


COMPARACIÓN DEL ÍNDICE CINTURA ALTURA EN OBESOS PREPUBERALES A TRAVÉS DE DIFERENTES METODOLOGÍAS DE EJERCICIO FÍSICO

COMPARISON OF THE WAIST HEIGHT INDEX IN PREPUBERTAL OBESSE THROUGH DIFFERENT PHYSICAL EXERCISE METHODOLOGIES

Roberto Parra Ortega¹  <https://orcid.org/0000-0002-9438-7917>
Diana Tiga Loza²  <https://orcid.org/0000-0002-0089-2067>
Silvia Juliana Villamizar³  <https://orcid.org/0000-0002-7296-3522>
Wilson Castro Méndez⁴ 

¹ *Doctor en ciencias del deporte, Docente investigador, Universidad Manuela Beltrán; Laboratorio de ciencias aplicadas al deporte, Unidades tecnológicas de Santander; Bucaramanga.*

² *Doctora en Ciencias, Docente Investigadora, Universidad Manuela Beltrán Seccional Bucaramanga.*

³ *Magíster en epidemiología, Centro oftalmológico Virgilio Galvis Ramírez, Bucaramanga.*

⁴ *Magíster en actividad física, Coordinador programa profesional en cultura física y deporte Unidades tecnológicas de Santander, Bucaramanga*

Proceso Editorial

Recibido: 02/02/2022

Aceptado: 17/05/2022

Publicado: 17/06/2022

Cómo Citar

1. Ortega, R
2. Tiga, D
3. Villamizar, S
4. Castro, W

RESUMEN

En un estudio experimental realizado en Bucaramanga, Colombia, se compara la eficacia de tres metodologías de ejercicio físico en obesos prepuberales por medio del análisis de covarianza (ANCOVA), con el fin de determinar la disminución del índice cintura-altura (ICA), considerada esta como la variable más prevalente en las personas con esta afección. Adicionalmente, se establece el grado de satisfacción, afectación, deserción y cumplimiento de la muestra del estudio. De una población aproximada de 1200 niños con edades entre los 9 y 12 años, se toma una muestra de 150 con ICA igual o superior a 0,51 para niños y a 0,50 para niñas. Haciendo previa realización de consentimiento y asentimiento informado, se desarrolló un programa de ejercicio físico durante 6 semanas para tres grupos distribuidos aleatoriamente así: El primer grupo trabajó resistencia aeróbica a través de la actividad pedestre (caminata-trote); el segundo trabajó fuerza localizada en miembros superiores, inferiores y tronco con autocarga y pesas; mientras que el tercer grupo realizó repeticiones de velocidad de reacción y alta frecuencia de movimiento. A la muestra le fue evaluada el ICA pre y post al

desarrollo del programa de ejercicio físico. Los tres grupos disminuyeron el ICA de 0,53 a 0,50, de 0,54 a 0,50 y de 0,54 a 0,51 respectivamente, por lo que se concluye que el trabajo de fuerza localizada disminuye más el ICA que el de resistencia aeróbica y el de velocidad. Y finalmente en una escala de 1 a 5, la encuesta de satisfacción con el programa de ejercicio físico realizado mostró valores de 3,2, 2,8 y 4,1 para los tres grupos respectivamente, resaltando que el grupo que entrenó la velocidad mostró más gusto y afinidad con el tipo de ejercicio realizado.

Palabras Claves: índice cintura altura (ICA), Obesidad, Pre-púberes, Ejercicio Físico

ABSTRACT

In an experimental study carried out in Bucaramanga, Colombia, the efficacy of three physical exercise methodologies in prepubertal obese is compared through the analysis of covariance (ANCOVA), in order to determine the decrease in the waist-height index (WHR), considered this as the most prevalent variable in people with this condition. Additionally, the degree of satisfaction, affectation, desertion and compliance of the study sample is established. From an approximate population of 1,200 children between the ages of 9 and 12, a sample of 150 with ICA equal to or greater than 0.51 for boys and 0.50 for girls is taken. Making prior informed consent and assent, a physical exercise program was developed for 6 weeks for three randomly distributed groups as follows: The first group worked aerobic resistance through pedestrian activity (walk-jog); the second worked on localized strength in upper and lower limbs and trunk with self-loading and weights; while the third group performed repetitions of reaction speed and high frequency of movement. The sample was evaluated for ICA before and after the development of the physical exercise program. The three groups decreased the ICA from 0.53 to 0.50, from 0.54 to 0.50 and from 0.54 to 0.51 respectively, so it is concluded that the work of localized force decreases the ICA more than aerobic endurance and speed. And finally, on a scale of 1 to 5, the satisfaction survey with the physical exercise program carried out showed values of 3.2, 2.8 and 4.1 for the three groups, respectively, highlighting that the group that trained speed showed more taste and affinity with the type of exercise performed.

