

## **Efectos sobre capacidades físicas y variables antropométricas del ejercicio en adolescentes**

**Effects on physical capacities and anthropometric variables of exercise in adolescents**

**Harold Daniel Rosas López<sup>1</sup>**

### **Resumen**

Ante la disminución de los niveles de actividad física de los adolescentes en las últimas décadas y dada la importancia de incrementar la actividad física entre dicha población, se pretende determinar los efectos sobre el consumo máximo de oxígeno, las capacidades físicas y las variables antropométricas de un programa polimotor de 12 semanas/6 horas/semana en comparación con uno de dos horas/semana en adolescentes entre 12 y 16 años. El estudio se desarrolló mediante un diseño pre y post entrenamiento, con grupo control y grupo intervención en 79 jóvenes (33 hombres, 46 mujeres). Se utilizó la batería EUROFIT para valorar: VO<sub>2</sub> máximo, fuerza, flexibilidad y velocidad. Para la valoración antropométrica se midió talla, peso, IMC y mediante impedancia bioeléctrica los porcentajes de grasa corporal y muscular. Los resultados pre y post entre grupo control y grupo intervención presentan significancia ( $p < 0,05$ ), en el VO<sub>2</sub> máximo ( $p = 0,00$ ) y fuerza abdominal ( $p = 0,03$ ). No obstante, las comparaciones pre y post de cada grupo, muestran significancia a favor del grupo intervención en todas las variables de capacidades físicas VO<sub>2</sub>máximo ( $p = 0,00$ ), flexibilidad ( $p = 0,00$ ), salto horizontal ( $p = 0,00$ ), exceptuando dinamometría ( $p = 0,20$ ) y fuerza abdominal ( $p = 0,10$ ). En cambio, el grupo control muestra significancia en flexibilidad ( $p = 0,00$ ). No hay cambio en las variables antropométricas. En conclusión, un programa polimotor de 12 semanas/6 horas/semana genera mejoras en el consumo máximo de oxígeno, las capacidades físicas, pero no en las variables antropométricas de los adolescentes.

**Palabras clave:** Actividad física, adolescentes, capacidad física, consumo de oxígeno, variables antropométricas.

Recibido: 30 de agosto de 2021 Aceptado: 15 de marzo de 2022  
*Received: 30 August 2021 Accepted: 15 March 2022*

### **Abstract**

Given the decrease in the levels of physical activity of adolescents in recent decades and given the importance of increasing physical activity among said population, it is intended to

---

<sup>1</sup> Magister en Actividad Física para la Salud, Especialista en Lúdica Educativa, Licenciado en Educación Física. Secretaría de Educación de Bogotá.

[hadarolo2004@yahoo.es](mailto:hadarolo2004@yahoo.es); [hdrosas@educacionbogota.edu.co](mailto:hdrosas@educacionbogota.edu.co)

determine the effects on maximum oxygen consumption, physical capacities, and anthropometric variables of a 12-week / 6-hour / week multi-motor program compared to a two-hour / week program for 12–16-year-old. The study was developed through a pre- and post-training design, with a control group and an intervention group in 79 young people (33 men, 46 women). The EUROFIT battery was used to assess: VO<sub>2</sub> max, strength, flexibility, and speed. For the anthropometric assessment, height, weight, BMI and percentages of body and muscle fat were measured using bioelectrical impedance. The pre- and post-results between the control group and the intervention group show significance ( $p < 0.05$ ), in VO<sub>2</sub> maximum ( $p = 0.00$ ) and abdominal strength ( $p = 0.03$ ). However, the pre- and post-comparisons of each group show significance in favor of the intervention group in all the variables of physical capacities VO<sub>2</sub>max ( $p = 0.00$ ), flexibility ( $p = 0.00$ ), horizontal jump ( $p = 0.00$ ), except dynamometry ( $p = 0.20$ ) and abdominal strength ( $p = 0.10$ ). In contrast, the control group shows significance in flexibility ( $p = 0.00$ ). There is no change in the anthropometric variables. In conclusion, a 12-week / 6-hour / week multi-motor program generates improvements in maximum oxygen consumption, physical capacities, but not in the anthropometric variables of adolescents.

**Keywords:** Physical activity, adolescents, physical abilities, oxygen consumption, anthropometric variables.

## Introducción

Diferentes estudios en adolescentes han demostrado una relación entre un bajo nivel de condición física y un alto riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares en la vida adulta, igualmente revelan la misma relación con el riesgo de enfermar y morir, afirmando que es más importante alcanzar un mejor nivel de condición física que la cantidad de actividad física que se realiza (Rosa-Guillamón, 2018; Martínez Vizcaíno & Mairena, 2008).

En Colombia como reflejo de la globalización los niños y jóvenes entre los 5 a 17 años presentan una alta prevalencia a las actividades sedentarias, como ver televisión o jugar videojuegos, en donde la población urbana con un mayor nivel socioeconómico se ve más afectada en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín (ENSIN, 2010). La prevalencia de tiempo excesivo frente a pantallas pasó del 67% en el año 2010 al 76,6% en el 2015 en adolescentes de 13 a 17 años en la ciudad de Bogotá (ENSIN, 2015).

En la Encuesta Bienal de Culturas 2009 se encontró que el 62,51% de la población mayor de 13 años en Bogotá tiene tendencia al sedentarismo, de este grupo si lo miramos por género, el porcentaje en mujeres es superior al de los hombres, y describe que entre más edad alcanzan las personas más aumenta la predisposición a quedarse quieto, de igual forma, a mayor nivel económico más sedentarias se vuelven (Secretaría de Cultura Recreación y Deporte, 2010).

