

## **INFLUENCIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO INTERMITENTE DE ALTA INTENSIDAD, SOBRE EL VO<sub>2</sub>MAX, PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL Y RESISTENCIA MUSCULAR EN ESTUDIANTES DE ENSEÑANZA MEDIA.**

<sup>1</sup>Aravena-Kenigs, O., <sup>1</sup>Cárcamo-Espinoza, D., <sup>2</sup>Martínez-Salazar, C., <sup>2</sup>Carrasco-Alarcón, V., <sup>2</sup>Díaz-Bustos, E. (cmartin@ufro.cl)

<sup>1</sup>Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile; <sup>2</sup>Departamento de Educación Física, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

Recibido: Marzo, 2014; Aceptado: Mayo, 2014.

### **RESUMEN**

**Objetivo:** el propósito del estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIT) sobre las variables consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>máx), porcentaje de grasa corporal y resistencia muscular, en estudiantes sedentarios de enseñanza media. **Métodos:** el estudio es de tipo cuasi-experimental y consta de una muestra de 23 sujetos (n=23) elegidos de manera intencionada, 14 mujeres y 9 hombres, de un colegio particular subvencionado de la comuna de Paillaco. Se midió VO<sub>2</sub>máx a través del Test de Naveta, porcentaje de grasa corporal utilizando bioimpedancia eléctrica y el rendimiento en pruebas de resistencia muscular de sentadillas, abdominales y flexiones de brazos; posteriormente se aplicaron 24 sesiones de HIIT, 2 veces por semana, y se comparó los resultados del pre y post test sobre las variables mencionadas, utilizando la prueba estadística t de Student (SPSS V18). **Resultados:** con un programa de HIIT de 24 sesiones, se encontró un aumento significativo (p<0,05) en la variables VO<sub>2</sub>máx, disminución significativa en el porcentaje de grasa corporal y aumento en la resistencia muscular en las pruebas de brazos, piernas y abdominales. **Conclusiones:** Un programa de HIIT, 2 veces por semanas sería suficientes para producir cambios en la composición corporal de los sujetos, mejorar su VO<sub>2</sub>máx y la resistencia muscular. Se recomienda utilizar este modelo en alumnos sedentarios, como un método efectivo y eficiente en cuanto a tiempo, tipo de ejercitación y mejora de rendimiento. **Palabras claves:** HIIT; consumo máximo de oxígeno; porcentaje de grasa corporal; resistencia muscular; estudiantes.

### **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** the purpose of this study was intended to determine the effects of a high-intensity interval training (HIIT) program by considering variables of maximum oxygen consumption (VO<sub>2</sub> max), body fat percentage and muscular endurance on secondary school students. **METHODS:** 23 subjects (n=23) were chosen on this quasi-experimental study; (fourteen women and nine men) from a semi-private school in Paillaco. VO<sub>2</sub> max was measured by Course Navette test, body fat percentage by using bioelectrical impedance and performance on endurance tests of squats, crunches and push-ups. Then, 24 sessions of HIIT were developed twice a week and the pre and post results were compared over the mentioned variables by using the Student's t-distribution

statistic (SPSS V18). **RESULTS:** With a 24 sessions HIIT program, a significant improvement ( $p < 0,05$ ) was found on the variables  $VO_2$  max, significant reduction of body fat percentage and an increase muscular endurance on abdominal arms, legs and abdominal tests. **CONCLUSION:** A HIIT program, developed twice a week, would be sufficient to produce changes on the body composition of the subjects; improve their  $VO_2$  max and muscular endurance. It is suggested to use this model on sedentary students as an effective and efficient method in relation to training periods and performance enhancement. **KEYWORDS:** HITT; maximum oxygen consumption; body fat percentage; muscular endurance; students.

## INTRODUCCION

El Ministerio de Salud (MINSAL), en la Encuesta Nacional de Salud (2009-2010), indica que el porcentaje de sedentarismo de tiempo libre alcanzó una tasa de prevalencia del 75,9% por cada 100 habitantes para el rango etario de 15 a 24 años. Estos niveles han aumentado en la población general y se incrementan desde los 17 años en adelante especialmente en las mujeres. Mientras que la prevalencia de sobrepeso y obesidad, para el mismo rango etario son del 26,9% y 10,9%, respectivamente.