Keywords: waist height index (WHR), Obesity, Pre-pubescent, Physical Exercise

INTRODUCCIÓN

La niñez y la adolescencia son periodos determinantes dentro del desarrollo humano; cuando la obesidad se presenta antes del desarrollo sexual (prepuberal) es de tipo hiperplásica y sucede por la proliferación de un gran número de células en el tejido adiposo. Pero, si la obesidad se presenta postpuberal será de carácter hipertrófica (Roldán & S, 2013). Cuando la obesidad está presente en los niños y jóvenes, es muy probable que exista prevalencia en etapas posteriores de la vida (Srinivasan et al., 1996; Vizcaíno et al., 2002). Esta alteración metabólica puede ser debido a la presencia de inactividad física derivada de la alta influencia del apego por la tecnología, el hacinamiento, la industrialización y el establecimiento de una dieta rica en carbohidratos. Todo ello provocará el acostumbamiento a esta condición (Scull & Esther, 2003).

Según la Organización mundial de la salud, el comportamiento de la obesidad va en aumento desde los años setenta hasta la actualidad, como se reportó en 2016, que 41 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso u obesidad y así mismo, más de 340 millones de adolescentes presentaban esta misma condición (OMS, 2021).

Además, los resultados de la encuesta nacional de situación nutricional de Colombia ENSIN de 2015, refiere que desde 2010 el sobrepeso en niños de 5 a 12 años de edad que era del 18,8%, aumentó a un 24,6%; y que el tiempo excesivo ante dispositivos electrónicos como videojuegos y televisión está entre un 70 y 80% de los menores de esta edad en el área urbana (ENSIN 2015). Estos datos alarmantes sugieren la pronta realización de estrategias que ayuden a prevenir, disminuir las consecuencias de la obesidad (Liria, 2012) y la creación de programas de actividad física que disminuyan a futuro las complicaciones del sedentarismo y la obesidad.

La actividad física como factor de prevención y tratamiento en un factor de riesgo asociado al sedentarismo como lo es la obesidad, ha demostrado beneficios biológicos que ofrecen las cargas físicas de resistencia, fuerza y velocidad en la mejoría de parámetros morfofuncionales como el peso corporal, índice de masa corporal, porcentaje graso subdérmico, porcentaje graso visceral, trigliceridemia, colesterolemia, índice cintura-cadera, índice cintura-altura, circunferencia abdominal, circunferencia del cuello, etc. (Burgos et al., 2017; Calcaterra et al., 2012; Ximena & Francisco, 2012).

Los programas de actividad física que enfatizan en ejercicios de fuerza con el propio peso corporal, resistencias manuales, bandas elásticas o incluso con pesas, así como los trabajos de reacción y velocidad, garantizan la condroprotección y evitan la instalación de tendinitis en articulaciones que soportan peso, además del aumento del metabolismo basal (producto de la hipertrofia muscular) que traerá una pérdida de tejido graso valorable; de igual manera, los programas de actividad física que enfatizan en el empleo de la resistencia a través de ejercicios pedestres o en máquinas isocinéticas, también ofrecerán una pérdida efectiva de tejido graso y un aumento del máximo consumo de oxígeno, además de la tonificación muscular lograda (Fernández et al., 2018).

Sin embargo, no existe un criterio o fundamentación clara sobre el tipo de carga física más recomendada para obesos prepuberales. No se especifica dicha carga física en términos de volumen, intensidad, frecuencia o descanso. Incluso muchos de los entrenadores e instructores que manejan programas de actividad física en grupos de obesos prepuberales, desconocen los efectos biológicos logrados a partir de la aplicación de las manifestaciones de la fuerza de resistencia y de la fuerza explosiva; por lo que planifican la carga física sin una fundamentación teórica en relación a su dosificación e incremento. Debido a ello resultaría importante determinar qué tipo de actividad física sería más eficaz a la hora de disminuir los parámetros morfofuncionales descritos en el párrafo anterior.