El sedentarismo, la baja disposición hacia la actividad física y la relación existente en el consumo de alimentos ricos en calorías contribuyen al sobre peso y a la obesidad, implicando aumento de riesgo cardiovascular, afectando la calidad de vida de la población y repercutiendo en la mortalidad (Ebbeling & Ludwig, 2010). De acuerdo con las cifras de la OITF (International Obesity Task Force) el sobre peso y la obesidad afectan al 20% de los niños y adolescentes a nivel mundial (Kelly et al. 2013), mientras que, en Colombia uno de cada cinco adolescentes

(17,9%) presenta exceso de peso (ENSIN, 2015), entre tanto, en Bogotá el 13,2% de los jóvenes esta con sobre peso y según el sexo, el 16,5% en mujeres y el 9,6% en hombres (Velázquez et al. 2015).

En las pruebas Ser (Velázquez, et al. 2015) se aplicaron una serie de pruebas a 41.173 estudiantes de colegio entre los 13 y 20 años con el propósito de medir diferentes variables de la condición física, se encontró que el 53,3% de los escolares tienen un bajo nivel cardiorrespiratorio, pero si se compara por sexo el 61,6% es del grupo femenino, resultado muy superior a los encontrados en Europa, Norte y Suramérica.

Dada la importancia de combatir el sedentarismo e incrementar la actividad física entre los niños y jóvenes acercándolos a las recomendaciones de la OMS (2020), de 60 minutos diarios de actividad moderada o intensa para el mejoramiento de su condición física.

El presente estudio busca determinar los efectos sobre el consumo máximo de oxígeno, las capacidades físicas y las variables antropométricas de un programa polimotor de 12 semanas (6 horas/semana) en comparación con uno de dos horas/semana en adolescentes entre 12 y 16 años. Demostrando que a mayor frecuencia de sesiones de entrenamiento hay un incremento de cada una de las capacidades físicas de los estudiantes, evidenciando la necesidad de aumentar la intensidad horaria de la clase de educación física, como aporte en las políticas públicas educativas, ya que para muchos jóvenes es el único espacio que tienen para ejercitarse.

### **Metodología**

El diseño metodológico es cuantitativo, de tipo cuasiexperimental, no aleatorizado y

de comparación. Se ha seleccionado para el estudio a 79 estudiantes (33 hombres, 46 mujeres) del colegio Rafael Uribe Uribe de la localidad de Ciudad Bolívar de los grados octavo de la jornada de la tarde, entre los 12 a los 16 años (Tabla 1, datos demográficos).

El colegio está ubicado en una zona de bajo nivel socioeconómico. Para la selección de la muestra se realizó una presentación del proyecto a las directivas del colegio, a los padres de familia y a los estudiantes, quienes entraron al estudio voluntariamente mediante firma del consentimiento y asentimiento informado, siguiendo los lineamientos de la CIOMS (2016) y de acuerdo con la resolución 8430 (MinSalud, 1993).

Se aplicaron las siguientes pruebas antes y después del proceso de intervención:

Batería EUROFIT (Generaliat de Catalunya et al. 1998): VO2 máximo (course-navette), fuerza (abdominales en 30 segundos, dinamometría manual (Dinamómetro Carmy EH101) y salto horizontal, flexibilidad (sit and reach) y velocidad (5x10m).

Se hizo medición de la composición corporal: talla (Cinta métrica mecánica SECA), mediante impedancia bioeléctrica (báscula Tanita BC-1000plus) peso, Índice de Masa Corporal (IMC), los porcentajes de grasa corporal y muscular.

El programa polimotor aplicado busco diversidad de actividades con el fin de mantener la motivación en cada uno de los estudiantes que conformaron los grupos de investigación y de esta forma estimular su permanencia en el mismo, con el siguiente diseño:

Duración y frecuencia. Los jóvenes del Grupo Control (GC) 39 estudiantes (14

hombres, 25 mujeres) continuaron recibiendo la clase de educación física de 2 horas a la semana, mientras que los del Grupo Intervención (GI) 40 estudiantes (19 hombres, 21 mujeres) se les incremento dentro de la jornada escolar la clase de 2 horas diarias, tres veces por semana, durante 12 semanas.

**Carga.** El porcentaje general en distribución de las cargas en las sesiones de entrenamiento fue resistencia 50%, fuerza 30%, velocidad 10% y flexibilidad 10%.

**Intensidad.** Se trabajó de forma progresiva y ondulante, en su mayoría entre 5-8 de la nueva escala de percepción subjetiva del esfuerzo de Borg (1982).

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS versión 25. Se presenta el análisis descriptivo de las variables, con medidas de tendencia central (media  $\bar{X}$ ) y dispersión (desviación estándar DS). Verificando mediante pruebas.

La presencia de la normalidad (Shapiro Wilks) y homocedasticidad (ANOVA y Levene) de los grupos; si se cumplía con las dos características, se realizaron pruebas paramétricas (T-Student para muestras independientes) si no cumplía, se realizaron pruebas no paramétricas (U de Mann Whitney para muestras relacionadas, pre y post del mismo grupo, se aplicó pruebas paramétricas con la T de Student y no paramétricas con pruebas de Wilcoxon.

## Resultados

Los participantes al inicio del estudio fueron en total 79 estudiantes quienes cumplieron con los criterios de inclusión y no presentaron criterios de exclusión, 39 (49.3%) formaron parte del grupo control,

35.9% hombres y 64.1% mujeres, quienes sólo participaron de la clase normal de educación física una vez a la semana por dos horas. 40 formaron parte del grupo de intervención (50.7%), 47.5% hombres y 52.5% mujeres, los cuales participaron del programa polimotor con una intensidad de 3 veces por semana por dos horas (ver tabla 1 datos demográficos).