El informe del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) de Educación Física del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2010), indica que a nivel nacional el 25 % alumnos registra sobrepeso, mientras que el 16% presenta algún grado de obesidad. En cuanto a la resistencia aeróbica de los estudiantes, uno de los factores principales de la condición física, el 61 % de alumnos a nivel nacional presenta una condición deficiente y cuanto a resistencia muscular, un 60% de los alumnos necesita mejorar.

El MINEDUC (2004), plantea, a través de sus planes y programas para Educación Física, lineamientos claros para conseguir adaptaciones biológicas evidentes en los estudiantes. Específicamente en la unidad I “Ejercicio Físico y Salud”, para enseñanza media, propone la práctica de ejercicios como: caminata, trote, natación, bicicleta, salto de la cuerda, tenis y otros deportes, en general actividades que pongan en juego grandes grupos musculares, con una intensidad de 40 a 60% de la frecuencia cardiaca máxima y con una periodización de al menos 3 veces por semana.

Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece como objetivo en la lucha contra la epidemia de la obesidad infantil, lograr un equilibrio energético que se pueda mantener a lo largo de la vida del individuo, en donde se enfatiza la importancia de que los niños acumulen al menos 60 minutos de actividad física diaria. Es importante recalcar que la actividad física debe ser de intensidad moderada a vigorosa en este grupo etario lo que implica que se debe dar mayor énfasis al aspecto aeróbico (Moreno L. & Concha F., 2012).

Según Romero (2009), estas recomendaciones, así como las provenientes de las fuentes más autorizadas sobre la materia, de aumentar el tiempo libre dedicado al ejercicio físico (equivalentes a 30 minutos de caminata diaria) se encuentran a menudo limitadas por la tendencia mundial a utilizar cada vez más el tiempo libre en actividades sedentarias (tiempo dedicado a la TV, Internet, transporte mecanizado, entre otras).

Hernández y Velázquez (2007), plantean que dentro del currículum escolar, la clase de Educación Física debería ser la instancia principal enfocada a mejorar los hábitos de actividad física, ya que puede influir no sólo sobre el gasto energético total, sino en el gusto por la actividad y de esa forma aumentar las probabilidades de incorporar este aspecto a la vida diaria. Diversos estudios, como el de Mackenzie, et al (1995), han concluido que la clase de Educación Física, constituye el único tiempo en el que la mitad de la población infantil realiza algún tipo de actividad física.

Comúnmente, el entrenamiento de resistencia aeróbica “tradicional”, es el tipo de ejercicio recomendado por excelencia, ya que éste se asocia con mejoras en actividades que dependen fundamentalmente del metabolismo aeróbico, en gran parte, a través del incremento de la habilidad del cuerpo para transportar y utilizar el oxígeno, y alternar el sustrato metabólico por el trabajo del músculo esquelético. Esta puede ser una de las principales motivaciones, para que diferentes entidades sugieran este tipo de actividad para la población general. En contraste, el entrenamiento de alta intensidad intermitente tipo “sprint”, se relaciona con menores mejoras en el metabolismo energético oxidativo y la capacidad de resistencia, esto debido a sus características anaeróbicas (Gibala, M., 2007).

### **Ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIT)**

El ejercicio intermitente de alta intensidad, es una metodología de entrenamiento que, para conseguir los resultados esperados, necesita que el sujeto en tratamiento trabaje en intervalos de tiempo controlados, con valores elevados de  $VO_2$ max, desde un 85% a cargas supramaximales, pulsaciones cardiacas elevadas (cercas al máximo), entre otras características. Así como la intensidad y el tiempo de intervalo puede variar según el modelo de HIIT, también lo hacen los periodos de recuperación, estas pausas pueden ser parciales (disminución de la intensidad) o completas (pausa completamente inactiva). Es importante mencionar que la pausa, busca la recuperación metabólica del sujeto (principalmente medido en la disminución de las pulsaciones por minuto). El programa HIIT, también se caracteriza por necesitar menos sesiones y de menor duración que un sistema de entrenamiento de resistencia tradicional, lo que podría generar una mejor adherencia por parte de los participantes (Gibala, M., et al., 2012).