El interés es que los niños tengan mejor calidad de vida y sean más funcionales en su cotidianidad; disminuyendo la probabilidad de desarrollar síndrome metabólico, hígado graso no alcohólico, diabetes tipo II, hiperlipidemia, complicaciones respiratorias, hipertensión arterial y sobrecargas en tendones y cartílagos, especialmente en las articulaciones que soportan peso (López Sánchez et al., 2015). En este estudio se pretende determinar el tipo de actividad física más eficaz para la disminución del índice cintura-altura en niños con obesidad prepuberal, a través de la comparación de tres metodologías de entrenamiento que enfatizan en actividad pedestre continua, fortalecimiento localizado y repeticiones de alta frecuencia de movimiento respectivamente.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio experimental en escolares de Bucaramanga en el año 2019. Donde se asignaron de forma aleatoria los tres diferentes métodos de actividad física. El grupo uno en resistencia aeróbica, el grupo dos con fuerza localizada y el grupo tres con velocidad de reacción y alta frecuencia de movimientos. Se realizó un periodo de reclutamiento en el mes enero del 2019 y desde el mes de febrero se inició el programa de actividad física que duro 6 semanas en los grupos asignados.

De una población aproximada de 1200 niños pertenecientes a los grados cuarto, quinto y sexto de un colegio de Bucaramanga, se estimó un tamaño de muestra de 150 niños, con una distribución de 50 niños por cada grupo, con un poder del 90%, con relación uno a uno en cada grupo y una diferencia de media de 0.57 entre los grupos y una desviación estándar igual de 0,05 (Blüher et al., 2017; Calcaterra et al., 2013; Delgado-Floody et al., 2018; Scherr et al., 2017)

Los participantes que ingresaron al estudio fueron niños con edad de 9 a 12 años, con un índice cintura-altura (ICA) igual o superior a 0,51 para niños

y a 0,50 para niñas, debían contar con el consentimiento informado escrito de los padres de familia y asentimiento del menor de edad. se excluyeron aquellos que estuvieran en algún programa de control nutricional y dietario desde los últimos seis meses o que presentaran alguna discapacidad motriz.

La medición de la circunferencia de la cintura se realizó con colocación de la cinta métrica a la altura del ombligo con el participante en posición bípeda, relajado y en el momento de la inspiración sostenida. La Medición de la estatura se procedió con un tallímetro marca Kramer, ubicando al participante en bipedestación de espaldas hacia la pared, contacto de los talones, glúteos, escápulas y occipucio con la misma. Se procede a hacer la medición tres veces para asegurar que el dato sea el mismo.

Se utilizó un formato en físico para consignar la información de evaluación pre y post de las variables cintura, altura e índice cintura altura. Una planilla de cumplimiento y desarrollo de las sesiones de trabajo para cada grupo (lista de chequeo) con una casilla para la consignación de anotaciones y una encuesta previamente sometida a criterio de expertos, para determinar el grado de satisfacción que tuvieron los niños con el tipo de actividad física realizado al final de las seis semanas; esta encuesta se diseñó con un contenido de 5 preguntas sencillas de responder apoyadas en representaciones graficas “caras de satisfacción” que permitieran marcar la respuesta en una valoración de 1 a 5, explicándole al niño que 1 era el menor grado de satisfacción y 5 el mayor; para al final sumar los puntos de todas las preguntas y de todos los niños del grupo, permitiendo comparar con los puntajes de los otros dos grupos del estudio.

La Carga física de resistencia, fuerza y velocidad fue aplicada a los pre-púberes con obesidad y se les realizó seguimiento pre y post de la medida de Índice cintura altura, que se calculó del cociente entre la medida de la cintura a la altura del ombligo (cm) sobre la estatura (cm). También se

obtuvo la percepción de satisfacción de la actividad física realizada al final de la intervención y el cumplimiento a las sesiones.

El protocolo de trabajo de campo se inició con la toma y registro de las medidas de circunferencia y altura. Se procedió a generar la lista de participantes totales para asignar aleatoriamente a los grupos de actividad física mediante la utilización del programa Epidat.

El primer grupo trabajó en resistencia aeróbica continua a través de actividad pedestre (caminata-trote); el segundo enfatizó en fuerza localizada de miembros superiores, inferiores y tronco con autocarga y pesas; mientras que el tercer grupo realizó repeticiones de velocidad de reacción y alta frecuencia de movimiento.

Los tres grupos desarrollaron sus sesiones de trabajo de lunes a viernes, por espacio de 30 minutos diarios, a lo largo de seis semanas, con supervisión directa de los investigadores, control específico de la carga y siguiendo los principios básicos del entrenamiento deportivo, en especial con niños. Tabla 1.