Los resultados se presentan como valores promedio ( $\bar{x}$ ) con su desviación estándar (DS) y nivel de significancia (p).

Tanto en el grupo control como en el grupo intervención antes de la implementación del programa polimotor las variables antropométricas no mostraron diferencias significativas entre los grupos; los cuales fueron similares en la mayoría de las capacidades físicas ( $p < 0,05$ ), excepto en la variable velocidad, en la cual se encontró diferencia a favor del grupo intervención (ver Tabla 1, resultados pre).

Al finalizar el proceso de intervención, no se encontró diferencia en los valores obtenidos entre los dos grupos de estudio, con excepción en la variable de velocidad, se identificó diferencia a favor del grupo intervención (ver tabla 1, resultados post).

**Tabla 1.**  
*Datos demográficos de la muestra de estudio, variables antropométricas y capacidades físicas de los grupos control e intervención, con resultados antes y después de la intervención, incluidas las diferencias de deltas.*

DATOS DEMOGRÁFICOS																	
VARIABLE	Grupo Control		Grupo Intervención		p.	RESULTADOS PRE				RESULTADOS POST				DIFERENCIA DE DELTAS			
	N	%	N	%		Grupo Control	Grupo Intervención	Grupo Control	Grupo Intervención	p.	Grupo Control	Grupo Intervención	p.	Grupo Control	Grupo Intervención	p.	
Total	39	49,3	40	50,7													
Hombres	14	35,9	19	47,5													
Mujeres	25	64,1	21	52,5													
Edad (años)	13,41	0,81	13,45	0,90	0,92												
Talla (cm)	154,69	6,91	156,28	7,93	0,34												
Peso (Kg)	48,10	6,89	46,81	7,98	0,44												
IMC	20,18	2,47	19,00	2,76	0,51												
%Muscular	48,99	5,82	49,98	6,14	0,46												
%Grasa	13,31	6,94	12,03	6,68	0,29												
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	41,33	4,21	40,87	3,63	0,60												
Dinamometría	25,21	4,74	27,17	7,32	0,45												
Flexibilidad (cm)	5,64	7,68	3,61	7,74	0,24												
Salto horizontal (cm)	160,67	26,53	157,85	27,34	0,60												
Abdominales (s)	20,36	3,87	19,70	4,36	0,38												
Velocidad (m/s)	2,24	0,24	2,28	0,19	0,00*												

\* Significancia estadística  $p < 0,05$ .

**Fuente:** Construcción propia

La diferencia de medias entre los datos iniciales y finales de cada grupo con una significancia estadística ( $p < 0,05$ ) demostraron cambio en las variables de VO<sub>2</sub> máx. y abdominales. En las demás variables peso, IMC, % muscular, % grasa, % grasa tronca, dinamometría, flexibilidad, salto horizontal y velocidad no demostraron cambio estadístico (ver tabla 1, diferencia de deltas).

**Tabla 2.**  
*Cambios en las variables antropométricas y capacidades físicas de los grupos control e intervención, respectivamente, al finalizar el programa de entrenamiento.*

VARIABLE	GRUPO CONTROL					GRUPO INTERVENCIÓN						
	PRE		POST		p.	% Cambio	PRE		POST		p.	% Cambio
	̄	DS	̄	DS			̄	DS	̄	DS		
Peso (Kg)	48,10	6,89	49,23	7,04	0,00*	2,35	46,81	7,98	47,95	7,84	0,00*	2,44
IMC	20,18	2,47	20,52	2,52	0,01*	1,68	19,00	2,76	19,47	2,34	0,00*	2,47
%Muscular	48,99	5,82	47,34	5,28	0,00*	-3,37	49,98	6,14	49,27	5,81	0,00*	-1,42
% Grasa	13,31	6,94	15,14	6,65	0,00*	13,75	12,05	6,68	12,94	6,82	0,00*	7,56
VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min)	41,33	4,21	41,79	3,74	0,30	1,11	40,87	3,63	43,53	3,73	0,00*	6,51
Dinamometría	25,21	4,74	26,35	5,73	0,20	4,52	27,17	7,32	27,78	7,01	0,20	2,25
Flexibilidad (cm)	5,64	7,68	8,41	6,31	0,00*	49,11	3,61	7,74	7,21	6,64	0,00*	101,39
Salto horizontal (cm)	160,97	26,35	159,44	26,98	0,46	-0,95	157,88	27,34	164,80	26,14	0,00*	4,40
Abdominales (#)	20,56	3,87	20,90	4,17	0,85	1,65	19,70	4,56	21,50	4,08	0,10	9,14
Velocidad (m/s)	2,24	0,24	2,28	0,19	0,05	1,79	2,28	0,19	2,40	0,16	0,00*	5,26

\* Significancia estadística  $p < 0,05$ .

**Fuente:** Construcción propia

En el grupo control, las variables antropométricas (peso, IMC, %Muscular, %Grasa y %Grasa Tronco) demostraron un cambio estadístico desfavorable después del programa de intervención. La variable de flexibilidad mostró significancia favorable. En las demás variables, VO<sub>2</sub> máx, dinamometría, salto horizontal, abdominales y velocidad no hubo un cambio estadístico (ver tabla 2).

Después de finalizado el programa el grupo intervención presentó un cambio en la significancia estadística desfavorable en todas las variables antropométricas, y favorable para el VO<sub>2</sub> máx, flexibilidad y salto horizontal. Las variables

dinamometría ( $p=0,20$ ) y abdominales ( $p=0,10$ ) no presentaron cambios (ver tabla 2).

