierna Derecha % Graso	*M*	21.3	36	27.3*	.002 *U*=11.0	16.8	33.3	22.8*	.000 *U*=0	.001 *U*=23.5	No sign.	No sign.
	D.T.	4.1	7.2	9.1		3.1	4	8.8				

Pierna Izquierda % Graso	*M*	22.1	35.9	27.8*	.000 *U*=6.0	17.8	33.4	23.5*	.000 *U*=0	.017 *U*=42.0	No sign.	No sign.
	D.T.	4.4	6.6	8.7		3.2	4.2	8.4				
Tronco % Graso	*M*	17.5	28.4	21.9	.000 *U*=6.0	16.9	23.9	19.4	.009 *U*=17.5	No sign.	No sign.	No sign.
	D.T.	4.6	5.9	7.4		5.5	6.1	6.6				
VO_2 max	*M*	42.3	31.4	37.9	.000 *U*=2.0	64.9	53.4	60.8	.005 *U*=15.0	.000 *U*=0	.000 *U*=0	.00
	D.T.	4.3	.61	6.6		8.9	3.1	9.2				

	Grupo Control			**Grupo Intervención**		
	$H_{Pre\text{-}test}$ Vs $H_{Post\text{-}test}$ p < .05	**$M_{Pre\text{-}test}$ Vs $M_{Post\text{-}test}$ p < .05**	**$Total_{Pre\text{-}test}$ Vs $Total_{Post\text{-}test}$ p < .05**	**$H_{Pre\text{-}test}$ Vs $H_{Post\text{-}test}$ p < .05**	**$M_{Pre\text{-}test}$ Vs $M_{Post\text{-}test}$ p < .05**	**$Total_{Pre\text{-}test}$ Vs $Total_{Post\text{-}test}$ p < .05**
Peso	No sign.	No sign.	No sign.	No sign.	No sign.	No sign.
Brazo Derecho % Graso	.042 *Z*=-2.03	.008 *Z*=-2.66	.001	No sign.	No sign.	No sign.
Brazo Izquierdo % Graso	No sign.	.018 *Z*=-2.36	.006	No sign.	No sign.	No sign.
Pierna Derecha % Graso	No sign.	.013 *Z*=-2.49	.002	No sign.	No sign.	No sign.
Pierna Izquierda % Graso	.016 *Z*=-2.42	No sign.	.011	No sign.	No sign.	No sign.
Tronco % Graso	.017 *Z*=-2.38	No sign.	.004	No sign.	No sign.	No sign.
VO_2 máx	No sign.	No sign.	No sign.	.005 *Z*=-2.79	.012 *Z*=-2.52	.00

*__Prueba Shapiro-Wilk:__ p < .05; **GC:** Grupo Control; **GI:** Grupo Intervención; **H:** Hombre; **M:** Mujer
*__No sign:__ No significativo p<.05

Discusión

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar los efectos de un programa de actividad física polimotor (PAFP) de 12 semanas sobre el peso corporal, el porcentaje graso (brazo, pierna y tronco) y el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), en una muestra de estudiantes de 14 a 17 años del Colegio Rodrigo Lara Bonilla IED de la ciudad de Bogotá.

Con el fin de identificar el efecto del PAFP, se debía verificar que en las medidas pre-intervención no hubiera diferencias significativas entre el GC y el GI; es decir, que los grupos ingresaran en las mismas condiciones al PAFP. Los resultados mostraron que las medidas de porcentaje graso en piernas y tronco del GC fueron mayores que las del GI y que en la variable VO_2max, las medidas del GI fueron superiores que las del GC. Esto tiene implicaciones directas sobre la interpretación de los datos en la medición post intervención, ya que, si hubiese diferencias entre el GC y el GI en esas medidas, no podrían ser atribuibles exclusivamente a la intervención.

En las mediciones del porcentaje graso al interior del GC y del GI en la fase pre-intervención, se encontró que los valores correspondientes a las mujeres en ambos brazos, en ambas piernas y en el tronco fueron significativamente menores en las mujeres, lo cual concuerda con los reportado por Vidarte y Sánchez (2020), y Sánchez-Zamorano, Flores-Sánchez y Lazcano-Ponce (2019); además, en el GI el peso también fue significativamente menor en las mujeres, lo cual no se encontró en el GC. Asimismo, al comparar entre el GC y el GI estas mediciones al interior de cada sexo, se identificó que entre los hombres el porcentaje graso en ambas piernas fue mayor en el GC sobre el GI y que entre las mujeres, el porcentaje graso del brazo derecho fue mayor en el GC sobre el GI. Esto indica que la distribución de los participantes por grupos y por sexo en la fase de pre-intervención no fue equivalente en las diferentes

mediciones, afectando las inferencias que se pudiesen hacer acerca del efecto de la exposición al PAFP.