Por su parte, Boutcher (2011), aporta que los protocolos de ejercicio de alta intensidad intermitente han variado considerablemente, pero normalmente involucran series de repeticiones breves de ejercicio tipo sprint, a una intensidad máxima (superior al 90 % del consumo máximo de oxígeno), inmediatamente seguido de ejercicios de baja intensidad o descanso. Las respuestas agudas del ejercicio intermitente de alta intensidad, incluyen un aumento de la concentración de catecolaminas, especialmente la epinefrina, la cual es altamente responsable del incremento de la lipólisis y por consiguiente de la liberación de grasa subcutánea e intramuscular desde el tejido adiposo, lo que gatillará los cambios intracelulares que finalmente determinarán las mejoras en el metabolismo oxidativo.

Un estudio de Little et al. (2010), demuestra que la práctica de un programa de entrenamiento HIIT, produciría respuestas crónicas, como lo son la mejora en la capacidad metabólica y rendimiento funcional del músculo esquelético, evidenciando los mecanismos potenciales por los cuales este tipo de ejercicio promueve la formación de adaptaciones mitocondriales en el mismo.

Las respuestas de tipo crónica, tienen relación a la reacción del tejido muscular a una mayor actividad contráctil producida por los intervalos de entrenamiento. Esto se traduce en que existen microadaptaciones en la expresión génica, que generan ajustes estructurales y funcionales del metabolismo oxidativo muscular con cada sesión que se acumula. A través de estas micro adaptaciones se produce un remodelación del musculo esquelético, como respuesta a alteraciones metabólicas producidas por el entrenamiento, que activan varias quinasas y fosfatasas implicadas en la transducción de señales intramiocelulares, favoreciendo la biogénesis y el metabolismo, lo que en resumen es un mejor funcionamiento del metabolismo oxidativo. (Díaz, E., Saavedra C., Meza, J., 2007).

Una amplia evidencia, sugiere que el HIIT tiene el potencial de ser un protocolo de ejercicio económico y eficaz para reducir la grasa corporal. Trapp et al (2008), llevaron a cabo un programa de 3 sesiones semanales de HIIT durante 15 semanas, con mujeres jóvenes. El protocolo HIIT, consistió en 8 segundos de sprint, seguido por 12 s de ciclismo de baja intensidad; mientras que otro grupo de mujeres llevó a cabo un protocolo de ejercicio aeróbico, que consistió en el ciclismo en estado estacionario al 60 % del  $VO_2$ máx, durante 40 min . Los resultados mostraron que las mujeres del grupo HIIT obtuvieron una pérdida de grasa significativamente más alta que las que participaron en el programa de ejercicio aeróbico.

Existen estudios que respaldan el uso de HIIT en poblaciones sedentarias, tales como el realizado por Tjoanna (2009), en el cual se comparó, en 62 adolescentes con sobrepeso, los efectos de un entrenamiento interdisciplinario vs un entrenamiento de intervalos aeróbicos (AIT), el cual consiste en la realización de 4 series de intervalos de 4 min a 90% de la frecuencia cardíaca máxima, cada intervalo de trabajo separado por 3 minutos, dos veces a la semana durante 3 meses. Se compararon con los resultados obtenidos con un tratamiento multidisciplinario de 12 meses. Los sujetos que aplicaron AIT, obtuvieron mayores mejoras en las variables medidas ( $VO_2$ máx, sensibilidad insulínica, índice de masa corporal, reducción del porcentaje de grasa, presión arterial media) vs en tratamiento multidisciplinario.

Gibala y Sean (2008), han mostrado que un adecuado volumen de entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT), realizado por lo menos 6 semanas, aumenta el peak de captación de oxígeno ( $VO_2$ máx.) y la máxima actividad de enzimas mitocondriales en el musculo esquelético. Evidencia reciente sugiere que el número de adaptaciones metabólicas, que usualmente, se asociaban a entrenamiento cardiovascular tradicional, de alto volumen y baja o moderada intensidad, pueden ser conseguidas de manera más rápida, con pocas sesiones de HIIT.