Tabla 1. Carga física aplicada a los grupos de obesos prepuberales.

Microciclo	Grupo 1. Actividad pedestre
1	Caminata frontal normal intermitente con variación de las relaciones trabajo-descanso en minutos desde 21:9 hasta 27:3.
2	Caminata frontal normal intermitente con variación de las relaciones trabajo-descanso en minutos desde 24:6 hasta 28:2.
3	Caminata frontal y posterior normal intermitente con variación de las relaciones trabajo-descanso en minutos desde 25:5 hasta 20:10 y caminata frontal normal continua 30 minutos.
4	Caminata frontal y lateral normal intermitente con variación de las relaciones trabajo-descanso en minutos desde 25:5 hasta 20:10 y caminata frontal normal continua 30 minutos.
5	Caminata frontal tipo fartlek con variación de las relaciones normal-forzado en minutos desde 25:5 hasta 15:15 y caminata frontal normal continua 30 minutos
6	Caminata frontal tipo fartlek con variación de las relaciones normal-forzado en minutos desde 15:15 hasta 5:25 y caminata frontal normal continua 30 minutos.
Microciclo	Grupo 2. Fuerza localizada

1,2	Reforzamiento en cadena cinética abierta y cerrada de brazos, piernas y tronco desde una relación series-repeticiones-descanso de 4x13x1min hasta 4x15x1min
3,4	Reforzamiento en cadena cinética abierta y cerrada de brazos, piernas y tronco desde una relación series-repeticiones-descanso de 5x13x1min hasta 5x15x1min
5,6	Reforzamiento en cadena cinética abierta y cerrada de brazos, piernas y tronco desde una relación series-repeticiones-descanso de 5x15x1min hasta 5x17x1min
Microciclo	Grupo 3. Reacción y velocidad
1,2	Sprint con relación series-repeticiones-metraje-micro pausa de 2x5x12mtsx1min y reacción con relación series-repeticiones-metraje-micro pausa de 2x10x5mtsx20seg
3,4	Sprint con relación series-repeticiones-metraje-micro pausa de 2x6x12mtsx1min y reacción con relación series-repeticiones-metraje-micro pausa de 2x12x5mtsx20seg
5,6	Sprint con relación series-repeticiones-metraje-micro pausa de 2x6x15mtsx1min y reacción con relación series-repeticiones-metraje-micro pausa de 2x12x5mtsx20seg

Fuente: Elaboración de los autores.

Consideraciones éticas: Este estudio se realizó de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki. Es un estudio de riesgo mínimo según resolución 8439/1993. Se obtuvo la aprobación de la institución educativa y consentimiento informado de los padres de familias y asentimiento del menor de edad. La actividad física propuesta para los prepuberales fue desarrollada como parte curricular de la asignatura educación física y se estructuró en tres programas.

Para el análisis descriptivo se realizó la frecuencia relativa y absoluta en las variables cualitativas y las medidas de tendencia central para las variables cuantitativas. Para la comparación entre los grupos se utilizó la prueba de chi cuadrado o test exacto de Fisher en las variables cualitativas y para las cuantitativas el test de Anova o Krus Wallis. Para establecer la diferencia entre el pre y post de los tres grupos se realizó con la prueba Friedman o Anova. Se estableció como valor de significancia un valor de 0,05. El programa estadístico utilizado fue SPSS versión 22.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 150 participantes, los cuales se dividieron equitativamente en los tres grupos de actividad física. La realización de la actividad física se desarrolló en la unidad deportiva Alfonso López de la ciudad de Bucaramanga, Colombia, en horario de 4 a 6 pm. En los 50 prepuberales asignados a cada grupo se puede observar que fueron muy similares entre los tres grupos con respecto a la relación a edad, sexo, estatura e ICA. Tabla 2.

Tabla 2. Datos sociodemográficos de los grupos de estudio.

Datos sociodemográficos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total	valor p	prueba estadística
	n=50	n=50	n=50	n=150		
Sexo						
Masculino n (%)	25(50)	23(46)	28(56)	76(50,7)	0,602	Chi2
Femenino n (%)	25(50)	27(54)	22(44)	74(49,3)		
Edad						
Media	10.2	10.3	10.3	10.3	0,70	Anova
Desviación estándar	0.70	0.73	0.75	0.72		
Estatura en cm.						
Media	149.2	150.3	150.3	149.9	0,02	Anova
Desviación estándar	2.13	2.10	2.15	2.17		
Cintura						
Mediana	78	78,1	78,3	78,2	0,88	Krus Wallis
(Mínimo-máximo)	74,0-83,6	74,2-84,0	74,3-83,4	74,0-84,0		

Fuente: Elaboración de los autores.