En las comparaciones entre las mediciones pre-intervención y post-intervención al interior de cada grupo, se encontró para el GC que todas las medidas de porcentaje graso (piernas, brazos y tronco) pre-intervención, fueron significativamente más bajas en comparación con las medidas post-intervención, lo cual concuerda con la evidencia empírica reportada por la CDCP (2020b), la OMS, 2016, Pate et al. (2016) y Tremblay et al. (2014), según la cual, sin la participación activa en programas de actividad física de intensidad y regularidad, los IMC y otros indicadores de sobrepeso en adolescentes tienden a incrementar. Por su parte, en el GI la única diferencia significativa consistió en que la medida pre-intervención en el consumo de oxígeno VO_2max fue significativamente menor que en la medida post-intervención. Esto concuerda con lo encontrado por Alvarez-Pitti et al. (2020), Farsani y Rezaeimanesh (2011), Mendelson et al. (2012) y Rezaeimanesh et al. (2011) en cuanto a los efectos beneficiosos de la realización de actividad física de intensidad sobre el incremento en la capacidad de VO_2max en adolescentes.

La comparación pre-intervención post-intervención dentro del mismo grupo en términos del sexo, mostró que en los hombres del GC, el porcentaje graso en el brazo derecho, en la pierna izquierda y en el tronco fue mayor en la fase post-intervención; para el caso de las mujeres se encontró que el porcentaje graso en el brazo derecho, en el brazo izquierdo y en la pierna derecha fue también mayor en la fase post-intervención.

Finalmente, en las comparaciones entre las medidas en la fase post-intervención entre el GC y el GI, tan solo se encontraron diferencias significativas en las medidas de VO_2max, en cuanto a que la medida obtenida en el GC fue menor que la correspondiente al GI en ambos sexos; sin embargo, debido a que esta misma diferencia se encontró en las medidas pre-intervención, no es posible atribuir solamente al tratamiento, la diferencia encontrada en la post-intervención. No

obstante, la comparación por sexo mostró que en los hombres el porcentaje graso de ambas piernas fue mayor en el GC sobre el GI, mientras que en las mujeres no se encontraron diferencias significativas. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Carazo-Vargas y Moncada-Jiménez (2015), Muros et al. (2016), Saddam et al. (2019) y Sánchez-Zamorano et al. (2020) en cuanto al efecto diferencial del entrenamiento físico en términos del sexo, según lo cual se evidencian cambios en tiempo más reducido en hombres que en mujeres en los porcentajes grasos y en los niveles de VO_2max.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El programa de entrenamiento polimotor fue efectivo aumentando los porcentajes de VO_2max (potencia aeróbica) en los participantes, los hallazgos de este estudio fueron principalmente las adaptaciones de las capacidades físicas, involucrando entrenamiento aeróbico con intensidad moderada y con un porcentaje por sesión del 45% del consumo total. En el GC en la etapa pre-intervención, sus porcentajes de grasa fueron más altos que los del GI; no obstante, en la etapa post- intervención los resultados mostraron un aumento significativo en porcentaje de VO_2max en GI y un descenso en el GC.

Incuestionablemente, se evidencia la capacidad en adolescentes para mejorar su potencial aeróbico mediante el entrenamiento físico, de la misma forma que remiten Carazo-Vargas y Moncada-Jiménez (2015) y Turley y Wilmore (1997), en estudios que han demostrado adaptaciones a nivel funcional como aumento de las cavidades del corazón e incremento de su contracción, un acrecentamiento del consumo sanguíneo, mejora a nivel metabólico muscular por acentuación y utilización de oxígeno en célula muscular, una biogénesis mitocondrial e incremento de las enzimas en metabolismo oxidativo.

