



**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDAD (HIIT) SOBRE EL INDICE DE MASA CORPORAL, CAPACIDAD AEROBICA, FUERZA EXPLOSIVA Y VELOCIDAD EN ESCOLARES DE 15 A 18 AÑOS**

**ÁNGELA MARÍA ARENAS GRANDAS**

**JENI MARCELA CALDERÓN HERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES**

**FACULTAD DE SALUD**

**MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

**MANIZALES**

**2020**

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO INTERVALADO DE  
ALTA INTENSIDAD (HIIT) SOBRE EL INDICE DE MASA CORPORAL,  
CAPACIDAD AEROBICA, FUERZA EXPLOSIVA Y VELOCIDAD EN  
ESCOLARES DE 15 A 18 AÑOS**

**Autores**

**ÁNGELA MARÍA ARENAS GRANDAS**

**JENI MARCELA CALDERÓN HERNÁNDEZ**

**Proyecto de grado para optar al título de Magister en Actividad física y deporte**

**Directora**

**FT KAROL BIBIANA GARCIA SOLANO**

**Asesor Estadístico**

**FT Julio Ernesto Pérez Parra**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES**

**FACULTAD DE SALUD**

**MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

**MANIZALES**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este proyecto en primera instancia a Dios, porque tenemos claro que solo con su ayuda las cosas que se emprenden se pueden lograr, fue él quien nos permitió juntarnos para llevar este proyecto a cabo y fue él quien siempre nos iluminó el camino en los momentos difíciles.

A nuestros padres, Luz Marina Grandas (QEPD), Luis Ernesto Arenas, Marina Hernández y Roberto Calderón por su dedicación y empeño en nuestra formación desde niñas y a quienes les debemos las más grandes lecciones de vida.

A nuestros esposos Felipe Sánchez y Andrés Betancur por su acompañamiento, paciencia y comprensión durante todo este proceso.

A Miguel Ángel Betancur para que este trabajo que realizamos con tanta entrega y esfuerzo le sirva de ejemplo y le enseñe a luchar siempre por las metas que se proponga.

A nuestros hermanos y hermanas Sandra Cristina, Luz Adriana, Andrés Mauricio Arenas y Valeria Calderón que nos aportaron, sus consejos y sus palabras de aliento.

A la memoria de German Darío Arenas a quien se le recuerda con mucho cariño.

Todos ellos fueron quienes nos impulsaron día a día a seguir persiguiendo este objetivo tan importante para nuestras vidas profesionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer especialmente a nuestros sponsors la empresa Confa y Nerio Andrés Montoya quienes aportaron recursos importantes para nuestra formación académica.

A nuestra asesora Karol Bibiana García por brindarnos sus conocimientos y experiencia.

A la Institución Educativa Instituto Manizales, a su rector Francis Rodrigo Otero quien amablemente nos abrió las puertas de esta institución, al docente del área de Educación Física German Osorio y a todos los estudiantes que hicieron posible la realización de este proyecto.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad, sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares.

**Metodología:** Enfoque empírico-analítico, cuasiexperimental con medidas pre-test y post-test. Se obtuvo una muestra total de 56 participantes, 26 jóvenes fueron asignados a un grupo control que realizó la clase de educación física convencional, y 30 jóvenes fueron asignados al grupo experimental que realizó un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad durante ocho microciclos, dos sesiones por semana con una duración total de 50 minutos.

**Resultados:** Para todas las pruebas se encontraron cambios significativos en las medidas de cambio entre muestras, a favor del grupo experimental. El grupo experimental mejoró el desempeño en la velocidad, distancia y VO<sub>2</sub> máx del Test del Yo-Yo de recuperación intermitente, así como en el salto de longitud y el tiempo empleado en el Test de 4 x 10 metros. Entre tanto, el grupo control empeoró en todas estas variables.

**Conclusiones:** El programa HIIT empleado resultó ser eficaz para la mejora significativa de las variables estudiadas. Se determinó la necesidad de prescribir programas de mayor intensidad dentro de la clase de educación física para la mejora de parámetros como el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad, variables importantes para el mantenimiento de una buena condición física en los jóvenes. Para futuras investigaciones que incluyan la variable IMC es necesario incluir la variable alimentación.

**Palabras Claves:** Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad; Salud; adolescente

## **ABSTRACT**

**Objective:** To determine the effect of a high intensity interval training program on body mass index, aerobic capacity, explosive strength and speed in school students.

**Methodology:** Empirical-analytical, quasi-experimental approach with pre-test and post-test measures. A total sample of 56 participants was obtained, 26 youths were assigned to a control group that performed the conventional physical education class, and 30 youths were assigned to the experimental group that performed a high intensity interval training program during eight macrocycles, two sessions per week with a total duration of 50 minutes.

**Results:** For all tests, significant changes in measures of change between samples were found in favor of the experimental group. The experimental group improved the performance in speed, distance and VO<sub>2</sub> max of the Intermittent Recovery Yo-Yo Test, as well as in the long jump and the time spent in the 4 x 10 meter Test. Meanwhile, the control group worsened in all these variables.

**Conclusions:** The HIIT program used proved to be effective in significantly improving the variables studied. It was determined, the need to prescribe higher intensity programs within the physical education class for the improvement of parameters such as body mass index, aerobic capacity, explosive strength and speed, important variables for the maintenance of a good physical condition in young people. For future research that includes the BMI variable it is necessary to include the food variable.

**Key Words:** High Intensity Interval Training; Health; Adolescent.

## CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	11
2	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	12
3	JUSTIFICACIÓN.....	16
4	REFERENTE TEÓRICO.....	18
4.1	ENTRENAMIENTO HIIT .....	18
4.2	CAPACIDAD AERÓBICA.....	20
4.3	FUERZA EXPLOSIVA.....	21
4.4	VELOCIDAD .....	22
4.5	ÍNDICE DE MASA CORPORAL.....	24
5	OBJETIVOS.....	26
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	26
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	26
6	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	27
7	HIPOTESIS.....	29
7.1	HIPOTESIS NULA .....	29
7.2	HIPOTESIS ALTERNA.....	29
8	METODOLOGÍA .....	30
8.1	TIPO DE ESTUDIO .....	30
8.2	POBLACIÓN.....	30
8.3	MUESTRA Y MUESTREO.....	30
8.3.1	Criterios De Inclusión.....	31

8.3.2	Criterios De Exclusión .....	32
8.4	CONTROL DE SESGOS .....	32
8.5	INSTRUMENTOS.....	32
8.6	PROCEDIMIENTO.....	33
8.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	34
9	RESULTADOS.....	36
9.1	DESCRIPCIÓN DE PARTICIPANTES .....	36
9.2	DIFERENCIA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES PARA LOS PRE-TEST.	36
9.3	DIFERENCIA DE MUESTRAS RELACIONADAS (DIFERENCIA ENTRE PRE-TEST Y POST-TEST) .....	38
9.4	DIFERENCIA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES PARA LAS MEDIDAS DE CAMBIO PRE-TEST Y POST-TEST .....	38
10	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41
11	CONCLUSIONES .....	49
12	RECOMENDACIONES .....	50
13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
14	ANEXOS.....	63

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 IMC por edad (5-19 años) .....	24
Tabla 2 IMC por edad de niños de 5 a 19 años .....	25
Tabla 3 Variables Sociodemográficas .....	27
Tabla 4 Variables de la composición corporal y de la condición física .....	27
Tabla 5 Muestra y muestreo .....	31
Tabla 6 Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muestrales para las proporciones en el pretest .....	36
Tabla 7 Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muestrales para las medias en el pretest .....	37
Tabla 8 Diferencias de muestras relacionadas (diferencias intra-muestrales).....	37
Tabla 9 Diferencias inter-muestrales para las medidas de cambio (post-test – pre-test) .....	39
Tabla 10 Tamaño del efecto para las para las medidas de cambio de diferencias inter-muestrales (post-test – pre-test).....	39

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Formato de consentimiento/asentimiento informado.....	63
Anexo 2	Registro de variables de estudio .....	67
Anexo 3	Protocolo de entrenamiento HITT .....	68
Anexo 4	Macro ciclo de entrenamiento HITT.....	72

## 1 PRESENTACIÓN

El entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) se describe como el ejercicio que se caracteriza por momentos de trabajo fuerte y vigoroso, alternándose con momentos de descanso o de trabajo de baja intensidad. (1) Históricamente, el HIIT tiene sus inicios en 1912 donde Pinkala fue el primero que lo empleo y posteriormente Izumi Tabata quien crea el método con su mismo nombre: HIIT Tabata donde la dosificación de trabajo es de 20 segundos por 10 de descanso. Ambos autores, lo definen como un entrenamiento interválico, en donde se desarrollan momentos de actividad fuerte, intercalados por períodos de recuperación o de descanso de baja intensidad. (2)

Esta investigación fue realizada por las licenciadas en Educación física, recreación y deporte Ángela María Arenas Grandas y Jeni Marcela Calderón Hernández cuyo objetivo fue determinar el efecto de un programa de entrenamiento HIIT, sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 a 18 años con respecto a los que realizaron un programa de educación física convencional, para lo cual se llevaron a cabo las pruebas pre y post intervención de las capacidades físicas condicionales mencionadas y se elaboró un protocolo de ejercicios de entrenamiento HIIT, teniendo en cuenta la frecuencia, tiempo e intensidad de ejecución de cada ejercicio. La duración total de intervención fue de diez semanas, una de pre test, ocho de aplicación del programa HIIT y una para la aplicación del pos test.

El proyecto se adscribe a la línea de investigación en “Actividad Física y deporte” del grupo de investigación Cuerpo Movimiento de la UAM y se constituye en el trabajo de grado para optar por el título de Magister en Actividad Física y deporte.

## **2 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Actualmente el sedentarismo en la población adolescente se ha convertido en una de las mayores preocupaciones de Latinoamérica en el siglo XXI, nos encontramos en una sociedad que en el último siglo ha modificado sus estilos y hábitos de vida, como consecuencia de la evolución tecnológica, que favorece el sedentarismo y la inactividad física. En el año 2015 se estudió el comportamiento de estilos de vida saludables en los jóvenes de Manizales, en donde se tomaron en cuenta variables como tiempo realizado de actividad física diaria y tiempo de inactividad, así se encontraron alarmantes cifras en donde solo el 34,6 % realiza 2 horas de actividad física semanal y el 11, 5 % de los adolescentes realizan ejercicio físico, el 93,3% ven televisión y además el 82.6% de los adolescentes manizaleños consumen comidas rápidas. Así mismo se muestran resultados importantes frente al consumo de azúcar en los adolescentes que consumen 4,63 porciones de dulces a la semana y 2, 1 vasos de bebidas azucaradas; y se encuentra en menor proporción hábitos saludables como el consumo de verduras, frutas y agua al día (3).

Lo anterior ocasiona altos índices de sedentarismo y a su vez sobrepeso y obesidad, en los adolescentes manizaleños; según datos de la revisión del 2018 SISPRO (Sistema integrado de información de la protección social) se presentan datos en donde se encuentra que 9.470 personas tienen obesidad, 2.041 personas tienen adiposidad localizada, 3.233 personas tienen obesidad debido a exceso de calorías, 628 personas sufren otros tipos de obesidad y 4.525 personas obesidad no especificada. Para el año 2018, 1.011 jóvenes manizaleños tenían sobrepeso y obesidad en edades entre 1 y 18 años de edad, y para el 2019, 719 jóvenes entre 10 y 18 años de edad tienen enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas (4)

En concordancia la OMS reporta que a nivel mundial el sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes desde los 5 hasta los 19 años de edad aumentó del 4% en el año 1975 al 14% en el año 2016; lo que indica que para ese año uno de cada seis adolescentes tenía exceso de peso (5). Para el caso de Colombia la encuesta nacional de la situación nutricional (2010) refiere que la población entre 5 a 17 años de edad ha aumentado la prevalencia de sobrepeso y obesidad en un 25.9% en los últimos cinco años. (6). Según la OMS, el 80% de

los adolescentes no realizan actividad física y son sedentarios, afirman que deben establecerse a una edad temprana adecuadas costumbres de actividad física (7). Así mismo en la adolescencia la obesidad es uno de los trastornos nutricionales más comunes y este está influenciado por los hábitos y estilos de vida (6), por esto esta etapa es crucial para el aprendizaje de comportamientos y estilos de vida saludables (8).

En este mismo sentido, esta investigación tuvo como objetivo principal, estudiar el efecto del entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica (VO<sub>2</sub> máx), fuerza explosiva y velocidad en escolares; variables que son determinantes en la condición física de los adolescentes y que pueden estar influenciadas por los hábitos y estilos de vida. El HIIT es un entrenamiento que nace en el año 1912 donde Pinkala fue el primero que lo implemento y posteriormente Izumi Tabata quien crea el método con su mismo nombre: HIIT Tabata.

Se explica como un entrenamiento interválico, en donde se desarrollan momentos de actividad fuerte, intercalados por períodos de recuperación o de descanso de baja intensidad (1) este entrenamiento tiene numerosos beneficios sobre la condición física del individuo, como la capacidad aeróbica, composición corporal, capacidad musculo esquelética y capacidad motora, todas estas variables que permiten a una persona realizar actividades de la vida diaria con vigor; y que también se asocian con un menor riesgo de sufrir enfermedades crónicas como obesidad, hipertensión, diabetes, cáncer entre otras.