Con el cumplimiento de las 30 sesiones de actividad física controlada y supervisada durante 6 semanas se pudo observar que todos los obesos prepuberales disminuyeron su ICA ($p < 0,001$) independientemente del tipo de ejercicio físico realizado. Tabla 3.

En la evolución de delta del ICA de los tres grupos, se tiene que el grupo 2 (Fuerza localizada) fue el que más disminuyó esta variable. Mientras los

grupos 1 y 2 bajaron 9 puntos, el grupo 2 bajó 13 puntos el ICA en promedio.

Tabla 3. Evolución del ICA en los grupos de estudio.

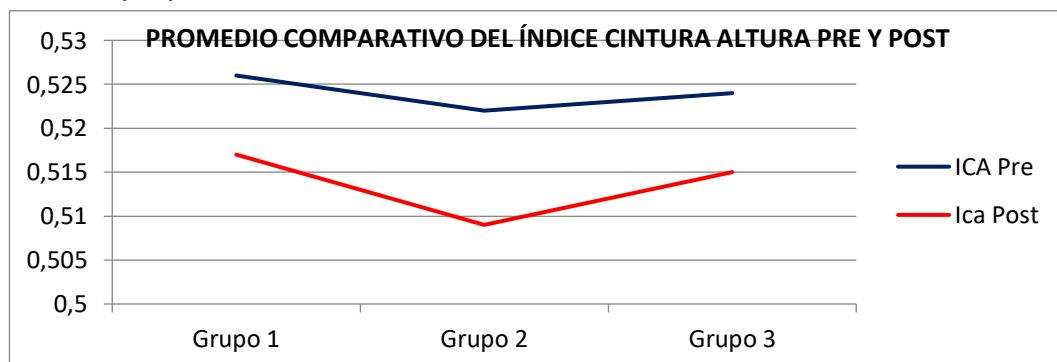
Evolución de variable ICA	Cintura pre Mediana (Min-Max)	Cintura post Mediana (Min-Max)	Valor P	Delta cintura Mediana (Min-Max)	Índice cintura a altura pre Media (DS)	Índice cintura a altura post Media (DS)	Valor P	Delta índice cintura a altura Media (DS)
Grupo 1	78,0 (74-83.6)	76.5 (72.3-82.3)	0,001*	1.45 (-0.01-1.80)	0.527 (0.012)	0.517 (0.013)	0,001**	0.009 (0.002)
Grupo 2	78.1 (74.2-84)	76.15 (71.2-81.7)		1.95 (1.20-6.10)	0.522 (0.014)	0.509 (0.015)		0.013 (0.005)
Grupo 3	78.3 (74.3-83.4)	77,0 (73.4-81.9)		1.40 (-0.3-1.60)	0.524 (0.012)	0.515 (0.012)		0.009 (0.001)
Total	78.2 (74-84)	76.5 (71.2-82.3)		1.60 (-0.1-6.10)	0.524 (0.013)	0.513 (0.014)		0.011 (0.004)

Prueba de Friedman*, Test de Anova**, Desviación estándar (DS).

Fuente: Elaboración de los autores.

Con los trabajos de resistencia aeróbica continua se disminuye el porcentaje graso; sin embargo, los grupos que desarrollaron la fuerza de resistencia y la velocidad también disminuyeron el ICA en igual y mayor proporción. En la gráfica 1 se detalla el promedio pre y post de los grupos de estudio.

Gráfica 1. Comparación del promedio del ICA pre y post en tres grupos de obesos prepuberales.



Fuente: Elaboración de los autores.

En cuanto al seguimiento de las lesiones presentadas en los tres grupos, se obtuvo que el grupo dos (Fuerza localizada) presento una proporción de 18% de lesiones a nivel articular como tendinitis de muñeca, hombro y dolor a nivel sacro iliaco. En los demás grupos no se presentó ninguna molestia, dolor o lesión durante la actividad física.

El programa se desarrolló con un alto grado de cumplimiento para los tres grupos del estudio. El grupo con mayor grado de cumplimiento fue el 3; de 1500 sesiones de trabajo que tenía que hacer cada grupo (50 niños cinco veces por semana durante seis semanas), los trabajos de velocidad de reacción y alta frecuencia de movimiento fueron desarrollados en 1488; mientras que los trabajos de resistencia aeróbica continua y fuerza de resistencia localizada se realizaron en 1483 y 1460 sesiones respectivamente. Durante la realización de la actividad física solo faltaron a una sesión 33 niños, a dos sesiones 18 niños, a tres sesiones 13 niños y a 4 sesiones 6 niños. Ver tabla 4.