Con base en los hallazgos descritos, principalmente en los referidos a las comparaciones entre las medidas pre-intervención y post-intervención en el GI, es posible resaltar la importancia de los efectos beneficiosos que los programas de actividad física intensa, y particularmente los efectos de un programa de actividad física polimotor (PAFP), sobre la salud y bienestar de los niños y adolescentes en el contexto colombiano. Resalta así la importancia de implementar en las instituciones educativas colombianas, las pautas ofrecidas por la OMS (2016) en cuanto a la aplicación de "programas integrales que promuevan la actividad física y reduzcan los comportamientos sedentarios en niños y adolescentes" (p. 21), y de "programas integrales que promuevan entornos escolares saludables, conocimientos básicos en materia de salud y nutrición y actividad física en niños y adolescentes en edad escolar" (p. 30).

Recomendaciones

En primera instancia, se recomienda para futuras investigaciones homogeneizar los valores de las medidas de porcentaje graso y de VO_2max, en términos de la distribución de participantes por grupo y por sexo, con el fin identificar los efectos del entrenamiento polimotor que pudiesen ser extrapolados a poblaciones similares en características.

En segunda instancia, se recomienda realizar un muestreo aleatorio estratificado por edad y sexo, dirigido a evaluar el efecto de la variable independiente sobre cada estrato.

Finalmente, se sugiere aumentar el consumo de intervención para disminuir el porcentaje graso, adicionalmente la permanencia de intervención realizarla durante seis meses, manteniendo las cuatro sesiones por microciclo de 60 minutos de duración y conservar las variables consumo, intensidad, enfatizando el porcentaje de la capacidad cardio-respiratoria.

Referencias

Alvarez-Pitti, J., Casajús-Mallén, J., Leis-Trabazo, R., Lucía, A., López de Lara, D., Moreno-Aznar, L., & Rodríguez-Martínez, G. (2020). Exercise as medicine in chronic diseases during childhood and adolescence. *Anales de Pediatría, 92*(3), 173e1-173e8. http://dx.doi.org/10.1016/j.anpede.2020.01.001

Anderson, P., & Butcher, K. (2006). Childhood Obesity: Trends and Potential Causes. *Future of Children, 16*, 19-45. http://dx.doi.org/10.1353/foc.2006.0001

Ato, M., López, M., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología, 29*(3), 1038-1059. http://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511

Benito, P. (2009). *La nutrición en la salud de los deportistas. Plan de formación consejería de deportes.* http://munideporte.com/imagenes/documentacion/ficheros/20090225135620Pedro%20J.%20Benito%20Peinado.pd

Blaine, B. (2008). Does Depression Cause Obesity? A Meta-analysis of Longitudinal Studies of Depression and Weight Control. *Journal of Health Psychology, 13*(8), 1190–1197. https://doi.org/10.1177/1359105308095977

Bompa, T., & Buzzichelli C. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo.* Paidotribo

Britz, B., Siegfried, W., Ziegler, A., Lamertz, C., Herpertz-Dahlmann, B., Remschmidt, H., Wittchen, H., & Hebebrand, J. (2000). Rates of psychiatric disorders in a clinical study group of adolescents with extreme obesity and in obese adolescents ascertained via a population based study. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, 24*, 1707–14. http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0801449

Carazo-Vargas, P., & Moncada-Jiménez, J. (2015). A meta-analysis on the effects of exercise training on the VO_2max in children and adolescents. *Retos, 0*(27), 184-187.

Centers for Disease Control and Prevention. (2020a, marzo 03). *Defining Childhood Obesity.* https://www.cdc.gov/obesity/childhood/defining.html

Centers for Disease Control and Prevention. (2020b, marzo 03). *Childhood Obesity Causes & Consequences.* https://www.cdc.gov/obesity/childhood/causes.html

Cliff, D., Hesketh, K., Vella, S., Hinkley, T., Tsiros, M., Ridgers, N., Carver, A., Veitch, J., Parrish, A., Hardy, L., Plotnikoff, R., Okely, A., Salmon, J., & Lubans, D. (2016). Objectively measured sedentary behavior and health and development in children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews, 17*(4), 330-344. https://doi.org/10.1111/obr.12371

Congreso de la República de Colombia. (2006). *Ley 1098 de 2006. Por la cual se expide el Código de la Infancia y la Adolescencia.* Diario Oficial 46.446 de 8 de noviembre de 2006. Recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1098_2006.html

Davison, K., & Birch, L. (2001). Childhood overweight: A contextual model and recommendations for future research. *Obesity Reviews, 2*(3), 159–71. http://dx.doi.org/10.1046/j.1467-789x.2001.00036.x

Ezzati, M. (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*, 2627-1642. http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3