En el caso de la capacidad aeróbica produce un aumento en el VO<sub>2</sub> máx, seguido de un aumento del volumen de sangre que se bombea por un latido del corazón, inducida por el aumento de la capacidad contráctil del miocardio; además aumenta la biogénesis mitocondrial es decir aumenta el tamaño y el número de las mitocondrias el cual se traduce en un aumento de la capacidad aeróbica (9). Mejora el VO<sub>2</sub> máx, la progresión del VAM (velocidad aeróbica máxima) y el PAM (potencia aeróbica máxima) pero también mejora el entorno oxidativo, cardiovascular, metabólico, muscular y glicolítico (10). Actualmente el entrenamiento intervalado de alta intensidad(HIIT) se presenta como una alternativa de entrenamiento para ser empleado en programas para la mejora significativa del volumen de

oxígeno máximo-  $VO_2$ máx y la capacidad aeróbica, la cual se estimula en la etapa de la adolescencia, en donde se asegura el consumo de oxígeno de la etapa adulta (11).

El aumento del  $VO_2$  máx implica lograr mejorías en todos los órganos y sistemas del organismo los cuales participan en el proceso de transporte de oxígeno hasta las mitocondrias, por lo cual el  $VO_2$  máx es una variable fundamental para el fitness cardiovascular del sujeto o de la salud en general (10). En cuanto a la composición corporal, produce un aumento de la epinefrina y norepinefrina que cumplen la función de catalizar para mejorar la pérdida de grasa; la liberación de adrenalina y la noradrenalina realizan la lipólisis y son responsables de la liberación de grasa subcutánea e intramuscular para ser utilizada como fuente de energía en el ejercicio (9).

El HIIT siempre es superior y eficiente en el tiempo para la pérdida de grasa (12) tiene influencia sobre el índice de masa corporal, porcentaje graso, colesterol total (13), y grasa subcutánea, específicamente la localizada en el abdomen (14) Además produce adaptaciones cardiometabólicas y fisiológicas en poblaciones con diferentes condiciones de salud como la diabetes tipo I y II (15) mejorando la sensibilidad a la insulina que es la capacidad de las células del cuerpo para la captación de glucosa, es decir las células musculares usan mejor la insulina disponible para absorber la glucosa durante y después del ejercicio (16) Así mismo, tiene grandes beneficios sobre la fuerza explosiva y la velocidad, estos se pueden evidenciar en los procesos neuromusculares que ocurren en el momento del entrenamiento donde se da la participación progresiva de todas las unidades motoras posibles para habilitar las contracciones musculares más rápidas y generar más tensión muscular (10)

Por otro lado, el método HIIT, además de causar cambios a nivel fisiológico e influenciar sobre las capacidades físicas, este tipo de entrenamiento se encuentra como un método que requiere de menor tiempo de trabajo, aproximadamente en un 40% menos que el ejercicio de moderada intensidad (MIIT) (17), esto significa que es eficiente, ya que las sesiones son mucho más cortas, causando cambios en la motivación del usuario. Además, es considerado una modalidad de entrenamiento diferente para los adolescentes, y produce mayor disfrute

al realizarlo (18) por esto los jóvenes podrían encontrar el entrenamiento intervalado de alta intensidad más interesante y por lo tanto la adhesión al protocolo de entrenamiento sería mejor (19); así mismo resulta importante dar bases científicas para que los docentes del área de educación física puedan utilizar nuevas metodologías como el entrenamiento HIIT y que sea utilizado como estrategia para incorporar dentro de sus clases, ya que los adolescentes se encuentran la mayor parte del tiempo en el colegio. (20)

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT), sobre el IMC, la capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 a 18 años de edad de la ciudad de Manizales y fue pertinente ya que la población a abordar se encontraba en un ciclo de vida importante para prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles que son causadas por los estilos de vida inadecuados como el sedentarismo, además que no se encontraron evidencias sobre entrenamiento HIIT en adolescentes escolarizados de la ciudad de Manizales.

Con base en esto se planteó el siguiente problema de investigación: ***¿Cuál es el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares?***

### 3 JUSTIFICACIÓN

Se pretende que el entrenamiento HIIT, se conozca como un método opcional para incorporarlo dentro de la clase de educación física para aumentar el gasto energético, reducir el sedentarismo, educar en estilos y hábitos de vida saludable, mejorar la salud física y ayudar a prevenir el sobrepeso, la obesidad y enfermedades asociadas a ellas en etapas posteriores de la vida.

Los resultados que surgieron de esta investigación, son un aporte a las ciencias de la salud y el deporte, en especial en el área de la actividad física y el entrenamiento deportivo, convirtiéndose en un referente para abordar poblaciones sanas como una estrategia de prevención desde la salud pública además contribuye a los licenciados en educación física, estudiantes de la maestría y personal del ámbito de la salud, quienes ponen en práctica los conocimientos adquiridos en la misma y nutren su quehacer profesional y al personal en general que tenga relación con estas poblaciones, pues aportan elementos diversos de abordaje y contribuye en los programas de intervención para la mejora de la condición física saludable.

Para esta investigación se contó con los recursos humanos, técnicos, materiales y financieros por lo que no se encontraron elementos que obstaculizaran su desarrollo. Este proyecto fue ejecutado por dos licenciadas en Educación Física Recreación y Deportes en calidad de autoras principales quienes tuvieron la capacidad de aplicar los diferentes ejercicios y cuatro profesionales en el área del deporte quienes fueron capacitados para la aplicación de los test, a su vez se contó con la supervisión y tutoría de una Magister en Intervención Integral en el Deportista. Los recursos materiales fueron asumidos por los investigadores de acuerdo al presupuesto planteado. Se contó con un número suficiente de escolares para conformar la muestra, los cuales eran escolares de 15 a 18 años de las instituciones educativas de la ciudad de Manizales.

El estudio se consideró como una “Investigación de riesgo mayor que el mínimo” de acuerdo al artículo 11 de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud colombiano.

La investigación se realizó de acuerdo al capítulo 1, artículo 8 donde se protegió la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolos solo en los resultados cuando se requirió.

La participación en el estudio fue totalmente voluntaria, previa autorización a través de la aceptación y firma de un consentimiento y asentimiento informado (en los menores de edad), por parte de los padres de familia y participantes. La información recogida se usó solo para fines investigativos preservando los principios de integridad e intimidad de las personas. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación fueron tratados confidencialmente y archivados en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardó en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.

Adicionalmente, esta investigación cumplió con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (21), su interés es científico, en todo momento se protegió la integridad de los participantes, se tomaron todas las precauciones del caso para respetar su vida privada y para reducir al mínimo el impacto del estudio en su integridad física y mental. Por otra parte, se respetaron los derechos de autor de los diferentes insumos teóricos y evaluaciones utilizadas, citando las respectivas referencias bibliográficas.

## 4 REFERENTE TEÓRICO

### 4.1 ENTRENAMIENTO HIIT

El entrenamiento a intervalos implica repetición, series cortas a largas de ejercicio de intensidad bastante alta igual o superior a la máxima velocidad de lactato en estado estable intercalados con períodos de recuperación que puede ser un ejercicio ligero o descanso total (22). Otros autores refieren el HIIT, como sesiones repetidas de ejercicio intermitente relativamente breve, a menudo realizadas con un esfuerzo "total" o con una intensidad cercana al 90 por ciento del  $VO_2$  máx de la persona, para dicho entrenamiento según la intensidad, un solo esfuerzo puede durar desde unos pocos segundos hasta varios minutos, con múltiples esfuerzos separados por unos cortos periodos de descanso o ejercicio de baja intensidad (23). De igual forma al ejercicio que se caracteriza por ráfagas relativamente cortas de actividad vigorosa, intercaladas por períodos de descanso o ejercicios de baja intensidad para la recuperación (24).

La intención de este tipo de entrenamiento es alternar tiempos de ejercicio con tiempos de descanso pasivo o activo posibilitado mantener la intensidad del ejercicio por más tiempo en comparación con el ejercicio continuo, provocando mejoras significativas en la capacidad aeróbica y en el sistema cardiovascular (25) actualmente, el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) ha captado la atención como una opción de ejercicio eficiente en el tiempo para mejorar la salud cardiovascular y metabólica (26).

Borreani y Burdiel definen el entrenamiento HIIT (High Intensity Interval Training) “como una modalidad de entrenamiento que consiste en realizar varios intervalos cortos a altas intensidades con descanso total (o casi) entre series”. Estos autores manifiestan que los dos tipos más utilizados de este entrenamiento son: El método Tabata que consiste en realizar 4 minutos de entrenamiento en el que se alterna 20 segundos de ejercicio a la máxima intensidad posible con 10 segundos de descanso total este método se originó de un estudio científico del profesor Izumi Tabata y consistía en pedalear al máximo en bicicleta estática. Y el Wingate que es una prueba en cicloergómetro (bicicleta estática) que consiste en

pedalear durante 30 segundos al máximo, el protocolo más habitual de entrenamiento con Wingate consiste en realizar 4 wingates separados por 5 minutos de descanso (27).

También indican que además de los protocolos comúnmente utilizados como carreras, natación o bicicleta, se pueden emplear otros protocolos modificados utilizando series de diferentes ejercicios como remo, salto a la cuerda, glindings entre otros ejercicios, con cuidado en la programación y planificación siguiendo la lógica y progresión de la teoría del entrenamiento deportivo en general y la utilizada para la metodología HIIT. Para lo que proponen la utilización de los siguientes tipos de HIIT:

- HIIT Cortos no mayores a 30 segundos: Ejemplo realizar 6-8 series con intervalos de 20 segundos (intensidad máxima) y recuperaciones de 10 segundos (recuperación pasiva).
- HIIT Medios entre 30 segundos y 60 segundos: Ejemplo realizar 4-6 series con intervalos de 30 segundos (intensidad máxima) y recuperaciones de entre 3 y 4,5 minutos (recuperación completa).
- HIIT Largos mayores a 60 segundos: Con menor intensidad, también podemos realizar HIIT de 4 series con intervalos de 4 minutos (al 90% de la frecuencia cardiaca máxima) y recuperaciones activas de 3 minutos (al 70% de la frecuencia cardiaca máxima).

El objetivo más importante del «entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HIIT) es la mejora del  $VO_2$  máx y/o velocidad o potencia asociada al  $VO_{2máx}$  (v/p $VO_2$  máx, VAM, PAM)» Afirma que este método de entrenamiento es utilizado principalmente en deportes de elite, con creciente auge en la actualidad en sectores como el Fitness y la salud demostrado por el aumento de estudios que relacionan este método con efectos en la composición corporal, factores de riesgo cardiometabólicos y en recuperación cardiaca y pulmonar (10).

Es precisamente esa variable fundamental de  $VO_2$  máx, además de la fuerza explosiva, la velocidad y la composición corporal las que se pretenden abordar en esta investigación para observar su comportamiento con la aplicación del programa HIIT.

## 4.2 CAPACIDAD AERÓBICA

Definida por Coldeportes como la magnitud de volumen de trabajo que se puede realizar en presencia de oxígeno (28). Esta función la cumplen el corazón, pulmones y sistema circulatorio para suministrar sustratos de energía de manera eficiente hacia los músculos. Esta energía se representa en METS, ml.kg.min (29). También es definida como la capacidad para producir energía a partir del metabolismo de nutrientes que el organismo consume en presencia del oxígeno, para poder atender a las distintas actividades de la vida cotidiana. En cuanto mayor sea la capacidad del organismo del individuo para producir energía mayor será la disponibilidad de energía para suplir a las exigencias físicas de larga duración o exigencias vigorosas (30).

La capacidad aeróbica ha sido considerada como la medida fisiológica fundamental para pronosticar el rendimiento físico en actividades de larga duración y en cierta forma para conocer el funcionamiento de los diferentes sistemas cardiopulmonares y musculo esqueléticos que ayudan en el transporte de oxígeno en el organismo(31), es considerada entonces como la capacidad de realizar actividades físicas moderadas o vigorosas sin cansancio y con energía suficiente para realizar actividades de la vida cotidiana y actividades imprevistas(32).

Es una de las cualidades más importantes de la condición física relacionada con la salud, representando de manera específica una medida para evaluar el grado de salud de los sistemas cardiometabólicos y cardiorrespiratorios; la buena capacidad aeróbica disminuye el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y aumenta el grado de esperanza de vida.(33) . En la presente investigación se aplicó el test yo - yo intermitente nivel uno (YYIRT) para medir esta capacidad, la cual es una prueba indirecta para medir el  $VO_2$  máx en forma progresiva, este nivel es el más básico; fue creado como una “prueba para evaluar la capacidad de recuperación de un sujeto sometido a un ejercicio progresivamente máximo e intermitente” (34), inicialmente este test se utilizó exclusivamente para el fútbol, pero en la actualidad es usado por muchos deportes y en diversas investigaciones como una prueba confiable para medir de manera indirecta el  $VO_2$  máx.