Otro estudio, realizado por Heydari, Freund y Boutcher (2012), buscaron determinar el efecto de 12 semanas de ejercicio intermitente de alta intensidad, en la grasa corporal total, abdominal, del tronco, visceral y su efecto en la masa libre de grasa en jóvenes varones con sobrepeso. El entrenamiento consistió en aplicar HIIT, por 20 minutos de entrenamiento, (bicicleta estática, 120-130 rpm y recuperación a 40 rpm) tres veces por semana, durante 12 semanas. Las mayores mejoras se obtuvieron en los valores de  $VO_2$ máx, siendo la ganancia fue un 15%.

Finalmente, un estudio realizado por Jason (2007), a 8 mujeres, las cuales practicaban actividad física recreativa y que se sometieron voluntariamente a un programa de 7

sesiones de ejercicios intermitente de alta intensidad, lograron un aumento en un 13% de su  $VO_2$ máx, mejoraron la oxidación de la grasa corporal, lo que se asocia con un aumento volumen mitocondrial. Esto, junto con otras adaptaciones, no sólo mejora el potencial del músculo para utilizar lípidos como sustrato energético, sino que están también asociados con la mejora de la salud.

En este sentido, el presente estudio tiene como objeto comparar los resultados obtenidos pre y post test para las variables  $VO_2$ máx, porcentaje de grasa y resistencia muscular (flexiones de brazos, sentadilla y abdominales), luego de la aplicación de un protocolo de entrenamiento HIIT, aplicado 2 veces por semana durante 12 semanas a estudiantes sedentarios. Hay evidencia suficiente para proponer el tipo de entrenamiento HIIT, como una herramienta efectiva, para mejorar los valores en variables mencionadas, en un periodo de tiempo menor, que el entrenamiento de resistencia tradicional.

## **METODOLOGÍA**

El estudio es de tipo cuasi-experimental, la muestra en estudio consta de 23 sujetos ( $n=23$ ) seleccionados intencionalmente, a los cuales se les aplicó 24 sesiones de HIIT, 2 veces por semana. Esto, durante la clase de Educación Física, más un taller extra programático a la semana. El criterio de inclusión fue que los alumnos sean sedentarios, poseer ficha de salud actualizada, asistencia al menos de un 95% de las sesiones de entrenamiento y autorización de los padres para asistir al taller de acondicionamiento físico. El criterio de exclusión fue estudiantes con problemas de salud y alumnos físicamente activos o que practiquen algún deporte en forma regular.

### **Mediciones**

#### *Composición Corporal*

Se midió el porcentaje de grasa corporal a todos los sujetos en estudio, a través del método de bioimpedancia eléctrica, con el uso de una balanza electrónica TANITA, Modelo UM 026. Esto durante las primeras horas de la mañana, tanto en el pre y post test.

#### *$VO_2$ máx.*

Para la medición del  $VO_2$ máx (ml/Kg/Min), se utilizó el test de Test de Naveta, se calculó a partir de la velocidad de carrera que alcanzó el ejecutante en su último periodo del test, según la siguiente ecuación:  $VO_2$ máx = 5,857 x Velocidad (Km/h) – 19,458

#### *Resistencia Muscular*

Se realizó 2 sesiones de familiarización de la ejecución de los diferentes ejercicios, luego se midió el máximo número de repeticiones de flexo-extensión de codos (flexiones de brazos con apoyo), en un tiempo de 45 segundos; máximo número de repeticiones de flexo-extensión de piernas (sentadillas) en 1 minuto y abdominales cortos en 1 minuto.

#### *Ejecución del programa de HIIT de 24 sesiones (12 semanas).*

Cada sesión de entrenamiento consistió en ejecutar un circuito de 4 estaciones, solicitando al sujeto realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles en el tiempo determinado para cada estación. Estación 1: multisalto y/o flexo-extensión de piernas (1 minuto de ejecución x 2 minutos de recuperación x 3 series); estación 2: Abdominales

	Pre-Test Damas n= 14	Post-Test Damas n= 14	Valor p	Pre-Test Varones n= 9	Post-Test Varones n= 9	Valor p
--	----------------------------	-----------------------------	---------	-----------------------------	------------------------------	------------

cortos (1 minuto de ejecución x 2 minutos de recuperación x 3 series); estación 3 sprint en velocidad 10 metros (10 segundos de ejecución ida y vuelta x 20 segundos de recuperación x 6 series); estación 4 flexo-extensión de codos (45 segundos de ejecución x 2 minutos de recuperación x 3 series).