Farsani, P., & Rezaeimanesh, D. (2011). The Effect of Six-Week Aerobic Interval Training on Some Blood Lipids and VO_2max in Female Athlete Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 30*, 2144–2148. http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.416

Freedman, D., Horlick, M., & Berenson, G. (2013). A comparison of the Slaughter skinfold-thickness equations and BMI in predicting body fatness and cardiovascular disease risk factor levels in children. *The American Journal of Clinical Nutrition, 98*(6), 1417–24. http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.113.065961

García, G., & Secchi, J. (2014). Test Course Navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Sport Medicine, 49*, 93-103. https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.06.001

García-Manso, J., Valdivieso, M., & Caballero, J. (1996). Principios del entrenamiento deportivo. En J. García, J. Ruiz-Caballero & M. Navarro (Eds.), *Bases teóricas del entrenamiento deportivo* (pp. 100-105). Gymnos.

Goldfield, G., Moore, C., Henderson, K., Buchholz, A., Obeid, N., & Flament, M. (2010). Body dissatisfaction, dietary restraint, depression, and weight status in adolescents. *Journal of School Health, 80*(4), 186-192. http://dx.doi.org/10.1111/j.1746-1561.2009.00485.x

Gonzales E. (2012). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y Nutrición, 60*, 69-75. https://doi.org/10.1016/j.endonu.2012.04.003

Gupta, N., Mueller, W., Chan, W., & Meininger, J. (2002). Is obesity associated with poor sleep quality in adolescents? *American Journal of Human Biology, 14*(6), 762-768. https://doi.org/10.1002/ajhb.10093

Guyton, A., & Hall, J. (2016). *Tratado de Fisiología Médica.* Elsevier.

Hallal, P., Victora, C., Azevedo, M., & Wells, J. (2006). Adolescent Physical Activity and Health. *Sports Medicine, 36*(12), 1019–1030. https://doi.org/10.2165/00007256-200636120-00003

Lee, S., Libman, I., Hughan, K., Kuk, J., Jeong, J., Zhang, D., & Arslanian, S. (2019). Effects of Exercise Modality on Insulin Resistance and Ectopic Fat in Adolescents with Overweight and Obesity: A Randomized Clinical Trial. *The Journal of Pediatrics, 206,* 91-99. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.10.059

Marín, Z. (1998). *Elementos de nutrición humana*. Editorial UNED.

Mastrantonio-Ramos, M., & Coduras-Martínez, O. (2020). Actividad Física y Calidad de Vida Percibida en usuarios de Centros Deportivos Públicos de Terrassa. *Retos, 37*, 427-433. https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/74166

Mendelson, M., Michallet, A., Estève, F., Perrin, C., Levy, P., Wuyam, B., & Flore, P. (2012). Ventilatory responses to exercise training in obese adolescents. *Respiratory Physiology & Neurobiology, 184*(1), 73–79. https://doi.org/10.1016/j.resp.2012.08.001

Muros, J.., Cofre-Bolados, C., Zurita-Ortega, F., Castro-Sánchez, M., Linares-Manrique, M., & Chacón-Cuberos, R. (2016). Relación entre condición física, actividad física y diferentes parámetros antropométricos en escolares de Santiago (Chile). *Nutrición Hospitalaria, 33*(2). https://doi.org/10.20960/nh.110

Navarro, F., & García, J. (1996). *Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la resistencia*. Centro Olímpico de Estudios Superiores.

Niehoff, V. (2009). Childhood obesity: A call to action. *Bariatric Nursing and Surgical Patient Care, 4*(1), 17–23. https://doi.org/10.1089/bar.2009.9996

Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/97892?sequence=1&TS

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Informe de la Comisión para Acabar con la Obesidad Infantil*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/206450/9789243510064_spa.pdf?sequence=1

Organización Mundial de la Salud. (2017, marzo 03). *Obesity and Overweight.* http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Organización Mundial de la Salud. (2019, marzo 03). *Commission on Ending Childhood Obesity.* https://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/en/

Organización Mundial de la Salud. (2020a, marzo 03). *Desarrollo en la adolescencia*. https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/

Organización Mundial de la Salud. (2020b, marzo 03). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*. https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/

Ortega, F., Ruiz, J., Castillo, M., Moreno, L., González-Gross, M., Wärnberg, J., & Gutiérrez, Á. (2005). Low Level of Physical Fitness in Spanish Adolescents. Relevance for Future Cardiovascular Health (AVENA Study). *Revista Española de Cardiología*, *58*(8), 898–909. http://dx.doi.org/10.1016/s1885-5857(06)60372-1