El protocolo del test yo- yo intermitente nivel uno consiste en hacer una serie de repeticiones con carreras de ida y vuelta de 40 mts (2x20 mts) alternadas con un periodo de descanso de 10 segundos, el cual permanece constante durante todo el ejercicio. Lo que variará durante el YYIRT es la velocidad de progresión que se incrementará de una manera preestablecida. La velocidad inicial será de 10 km/h, con la que el sujeto realizará una repetición (2x20 mts). Luego la velocidad aumentará hasta 12 km/h (2x20 mts) y 13 km/h (2 veces 2x20 mts). Resumiendo, entre 10 y 13 km/h se efectuarán 4 repeticiones 2x20 mts de ida y vuelta.

Después de estos 160 mts la velocidad alcanzará los 13.5 km/h (3 veces 2x20 mts) y luego los 14 km/h (4 veces 2x20 mts). Sucesivamente la velocidad del test se incrementará 0.5 km/h cada 8 idas y vueltas (para un total de 320 mts) hasta el agotamiento. Durante los diez segundos de recuperación, que como se ha comentado permanecen constantes durante toda la prueba, el sujeto evaluado debe permanecer activo realizando una carrera lenta, desplazándose desde el cono de salida y llegada a otro cono situado a 5 mts (35).

En cuanto a la fuerza en el entrenamiento HIIT el sistema neuromuscular tiene un aumento progresivo en su máxima capacidad de activación; con el fin de reclutar mayores unidades motoras y generar tensión muscular en los esfuerzos máximos que exige este tipo de entrenamiento. (10)

### **4.3 FUERZA EXPLOSIVA**

La fuerza explosiva también es llamada fuerza- velocidad; está determinada por la capacidad del sistema neuromuscular para responder con una alta velocidad de contracciones musculares frente a una resistencia (36). Es definida como el resultado entre la fuerza producida (manifestada o aplicada) y el tiempo necesario para ella, o la capacidad de hacer la máxima fuerza de forma instantánea, en el mínimo tiempo posible (37).

También es considerada como la capacidad de ejercer la mayor cantidad de fuerza en el menor tiempo posible, por lo que se manifiesta en acciones rápidas y potentes, partiendo desde una posición de inmovilidad de los segmentos propulsores (38)

Dentro de las pruebas más conocidas y mayormente aplicadas para determinar la potencia de los miembros inferiores se encuentran los saltos, ya sean de longitud o de altura. Esta aplicación de la fuerza pasa por una combinación de los diferentes componentes de la contracción muscular, es decir de una contracción excéntrica sigue una contracción concéntrica, este movimiento es llamado ciclo de estiramiento- acortamiento (39).

En esta investigación se utilizó el test de salto de longitud a pie junto para determinar la fuerza explosiva. El propósito de este test es medir la fuerza explosiva del tren inferior. La fuerza muscular está inversamente asociada con factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, dolor de espalda y con la densidad y contenido mineral óseo. Mejoras de la fuerza muscular de la infancia a la adolescencia se asocian inversamente con los cambios en la adiposidad total.

Para la realización de este se utiliza una superficie dura no deslizante, regla, una cinta métrica, cinta adhesiva y conos, para la ejecución, el alumno/a se colocará de pie tras la línea de salto, y con una separación de pies igual a la anchura de sus hombros, doblará las rodillas con los brazos delante del cuerpo y paralelo al suelo, desde esa posición balanceará los brazos, empujará con fuerza y saltará lo más lejos posible, tomará contacto con el suelo con los dos pies simultáneamente y en posición vertical. El examinador mostrará la forma correcta de ejecución; el test se realizará dos veces y el mejor resultado será registrado. El examinador estará junto a la cinta métrica y registrará la distancia saltada por el joven. La distancia se medirá desde la línea de despegue hasta la parte posterior del talón más cercano a dicha línea, se permitirá un nuevo intento si el participante cae hacia atrás o hace contacto con la superficie con otra parte del cuerpo. El resultado se registra en cm. Ejemplo: un salto de 1 m 56 cm, se registra 156 (40).

#### **4.4 VELOCIDAD**

Es la capacidad que posee el sujeto para realizar uno o varios movimientos en el menor tiempo posible, pudiendo ser o no un desplazamiento; a nivel segmentario la velocidad en este caso se pone de manifiesto en un gesto único sin producirse desplazamiento del cuerpo

y a nivel global la velocidad se manifiesta a través de acciones segmentarias repetidas con ciertas características mecánicas (41). Tiene como fundamento la movilidad de los procesos neuromusculares y la capacidad muscular de producir fuerza y efectuar acciones motoras en un tiempo mínimo; energéticamente depende de creatín fosfato (39).

Los componentes o factores para desarrollar la velocidad son: Distancia a recorrer, intensidad de trabajo que oscila entre el 80 y 100 % del mejor tiempo, tiempo dedicado a los intervalos, tiempo dedicado a cubrir la distancia y numero de repeticiones (39).

En esta investigación se utilizó el test de velocidad agilidad 4X10 para medir esta capacidad. El propósito de este test es medir la velocidad de movimiento, agilidad y coordinación. Mejoras en la velocidad/agilidad parecen tener un efecto positivo sobre la salud de los huesos. Para la ejecución del test se utilizó una superficie limpia y no deslizante, cronómetro, cinta adhesiva y tres esponjas con colores diferentes. ejecución:

Dos líneas paralelas se dibujarán en el suelo (con cintas) a 10 metros de distancia, en la línea de salida hay una esponja (B) y en la línea opuesta hay dos esponjas (A, C), cuando se indique la salida, el joven (sin esponja) correrá lo más rápido posible a la otra línea y volverá a la línea de salida con la esponja (A), cruzando ambas líneas con los dos pies. La esponja (A) se cambiará por la esponja B en la línea de salida. Luego, irá corriendo lo más rápido posible a la línea opuesta, cambiará la esponja B por la esponja C y volverá corriendo a la línea de salida. Práctica y número de ensayos: El examinador mostrará la forma correcta de ejecución. El test se realizará dos veces y el mejor resultado será registrado. Medida: Asegúrese que los dos pies cruzan la línea cada vez, que el joven realiza el recorrido requerido y que los giros lo realizan lo más rápido posible, el test finalizará cuando el joven cruza la línea de llegada (en un primer momento línea de salida) con un pie. Puntuación: El resultado se registra en segundos con un decimal. Ejemplo: un tiempo de 21,6 segundos se anotará como 21,6. (40)

#### 4.5 ÍNDICE DE MASA CORPORAL

Para calcular el IMC (42) se necesita conocer el peso en kilogramos y la estatura en metros. Se aplica una sencilla fórmula matemática que consiste en dividir el peso entre la estatura al cuadrado:

$$\text{IMC} = \text{Peso (Kg)} / \text{Estatura al cuadrado (mts)}.$$

El IMC elevado es un factor de riesgo para contraer enfermedades crónicas no transmisibles como: Enfermedades cardiovasculares trastornos musculoesquelética especialmente osteoartritis, la diabetes mellitus tipo dos, algunos cánceres como el de endometrio, mama, ovario, próstata, hígado, vesícula biliar, riñón y colon, colesterol sanguíneo elevado, niveles altos de triglicéridos, presión arterial elevada y arteriopatía coronaria (43)

El sobrepeso y la obesidad se definen por la OMS de la siguiente manera para niños de entre 5 y 19 años de edad, según el índice de masa corporal y su relación con los patrones de crecimiento determinados por esta organización.

**Tabla 1 IMC por edad (5-19 años)**

Ítem	Valor
<b>Sobrepeso</b>	> + 1SD (equivalente a BMI 25 kg / m <sup>2</sup> a 19 años)
<b>Obesidad</b>	> + 2SD (equivalente a BMI 30 kg /m <sup>2</sup> a 19 años)
<b>Delgadez</b>	<-2sd> Delgadez severa: <>

Fuente: OMS Obesidad y Sobrepeso <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> 2018 (43).

**Tabla 2 IMC por edad de niños de 5 a 19 años**

Edad (años:meses)	Desnutrición severa < -3 SD (IMC)	Desnutrición moderada $\geq -3$ to < -2 SD (IMC)	Normal $\geq -2$ to $\leq +1$ SD (IMC)	Sobrepeso > +1 to $\leq +2$ SD (IMC)	Obesidad > +2 SD (IMC)
5:1	menos de 12.1	12.1–12.9	13.0–16.6	16.7–18.3	18.4 o más
5:6	menos de 12.1	12.1–12.9	13.0–16.7	16.8–18.4	18.5 o más
6:0	menos de 12.1	12.1–12.9	13.0–16.8	16.9–18.5	18.6 o más
6:6	menos de 12.2	12.2–13.0	13.1–16.9	17.0–18.7	18.8 o más
7:0	menos de 12.3	12.3–13.0	13.1–17.0	17.1–19.0	19.1 o más
7:6	menos de 12.3	12.3–13.1	13.2–17.2	17.3–19.3	19.4 o más
8:0	menos de 12.4	12.4–13.2	13.3–17.4	17.5–19.7	19.8 o más
8:6	menos de 12.5	12.5–13.3	13.4–17.7	17.8–20.1	20.2 o más
9:0	menos de 12.6	12.6–13.4	13.5–17.9	18.0–20.5	20.6 o más
9:6	menos de 12.7	12.7–13.5	13.6–18.2	18.3–20.9	21.0 o más
10:0	menos de 12.8	12.8–13.6	13.7–18.5	18.6–21.4	21.5 o más
10:6	menos de 12.9	12.9–13.8	13.9–18.8	18.9–21.9	22.0 o más
11:0	menos de 13.1	13.1–14.0	14.1–19.2	19.3–22.5	22.6 o más
1:6	menos de 13.2	13.2–14.1	14.2–19.5	19.6–23.0	23.1 o más
12:0	menos de 13.4	13.4–14.4	14.5–19.9	20.0–23.6	23.7 o más
12:6	menos de 13.6	13.6–14.6	14.7–20.4	20.5–24.2	24.3 o más
13:0	menos de 13.8	13.8–14.8	14.9–20.8	20.9–24.8	24.9 o más
13:6	menos de 14.0	14.0–15.1	15.2–21.3	21.4–25.3	25.4 o más
14:0	menos de 14.3	14.3–15.4	15.5–21.8	21.9–25.9	26.0 o más
14:6	menos de 14.5	14.5–15.6	15.7–22.2	22.3–26.5	26.6 o más
15:0	menos de 14.7	14.7–15.9	16.0–22.7	22.8–27.0	27.1 o más
15:6	menos de 14.9	14.9–16.2	16.3–23.1	23.2–27.4	27.5 o más
16:0	menos de 15.1	15.1–16.4	16.5–23.5	23.6–27.9	28.0 o más
16:6	menos de 15.3	15.3–16.6	16.7–23.9	24.0–28.3	28.4 o más
17:0	menos de 15.4	15.4–16.8	16.9–24.3	24.4–28.6	28.7 o más
17:6	menos de 15.6	15.6–17.0	17.1–24.6	24.7–29.0	29.1 o más
18:0	menos de 15.7	15.7–17.2	17.3–24.9	25.0–29.2	29.3 o más

Fuente: [Fantaproject.org/sites/default/files/resoucers/FANTA-BMI-charts-Enero2013-ESPANOL](http://Fantaproject.org/sites/default/files/resoucers/FANTA-BMI-charts-Enero2013-ESPANOL) (44)

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT), sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 a 18 años.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar socio – demográficamente la población objeto de estudio.
- Caracterizar el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares, antes y después de la intervención.
- Determinar las diferencias en el índice de masa corporal, la capacidad aeróbica, la fuerza explosiva y la velocidad en escolares que aplicaron el programa de entrenamiento HIIT con respecto a los escolares que recibieron el programa de educación física convencional.

## 6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 3 Variables Sociodemográficas**

<b>Edad</b>	15 a 18 años	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento (45)	Años y meses cumplidos
<b>Sexo</b>	Masculino Femenino	Clasificación de los seres vivos, generalmente como hombre o mujer, de acuerdo con sus órganos reproductivos y funciones asignadas por el complemento cromosómico (46)	Masculino Femenino

**Tabla 4 Variables de la composición corporal y de la condición física**

<b>Peso Corporal</b>	Mayor a 0	Masa o cantidad de peso de un individuo. Se expresa en unidades de libras o kilogramos.(47) c	Kilogramos (kg)
<b>Talla</b>	Mayor a 0	Longitud desde el vértex de la cabeza hasta la base de sustentación en posición bípeda. (48)	Centímetros (cm)
<b>Índice de masa corporal (IMC)</b>	Normopeso  Exceso de peso Sobrepeso o pre obeso  Obesidad grado 1	El índice de masa corporal (IMC) – peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (kg/m <sup>2</sup> ) (42)	Kilogramos (kg/m <sup>2</sup> )

	Obesidad grado 2		
	Obesidad grado 3.		
<b>Capacidad Aeróbica</b>	VO <sub>2</sub>	Medición de la capacidad aeróbica (28)	Metros recorridos VO <sub>2</sub>
<b>Fuerza Explosiva</b>	Salto a pie junto	Resultado entre la fuerza producida (manifestada o aplicada) y el tiempo necesario para ella (38)	Centímetros (cm)
<b>Velocidad</b>	Tiempo	Capacidad que posee el sujeto para realizar uno o varios movimientos en el menor tiempo posible (41)	mts/seg

## **7 HIPOTESIS**

### **7.1 HIPOTESIS NULA**

No hay mejoría significativa en el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad, entre escolares que reciban el programa de entrenamiento HIIT y aquellos que reciban un programa de educación física convencional.