### **Análisis estadístico**

Para el tratamiento de datos y análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS, Versión 18 para Windows. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para establecer el supuesto de normalidad de varianza y la prueba t de Student para muestras relacionadas, para establecer diferencias significativas entre los resultados del pre-test y post-test. El nivel de confianza estadístico utilizado es fue de un 95% ( $p < 0,05$ ).

### **RESULTADOS**

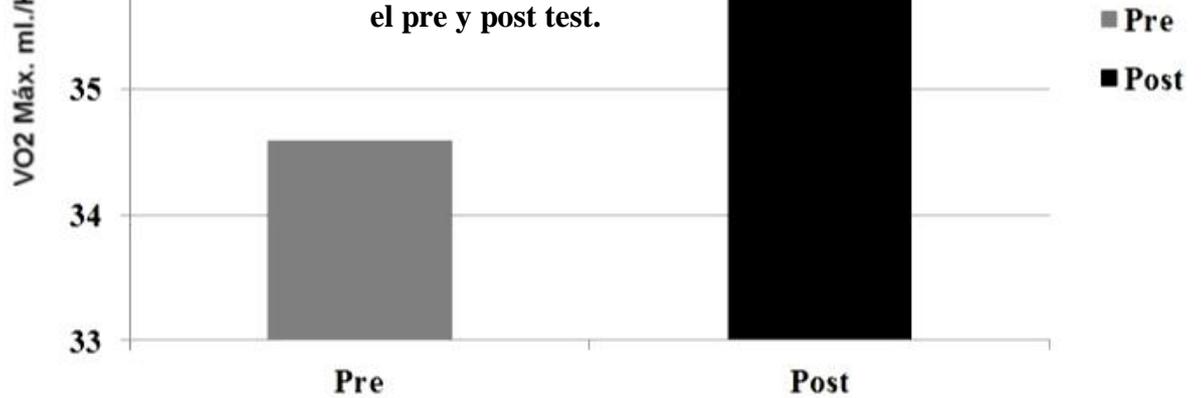
Las damas obtuvieron una mejora en su  $VO_2$ máx de 5,3%, ( $p=0,002$ ), mientras que los varones aumentaron un 10% ( $p=0,001$ ). El porcentaje de grasa redujo significativamente tanto en hombres como en mujeres ( $p=0,00$ ) obteniendo las damas una reducción del 2,6% y los varones un 3,8%. En cuanto a la resistencia muscular de piernas, hubo mejoras del 41% en las damas, mientras que en los varones la mejora corresponde al 46%, siendo ambos valores significativos estadísticamente ( $p=0,00$  y  $p=0,004$  respectivamente). La resistencia muscular de brazos se vio beneficiada, aumentando las mujeres su rendimiento promedio en un 66% ( $p=0,00$ ) y los varones obteniendo una ganancia de un 19% ( $p=0,01$ ). Finalmente en cuanto a la resistencia muscular abdominal, las damas incrementaron su rendimiento en un 20% ( $p=0,00$ ) y los varones aumentaron un 8% ( $p=0,004$ ).

#### **Tabla 1: Característica de los sujetos y resumen de variables Pre y Post test.**

Después de las 24 sesiones de HIIT, la muestra mejoró su consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ máx) de un promedio de un 34,6+3 a uno del 37,2+3,6, obteniendo una ganancia del 7,5%. Esta diferencia obtenida entre el pre y post test, resulta significativa estadísticamente ( $p=0,00$ ).