**Tabla 3.**  
*Hombres: datos demográficos de la muestra de estudio, variables antropométricas y capacidades físicas de los grupos control e intervención, con resultados antes y después de la intervención, incluidas las diferencias de deltas.*

VARIABLE	DATOS DEMOGRAFICOS														
	Grupo Control					Grupo Intervención									
	N	%	N	%		N	%	N	%						
Hombres	14	35,0	19	47,5											
	RESULTADOS PRE														
	̄	DS	̄	DS	p.	RESULTADOS POST					DIFERENCIA DE DELTAS				
						Grupo Control		Grupo Intervención		Grupo control		Grupo intervención			
Edad (años)	13,36	0,74	13,68	1,00	0,44	̄	DS	̄	DS	p.	̄	DS	̄	DS	p.
Talla (cm)	158,95	6,42	158,97	9,43	0,99	49,15	6,56	47,51	8,91	0,56	1,20	0,80	1,38	0,93	0,56
Peso (Kg)	47,95	6,34	46,13	8,82	0,51	19,45	2,19	18,78	1,67	0,32	0,29	0,67	0,97	1,57	0,10
IMC	19,17	2,33	17,81	2,35	0,11	3,60	0,54	3,60	0,41	0,09	0,39	0,55	0,73	-0,94	1,10
%Muscular	53,47	3,76	55,04	4,28	0,28	52,92	3,60	54,11	4,09	0,39	0,55	0,73	-0,94	1,10	0,26
% Grasa	7,68	3,25	6,16	1,83	0,11	8,01	3,06	6,79	2,06	0,21	0,33	1,12	0,63	0,62	0,47
VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min)	44,14	4,83	42,88	3,24	0,33	44,61	3,64	46,31	3,14	0,17	0,53	3,64	3,48	2,39	0,03*
Dinamometría	27,93	5,91	30,95	8,97	0,28	29,58	7,34	32,21	7,53	0,32	1,66	2,69	1,26	3,42	0,72
Flexibilidad (cm)	3,92	7,21	1,02	7,42	0,27	6,71	3,77	7,21	6,11	0,81	2,79	3,81	6,18	3,89	0,01*
Salto horizontal (cm)	183,17	22,31	179,05	21,26	0,54	184,29	23,94	182,63	23,33	0,84	0,57	14,73	3,58	11,96	0,52
Abdominales (#)	22,36	2,34	22,74	4,08	0,75	23,93	2,81	23,89	3,29	0,97	1,57	3,27	1,16	2,81	0,70
Velocidad (m/s)	2,44	0,16	2,44	0,11	0,92	2,43	0,13	2,51	0,13	0,95	-0,01	0,09	0,07	0,09	0,01*

\* Significancia estadística  $p < 0,05$ .

**Fuente:** Construcción propia

Al inicio del estudio se observa que hay igualdad estadística en los hombres que conformaron el grupo control ( $n=14$ ) y el grupo intervención ( $n=19$ ). Los grupos intervención y control al finalizar el estudio no reflejan una diferencia estadística en ninguna de las variables. En diferencia de deltas obtenidas en hombres hay significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en las variables VO<sub>2</sub> máx.  $p=0,01$ , flexibilidad ( $p=0,01$ ), y velocidad ( $p=0,01$ ) a favor del grupo intervención. Las demás variables no presentan significancia estadística (ver tabla 3).

Al inicio del estudio las mujeres del grupo control ( $n=25$ ) y las mujeres del grupo intervención ( $n=21$ ) muestran igualdad estadística en todas las variables. En la comparación de resultados al finalizar el estudio entre las mujeres de los dos grupos estadísticamente no se alcanzó significancia ( $p < 0,05$ ) en ninguna de las

variables. La diferencia de deltas entre los grupos control e intervención en mujeres muestran significancia ( $p < 0,05$ ) en favor del grupo intervención en las variables VO2 máx. ( $p = 0,02$ ), salto horizontal ( $p = 0,00$ ), abdominales ( $p = 0,01$ ) y velocidad ( $p = 0,01$ ). En las demás variables no se aprecia significancia (ver tabla 4).

**Tabla 4.**  
 Mujeres: datos demográficos de la muestra de estudio, variables antropométricas y capacidades físicas de los grupos control e intervención, con resultados antes y después de la intervención, incluidas las diferencias de deltas.