### **7.2 HIPOTESIS ALTERNA**

Se espera una diferencia significativa en la mejoría del índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad, entre escolares que reciban el programa de entrenamiento HIIT y aquellos que reciban un programa de educación física convencional. Se espera que los escolares que reciban el programa HIIT se encuentren en un IMC normal y que aumenten los valores de fuerza explosiva, la velocidad y la capacidad aeróbica.

## **8 METODOLOGÍA**

### **8.1 TIPO DE ESTUDIO**

Bajo el enfoque empírico-analítico, estudio cuasi-experimental.

**G1 01 X 02**

**G2 01 Y 02**

G1: grupo experimento

G2: grupo control

X: programa HIIT

Y: programa educación física convencional

01: pretest

02: postest

### **8.2 POBLACIÓN**

La población estuvo constituida por escolares de las instituciones educativas públicas en edades entre 15 a 18 años de la ciudad de Manizales.

### **8.3 MUESTRA Y MUESTREO**

Es un estudio cuasi-experimental empírico-analítico, con un grupo control conformado por 26 participantes y un grupo experimento conformado por 30 participantes, a ambos se les realizó un pre-test y un postest. Al grupo experimental se le aplicó un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) creado por las investigadoras. El grupo control realizó la clase de educación física programada en el plan de estudio de la institución educativa. Ambos grupos tuvieron dos sesiones semanales de 60 minutos durante la intervención. Al final de la intervención se realizó el pos-test en ambos grupos evaluando las mismas variables que se tomaron en el pre-test.

Se realizó un muestreo no aleatorio de los participantes con enmascaramiento simple del evaluador.

La elección de la muestra se realizó con la desviación estándar del estudio de Fernández et al, utilizando la siguiente fórmula para muestras independientes.

$$n = \frac{2 (z_{\alpha} + z_{\beta})^2 s^2}{d^2}$$

Donde n representa la muestra, Z el poder estadístico que para esta investigación se determinó del 90%, S la desviación estándar y d es la diferencia esperada entre muestras de grupos.

**Tabla 5 Muestra y muestreo**

<b>Estimadores</b>	<b>Valores</b>
Nivel de confianza (Z Alfa): 0,95	1,96
Poder Estadístico (Z Beta): 0,90	1,282
Riesgo Deseado	10,51
Desviación estándar (S)	4,18(ml/kg/min)
Varianza (S*S)	17,47
Diferencia esperada entre medias de grupos (d)	3,68
<b>Tamaño de la muestra en cada grupo (n)</b>	<b>27</b>
Porcentaje de pérdida (L)	0,10
<b>Muestra ajustada a la pérdida en cada grupo (n')</b>	<b>30</b>

Tomado de : Fernández DA, Fernández R, Gutiérrez A. Efecto de un programa HIIT versus entrenamiento continuo extensivo en individuos inexpertos. Apunts. Educación física y deportes. 130(2017)84-94

### **8.3.1 Criterios De Inclusión**

- Edad entre 15 a 18 años cumplidos.
- Que tengan una entidad promotora de salud- EPS y/o seguro estudiantil vigente.

- Que este matriculado en institución educativa.

### **8.3.2 Criterios De Exclusión**

- Ser deportista de alto rendimiento o deportista en formación.
- Adolescentes que tengan una condición de salud: cardiovascular, osteomuscular, neuromuscular y/o alteraciones de la cognición.
- Tener restringida la actividad física/ejercicio físico por orden o prescripción médica y/o estar medicado.
- No tener autorización, ni firma del consentimiento informado por parte del padre de familia o acudiente.

### **8.4 CONTROL DE SESGOS**

Para el control de los sesgos de medición los evaluadores fueron capacitados y entrenados en dos momentos:

- Capacitación teórica de cada uno de los Test.
- Proceso de aplicación guiada y dirigida de los test. Cuatro evaluadores realizaron la aplicación de los test de manera enmascarada, y se compararon los resultados de manera que se determinó la estabilidad de los resultados en ambos momentos.

Para el control de sesgos de la intervención los grupos control y experimento se tuvieron las mismas características, se utilizó el mismo escenario deportivo dentro de la institución educativa para la aplicación de los dos programas con el mismo horario de intervención. Se llevó un registro y monitoreo de cada uno de los participantes.

### **8.5 INSTRUMENTOS**

- Consentimiento y asentimiento informado donde los estudiantes y los padres de familia o acudientes aceptaron y firmaron la participación de su hijo en el estudio (Anexo 1).
- Instrumentos: Se utilizó un formato de registro sociodemográficos y de capacidades físicas donde se anotaron datos como: fecha de nacimiento, documento de identidad, edad,

EPS, sexo, grado de escolaridad y los resultados de los test de IMC, test YO-YO intermitente, salto de longitud a pie junto y test de 4 x 10 metros. (Anexo 2)

- Programa de entrenamiento HIIT (Anexo 3)
- Gráfico Macro ciclo programa HIIT (Anexo 4)

## **8.6 PROCEDIMIENTO**

Se envió el programa HIIT a tres licenciados en educación física para juicio de expertos, quienes validaron y recomendaron los ajustes necesarios. La duración total del proyecto de intervención fue de 10 semanas, una semana pre test, ocho semanas de intervención dos veces por semana, 60 minutos por sesión de entrenamiento y una semana de post test. La fase inicial de calentamiento duro 10 minutos donde se realizaron ejercicios de movilidad articular y ejercicios cardiovasculares para aumentar la frecuencia cardiaca, elevar la temperatura y disponer el sistema osteomuscular para el trabajo posterior, la fase central duro 40 minutos donde se aplicó el programa de entrenamiento HIIT utilizando un intervalo de trabajo dos por uno, donde se realizaron veinte segundos de trabajo por diez segundos de recuperación, alternando ejercicios musculares y cardiovasculares donde se involucraron el mayor número de grupos musculares; para la fase final se dedicaron los últimos 10 minutos de la sesión para volver a la calma a los participantes, se utilizaron ejercicios de recuperación y estiramientos.

El grupo control realizo su clase de educación física, durante ocho semanas, con una duración igual de 60 minutos, dos veces por semana en la cual en la fase inicial realizaron ejercicios de calentamiento con desplazamientos con balón en diferentes direcciones alrededor de la cancha, en la fase central se enfocaron en el aprendizaje de técnicas pre deportivas al futbol, trabajos individuales y trabajos grupales, en la fase final realizaron estiramientos y actividades de juegos abiertos.

Al momento de realizar las pruebas de campo se inició evaluando el grupo control y experimento con los test de: IMC (talla-peso), la capacidad aeróbica (test Yo-Yo intermitente), la fuerza explosiva (salto de longitud), velocidad (test de 4 x 10 metros) y

después de la intervención se evaluaron nuevamente dichas variables en los dos grupos. Para la evaluación se emplearon dos días, en el primer día se evaluó el IMC y la capacidad aeróbica y en el segundo día se evaluó la fuerza explosiva y la velocidad.

Los test de evaluación para evaluar el IMC, velocidad y fuerza explosiva fueron tomados de la Batería ALPHA FITNESS (40) y la capacidad aeróbica fue evaluada por medio del yoyo- intermitente (YYIRT)

- Se concertó con los directivos de la institución educativa. Envío cartas de intención y exposición del proyecto.
- Concertación con los padres de familia y estudiantes: Se realizó reunión con los padres de familia o acudientes donde se socializó haciendo explícitas las actividades a realizar y los beneficios del programa de entrenamiento HIIT, se procedió a la firma del consentimiento y asentimiento informado por parte de los padres de familia y escolares.
- Selección de la muestra y reclutamiento de los escolares.
- Proceso de evaluación: se realizó un pretest y posttest con los test establecidos.
- Aplicación del programa de entrenamiento HIIT. Se llevó registro de asistencia.
- Sistematización, tabulación y graficación.
- Análisis de información, discusión de resultados y realización del informe final. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS versión 25.0 (Statistical Package for The Social Science)
- Socialización de los resultados.

El tiempo promedio estimado para la aplicación de los instrumentos por cada escolar fue de 1 hora promedio en cada uno de ellos test.

- Aplicación del programa de entrenamiento HIIT: 60 minutos por sesión, dos veces por semana, durante 10 semanas.

## **8.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico SPSS versión 25 (Statistical Package for the Social Science). Se utilizó la prueba de T Student y prueba Z de

Mann-Whitney para muestras independientes y prueba de Z de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Se utilizó la prueba de  $\chi^2$  para los Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muéstrales para las proporciones en el pretest de variables cualitativas

## 9 RESULTADOS

### 9.1 DESCRIPCIÓN DE PARTICIPANTES

Terminaron el estudio 56 jóvenes entre 15 y 19 años (media = 16 años), 55% de sexo femenino, la mayoría con peso normal, el 13% con sobrepeso u obesidad (tablas 6). Antes de la intervención, las pruebas del Test del Yo-Yo de recuperación intermitente arrojaron una media de velocidad de 13,8 k/h, 435 metros recorridos y un promedio de consumo máximo de VO<sub>2</sub> de 40 ml/min/k. La media del salto de longitud fue de 169 cm y la del Test de 4 x 10 metros fue de 13 segundos (tabla 7). Los datos específicos para los grupos control y experimental pueden consultarse en las tablas 6 y 7.

**Tabla 6 Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muestrales para las proporciones en el pretest**

Variable	Control (n = 26)		Experimental (n=30)		Chi2	Sig.	
	n	%	N	%			
Sexo	Femenino	14	53,8%	17	56,7%	0,045	0,832
	Masculino	12	46,2%	13	43,3%		
Estado de peso	Bajo peso	1	3,8%	1	3,3%	5,131	0,162
	Peso normal	19	73,1%	28	93,3%		
	Sobrepeso	5	19,2%	1	3,3%		
	Obesidad	1	3,8%	0	0,0%		

Siglas. Ch<sup>2</sup>: Prueba del chi cuadrado; Sig.: Significancia asintótica bilateral

### 9.2 DIFERENCIA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES PARA LOS PRE-TEST

Como se aprecia en la tabla 7, ninguna de las variables de estudio evidenció diferencias significativas en el pretest entre grupos control y experimental ( $p > 0,050$ ), lo que garantiza la homogeneidad de los grupos antes de la intervención. Se encontró diferencia significativa en el índice de masa corporal, relacionada con la talla ( $p = 0,001$ , tabla 7), pero no hubo diferencias en su estado de peso según la clasificación de la OMS ( $p = 0,162$ , tabla 6).

**Tabla 7 Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muestrales para las medias en el pretest**

Variable	Grupo Control (N=26)				Grupo Experimental (N=30)				Estadístico de prueba	Sig.	
	Mínimo	Máximo	Mediana	S	Mínimo	Máximo	Mediana	S			
Edad (años)	15	18	16,5 4	0,81	15	18	16,2	1,13	Z	-	0,0
Peso (k)	46,6	85,6	62,4	9,61	43,3	74,3	56,1	8,19	T	-	0,0
Talla (m)	149	183	163, 0	8,55	150	181	164	7,64	T	-	0,7
Índice de masa corporal (k/m <sup>2</sup> )	18,2	30,2	23,3	2,88	17,0	25,0	20,7	2,34	T	-3,68	0,0
Test Yo-Yo RI: velocidad (k/h)	11,5	15,5	14,0 6	0,97	10,0	15,0	13,6	1,19	Z	-	0,0
Test Yo-Yo RI: distancia (m)	80,0	1080, 0	521, 54	319, 70	40,0	960,0	360, 00	241, 60	Z	-	0,0
Test Yo-Yo RI: VO <sub>2</sub> Máximo (ml/min/k)	37,1	45,5	40,7 8	2,69	36,7	44,5	39,4 2	2,03	Z	-	0,0
Salto de longitud (cm)	128,0	227,0	172, 69	31,9 9	101,0	242,0	165, 87	43,3 9	Z	-	0,5
Test de 4 x 10 metros (segundos)	10,8	19,0	13,4 3	2,38	10,2	18,8	12,8 0	1,69	Z	-	0,6

RI: Resistencia Intermitente; S: Desviación estándar; T: Prueba t de Student para muestras independientes; Z: Prueba Z de Mann-Whitney para muestras independientes; Sig.: Significancia asintótica bilateral

Nota: la diferencia para el estadístico de prueba se calculó restando la media del grupo experimental a la media del grupo control. Para las pruebas paramétricas se asumen varianzas iguales

**Tabla 8 Diferencias de muestras relacionadas (diferencias intra-muestrales)**

Variable	Grupo control (n=26)				Grupo experimental (n=30)					
	Pret est	Post-test	Diferencia	Z	Sig.	Pret est	Post-test	Diferencia	Z	Sig.
Índice de masa corporal (k/m <sup>2</sup> )										
	23,38	23,34	-0,04	-	0,0	20,74	20,62	-0,12	-	0,2
				2,10	35				1,26	05
Test Yo-Yo RI: velocidad (k/h)	14,06	13,81	-0,25	-	0,0	13,60	14,28	0,68	-	0,0
				2,41	16				4,45	00
				2					5	
Test Yo-Yo RI: distancia (m)	521,5	379,23	-142,31	-	0,0	360,0	552,00	192,00	-	0,0
	4			1,86	62	0			4,61	00
				4					3	

Test Yo-Yo RI: VO <sub>2</sub> Máximo (ml/min/k)	40,78	39,59	-1,20	-	0,0	39,42	41,04	1,61	0,0
				1,86	62				4,61
				4					3
Salto de longitud (cm)	172,6	168,35	-4,35	-	0,0	165,8	170,87	5,00	0,0
	9			1,86	01	7			3,32
				4					1
Test de 4 x 10 metros (segundos)	13,43	13,54	0,11	1,65	0,0	12,80	12,52	-0,28	-
				8	97				1,97
									5

RI: Resistencia Intermitente; Z: Prueba Z de Wilcoxon para muestras relacionadas; Sig.: Significancia asintótica bilateral.