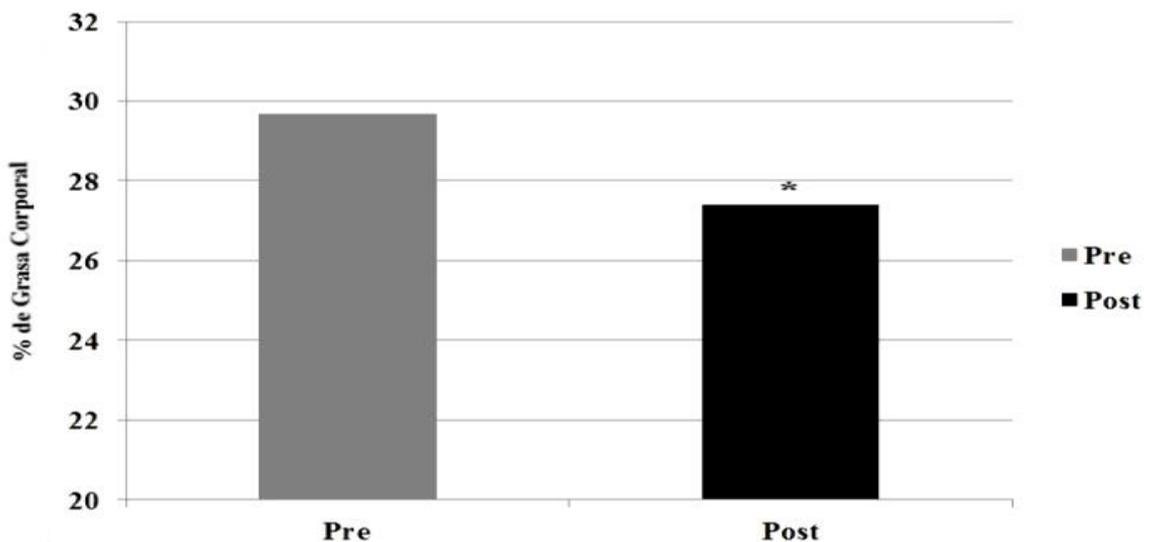
Edad (años)	17±0,8	-	-	17,5±0,5	-	-
IMC (kg/talla <sup>2</sup> )	29,5±2,6	28,5±2,6	0,00*	27,8±1,8	27,4±1,7	0,1
Vo2Max (ml/kg/min)	33,6±2,8	35,4±2,4	0,002*	36,1±2,7	39,9±3,6	0,001*
Grasa (%)	32,4±3,3	29,8±2,8	0,00*	25,6±3,6	23,6±3,4	0,00*
Flex-Ext Piernas (repeticiones)	17,1±6,9	24,2±5,3	0,00*		34,3±6,7	0,004*
Flex-Ext Brazos (repeticiones)	7,8±2,1	13±3	0,00*		19,8±3,7	0,01*
Resistencia Abdominal (repeticiones)	15±3,8	18±3,5	0,00*		30,7±8,4	0,004*

**Figura 1: Diferencias de medias de la muestra total (n=23), VO2 Máx durante el pre y post test.**



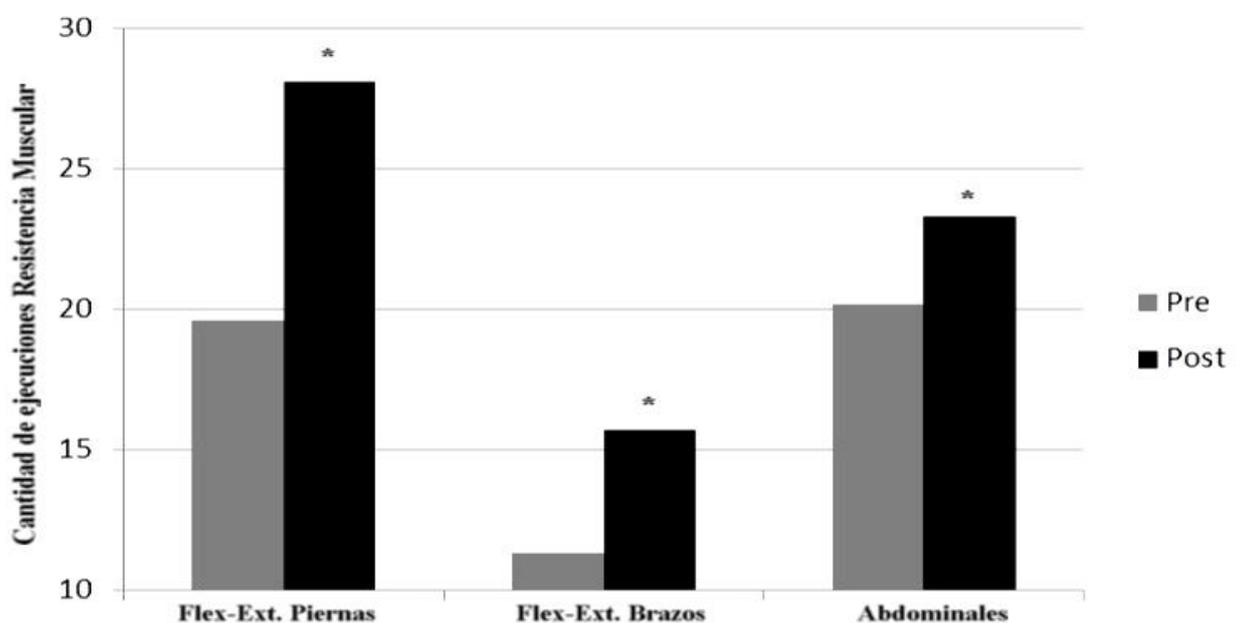
La muestra mostró una reducción del porcentaje de grasa corporal equivalente al 2,3% (de un 29,7%+4,8 a un 27,4%+4,2). Esta diferencia es estadísticamente significativa (p=0,00)