VARIABLE	DATOS DEMOGRÁFICOS				RESULTADOS PRE								RESULTADOS POST								DIFERENCIA DE DELTAS							
	Grupo Control		Grupo Intervención		Grupo Control				Grupo Intervención				Grupo Control				Grupo Intervención											
	N	%	N	%	̄	DS	̄	DS	p.	̄	DS	̄	DS	p.	̄	DS	̄	DS	p.									
Mujeres	25	64,1	21	52,5																								
Edad (años)	13,44	0,87	13,24	0,76	0,43																							
Talla (cm)	152,30	6,05	153,85	5,43	0,36	̄	DS	̄	DS	p.	̄	DS	p.	̄	DS	̄	DS	p.	̄	DS								
Peso (Kg)	48,19	7,30	47,43	7,31	0,72	49,27	7,42	48,35	6,92	0,67	1,07	1,36	0,92	1,60	0,75													
BMC	20,74	2,40	20,08	2,70	0,23	21,12	2,53	20,61	2,56	0,66	0,38	0,91	0,52	0,74	0,38													
%Muscular	46,48	5,26	45,40	5,28	0,86	44,22	2,96	44,89	2,91	0,44	2,26	3,52	4,50	1,62	0,53													
%Grasa	16,47	6,46	17,34	4,63	0,96	19,14	4,34	18,51	4,30	0,62	2,66	3,95	1,17	1,65	0,60													
VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min)	39,76	3,11	39,11	3,07	0,47	40,18	2,73	41,01	2,06	0,49	0,42	1,95	1,90	3,24	0,02*													
Dimanometría	23,70	3,16	23,74	2,52	0,95	24,55	3,65	23,76	3,02	0,43	0,85	2,34	0,01	2,05	0,20													
Flexibilidad (cm)	6,62	0,91	5,95	0,74	0,77	9,36	6,51	7,33	6,93	0,34	2,74	4,58	1,38	4,94	0,59													
Salto horizontal (cm)	148,24	19,38	138,67	16,10	0,07	145,32	16,74	148,67	16,33	0,32	2,72	12,06	10,00	10,48	0,00*													
Abdominales (s)	19,56	4,23	16,95	2,99	0,05	19,20	3,87	19,33	3,51	0,90	0,36	4,88	2,38	3,24	0,01*													
Velocidad (m/s)	2,13	0,20	2,14	0,13	0,57	2,20	0,17	2,30	0,11	0,41	0,07	0,13	0,15	0,09	0,01*													

\* Significancia estadística  $p < 0,05$ .

**Fuente:** Construcción propia

## Discusiones

Los resultados obtenidos para determinar los efectos sobre el consumo máximo de oxígeno, las capacidades físicas y las variables antropométricas de un programa polimotor de 12 semanas de duración con una frecuencia de seis horas por semana arrojan significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en las diferencias de deltas en las variables VO2 máx ( $p = 0,00$ ) y abdominales ( $p = 0,03$ ) en comparación a un programa de iguales características de dos horas por semana en los jóvenes entre 12 y 16 años (Tabla 1). Estos hallazgos son afines a los encontrados por Ardoy et al. (2011), en donde el programa de 16 semanas (4

sesiones por semana de 55 minutos sesión), tuvo significancia estadística en comparación a otro de tan solo 2 horas por semana, en las variables de VO2 máximo, flexibilidad y velocidad, pero no tuvo mejoras sobre la fuerza muscular y la composición corporal. Del mismo modo, otros estudios similares encontraron significancia en la diferencia del VO2 máximo, en el salto horizontal y flexibilidad (Vidal Barbier et al. 2009).

Al realizar las comparaciones separadas entre los dos grupos de los resultados pre y post (Tabla 2) se aprecian cambios significativos a favor del grupo intervención (GI) en las variables VO2 máx, flexibilidad y salto horizontal. Por el contrario, los resultados del grupo control (GC) exponen que hubo significancia favorable solamente en la variable de flexibilidad. Con esto se muestra que dichos cambios favorables del GI se deben a una adaptación más eficiente del organismo provocada por una mayor estimulación en el entrenamiento, que generó ajustes metabólicos con el propósito de aumentar la capacidad física de trabajo, por un lado, aumentando el potencial anaeróbico en la producción de energía, y por el otro, al incrementar en el tejido muscular su capacidad oxidativa mejorando la utilización de grasas e hidratos de carbono, que se reflejan en la mejora del consumo de oxígeno y en el mejoramiento de la condición física general (García Manso et al. 1996; Bouchard, 1995).

Efectos en el VO2 máximo y la resistencia: Los efectos producidos por el programa polimotor en la resistencia aeróbica, representada por el consumo de oxígeno, muestran que hubo significancia en la diferencia de deltas favoreciendo al GI así también este mismo comportamiento se evidencia en hombres y en mujeres

(Tablas 1, 3 y 4). En las comparaciones separadas por grupos pre y post también se encontró significancia en el GI (Tabla 2).

En cuanto al porcentaje de cambio (Tabla 2) vemos que reafirma que el programa de entrenamiento ejerció mayores adaptaciones (en densidad capilar, tamaño y número de mitocondrias, actividad enzimática oxidativa (Ramírez et al. 2012) en el GI (%=6,51), con relación a lo que produjo en el GC (%=1,11).

Con una media sobre los 13 años, los dos grupos iniciaron el estudio con un VO2 máximo arriba 42ml/kg/min en hombres y sobre 39ml/kg/min en mujeres (Tablas 3 y 4), que los ubica en un nivel de capacidad aeróbica saludable VO2máx  $\geq 41,1$ ml/kg/min para hombres y  $\geq 39,7$ ml/kg/min para mujeres, según la edad. (FITNESSGRAM, 2011; Velázquez, et al. 2015), y teniendo en cuenta que las mejoras fisiológicas en el consumo de oxígeno se adquieren después del entrenamiento entre 10 a 12 semanas a un 60% a 70% del VO2 máximo (Daniels & Oldridge, 1971), que para efectos didácticos corresponden al 70 a 80% de la FC, 4-5 escala Borg. En consecuencia, es normal que el mejoramiento en el VO2máximo no haya sido más alto debido a que el programa de intervención finalizó en la etapa más sensible de su desarrollo, además que, a mayor nivel inicial de acondicionamiento, la mejora relativa es menor para el mismo programa de entrenamiento (Ramírez et al. 2012).

Los contrastes encontrados en la diferencia de deltas (GI) en la mejora del VO2 máximo entre hombres (3,49 ml/kg/min) y mujeres (1,90ml/kg/min) (Tablas 3 y 4) se deben en gran parte a las diferencias relacionadas con el género por factores hormonales y en la composición corporal, ya que ellas tienen menores niveles de

hemoglobina, más grasa corporal y son físicamente menos activas producto de elementos socioculturales. También, dichas diferencias hacen que los valores de VO2 máximos (ml/kg/min) para hombres y mujeres que tienen el mismo nivel de actividad física sean distintos (FITNESSGRAM, 2011; Ramírez et al. 2012; Guzmán, 2010).