Nota: las diferencias se calcularon restando la media del post-test a la media del pretest

### 9.3 DIFERENCIA DE MUESTRAS RELACIONADAS (DIFERENCIA ENTRE PRE-TEST Y POST-TEST)

Como se observa en la tabla 8, al comparar las medidas post y pretest, el grupo experimental mejoró significativamente en todas las pruebas del Yo-Yo de recuperación intermitente, salto de longitud y test de 4 x 10 metros ( $p < 0,050$ ). Entre tanto, el grupo control disminuyó su desempeño de forma significativa en la prueba de velocidad y en salto de longitud ( $p < 0,050$ ).

### 9.4 DIFERENCIA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES PARA LAS MEDIDAS DE CAMBIO PRE-TEST Y POST-TEST

Para todas las pruebas se encontraron cambios significativos en las medidas de cambio entre muestras, a favor del grupo experimental ( $p < 0,010$ , tabla 9). El grupo experimental mejoró el desempeño en la velocidad, distancia y VO<sub>2</sub> máximo del Test del Yo-Yo de recuperación intermitente, así como en el salto de longitud y el tiempo empleado en el Test de 4 x 10 metros. Entre tanto, el grupo control empeoró en todas estas variables (tabla 9). No se evidenció diferencia significativa en el IMC. Como se aprecia en la tabla 10, el poder estadístico en todas las variables fue superior a 0,85 ( $\beta < 0,15$ ), excepto para el test de 4 x 10 metros ( $\beta = 0,84$ ) y el IMC ( $\beta = 0,84$ ), reflejando un adecuado tamaño de muestra para el estudio, excepto para estas dos últimas variables.

**Tabla 9 Diferencias inter-muestrales para las medidas de cambio (post-test – pre-test)**

Variable	Medias			Z	Sig.
	Contro l	Experimenta l	Diferenci a		
IMC	-0,04	-0,12	-0,08	-	0,21 2
Test Yo-Yo RI: velocidad (k/h)	-0,25	0,68	0,93	5,502	0,00 0
Test Yo-Yo RI: distancia (m)	-142,31	192,00	334,31	5,558	0,00 0
Test Yo-Yo RI: VO <sub>2</sub> Máximo (ml/min/k)	-1,20	1,61	2,81	5,558	0,00 0
Salto de longitud (cm)	-4,35	5,00	9,35	4,727	0,00 0
Test de 4 x 10 metros (segundos)	0,11	-0,28	-0,39	-	0,00 1

RI: Resistencia Intermitente; Prueba Z de Mann-Whitney para muestras independientes; Sig.: Significancia asintótica bilateral

Nota: las medias de los grupos se calcularon mediante la diferencia entre el post-test y el pretest. La diferencia se calculó restando la media del grupo experimental a la media del grupo control.

**Tabla 10 Tamaño del efecto para las para las medidas de cambio de diferencias inter-muestrales (post-test – pre-test)**

Variable	Control (n=26)		Experimental (n=30)		Todos		Potencia
	Medi a	S	Media	S	Med ia	S	
IMC	-0,04	0,64	-0,12	0,52	-	0,09	0,07
Test Yo-Yo RI: velocidad (k/h)	-0,25	0,47	0,68	0,93	0,25	0,88	0,97
Test Yo-Yo RI: distancia (m)	-	260, 73	192,00	195,51	36,7 9	281, 70	0,99
Test Yo-Yo RI: VO <sub>2</sub> Máximo (ml/min/k)	-1,20	2,19	1,61	1,64	0,31	2,37	0,99
Salto de longitud (cm)	-4,35	10,5 3	5,00	8,98	0,66	10,7 2	0,88

Test de 4 x 10 metros (segundos)	0,11	0,34	-0,28	1,13	- 0,10	0,88	0,36
-------------------------------------	------	------	-------	------	-----------	------	------

DS: Desviación estándar

Nota: la potencia (poder estadístico) se calculó siempre con test bilateral, con el menor tamaño de muestra (n=26, grupo control), la desviación estándar total (todos) y un valor para  $\alpha$  de 0,0

## 10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar el análisis de los resultados se encontró que los escolares intervenidos con el programa HIIT no tuvieron un efecto de mejora en la variable del IMC con una diferencia de 0,205 diferente al estudio realizado por Su LiQiang et al, donde utilizaron programas de entrenamiento HIIT en adultos, con una frecuencia de 3 a 5 veces por semana, microciclos de 4 a 12 semanas y con sesiones de 4 minutos de duración con intensidades entre el 75% al 85%, incluyendo recuperaciones activas (13); distinto a éste estudio en donde se prescribió las mismas intensidades de trabajo, pero tuvieron solo 2 sesiones por semana y la duración total del programa fue de 8 semanas.

De igual manera Wewege encontró efectos positivos de los programas HIIT, sobre el IMC, con 10 semanas de intervención, pero con una frecuencia de 3 veces por semana (49). A si mismo Aguilera encontró que el entrenamiento HIIT, fue superior comparado con el de moderada intensidad en cuanto a la mejora del IMC en adultos de 37 a 58 años, con una frecuencia de 3 sesiones por semana durante 10 semanas (50), a diferencia de la presente investigación que sólo empleo el programa HIIT en adolescentes, dos sesiones por semana, durante 8 microciclos.

Del mismo modo Batacan et al confirma los efectos del HIIT sobre el IMC con una intervención mayor a 8 semanas y encontró disminución del porcentaje de grasa con programas que variaron de una a tres veces por semana y hasta por un año de intervención (51); contrario a ésta investigación donde solo se intervino durante 16 sesiones en los cuales no se obtuvieron cambios sobre el IMC. Costigan et al encontró efectos positivos sobre el IMC en adolescentes en donde se implementaron programas de entrenamiento de 4 a 10 semanas con una frecuencia de una a seis veces por semana y con intensidades entre el 90 % y el 120% de la FC. MAX, encontró que los ejercicios utilizados fueron cíclicos como nadar, correr, sprints en bicicleta y patinar (52). Distinto a esta investigación donde no se encontraron efectos significativos sobre el IMC ya que las intensidades que se manejaron

fueron de 18 y 19 según la escala de Borg y con ejercicios acíclicos con el propio peso corporal y que involucraban el mayor número de grupos musculares.

De acuerdo Racil et al, el IMC tiene cambios significativos después de una aplicación de HIIT, con una relación de intervalo 1:1, donde el esfuerzo es igual al tiempo de recuperación, además afirma que es necesario el control de la ingesta de alimentos, por lo que los participantes debieron completar un cuestionario dietético en 4 días (3 días de la semana y un día de fin de semana), antes y después del período de intervención (53), comparado con ésta investigación en la que no se tuvo control sobre la variable alimentación y que no presento cambios sobre el IMC, teniendo en cuenta que se empleó una relación de intervalo 2: 1 en el cual el tiempo del esfuerzo era más exigente y la recuperación equivalía a la mitad del esfuerzo realizado por lo cual los participantes tenían menos tiempo de recuperación.

Con respecto al intervalo de trabajo recuperación Racil et al, probó que el HIIT durante 12 semanas disminuyó el IMC y la grasa corporal en adolescentes obesas donde empleo 2 bloques por sesión de 6 a 8 carreras con una relación de intervalo trabajo y recuperación de 1 :1 (30segundos x 30 segundos) al 100% y 50 % de intensidad respectivamente (54), contrario a la presente investigación que no mostro mejoras sobre el IMC, donde se aplicaron 8 bloques de 4 ejercicios a intervalos de trabajo y recuperación de 2:1 (20segundos y 10 segundos) al 100% y 50% de intensidad respectivamente clasificándose en la escala de RPE como trabajo muy duro y muy muy duro (10).

Alarcón et al, refirió no tener cambios significativos sobre el IMC con un programa HIIT durante 8 microciclos, 3 veces por semana y con 20 minutos de duración total por sesión, los intervalos utilizados fueron 8 segundos de trabajo por 12 de recuperación a intensidades entre el 60% y el 85% (55). Así mismo en el trabajo de Barker se observó que 6 sesiones de entrenamiento HIT, entre 4 a 7 series de intervalos, de 6 a 10 segundos de modalidad Wingate, no promovieron mejoras sobre el IMC, en hombres adolescentes de 16 años (56).

En coherencia Abarzúa refiere que estudios que trabajaron menos de 10 semanas de HIIT, no tuvieron cambios significativos sin embargo aquellos estudios que trabajaron 10 semanas o más tuvieron efectos positivos sobre el IMC (57).

En las variables de condición física como la capacidad aeróbica, el  $VO_2$  máx. Mejoró significativamente en el presente estudio con un ( $p < 0,050$ ), al igual que el de Ojeda quien empleo un programa HIIT de igual número de microciclos y sesiones, el cual también evidencio cambios significativos en el  $VO_2$  máx con un  $p = 0,003$  y un  $p = 0,01$  en relación al tiempo máximo del test yo - yo en el post test del grupo experimental; por lo que asegura que esta es una alternativa de entrenamiento para ser empleado en programas para la mejora significativa del volumen de oxígeno máximo-  $VO_{2máx}$ . (11).

Otros autores aplicaron un programa de entrenamiento HIIT conocido como método tabata, dos días por semana durante seis microciclos en el cual los intervalos de trabajo se realizaron en relación 2:1 (20 segundos de trabajo por 10 de descanso), ejecutando cuatro bloques de cuatro minutos sumando dieciséis minutos de trabajo, sin contar la macro pausa entre bloques, los ejercicios realizados fueron pliométricos y autocargas dando como resultado la mejora de la resistencia cardiorrespiratoria (58). Al igual que en este estudio donde se utilizó el método tabata, 20 segundos de trabajo por 10 de descanso, fue un intervalo de trabajo efectivo para la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria en los adolescentes, de igual manera fueron utilizados el mismo tipo de ejercicios que en la investigación anterior.

En esta misma línea Fernández et al utilizo la misma relación de Intervalo 2:1 con un protocolo tabata durante 12 semanas, donde se dedicó la primera semana a la realización del pretest y al acondicionamiento en los diferentes ejercicios y la última semana se dedicó a la aplicación del pos test, el entrenamiento HIIT fue de diez semanas en total, utilizando ejercicios con el propio peso corporal y pliométricos a la máxima intensidad posible; afirman haber encontrado aumentos en las mediciones del  $VO_{2max}$  estimado con valores

del 3,68 ml/Kg/min en el grupo experimental HIIT en comparación con el grupo control de 2.59 ml/Kg/min con entrenamiento continuo extensivo. Similar al presente estudio donde la intervención tuvo una duración de 10 semanas, 1 dedicada al pretest, 8 semanas dedicadas a la intervención con el protocolo HIIT y 1 semana dedicada al posttest al término del programa.

Otras capacidades físicas que se tuvieron en cuenta en el estudio y que mejoraron significativamente con un  $(p < 0,010)$  con el programa HIIT fue la fuerza explosiva y la velocidad; en un estudio Buchan et al, evidenció mejoras en cuanto al rendimiento en el salto vertical y en la velocidad en 64 jóvenes que fueron seleccionados para un grupo control y un grupo experimental, en el grupo experimental se empleó HIIT de 7 semanas, tres veces por semana, con cuatro o seis repeticiones de carrera máxima en un área de 20 mts y con una recuperación de 30 segundos, y en el grupo control no se realizó ningún tipo de intervención y en este se observó una disminución en el rendimiento de la agilidad y el salto vertical (59)

Así mismo en la presente investigación la población intervenida fueron 56 jóvenes en donde también se seleccionaron los participantes a un grupo control y a un grupo experimental, el grupo experimental realizó un protocolo HIIT con ejercicios de autocargas combinados con ejercicios cardiovasculares y el grupo control continuó con las clases de educación física convencional con una frecuencia de dos veces por semana, así se puede observar que en ambos estudios se obtuvieron mejoras significativas en la velocidad y en la fuerza explosiva aunque se utilizaron diferentes tipos de ejercicios.

Racil et al, analizó el efecto de 12 semanas de HIIT sobre la aptitud física en 68 mujeres donde la fuerza explosiva del tren inferior tuvo un aumento en los resultados después de evaluarlos con el test squath Jump (SJ) y contra movimiento (SCM), los participantes fueron asignados a 3 grupos de intervención, grupo 1: entrenamiento HIIT más pliometría (P), grupo 2: HIIT, y grupo 3: grupo control sin ejercicio, los intervalos de trabajo

empleados para el grupo HIIT fueron de 6 a 8 series de 30 segundos de carrera por 10 de recuperación y en el grupo HIIT + P se emplearon ejercicios pliométricos de 15 segundos de esfuerzo por 15 segundos de recuperación (60).