**Figura 2: Diferencias de medias en la muestra (n=23) sobre el porcentaje de grasa corporal.**



Los sujetos en estudio mejoraron su resistencia muscular en un 43%, de un promedio de 19,6+7,4 repeticiones a un promedio de 28,1+7,7. Esta diferencia entre el pre y post test posee un valor significativo estadísticamente (0,00). La resistencia de brazos aumento de un promedio de 11,3+5,7 repeticiones a un promedio de 15,7+4,7 repeticiones, logrando un aumento del 38%, siendo ésta una diferencia significativa (P=0,00). Por su parte, la resistencia abdominal mejoró, también significativamente (p=0,00), incrementándose un 15,3% (de 20,2+8,9 repeticiones a un promedio de 23,3+8,4).

**Figura 3: Diferencias de medias en la muestra (n=23) sobre la variable resistencia muscular.**



## DISCUSIÓN

Después de aplicar 24 sesiones de entrenamiento intermitente de alta intensidad (HITT) en adolescentes sedentarios, se evidencian mejoras estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), en todas las variables medidas en los sujetos. El protocolo de entrenamiento adoptado en este estudio, demostró ser una herramienta eficiente, en corto tiempo, para mejorar los parámetros de porcentaje de grasa corporal, capacidad aeróbica y resistencia muscular ; además un método eficaz para inducir una amplia gama de beneficios en la salud, tal como lo describe Hawley y Gibala (2012). Los resultados obtenidos fueron logrados con una periodización menor a la propuesta por los planes y programas de Educación Física para enseñanza media y a las recomendaciones de ejercicio físico tradicional, (al menos 3 veces por semana con una duración de al menos 30 minutos de actividad moderada a vigorosa), las que generalmente conllevan a una baja adherencia de la población a este tipo de programas de entrenamiento. Por su parte, el método HIIT, ha demostrado ser capaz de incrementar la capacidad de oxidación del músculo

esquelético y el valor del  $VO_2$ máx, con sesiones de entrenamiento cortas y en pocas semanas, como lo demuestra un estudio de Jason et al. (2006), en donde se mejoró la oxidación de grasas en mujeres en sólo 2 semanas a través de este sistema; mejorando incluso, los efectos que podría generar un posterior tratamiento que utilice entrenamiento de resistencia tradicional. A este respecto, si bien el estímulo que propone el HIIT es muy diferente al de entrenamiento de resistencia tradicional, Gibala (2009), menciona que el ejercicio de alta intensidad intervalo representa un modelo único y que han sido poco estudiados sus efectos en la regulación molecular y la remodelación del músculo esquelético. Al igual que el entrenamiento de la fuerza o la resistencia, el ejercicio de intervalo se caracteriza por episodios de contracción muscular breves y relativamente intensos, induciendo cambios fenotípicos que se parecen a los provocados después del entrenamiento de resistencia tradicional. La evidencia preliminar sugiere que la señalización a través de la AMPK y p38 MAPK a PGC-1<sup>a</sup>, puede explicar, en parte, las adaptaciones metabólicas inducidas por HIIT, la biogénesis mitocondrial y una mayor capacidad para la utilización de la glucosa y oxidación de ácidos grasos.