Efectos en la fuerza: Los resultados obtenidos en las variables relacionadas con la fuerza, como son dinamometría, abdominales y salto horizontal, que miden la capacidad musculo esquelética del cuerpo, muestra significancia, en la diferencia de deltas, en abdominales en la comparación pre y post entre grupos control e intervención (Tabla 1). En un análisis de los resultados pre y post de cada grupo (Tabla 2) se observan diferencias con significancia del GI en salto horizontal, además de un aumento en el porcentaje de cambio hacia el GI en las tres variables.

En la comparación entre mujeres (Tabla 4), en las variables de abdominales y salto horizontal el GI logró una mejora significativa reflejada en la diferencia de deltas.

De acuerdo la media de edad, según el estudio HELENA (Ortega et al. 2011), los datos arrojados en fuerza prensil (dinamometría) muestran que los dos grupos se encuentran en un nivel saludable, con rangos mínimos de  $\leq 21,4$ kg para varones y  $\leq 19,9$ kg para señoritas. En hombres (Tabla 3) su estado inicial los ubica dentro de nivel alto, con mejor diferencia del GI al final del programa con 32,21 kg nivel muy alto. Mientras las mujeres (Tabla 4) permanecieron dentro del nivel medio (rangos entre 22,6-24,8kg). Los registros en la variable salto horizontal, que valora

la fuerza explosiva del tren inferior, muestran que, la media de cada uno de los grupos los ubica en condición saludable, dando a los varones una clasificación en alto (rango de 168-184cm), entre tanto, a las jóvenes del GC, con un rango de 134-147cm, las clasifica en medio, en donde las mujeres del GI demostraron mejora, terminando clasificadas en nivel alto (148-163cm). En fuerza abdominal, según EUROFIT (Generalitat de Catalunya et al. 1998) los dos grupos en las pruebas pre y post permanecieron por encima de la media (21,30 para hombres y 18,17rep/30seg. para mujeres), con excepción de las niñas del GI, dado que estaban por debajo de la misma, demostrando al final del estudio un mayor progreso que las ubica en la media.

Con referencia en las Pruebas Ser (Velázquez, et al. 2015), en fuerza prensil el 69,9 % de los jóvenes en Bogotá presenta baja capacidad muscular en extremidades superiores y el 62,8% en extremidades inferiores, en contraste, los adolescentes de la muestra intervenida en la presente investigación están por encima de la media. Estos hallazgos suponen que la intervención desarrollada ha generado mejoras en esta capacidad física, que son más notorios en las niñas del GI debido a que recibieron más estimulación en comparación con las niñas del GC, además que su nivel de acondicionamiento físico era menor y los cambios de fuerza muscular son más notorios en sujetos no entrenados, los que suceden en las etapas iniciales del entrenamiento (Heredia et al. 2007). Esta mejora de la fuerza puede atribuirse al aumento de los niveles de activación neuromuscular y a los cambios propios en las características contráctiles del músculo, más que a la ganancia de masa muscular, ya que en los resultados se aprecia que no hubo aumento del porcentaje muscular.

En consecuencia, los resultados obtenidos son relevantes, puesto que la fuerza muscular es un indicador de salud cardiovascular y predictor de la morbilidad cardio metabólica en jóvenes, asociada al desarrollo de problemas posteriores en edad adulta como disminución en la capacidad cardiorrespiratoria, dislipidemia, rigidez arterial y obesidad (Velázquez, et al. 2015). De aquí la importancia de los efectos provocados por programa entrenamiento aplicado para la conservación y mejoramiento de la capacidad muscular.

Efectos en la velocidad: Mediante de la prueba 5x10m se midió la velocidad de desplazamiento, esta prueba arrojó como resultado, en la comparación de grupos GC-GI (Tabla 1), significancia estadística a favor del GI en las pruebas pre y dicha significancia se mantuvo en las pruebas post. Lo mismo ocurrió en la comparación entre cada grupo (Tabla 2) en donde el GI alcanzó significancia. En la comparación en hombres (Tabla 3) entre los dos grupos solamente se obtuvo significancia de deltas hacia el GI, estos resultados se comportaron de similar forma en las mujeres (Tabla 4) con significancia en la delta que favoreció al GI. En cuanto a los valores encontrados en mujeres, el GI también consiguió significancia en la diferencia de deltas.

En consecuencia y a pesar de que el GI presento mayor velocidad desde el principio en comparación con el GC, sí se observa que hubo un incremento de esta en el GI, sin embargo, no se puede afirmar que el programa de intervención mejoró la velocidad, pero sí ayudo en el mantenimiento de esta. En este sentido, el mejoramiento de la velocidad está asociado con la fuerza muscular, debido a la coordinación intramuscular, a la velocidad de contracción de las fibras

musculares, que está en correlación con el porcentaje de fibras FT y a la fuerza de contracción de las fibras musculares implicadas, según la sección transversal o grosor del músculo (Weineck, 2005).