Comparando este estudio con la presente investigación, también se encontraron mejoras sobre la fuerza explosiva, pero evaluando con el test salto de longitud a pie juntos en el grupo experimental que realizó HIIT combinado con ejercicios pliométricos durante 20 segundos de trabajo por 10 de recuperación; de igual modo Barker, realizó un estudio en adolescentes con edades entre 15 y 16 años los cuales realizaron 6 sesiones de entrenamiento, 30 segundos de sprint en cicloergómetro con pausas de 4 minutos, este también evidenció un aumento significativo en la potencia mecánica generada en el cicloergómetro(56),

En este mismo sentido Marc Folc estudió el efecto de un programa HIIT, sobre la condición física de los adolescentes en donde se evaluaron variables como agilidad, potencia y fuerza muscular, durante 4 semanas, con una frecuencia de dos veces por semana, el protocolo de intervención se basó en un intervalo de 40 segundos de esfuerzo a máxima intensidad, alternado con periodos de 20 segundos de recuperación, para 6 ejercicios realizados de forma consecutiva y un total de tres vueltas al circuito con un minuto de recuperación entre vueltas, después de la intervención se observaron cambios en el grupo experimental en cuanto al salto vertical el cual obtuvo una mejora notable del (10,26%) en comparación con el grupo control en un porcentaje de 3,21%, aunque afirmaron no tener una significación estadística (61),

Novoa y Fernández, analizaron los efectos de un protocolo HIIT en donde una de las variables de estudio fue la potencia de tren inferior, el protocolo de intervención tuvo una duración de 13 semanas y se aplicó el método tabata 20 segundos de trabajo por 10 de recuperación, el test de evaluación de la variable fue el test de Sargent, test de salto vertical, la fuerza explosiva mostró un aumento en los valores de potencia de tren inferior, se

observó un margen de mejora de 8cms de altura en salto vertical (62), Otro autor como Sandúa analizó el efecto del HIIT sobre la fuerza del tren inferior, en 32 participantes los cuales realizaron un protocolo de 9 semanas de duración con 4 sesiones de entrenamiento semanales, después del análisis del test squath Jump, afirmó que el HIIT mejoró en un 4,58% en la potencia del tren inferior(63). A diferencia de nuestro estudio donde se evaluó con el test de salto de longitud a pies juntos y donde se encontró mejora de 5 cm, mostrando una diferencia significativa.

Gutiérrez, analizo el efecto de dieciséis semanas de HIIT, sobre la aptitud física de cincuenta adolescentes en edades entre 14 y 18 años, donde concluyó que este es un método efectivo y superior comparado con el entrenamiento tradicional y que es favorable para intervenir en la mejora de las capacidades físicas básicas condicionales como la velocidad donde los participantes disminuyeron el tiempo en la prueba de 30 mts entre el pre test y el pos test en 0,23 segundos, de igual modo en la presente la investigación también se obtuvieron cambios en la velocidad entre el pre test y pos test evaluada por el test de velocidad agilidad de 4 x10 mts en 0,28 segundos. (64).

Otro autor como Moks et al, investiga el comportamiento de la velocidad y la agilidad en atletas universitarios encontrando aumentos en el grupo experimental en cuanto al salto vertical y la prueba de velocidad y agilidad de 10 metros después de un HIIT de 11 sesiones de intervención, 3 veces semana con intervalos de 30 segundos de sprint de esfuerzo máximo en un área de 20 metros, 4 series con un total de 2 minutos de esfuerzo máximo y 2 minutos de recuperación, aumentando una serie por semana, terminando en seis series de intervalos con descanso de 20 segundos entre series; por el contrario en el grupo control que no realizo HIIT tuvo una disminución significativa en cuando a la agilidad y en el rendimiento de salto vertical (65) al igual que en ésta investigación donde se mejoró significativamente las pruebas salto de longitud y test de 4 x 10 metros al comparar las medidas post y pretest del grupo experimental. Entre tanto, el grupo control disminuyó su desempeño de forma significativa en la prueba de velocidad y en salto de longitud.

En síntesis, los resultados obtenidos se observó con un comportamiento positivo en el grupo experimental mostrando resultados estadísticamente significativos, por otro lado en el grupo control, las variables estudiadas presentaron desmejoras en los resultados, esto permite afirmar que el entrenamiento intervalado de alta intensidad conociéndose como una metodología de entrenamiento de alta intensidad favorece la condición física de los adolescentes dado que el HIIT es un método viable para generar beneficios fisiológicos a nivel cardiovascular en el cual según Boutcher (9) se produce un aumento en la capacidad aeróbica y en el volumen de sangre inducida por el aumento en la capacidad de contracción del miocardio, además se aumenta el número y el tamaños de mitocondrias en las cuales se genera el oxígeno. En las variables fuerza explosiva y velocidad se presentaron mejoras en el estudio ya que según López et al(10).

El HIIT mejora el entorno oxidativo, cardiovascular, metabólico, muscular y glicolítico a diferencia de la clase de educación física la cual fue aplicada en el grupo control en el cual no se observaron cambios y por el contrario se evidencian desmejoras en estas variables debido ya que el volumen de ejercicio en el grupo control no requería de mayor esfuerzo en cuanto a las capacidades condicionales físicas de los escolares.

Por otro lado Camacho et al (19), cita que el método HIIT es considerado como una modalidad diferente para los adolescentes y produce mayor disfrute al realizarlo, además, según Gutiérrez et al (64), el HIIT es el método más cercano a las condiciones en que los jóvenes participan en juegos recreo deportivos y por lo tanto brinda mayor posibilidad de adherencia y disfrute al realizarlo, esta fue una de las razones por las cuales el grupo experimental mostro resultados significativamente positivos en todas sus variables en el cual los participantes encontraron mayor interés por la realización del programa de ejercicio físico con este tipo de metodología por ser un alternativa de entrenamiento novedosa y diferente para ellos.

Estos resultados traducen a los profesionales de la actividad física la necesidad de aumentar el volumen del ejercicio en contextos educativos a través de un programa HIIT, que complemente la clase de educación física para lograr mejores resultados en las variables de

estudio y además mejorar la educación en cuanto hábitos y estilos de vida saludable en este caso en la práctica de ejercicio físico. La implementación del entrenamiento de intervalos de alta intensidad además de presentar mejoras significativas fisiológicamente, es un método de entrenamiento que permite ser adaptado a los jóvenes para causar mayor interés por la práctica y al mismo tiempo lograr una mejora considerable de la capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad.

Es importante considerar que el entrenamiento HIIT, es un método de alta intensidad y que puede representar un riesgo para los participantes sin embargo a partir de la presente investigación se pudo determinar que, con una adecuada prescripción de los ejercicios, un plan de entrenamiento debidamente preparado y adaptado a los participantes y tomando los principios de entrenamiento para jóvenes, es posible vincular esta nueva tendencia de entrenamiento en los contextos educativos.

## 11 CONCLUSIONES

- Los escolares evaluados se encontraban en un promedio de edad de 16 años, el 55% de la muestra fueron mujeres. Los participantes en su mayoría se encontraron según la clasificación de la OMS en peso normal con un porcentaje del 85% del total de la muestra, mientras que el 10,7% se encontraron en sobrepeso y el 3,7 en obesidad.
- Los escolares del grupo experimental al comparar las medidas pretest y pos-test, mejoraron el desempeño en el consumo del VO<sub>2</sub> máximo, velocidad y fuerza explosiva con la aplicación del programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT). Entre tanto los escolares del grupo control empeoraron el desempeño en la velocidad, Vo<sub>2</sub> Max y fuerza explosiva con el programa de educación física convencional.
- Nuestros hallazgos permiten rechazar la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%. Por tanto, se concluye que hubo diferencias significativas en la capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad, entre escolares que recibieron el programa de entrenamiento HIIT y aquellos que recibieron un programa de Educación Física convencional. Excepto en la variable IMC, la cual no tuvo ningún resultado estadísticamente significativo.

## 12 RECOMENDACIONES

- Incluir dentro de los módulos de la asignatura de educación física un programa de entrenamiento HIIT ya que no afecta, ni interrumpe los contenidos establecidos por el ministerio de educación y es un tipo de entrenamiento que puede convertirse en un factor protector frente a las enfermedades que son generadas por la inactividad física o sedentarismo.
  
- Realizar un periodo de adaptación mayor a dos semanas para lograr el acondicionamiento adecuado de todos los sistemas, iniciando con ejercicios de bajo impacto y ejercicios que permitan el aprendizaje de la técnica correcta para evitar posibles lesiones dado que el HIIT es un método de entrenamiento de alta intensidad que requiere de una condición física de base para practicarlo. El docente o entrenador debe planificar de acuerdo el principio de progresión en cuanto a carga, volumen, intensidad, densidad y frecuencia del ejercicio.
  
- El profesor de educación física debe planificar sus clases y ajustarlas de modo que tengan una mayor exigencia en capacidades físicas básicas como la fuerza, resistencia y la velocidad las cuales son consideradas de vital importancia dentro del currículo de la educación primaria y secundaria, así mismo debe promover los hábitos de ejercicio como un factor protector para preservar la salud y contribuir al desarrollo integral y a la calidad de vida del estudiante.
  
- Se recomienda que para futuras investigaciones que estudien el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre el índice de masa corporal, controlar la variable alimentación con asesoramiento de un profesional en nutrición.

- Se recomienda controlar el sesgo de atención (efecto Hawthorne) en el cual los participantes pueden modificar sus comportamientos al saber que están siendo evaluados.
  
- Realizar el muestreo aleatorio tanto para personas como para los grupos de intervención.
  
- Recomienda llevar un control y seguimiento de la intensidad individual del trabajo HIIT, a través de escalas de evaluación objetivas que permitan obtener datos de mayor veracidad.

### 13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gibala M, Little J, Macdonald M, Hawley J. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol.* Jan 2012 590(5):1077-84. Doi: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>.
2. Cofre C, Sánchez P, Zafra E, Espinoza A. Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Rev. Univ Ind Santander Salud*, Julio de 2016 [citado 31 de enero de 2020]; 48(3):275-84; Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012108072016000300002&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012108072016000300002&script=sci_abstract&tlng=es)
3. Arias E, Castaño J, Cañón S, Fajardo D, Montoya A, Quintero M. Frecuencia de malnutrición por exceso y factores asociados en escolares y adolescentes de dos instituciones educativas de Manizales (Caldas, Colombia), 2015. *Repos Inst Univ Manizales* [Internet]. Junio de 2016; [citado en febrero 19 de 2020] [aprox. 14 p]. Disponible en: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/2588\\_](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/2588_)
4. SISPRO Sistema Integrado de Información de la Protección Social [Internet] Ministerio de salud. [citado 31 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.sispro.gov.co/Pages/Home.aspx>
5. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD OMS. Informe Sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles [Internet]. 2014 [citado 28 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149296/WHO\\_NMH\\_NVI\\_15.1\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149296/WHO_NMH_NVI_15.1_spa.pdf?sequence=1)
6. Aristizábal P, García D, Vélez C. Determinantes sociales de la salud y su asociación con el sobrepeso y obesidad en adolescentes. *Orinoquia* [Internet]. 2014 [citado 28 de marzo de 2019]; 18(2):66 -77. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v18n2/v18n2a06.pdf>
7. WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour [Internet]. World Health Organization. 2019 [citado 18 de marzo de 2020] 4 p. Disponible en:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325147/WHO-NMH-PND-2019.4-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://www.who.int/iris/handle/10665/311664%0Ahttps://apps.who.int/iris/handle/10665/325147>

8. Logan G, Harris N, Duncan S, Schofield G. A review of adolescent high-intensity interval training. *Sport Med* [Internet]. Agus. 2014 [Septiembre 21 de 2019]; 44(8):1071-85. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0187-5>.
9. Boutcher S. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes* [Internet]. 2010 [citado febrero 18 de 2020]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2991639>. Doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2011/868305>.
10. López J, Vicente D. Entrenamiento intervalado de alta intensidad HITT. Bases fisiológicas y aplicaciones prácticas [Internet]. 2018 [citado 15 de febrero de 2020]; 96 Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1mUnq8RjXL0GmVoqc8s-2CBGAVu7fIfxn/view>
11. Ojeda A, Galdemes S, Cataldo M, Barahona G, Rozas T, Cáceres P. Efectos de un entrenamiento intervalado de alta intensidad en la capacidad aeróbica de adolescentes. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2017, vol.145, n.8 [citado 2020-08-12], pp.972-979. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872017000800972>.
12. Keating S, Johnson N, Mielke G, Coombes J. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev* [Internet]. August 2017 [citado enero 20 de 2020]; 18(8):943-964. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28513103>
13. Su L, Fu J, Sun S, Zhao G, Cheng W, Dou C, et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. Enero de 2019 [citado febrero 15 de 2020]; 14(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30689632> Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210644>