Tabla 4. Cumplimiento a las sesiones de actividad física.

Cumplimiento	Grupo 1 n (%)	Grupo 2 n (%)	Grupo 3 n (%)	valor p
Niños sin inasistencias	33 (41.25)	9 (11.25)	38 (47.5)	<0.0001
Niños con una inasistencia	10 (30.3)	11 (33.33)	12 (36.36)	
Niños con dos inasistencias	7 (38.89)	11 (61.11)	0	
Niños con tres inasistencias	0	13 (100)	0	
Niños con cuatro inasistencias	0	6 (100)	0	
Total	50(100)	50(100)	50(100)	

Valor p del Test exacto de Fisher.

Fuente: Elaboración de los autores

El grupo de estudio que mayor satisfacción mostró fue el de los obesos prepuberales que realizaron actividades de velocidad de reacción y alta frecuencia de movimiento; mientras que el grupo que realizó fuerza localizada manifestó el menor grado de satisfacción. Ver tabla 5.

Tabla 5. Grado de satisfacción de los grupos de estudio con el programa de actividad física.

Grado de satisfacción. Media (desviación estándar)	Grupo 1 Media (DS)	Grupo 2 Media (DS)	Grupo 3 Media (DS)	Total Media (DS)	valor p
¿El programa de ejercicios que realizaste te gusto?	4,06 (0,58)	2.86 (1.32)	2.98 (0.51)	3.3 (1.03)	<0.0001
¿Repetirías un programa de ejercicios como el que hiciste?	3.48 (0,93)	2.8 (1.41)	2.38 (0.49)	2.89 (1.11)	<0.0001
¿Los ejercicios que te colocaban los pudiste hacer fácilmente?	5,0 (0,0)	3.44 (0.84)	4.02 (0.43)	4.15 (0.84)	<0.0001
¿Soportaste los ejercicios sin cansarte?	4,0 (0,83)	2.44 (0.81)	2.96 (0.81)	3.13 (1.04)	<0.0001
¿Recomendarías el programa de ejercicios que hiciste a otros compañeros?	4,02 (0,84)	2.48 (1.79)	3.42 (0.84)	3.3 (1.39)	<0.0001
Puntaje total	4,1 (0,35)	2.80 (0.59)	3.15 (0.25)	3.3 (0.70)	<0.0001

Valor p del test de Anova. Desviación estándar (DS). Fuente: Elaboración de los autores.

DISCUSIÓN

La obesidad en niños prepuberales ha demostrado generar complicaciones de salud de los infantes ya que pueden desarrollar alteraciones anatómicas en la estructuras e incluso enfermedades cardiovasculares (Pérez et al., 2008), endocrinas (López & Martínez, 2015; Ximena Raimann, 2011) lo que hace importante toda estrategia que se desarrolle para mejorar la salud de esta población.

Es este estudio se encontraron resultados positivos en la disminución del índice cintura altura en los obesos prepuberales que realizaron la carga física de fuerza localizada con un delta de cambio de 1,96, seguido del grupo de resistencia con un delta de cambio de 1,46 y en el grupo de resistencia y velocidad con un delta de cambio 1,40 durante 6 semanas de actividad física. Estos resultados obtenidos fueron superiores al reportado en otro estudio que aplicaron durante 12 semanas estaciones de resistencia aeróbica con un delta de cambio del índice cintura de 0.080

(Calcaterra et al., 2012). El delta de cambio comparable en el presente estudios se hace con referencia al grupo 1 de resistencia (ejercicio aeróbico) observándose que se obtuvo un resultado superior en 1,38 delta de cambio del ICA y, además en general en los tres grupos se obtuvieron cambios favorables en esta medida aplicando un programa planeado, estructurado.

Históricamente se ha considerado que los ejercicios de baja frecuencia de movimiento realizados a través de marcha, trote, bicicleta, escalador, banda sin fin, elíptica, natación, baile, entre otros, ejecutados a baja intensidad, es decir bajo un metabolismo oxidativo, disminuyen el porcentaje graso en obesos prepuberales por el uso continuo de sustratos energéticos como ácidos grasos libres y glucosa, durante la ejercitación física; sin embargo, el reclutamiento de más unidades motoras que provoca el entrenamiento de la fuerza de resistencia localizada a través de series y repeticiones de baja intensidad, permite que la musculatura aumente el metabolismo basal, al requerir los depósitos de grasa subdérmica para modificar la estructura músculo-esquelética; esto se traduce en un aumento del gasto energético en las horas de reposo (Parra, 2018).