**Efectos en la flexibilidad:** La valoración de la flexibilidad se realizó mediante la prueba de sit and reach, cuyo objetivo es medir la flexibilidad del tronco. Al comparar los resultados entre el GC y el GI (Tabla 1), entre las pruebas pre y post no hay significancia estadística. En la comparación separada de los resultados pre y post entre cada grupo (Tabla 2), el GC y el GI obtuvieron significancia, sin embargo, el GI presentó mayor porcentaje de cambio (101,39%), mientras que en el GC fue menor (49,9%). En hombres (Tabla 3), en comparación pre y post de los dos grupos, se arrojó significancia hacia el GI solamente en la diferencia de deltas. En mujeres (Tabla 4) en comparación de los dos grupos de las pruebas pre y post y diferencia de deltas no se alcanzó ninguna significancia.

En referencia con otros estudios similares, en cuanto a los efectos producidos en la flexibilidad, Sainz de Baranda (2009) encontró significancias en favor del grupo intervención luego de una intervención de 31 semanas, mientras que Ardoy et al. (2011) no encontraron cambios significativos en 16 semanas.

En cuanto a los hallazgos del presente estudio se encuentra que, los varones del GI presentaron mejores resultados al recibir mayores sesiones de entrenamiento en comparación al sus pares del GC, hecho realmente importante y destacable, ya que la flexibilidad en los varones no se desarrolla tan fácilmente, debido a que además del entrenamiento existen otros factores que determinan su desarrollo, como los que menciona Farfel (1979), a un

componente genético, en adición a que la flexibilidad es mayor en el sexo femenino, puesto que, el mayor nivel de estrógenos produce más retención de agua, un porcentaje mayor de tejido adiposo, y consecuencia menor masa muscular, aumentando así la capacidad de estiramiento, dado que la densidad del tejido es menor. En consecuencia, los dos grupos de mujeres (GC y GI) mejoraron, por lo que no se alcanzó a mostrar una diferencia significativa.

Por lo anterior, el desarrollo óptimo de la flexibilidad debe realizarse con más especificidad, dado que esta es diferente para cada articulación, además de tener particularidades según la edad, sexo y nivel de entrenamiento (Martínez, 2010).

**Variables antropométricas:** Los resultados obtenidos en las variables antropométricas (talla, peso, IMC, %Muscular y %Grasa) al inicio del estudio muestran igualdad en los dos grupos (GC y GI) y dicha igualdad se mantiene al final de la intervención (Tabla 1). Ahora bien, ambos grupos sí presentaron algunos cambios en cada una de las variables, no obstante, estos cambios no afectaron de forma importante la composición corporal y pudieron ser causados por otros factores no controlados en el estudio, como la ingesta de alimentos o la maduración sexual, ya que esta última puede tener efectos en el metabolismo por las implicaciones hormonales de la pubertad (Camacho-Cardenosa et al. 2016).

En consecuencia, la intervención no generó mayor efecto en las variables antropométricas, concordando con otros estudios (Ardoy et al. 2011). Esto en relación con

que todos los jóvenes que participaron del estudio se encontraban con índices bajos en grasa y peso saludable.

Teniendo como referencia la edad media de los grupos, la cual está sobre los 13 años, se ubican dentro de un IMC normal peso 16,7-21,2 para hombres y 16,9 a 22,2 para mujeres (MinSalud, 2010). En relación con la salud, los factores más relevantes son el IMC (índice de masa corporal), el contenido de grasa corporal, la distribución de grasa subcutánea, la distribución de grasa visceral o abdominal y la densidad ósea. Es por esto por lo que, “las mediciones antropométricas establecen el tamaño y la composición del cuerpo y reflejan una ingesta adecuada o excesiva, el ejercicio insuficiente o las enfermedades”. (OMS, 1995)

### **Conclusiones**

Basado en los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que, los efectos de un programa polimotor de 12 semanas de duración con una frecuencia de seis horas por semana en adolescentes de 12 a 16 años produce mejoras significativas en

el consumo máximo de oxígeno y en la fuerza abdominal. Además, produce incrementos en los porcentajes de cambio de las capacidades físicas y mantiene las variables antropométricas estables en personas con peso saludable, pero no es suficiente para generar cambios estadísticamente significativos.

En contraste, un programa polimotor de 12 semanas, 2 horas por semana mantiene las variables antropométricas y la condición física, genera menos cambios favorables en las capacidades físicas y no produce significancia en el consumo máximo de oxígeno.

Por lo tanto, a más semanas de entrenamiento con mayor número de sesiones hay mejores resultados en los componentes de la condición física relacionados con la salud en los hombres y en las mujeres adolescentes.

### **Referencias**

- Ardoy, D., Fernández-Rodríguez, J.M, Ruíz, J.R, Chillón, P., España-Romero, V., Castillo, M. J. & Ortega, F. B. (2011). Mejora de la condición física en adolescentes a través de un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT. *Rev Esp Cardiol (España)*, 64 (6) 484-491. doi.org/10.1016/j.recesp.2011.01.009
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* (U.S.A.); 14 (5): 377-381. doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012
- Bouchard, C. (1995). Individual differences in the response to regular exercise. *Int J Obes Relat Metab Disord (England)*. 19 (4) S5-8.
- Camacho-Cardenosa, A., Brazo-Sayavera, J., Camacho-Cardenosa, M., Marcos-Serrano, M., Timón, R., & Olcina, G. (2016). Efecto de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la grasa corporal en adolescentes. *Rev. Esp. de Salud Pública*, (90)21
- Daniels, J., & Oldridge, N. (1971). Changes in oxygen consumption in young boys during growth and running training. *Med. Sci. Sports*, 3, 161-162. Recuperado de

[https://journals.lww.com/acsm-mse/Abstract/1971/00340/Changes\\_in\\_oxygen\\_consumption\\_of\\_young\\_boys\\_during.4.aspx](https://journals.lww.com/acsm-mse/Abstract/1971/00340/Changes_in_oxygen_consumption_of_young_boys_during.4.aspx)

Ebbeling, C., & Ludwig, D. (2010). Pediatric obesity prevention initiatives: more questions than answers. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 164(11), 1067-1069. doi:10.1001/archpediatrics.2010.186

ENSIN. (2010). Resumen ejecutivo ENSIN Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá: Ministerio de Salud. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/libro%20ensin%202010.pdf>

ENSIN. (2015). ENSIN: Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/ensin-colombia-2018.pdf>

Farfel, W. (1979). Sensomotorische und physische Fähigkeiten. *Leistungssport*, 9 (1) 31-34.