14. Heydari M, Freund J, Boutcher S. The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. *J Obes* [Internet]. Junio de 2012 [citado mayo 25 de 2019]; 2012:1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22720138>  
Doi: <https://doi.org/10.1155/2012/480467>
15. Da Silva D, Grande A, Roever L, Tse G, Liu T, Biondi-Zoccai G, et al. High-Intensity Interval Training in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: a Systematic Review. *Curr Atheroscler Rep* [Internet]. Febrero de 2019 [citado noviembre 25 de 2019]; 21(2):8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30712240>. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11883-019-0767-9>
16. American Diabetes Association. Blood Sugar and Exercise [Internet]. [citado 31 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.diabetes.org/fitness/get-and-stay-fit/getting-started-safely/blood-glucose-and-exercise>
17. Thum J, Parsons G, Whittle T, Astorino T. High-Intensity Interval Training Elicits Higher Enjoyment than Moderate Intensity Continuous Exercise. Fisher G. *PLoS One* [Internet]. Jan de 2017 [Citado febrero 20 de 2019]; 12(1): e0166299. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28076352> Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166299>
18. Arboleda V, Arango E, Gomez R, Feito Y. Effects of a high-intensity interval training program versus a moderate-intensity continuous training program on maximal oxygen uptake and blood pressure in healthy adults: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. [Internet]. August 2016 [citado noviembre 20 de 2019]; 17:413. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27538896> Doi: <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1522-y>.
19. Camacho A, Brazo S, Camacho M, Marcoa M, Timon R, Olcina G. Effects of High Intensity Interval Training on Fat Mass Parameters in Adolescents. *Rev Esp Salud Pública* [Internet]. Nov 2016 [citado noviembre 20 de 2019]; 90:1-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27869113> PMID: 27869113

20. Floody P, Román P, Mayorga D, Navarrete F, Pinillos F. Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. *J Exerc Sci Fit* [Internet]. Jun 2019 [septiembre 21 de 2019]; 17(2):35-40. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30740131> Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.11.003>
21. WMA. The World Medical Association [Internet]. [citado 13 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.wma.net/Wp-Content/.../Doh-Oct2013-Jama.Pdf>
22. Billat L. Interval Training for Performance: a Scientific and Empirical Practice. *Sport med* [Internet]. Nov 2012 [citado septiembre de 2019]; 31:13-31. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200131010-00002> Doi: <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00002>
23. Gibala M, McGee S. Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training a little ain for a lot of gain. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. Apr 2008 [citado febrero 20 de 2019]; 36(2):58-63. Disponible en: [https://journals.lww.com/acsm-essr/Fulltext/2008/04000/Metabolic\\_Adaptations\\_to\\_Short\\_term\\_High\\_Intensity.3.aspx](https://journals.lww.com/acsm-essr/Fulltext/2008/04000/Metabolic_Adaptations_to_Short_term_High_Intensity.3.aspx) Doi: <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318168ec1f>
24. Gibala M, Jones A. Physiological and Performance Adaptations to High-Intensity Interval Training. *Nestlé Nutr Inst workshop ser* [Internet]. Jul 2013 [citado 1 de marzo de 2019]; 16: 51-60. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23899754> Doi: <https://doi.org/10.1159/000350256>
25. Guiraud T, Nigam A, Gremaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. High - Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. *Sports Med* [Internet]. Dec 2012 [citado febrero 15 de 2019]; 42(7):587-605. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.2165%2F11631910-000000000-00000> Doi: <https://doi.org/10.2165/11631910-000000000-00000>

26. Little J, Francois M. High-intensity interval training for improving postprandial hyperglycemia. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. Nov 2014 [citado febrero 20 de 2019]; 85(4):451-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2014.963474> Doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.963474>
27. Borreani S, Burdiel E. GUÍA DE ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD (HIIT) [Internet]. 2016 [citado 3 de marzo de 2019]; p. 1-21. Disponible en: [https://entrenar.me/assets/resources/GUÍA\\_DE\\_ENTRENAMIENTO\\_INTERVÁLICO\\_DE\\_ALTA\\_INTENSIDAD\\_27-05-16.pdf](https://entrenar.me/assets/resources/GUÍA_DE_ENTRENAMIENTO_INTERVÁLICO_DE_ALTA_INTENSIDAD_27-05-16.pdf)
28. COLDEPORTES. Departamento Administrativo de Recreación y Deporte. Tomo II fundamentos para hábitos de vida saludable [Internet]. Coldeportes 2011 [citado 3 de marzo de 2020] Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/documents/245769/305029/Habitos+y+Estilos+de+Vida+Saludable+TOMO+2/6b664115-0b42-4262-8f05-18b7caa3d1bc>
29. Heyward V. Evaluación Y Prescripción Del Ejercicio. 2<sup>a</sup>. Barcelona: Paidotribo; 2001.
30. Martínez E. La capacidad aeróbica. *Educ Física y Deporte* [Internet]. 1985; 7(1-2):71-7. Disponible en: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/educacionfisicaydeporte/article/view/4681/4114>
31. Tobimatsu Y, Nakumura R, Kusano S, Iwuasaki Y. Cardiorespiratory Endurance in People with Cerebral Palsy Measured Using an Arm Ergometer. *Arch Med Fis y Rehabil* [Internet]. Aug 1998 [citado 20 de febrero de 2019]; 79(8):991-3. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9710174> Doi: [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(98\)90099-5](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(98)90099-5)
32. Fajardo M, Moscoso F. Entrenamiento de la capacidad aeróbica por medio de la terapia acuática en niños con parálisis cerebral tipo diplejía espástica. *Rev Fac Med.* [Internet]. Noviembre 2013 [citado marzo de 2020]; 61(4):365-71. Doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.963474> ISSN 0120-0011

33. González G, Zurita F, San Roman S, Pérez A, Puertas P, Chacón R. Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos* [Internet]. Enero 2018 [citado marzo 18 de 2020]; 34:395-402. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/58278>
34. Krustup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, et al. The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. Apr 2003[citado 15 de febrero de 2020]; 35(4):697-705. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12673156> Doi: <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32>
35. Bangsbo J. Entrenamiento de la condición física en el fútbol. 3ª. Barcelona: PAIDOTRIBO; 2002.
36. Guzmán E. Valoración de la fuerza explosiva en piernas en escolares con edades de 7 a 10 años pertenecientes a cuatro colegios públicos del sur de Bogotá [Internet]. Repos Inst Univ Santo Tomas 2016 [citado enero 20 de 2020]. Disponible en: [https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4182/Guzman Edgar - 2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4182/Guzman_Edgar_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
37. González J. Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. *Rev Entren Deport* [Internet]. 2000 [citado febrero 10 de 2020]; 5-16. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3724501> ISSN 1133-0619
38. Tous J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergon; 1999.
39. Pancorbo A. Medicina y ciencias del deporte y actividad física. Barcelona: Ergon; 2008.
40. Ruiz J, España V, Castro J, Artero E, Ortega F, Jiménez D et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes MANUAL DE INSTRUCCIONES. *Nutr Hosp* [Internet]. 2011[Citado 25 de agosto de 2019]; 26(6):1210-1214. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/5611.pdf> Doi: <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5611>

41. Morente A, Benites J, Rabadán I. La velocidad. Aspectos teóricos (I). Efdeportes. [Internet] diciembre 2003 [citado septiembre 21 de 2019]; 67(I).
42. Ministerio de Salud y la Protección Social. Peso saludable [Internet]. Bogotá [citado 27 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/HS/Paginas/peso-saludable.asp>
43. Organización Mundial de la Salud (OMS). Obesidad y Sobrepeso [Internet]. Nota descriptiva N°311. 2018 [citado 27 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
44. USAID. Tablas de IMC y tablas de IMC para la edad, de niños (as) y adolescentes de 5 a 18 años de edad y tablas de IMC para adultos (as) no embarazadas, no lactantes  $\geq$  19 años de edad. Food Nutr Tech Assist. [Internet].2012 [citado noviembre 25 de 2019]. Disponible en: [https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/FANTA-BMI-charts-Enero2013-ESPANOL\\_0.pdf](https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/FANTA-BMI-charts-Enero2013-ESPANOL_0.pdf)
45. Edad | Definición de edad en español de Oxford Dictionaries [Internet]. [citado 28 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/edad>
46. Lee S. Sex as an important biological variable in biomedical research. BMB Rep [Internet]. Apr de 2018 [citado febrero 20 de 2019]; 51(4):167-73. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5933211/>
47. AEEC. Peso corporal. Asociación Española de Enfermería en Cardiología (AEEC) [Internet]. [citado 13 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.enfermeriaencardiologia.com/descriptores/peso-corporal/>
48. Patiño B, Tabares M. Determinantes Sociales de la Salud Predictores de la Condición Física Saludable en Escolares Entre 12 y 18 Años en la Ciudad de Dosquebradas Risaralda [Internet]. 2018 [Citado julio 25 de 2019]. Disponible en: [http://167.249.43.80/jspui/bitstream/11182/187/1/Deter\\_socia\\_salud\\_predic\\_condi\\_fis\\_salud\\_escola\\_Dosquebradas.pdf](http://167.249.43.80/jspui/bitstream/11182/187/1/Deter_socia_salud_predic_condi_fis_salud_escola_Dosquebradas.pdf)
49. Wewege M, van den Berg R, Ward R, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev

- [Internet]. Jun 2017 [citado agosto 18 de 2019]; 18(6):635-46. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28401638> Doi: <https://doi.org/10.1111/obr.12532>.
50. Aguilera R, Vergara C, Quezada R, Sepúlveda M, Coccio N, Cortes C, et al. Ejercicio intervalado de alta intensidad como terapia para disminuir los factores de riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico; revisión sistemática con metaanálisis. *Nutr Hosp* [Internet] Diciembre 2015 [citado febrero 15 de 2019]; 32(6):2460-71. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112015001200014](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015001200014) Doi: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.6.9776>
51. Batacan R, Duncan M, Dalbo V, Tucker P, Fenning A. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med* [Internet] March 2017 [Citado febrero 15 de 2019]; 51(6):494-503. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/51/6/494> Doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>
52. Costigan SA, Eather N, Plotnikoff RC, Taaffe DR, Lubans DR. High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet] Oct 2015 [citado febrero 15 de 2019]; 49(19):1253-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26089322> Doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>
53. Racil G, Coquart JB, Elmontassar W, Haddad M, Goebel R, Chaouachi A, et al. Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biol Sport* 33(2):145-52. Doi: <https://doi.org/10.5604/20831862.1198633>
54. Racil G, Ounis B, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. Moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *Eur J Appl Physiol* [Internet] Oct 2013 [Citado 15 de

- febrero de 2019]; 113(10):2531-40. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23824463> Doi:  
<https://doi.org/10.1007/s00421-013-2689->
55. Alarcón M, Delgado P, Castillo L, Thuiller N, Bórquez P, Sepúlveda C, et al. Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO<sub>2</sub> máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutr Hosp* [Internet] Abril 2016 [citado febrero 15 de 2019]; 33(2):284-8. Disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112016000200015](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000200015)  
 Doi: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.10>
56. Barker A, Day J, Smith A, Bond B, Williams C. The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. *J Sports Sci*[Internet] Jan 2014 [citado 15 de febrero de 2019];32(8):757-65.Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24404861> Doi:  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2013.853132>
57. Abarzúa J, Viloff W, Bahamondes J, Olivera P, Poblete C, Herrera T, et al. Efectividad de ejercicio físico intervalado de alta intensidad en las mejoras del fitness cardiovascular, muscular y composición corporal en adolescentes: una revisión. *Rev med Chil.* [Internet] febrero 2019 [citado junio de 2019]; 147(2):221-30. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872019000200221](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872019000200221) Doi: <https://doi.org/10.4067/s0034-98872019000200221>
58. Emberts T, Porcari J, Doberstein S, Steffen J, Foster C. Exercise intensity and energy expenditure of a tabata workout. *J Sport Sci Med* [Internet]. Sep. 2013[citado noviembre de 2019]; 12(3):612-3. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3772611/> PMID: 2413708
59. Buchan D, Ollis S, Young JD, Cooper SM, Shield JP, Baker JS. High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents. *BMC Public Health.* [Internet] May 2013 [citado 18 de marzo de 2019]; 13(1):1-12. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23705968> Doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-498>

60. Racil G, Souhal H, Elmontassar W, Abderrahmane A, De Sousa MV, Chamari k, et al Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone  
Running title: Plyometric exercises plus high-intensity interval training and obesity  
Ghazi Rac. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet] Jan 2016 [citado 15 de febrero de 2019]33(0):1-26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26701117>  
Doi: <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0384>
61. Folch M. Efectos del entrenamiento de alta intensidad en la mejora de la condición física en jóvenes estudiantes deportistas. *Uib repository* [Internet]. Julio 2017 [citado agosto 17 de 2019]; 1-29. Disponible en: [https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/147011/tfm\\_2016-17\\_MFPR\\_mfs815\\_906.pdf?sequence=1](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/147011/tfm_2016-17_MFPR_mfs815_906.pdf?sequence=1)
62. Novoa A, Fernández J. Análisis Del Entrenamiento Interválico De Alta Intensidad En Futbolistas [Internet] Junio 2015 [citado 15 de febrero de 2019]; 7(5):12-6. Disponible en:<https://pdfs.semanticscholar.org/c99f/a61db218298888762aa1e330fba70d021087.pdf>
63. Sandúa M. Entrenamiento Interválico de alta intensidad con el propio peso corporal en población universitaria. *Repositorio Universidad de León* [Internet] Julio 2017 [citado noviembre de 2019]. Disponible en: [https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/8068/SAND%C3%9AA\\_ESCRIBANO\\_MARIO\\_JULIO\\_2017.pdf?sequence=1](https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/8068/SAND%C3%9AA_ESCRIBANO_MARIO_JULIO_2017.pdf?sequence=1)
64. Gutiérrez M, Sierra O, Villarraga J. Efectos del entrenamiento de intervalos de alta intensidad sobre la condición física en adolescentes. *Impetus* [Internet]. julio 2017 [citado noviembre 25 de 2019]; 10 (2) 1-14. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/entrenamiento de intervalos de alta intensidad sobre la condición física en adolescentes.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/entrenamiento%20de%20intervalos%20de%20alta%20intensidad%20sobre%20la%20condici%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20en%20adolescentes.pdf)