El ejercicio de resistencia aeróbica continua, por su carácter cíclico y sostenido en el tiempo, genera la aparición de sobrecarga en los obesos prepuberales, puesto que su musculatura se encuentra en desventaja en relación a su peso corporal; esto quiere decir, que como no se tiene un nivel de fuerza adecuado para soportar el exceso de peso en el kilometraje que exige la baja frecuencia de movimiento, la carga sobre las articulaciones termina causando procesos inflamatorios, representados en tendinitis, sinovitis y bursitis, en tobillo, rodilla, cadera o articulación sacroilíaca. Es la causa más común acerca del retiro o deserción de los obesos prepuberales de los programas de actividad física que enfatizan en la resistencia aeróbica (Parra, 2018).

Los ejercicios de fuerza, preparan la musculatura para tolerar el peso a través del kilometraje y con ello evitar la instalación de procesos inflamatorios. Sin embargo, su uso no debería ser permanente para evitar afecciones de ligamentos en la muñeca, el hombro o la articulación sacroilíaca como se presentó en el estudio. Teniendo en cuenta que la fuerza es la base de la resistencia; este principio sugiere el empleo paralelo de la fuerza de resistencia localizada con la frecuencia baja de movimiento.

Incluso, los trabajos de velocidad de reacción y alta frecuencia de movimiento, favorecen el aumento de la fuerza muscular en los obesos prepuberales, por la explosividad que exigen las repeticiones a máxima velocidad; además, estos ejercicios de alta intensidad no alcanzan a generar procesos inflamatorios articulares por que se dan en tiempos muy cortos y espacios reducidos, permitiendo recuperaciones completas.

Al igual que los trabajos de fuerza de resistencia localizada, los trabajos de velocidad aumentarán el metabolismo basal, por su alta exigencia cardiopulmonar y músculo-esquelética en el entrenamiento (Rosa, 2015). Hecho que conduce al aumento del gasto energético en reposo por la reparación y reconstitución proteica local.

Teniendo en cuenta que el mayor grado de satisfacción con el ejercicio realizado, lo manifestaron los obesos prepuberales que hicieron entrenamiento de velocidad y seguido por los que hicieron actividad pedestre; que el grupo con menor satisfacción con el ejercicio realizado fue el de la fuerza localizada; y que precisamente este grupo fue el que alcanzó a disminuir en mayor proporción el ICA sobre los dos primeros, se sugiere proponer que los programas de actividad física para obesos prepuberales deben contar con la mezcla de resistencia aeróbica continua, fuerza de resistencia localizada y repeticiones de velocidad de reacción y alta frecuencia de movimiento, para evitar la instalación de afecciones músculo-esqueléticas y sostener la motivación hacia el ejercicio físico.

CONCLUSIONES

El entrenamiento frecuente de la fuerza de resistencia en obesos prepuberales de un colegio de Bucaramanga disminuyó más los valores del ICA, que el entrenamiento frecuente de la resistencia aeróbica continua y que los ejercicios de reacción y frecuencia alta de movimiento.

El entrenamiento frecuente de la fuerza de resistencia en obesos prepuberales genera menos satisfacción que el entrenamiento frecuente de los ejercicios de reacción y frecuencia alta de movimiento y que la resistencia aeróbica continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blüher, S., Käpplinger, J., Herget, S., Reichardt, S., Böttcher, Y., Grimm, A., Kratzsch, J., & Petroff, D. (2017). Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (aFABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 68, 77-87. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2016.11.015>

Burgos, C., Henríquez-Olguín, C., Ramírez-Campillo, R., Mahecha Matsudo, S., & Cerda-Kohler, H. (2017). ¿Puede el ejercicio físico per se disminuir el peso corporal en sujetos con sobrepeso/obesidad? *Revista médica de Chile*, 145(6), 765-774. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872017000600765>

Calcaterra, V., Larizza, D., Codrons, E., De Silvestri, A., Brambilla, P., Abela, S., Arpesella, M., & Vandoni, M. (2012). Improved metabolic and cardiorespiratory fitness during a recreational training program in obese children. *Journal of pediatric endocrinology & metabolism: JPEM*, 26, 1-6. <https://doi.org/10.1515/jpem-2012-0157>