Pate, R., Flynn, J., & Dowda, M. (2016). Policies for promotion of physical activity and prevention of obesity in adolescence. *Journal of Exercise Science & Fitness, 14*(2), 47-53. http://dx.doi.org/10.1016/j.jesf.2016.07.003

Patinkin, Z., Feinn, R., & Santos, M. (2017). Metabolic Consequences of Obstructive Sleep Apnea in Adolescents with Obesity: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Childhood Obesity, 13*(2), 102-110. http://doi.org/10.1089/chi.2016.0248

Palomino-Devia, C., González-Jurado, J., & Ramos-Parraci, C. (2017). Composición corporal y condición física de escolares colombianos de educación secundaria y media de Ibagué. *Biomédica, 37,* 408-415. http://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3455

Ramires, V., Dumith, S., & Gonçalves, H. (2015). Longitudinal Association between Physical Activity and Body Fat during Adolescence: A Systematic Review. *Journal of Physical Activity and Health, 12*(9), 1344–1358. http://doi.org/10.1123/jpah.2014-0222

Rey-López, J., Vicente-Rodríguez, G., Biosca, M., & Moreno, L. (2008). Sedentary behaviour and obesity development in children and adolescents. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 18*(3), 242-251. https://doi.org/10.1016/j.numecd.2007.07.008

Rezaeimanesh, D., Farsani, P., & Saidian, S. (2011). The Effect of 8- Week's Anaerobic Intermittent Exercises on The Amount of Fibrinogen, CRP and VO_2max in Student Athletes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 30*, 2169–2172. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.421

Saddam, A., Foster, H., Zhang, M., & Mosby, T. (2019). Effect of sex and race on body mass index and percent body fat in young adults. *Nutrition, 63*, 9-13. http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2018.10.001

Sahoo, K., Sahoo, B., Choudhury, A., Sofi, N., Kumar, R., & Bhadoria, A. (2015). Childhood obesity: causes and consequences. *Journal of Family Medicine and Primary Care, 4*(2), 187–192. https://doi.org/10.4103/2249-4863.154628

Sánchez-Zamorano, L., Flores-Sánchez, G., & Lazcano-Ponce, E. (2019). Porcentaje de grasa corporal en adolescentes asociado con conductas alimentarias de riesgo, hogar y sexo. *Salud Pública de México, 62*(1), 60-71. http://dx.doi.org/10.21149/9996

Soriano, L., Martínez, J., Gavela, T., Corredor, B., & Muñoz, M. (2018). Alteraciones nutricionales y endocrinológicas del adolescente. *Medicine, 12,* 3562-3576. https://doi.org/10.1016/j.med.2018.08.002

Tejada-Mora, J., Nuviala-Nuviala, A., & Diaz-Trillo, M. (2016). *Actividad física y salud*. Universidad de Huelva. https://elibro.net/es/ereader/usta/44792?

Tremblay, M., Gray, C., Akinroye, K., Harrington, D., Katzmarzyk, P., Lambert, E., Liukkonen, J., Maddison, R., Ocansey, R., Onywera, V., Prista, A., Reilly, J., Rodríguez-Martínez, M., Sarmiento-Dueñas, O., Standage, M., & Tomkinson, G. (2014). Physical activity of children: a global matrix of grades comparing 15 countries. *Journal of Physical Activity & Health, 11,* S113–25. https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0177

Turley, K., & Wilmore, J. (1997). Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *Journal of Applied Physiology, 83*(3), 948-957. https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.3.948

U.S. Department of Health and Human Services. (2008). *Physical Activity Guidelines for Americans*. https://health.gov/sites/default/files/2019-09/paguide.pdf

U.S. Department of Health and Human Services., & U.S. Department of Agriculture. 2015–2020. (2015). *Dietary Guidelines for Americans*. 8th Edition. http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/

Vélez, C., Segovia I., López M., & Castro H. (2010). *Orientaciones pedagógicas para la educación física, recreación y deporte, Colombia*. Revolución Educativa Colombia aprende, Ministerio de Educación Nacional Viceministerio de Educación Preescolar, Básica y Media.

Vidarte, J., & Sánchez, E. (2020). Composición corporal de deportistas universitarias de voleibol de Barranquilla, Colombia. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 40*(1), 121-126.