65. Monks L, Seo MW, Kim HB, Jung HC, Song JK. High-intensity interval training and athletic performance in Taekwondo athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. [Internet] Oct 2017[citado Noviembre de 2019]; 57(10):1252-60. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28085127>\_\_\_\_\_Doi: <https://doi.org/10.23736/S00224707.17.06853-0>
66. Burkhalter N. Evaluación de la escala de Borg de esfuerzo percibido aplicado a la rehabilitación cardiaca. *Rev latino enfermagem* [Internet] Diciembre 1996[citado Enero 20 de 2019]; 4: 65-73. Disponible en: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010411691996000300006&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010411691996000300006&script=sci_abstract&tlng=es)

## 14 ANEXOS

### Anexo 1 Formato de consentimiento/asentimiento informado



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE SALUD  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN CUERPO- MOVIMIENTO  
FORMATO DE CONSENTIMIENTO/ASENTIMIENTO INFORMADO  
PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES\***

**INVESTIGACIÓN: “Efecto de un programa de entrenamiento HIIT sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares.**

Ciudad y fecha: \_\_\_\_\_

Yo,

\_\_\_\_\_, una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de evaluación y de intervención que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo Ángela María Arenas Grandas y Jeni Marcela Calderón Hernández estudiantes de la Maestría en Actividad física y deporte, para la realización de los siguientes procedimientos:

- Registro de información sociodemográfica (edad, género, peso, talla, eps, estrato socio-económico, nivel educativo)
- Aplicación del programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad –HIIT, durante 16 sesiones, dos veces por semana, durante una hora. (aplicación de ejercicios con moderadas y altas intensidades).
- Evaluaciones de el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 y 18 años, antes y después de la realización del proyecto (Toma de IMC y demás componentes, (capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad)

Adicionalmente se me informó que:

La participación de mi hijo@ en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarlo de ella en cualquier momento.

Las evaluaciones y la intervención desde el ejercicio serán aplicadas sin costo.

No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitirán mejorar los procesos de entrenamiento deportivo y prevención en factor de riesgo para la salud.

Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad del investigador.

Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a otros miembros de mi familia y personal médico.

Me han informado que existe riesgo mínimo alguno al aplicar estas valoraciones. El principal riesgo que puedo correr durante este estudio es de fatiga, caídas si no sigo las instrucciones de manera adecuada dadas por parte de los investigadores al momento de ejecutar la actividad.

Cualquier eventualidad será cubierta por la póliza de seguro estudiantil.

Durante el proceso investigativo se le realizarán tomas fotográficas y de video en las que se consignará lo realizado desde las evaluaciones hasta el proceso de intervención con el programa de entrenamiento, este procedimiento no representa ningún riesgo para usted. Estos registros se manejarán de forma anónima, protegiendo su identidad. Autorizo el registro y el uso de imágenes como videos, fotografías y otros medios conocidos o por conocer, como soporte material y para efectos asociados a este estudio; entendiéndose así, cedidos todos estos derechos a favor de la Universidad Autónoma de Manizales de forma permanente.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

\_\_\_\_\_  
Firma padre de familia o acudiente H  
Cedula de ciudadanía No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_



\*En caso de ser mayor de edad, debe proporcionar su firma y documento de identidad en este espacio:

Firma participante mayor de edad

Cedula de ciudadanía No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**\*ASENTIMIENTO INFORMADO:** Deseo participar voluntariamente mi participación en el programa de entrenamiento HIIT y sus evaluaciones (espacio para el participante menor de edad)

Nombre(s) y apellido(s)

Documento de identidad No. \_\_\_\_\_

\* Aprobado por el Comité de Bioética de la UAM®: Acta 091 de Septiembre de 2019.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES**  
**FACULTAD DE SALUD**  
**GRUPO INVESTIGACION CUERPO- MOVIMIENTO**

**INVESTIGACIÓN:** Efecto de un programa de entrenamiento HIIT, sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 a 18 años, durante un periodo escolar, Manizales – Caldas

**Objetivo General:** Determinar los efectos de un programa de entrenamiento HIIT, sobre el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 a 18 años, durante un período escolar, Manizales – Caldas.

**Justificación** Esta investigación tributa en conocimiento y beneficio, no solo de la comunidad académica, sino a los padres de familia e instituciones deportivas la posibilidad de conocer las ventajas y desventajas de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) que brinden la probabilidad de mejorar el índice de masa corporal, capacidad aeróbica, fuerza explosiva y velocidad en escolares de 15 y 18 años. Además, impacta sobre el fomento de investigación en las prácticas y desde la formación del recurso humano en el área específica.

Los resultados que salgan de esta investigación son un aporte a las ciencias de la salud y el deporte, en especial en el área de la actividad física, convirtiéndose en un referente para intervenir poblaciones jóvenes, propendiendo por el mejoramiento de la salud física y que posteriormente servirá de insumo para implementar estrategias de prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

Procedimientos y riesgos esperados:

Reclutamiento de los jóvenes del colegio.

Aceptación y firma del consentimiento y asentimiento informado por parte de los padres de familia y participantes

Ningún riesgo previsto.

Registro de variables sociodemográficas y de condición física saludable.

Aplicación del programa de entrenamiento HIIT

Ningún riesgo previsto.

**Otros riesgos:**

Posibilidad de fatiga muscular al inicio del proceso de investigación producto del ejercicio físico – fase de adaptación.

Posibilidad de caída, se sugiere seguir las instrucciones de los investigadores para evitarlo en la medida de las posibilidades.

**Beneficios:** 1. Ninguno personal y contribución al proceso de investigación.

## Anexo 2 Registro de variables de estudio

	<b>MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE COHORTE IV FICHA DE VALORACIÓN</b>	Página 1 de  1
<b>Efecto de un programa de entrenamiento HIIT sobre el IMC, VO2, fuerza explosiva y velocidad en escolares entre los 15 y 16 años de Manizales – Caldas.</b>		
Fecha de valoración: Día _____ Mes _____ Año _____	Nombre Completo: _____	
Numero de documento de identidad: _____ de _____	EPS: SI _____ NO _____ Cual _____	
Edad: _____	Género: F _____ M _____	
Estrato Social: 1 ( ) – 2 ( ) – 3 ( ) – 4 ( ) – 5 ( ) – 6 ( )	Grado de escolaridad: _____	
<b>PRETEST</b>	<b>POSTEST</b>	
IMC:	IMC:	
Peso:	Peso:	
Talla:	Talla:	
Test yo – yo y yirt:	Test yo – yo y yirt:	
Salto de longitud a pie juntos (fuerza explosiva):	Salto de longitud a pie juntos (fuerza explosiva):	
Test de 4 x 10m (velocidad)	Test de 4 x10 m (velocidad)	

### **Anexo 3 Protocolo de entrenamiento HIIT**

El protocolo de entrenamiento HIIT, se llevó a cabo durante 8 semanas, 2 veces por semana y con una duración de 60 minutos por cada sesión.

El protocolo se planificó sobre los principios de progresión del entrenamiento e individualización del esfuerzo. Se utilizaron ejercicios aeróbicos y ejercicios con peso corporal, con un correcto calentamiento y un estiramiento final.

La progresión del intervalo se planificó en un intervalo 2:1 Tabata

La intensidad del ejercicio fue medida por medio de la escala de Borg escala del esfuerzo percibido, esta escala mide la intensidad que el participante percibe en el momento de la práctica del ejercicio físico.(66)

#### **Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)**

Para controlar la intensidad en los intervalos del HIIT se puede utilizar la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). Un valor de 18-19 en la escala tradicional (6-20 de Borg), muy probablemente nos permita situarnos en una intensidad idónea para desarrollar una sesión de HIIT (10)

#### **Control de la intensidad de los intervalos en el HIIT mediante percepción subjetiva del esfuerzo. (RPE)**

Fase Aeróbica (I)	6	Muy, muy ligero
	7	
	8	
	9	
	10	
Fase aeróbica - anaeróbica (II)	11	Ligero
	12	Algo duro
	13	
	14	Duro
	15	Muy duro
16		
17		
Fase inestabilidad metabólica (III)	18	Muy, muy duro
	19	
	20	

Fuente: <https://drive.google.com/file/d/1mUnq8RjXL0GmVoqc8s-2CBGAVu7fIfxn/view> (10)

**Duración total del protocolo:** 8 semanas – 16 sesiones.

**Veces por semana:** 2 Sesiones por semana.

**Sesión:** 10 Minutos de fase inicial de calentamiento, 40 minutos de fase central (HIIT) y 10 minutos de fase final de estiramientos y vuelta a la calma.

**Relación del intervalo:** 2:1 (20:10) 8 series por cada ejercicio suman 4 minutos, un minuto de recuperación entre serie. En total 20 minutos por dos bloques para sumar 40 minutos de Hiit musicalizado. Se repitió el plan de la semana uno al cuatro durante el segundo mes.

### Semana 1 – Semana 5

#### **Día 1**

1° Media sentadillo salto / marcha en el puesto

2° flexiones de codos abiertos más flexiones de codos cerrados/ descanso total

3° sentadillas para cuádriceps más tijeras en pliometria/ descanso total

4° En posición de plancha 4 apoyos realizar arrastres alternos más abre la derecha y abre a la izquierda para abdominales/ descanso total

## **Dia 2**

1° Burpees con flexiones de codo para pectorales/ descanso total

2° Desplantes para glúteos/ descanso total

3° crunch acostado más posición bípeda

4° fondos para tríceps alternando el apoyo individual de los pies/ descanso total

## **Semana 2 – semana 6**

### **Dia 1**

1° Desplazamientos en direcciones laterales más un burpees en cada lado / tijeras laterales baja intensidad

2° salto más sentadillas abiertas para aductores/ toque lateral

3° flexiones inclinadas encima del banco o grada/ puntas laterales

4° Planchas en 6 apoyos más elevaciones individuales hacia atrás /descanso total

### **Dia 2**

1° 4 skiping altos más un burpees

2° flexiones de codos cerrados en posición cuadrúpeda

3° sentadilla con los pies juntos más elevaciones alternas laterales de piernas

4° En posición supino encogimientos de piernas para abdominales.

## **Semana 3 – semana 7**

### **Dia 1**

1° Subir y bajar una grada / puntas de pie alternas en la grada

2° sentadilla a pie junto más elevaciones alternas de piernas hacia atrás/ toques laterales

3° navajas individuales para abdominales /descanso total

4° Una flexión de codos abiertos y tocar hombro contrario con la mano / descanso total

## **Dia 2**

1° burpees más 4 arrastres en posición de plancha

2° sentadilla para cuádriceps, más elevo rodilla alterna al frente

3° en posición supino alternar rodillas al pecho sin apoyar los pies en el piso

4° fondos para tríceps alternado el apoyo de los pies

## **Semana 4 – semana 8**

### **Dia 1**

1° saltar encima del banco más un burpees en el piso

2° sentadilla abierta más desplantes atrás para glúteos (pliométricas)

3° Crunch cruzado alternado pierna y brazo contrario.

4° flexiones de codos abiertas para pectorales más flexiones de codos cerradas para tríceps

### **Dia 2**

1° Desplaza en direcciones laterales más un burpees con 4 arrastres para abdominales.

2° Sentadilla isométrica

3° Planchas dinámicas: de plancha en 6 apoyos pasa a plancha 4 apoyos.

4° Desplazamientos en direcciones laterales en posición de plancha 4 apoyos más arrastres cruzados para abdominales.

### Anexo 4 Macro ciclo de entrenamiento HIIT

MACROCICLO HIIT 2019													
ANGELA MARÍA ARENAS GRANDAS - JENI MARCELA CALDERÓN HERNÁNDEZ													
PROGRAMA OCTUBRE - NOVIEMBRE													
ETAPAS		INTERVENCIÓN					INTERVENCIÓN						
NUMERO DE MESOCICLOS		4					4						
MESES		Octubre					Noviembre						
SEMANAS TOTALES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
NÚMERO DE MICROCICLOS			1	2	3	4	5	6	7	8			
RELACIÓN DE INTERVALO		2.1					2.1						
		20" de trabajo x					20" de trabajo x						
		10" de recuperación.					10" de recuperación.					TOTAL	
RESISTENCIA AEROBICA		%	100					100					
		V	70					70					140
ZONA MEDIA		%	100					100					
		V	40					40					80
FUERZA GENERAL		%	100					100					
		V	50					50					100
ESTIRAMIENTOS		%	90					90					
		V	120					120					240
TOTAL HIIT (minutos)		V											320
TOTAL FLEXIBILIDAD (minutos)		V											240
PRE TEST		X											
POS TEST													X
ENTRENAMIENTO HIIT													