Calcaterra, V., Larizza, D., Codrons, E., De Silvestri, A., Brambilla, P.,

Abela, S., Arpesella, M., & Vandoni, M. (2013). Improved metabolic and cardiorespiratory fitness during a recreational training program in obese children. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism: JPEM*, 26(3-4), 271-276. <https://doi.org/10.1515/jpem-2012-0157>

Delgado-Floody, P., Espinoza-Silva, M., García-Pinillos, F., & Latorre-Román, P. (2018). Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: A pilot trial. *European Journal of Pediatrics*, 177(7), 1019-1027. <https://doi.org/10.1007/s00431-018-3149-3>

Fernández, J. C., Quiñones, I. T., Robles, Á. S., & Padilla, J. M. S. (2018). Revisión sistemática sobre los estudios de intervención de actividad física para el tratamiento de la obesidad (Systematic Review of Physical Activity Programs for the treatment of Obesity). *Retos*, 33, 261-266. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i33.52996>

Gobierno presenta Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia (ENSIN) 2015. Boletín de prensa 169 del 2017. (s. f.). Recuperado 27 de julio de 2021, de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Gobierno-presenta-Encuesta-Nacional-de-Situaci%C3%B3n-Nutricional-de-Colombia-ENSIN-2015.aspx>

Liria, R. (2012). Consecuencias de la obesidad en el niño y el adolescente: Un problema que requiere atención. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 29(3), 357-360. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-46342012000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es

López, M. L. P., & Martínez, L. G. (2015). Obesidad y complicaciones metabólicas en niños escolares de la Delegación Iztapalapa, D.F. *VERTIENTES*, 18(1), 11. <https://www.medigraphic.com/pdfs/vertientes/vre->

2015/vre151d.pdf

López Sánchez, G. F., López Sánchez, L., & Díaz Suárez, A. (2015). Efectos de un Programa de Actividad Física en la Composición Corporal de Escolares con TDAH. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 14(2), 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5552526>

OMS. (2021, junio 9). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Parra, R. (2018). *Carga física terapéutica*. cámara de comercio.

Pérez, E. C., Sandoval, M. J., Schneider, S. E., & Azula, D. L. A. (2008). EPI DEMIOLOGIA DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina*, 6.

Roldán, E. E., & S, D. E. R. (2013). Propuesta de prescripción del ejercicio en obesos. *Revista Politécnica*, 9(16), 75-84. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/332>

Rosa, A. (2015). Metabolismo energético y actividad física. *Efdeportes*, 206. <https://www.efdeportes.com/efd206/metabolismo-energetico-y-actividad-fisica.htm>

Scherr, R. E., Linnell, J. D., Dharmar, M., Beccarelli, L. M., Bergman, J. J., Briggs, M., Brian, K. M., Feenstra, G., Hillhouse, J. C., Keen, C. L., Ontai, L. L., Schaefer, S. E., Smith, M. H., Spezzano, T., Steinberg, F. M., Sutter, C., Young, H. M., & Zidenberg-Cherr, S. (2017). A Multicomponent, School-Based Intervention, the Shaping Healthy Choices Program, Improves Nutrition-Related Outcomes. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 49(5), 368-379.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2016.12.007>

Scull, R., & Esther, L. (2003). Obesidad: Fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. *Revista Cubana de Endocrinología*, 14(2), 0-0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-29532003000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Srinivasan, S. R., Bao, W., Wattigney, W. A., & Berenson, G. S. (1996). Adolescent overweight is associated with adult overweight and related multiple cardiovascular risk factors: The Bogalusa Heart Study. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 45(2), 235-240. [https://doi.org/10.1016/s0026-0495\(96\)90060-8](https://doi.org/10.1016/s0026-0495(96)90060-8)

Vizcaíno, F. M., Aguilar, F. S., Artalejo, F. R., Vizcaíno, V. M., Luz Domínguez Contreras, M., & Regidor, R. T. (2002). Prevalencia de la obesidad y mantenimiento del estado ponderal tras un seguimiento de 6 años en niños y adolescentes: Estudio de Cuenca. *Medicina Clínica*, 119(9), 327-330. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(02\)73406-4](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(02)73406-4)

Ximena, R. T., & Francisco, V. M. (2012). Actividad física en la prevención y tratamiento de la obesidad infantil. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(3), 218-225. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70304-8](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70304-8)

Ximena Raimann, T. (2011). Obesidad y sus complicaciones. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(1), 20-26. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(11\)70389-3](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(11)70389-3)