Fitnessgram. (2011). The Cooper Institute: Physical fitness test. Dallas, TX. Recuperado de <https://www.cde.ca.gov/ta/tg/pf/documents/pft13hfzcharts.pdf>

García Manso, J. M., Navarro, M., & Ruíz, J. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.

Generalitat de Catalunya; Departament de la Presidència; Secretaria General d'Esport. (1998). EUROFIT, la bateria Eurofit en Catalunya. Barcelona: Catalunya Direcció General d'Esport. Recuperado de <https://www.edu.xunta.gal/centros/iesortigueira/system/files/u6/EUROFIT.pdf>

Guzmán, R. (2010). Valoración Médico Deportiva: Aspectos biopsicosociales relacionados con las actividades físicas y deportivas en niños y adolescentes. *Revista Clínica de Medicina Familiar (España)*, 3 (3), 192-200. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2010000300007&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2010000300007&lng=es&tlng=es).

Heredia, J., Costa, M., Chulvi, I., Donate, F., & Soro, J. (2007). Determinación de la Carga de Entrenamiento para la Mejora de la Fuerza orientada a la Salud (Fitness Muscular). *Publice (Argentina)*, 0:1-11. Recuperado de <https://g-se.com/determinacion-de-la-carga-de-entrenamiento-para-la-mejora-de-la-fuerza-orientada-a-la-salud-fitness-muscular-794-sa-K57cfb27188271>

- Kelly, A. S., Barlow, S., Rao, G., Inge, T., Hayman, L., & Steinberger, J. (2013). Severe obesity in children and adolescents: identification; associated health risks, and treatment approaches: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128, 1689-1712. doi: 10.1161/CIR.0b013e3182a5cfb3.
- Martínez Vizcaíno, V., y Mairena, S. L. (2008). Relación entre actividad física y condición física en niños. *Revista Española de Cardiología*. 61 (2), 108-111. doi.org/10.1157/13116196
- Martínez, V. (2010). *Actividad física, salud y calidad de vida*. Madrid: Fundación Estudiantes.
- MinSalud. (1993). Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 8430 de 4 de octubre de 1993. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- MinSalud. (2010). Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2121 de 9 de junio de 2010. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2121-de-2010.pdf>
- Organización Mundial para la Salud, OMS. (1995). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. p.2. Recuperado de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9241208546>
- Organización Mundial para la Salud, OMS. (2020). Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. p.10. Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>
- Organización Panamericana y Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, CIOMS. (2016). Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada para la salud con seres humanos. Ginebra: Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, CIOMS.
- Ortega, F., Artero, E., Ruiz, J., España, V., Jiménez, D., Vicente, G.,...Castillo, M. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *British journal of sports medicine*, 45 (1), 20-29. Recuperado de <http://doi.org/10.1136/bjsm.2009.062679>
- Ramírez, J., Muros, J., Morente, J., Sánchez, J., Femia, P., y Zabala, M. (2012). Efecto de un programa de entrenamiento aeróbico de 8 semanas durante las clases de educación física en adolescentes. *Nutrición Hospitalaria (España)*. 27 (3), 747-754. Recuperado de [https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n3/10\\_original\\_07.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n3/10_original_07.pdf)

- Rosa-Guillamón, A. (2019). Análisis de la relación entre salud, ejercicio físico y condición física en escolares y adolescentes. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM (España)*20(1), 1-15. Recuperado de <http://doi.org/10.29035/rcaf.20.1.1>
- Sainz de Baranda, P. (2009). El trabajo de la flexibilidad en educación física: Programa de intervención. *Cultura, Ciencia y Deporte (España)*. 4 (10), 33-38. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1630/163013094006.pdf>
- Secretaría de Cultura Recreación y Deporte. (2010). Actividad Física y Sedentarismo en Bogotá. Boletín Informativo del Observatorio de Culturas, N° 8. Recuperado de [https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/adjuntos\\_paginas\\_2014/3.8\\_boletin\\_n.8\\_-\\_actividad\\_fisica\\_.pdf](https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/adjuntos_paginas_2014/3.8_boletin_n.8_-_actividad_fisica_.pdf)
- Velázquez, A. M., Mejía Delgadillo, A., Bromberg, P., Morán, A. Y., Pérez, M. A., Cortés, E., ... & de Integración Interinstitucional, S. (2015). Pruebas ser: Evaluando nuevas formas de aprender: Bienestar físico, ciudadanía y convivencia. p 8-19. Recuperado de <http://repositoriosed.educacionbogota.edu.co/handle/001/532>
- Vidal Barbier, M., Vidal Almiñana, T., y Almena Zamorano, M. (2009). Valoración de la Condición Física en Jóvenes Medida en dos Momentos Temporales Separados por 16 Años. *G-SE (Argentina)*. Recuperado de <https://g-se.com/valoracion-de-la-condicion-fisica-en-jovenes-medida-en-dos-momentos-temporales-separados-por-16-anos-1179-sa-L57cfb271d2288>
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento Total*. Barcelona: Paidotribo.