Por tanto, los resultados del presente estudio, tal como los de Little (2010), concuerdan que el HIIT induce adaptaciones metabólicas y de rendimiento del músculo esquelético, que se asemejan a un entrenamiento de resistencia tradicional, a pesar de un volumen total de ejercicio más bajo. Este hallazgo es muy importante, debido a que se ha demostrado que el HIIT se percibe con más agrado que los ejercicio de intensidad moderada continua (Bartlett et al., 2011), por parte de los adolescentes, lo cual es primordial para lograr la adherencia necesaria para que los sujetos completen el programa de entrenamiento. A su vez, investigaciones como la de Coquart et al. (2008), evidencian que el HIIT, se percibe como un entrenamiento de menor dificultad, por parte de mujeres que padecen algún grado de obesidad. Finalmente, Ratel et al. (2004), sugiere que los jóvenes tienden a participar espontáneamente en actividades físicas donde se intercalada periodos de alta intensidad, con otros de menor intensidad, lo que podría estimular el sistema cardio-respiratorio e inducir una mayor capacidad de recuperación, después de períodos cortos de ejercicio de alta intensidad. Los resultados del presente estudio, también concuerdan con los hallazgos de Racil et al. (2013), donde investigaron los efectos de 12 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad, en 11 mujeres adolescentes obesas, evidenciando que la masa corporal y el porcentaje de grasa corporal se redujeron, el  $Vo_2$ máx aumentó y el colesterol total fue alterado positivamente, además de una mejora significativa en el índice de masa corporal de las mujeres; lo que concuerda con el estudio de Gutin et al. (2005), en donde comprobó que el método HIIT, es eficaz para reducir la masa corporal en adolescentes.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio, más la evidencia científica expuesta afirman que es posible atacar la “falta de tiempo” por parte de adolescentes sedentarios, para realizar ejercicio físico con el sistema de entrenamiento HIIT, consiguiendo las mejoras esperadas en las variables de  $VO_2$ máx, resistencia muscular e IMC. Por lo tanto, es posible considerar el HIIT como otra recomendación de prescripción de ejercicio, distinta a lo tradicionales y que probablemente tenga una mejor adherencia y en

consecuencia, mejores resultados. Los resultados de la prueba SIMCE, dejan en evidencia que se necesitan, de manera urgente, intervenciones y recomendaciones que sean eficientes y efectivas en el ámbito escolar. Por lo tanto, es una necesidad que los profesionales a cargo de utilizar el ejercicio como una herramienta para mejorar la salud, consideren el HIIT como un sistema válido para conseguir resultados, y que sus establecimientos abran los espacios para prevenir enfermedades derivadas de la mala condición física, a través de talleres de acondicionamiento físico, que apliquen propuestas serias y basadas en la evidencia científica para lograr metas asociadas a la salud y calidad de vida, dando respuesta a las necesidades de nuestro contexto y sociedad actual. Es importante mencionar que para futuras investigaciones se considere incorporar un grupo control, que aplique un sistema de entrenamiento tradicional, con el mismo número de sesiones que el HIIT, para que de esta manera, se pueda establecer una comparación directa entre el HIIT y el entrenamiento de resistencia tradicional en variables tan interesantes como factores como la tolerancia a la intensidad del ejercicio, la percepción de los sujetos frente a éste. Se recomienda también, para futuras investigaciones establecer periodos de entrenamientos con un menor número de sesiones, ya que existe evidencia que el método HIIT produciría cambios agudos en el músculo esquelético, en cuanto a su estructura y función, lo que sería un factor clave para atacar enfermedades modernas como el síndrome metabólico, la obesidad e insulano resistencia (Trapp et al., 2008); (Tjonna et al. 2008); (Perry, C., Heigenhauser, G., Bonen, A. and Sprieta, L., 2008).

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

1. Bartlett, J., Close, G., MacLaren, D., Gregson, W., Drust, B. and Morton, J. (2011). *High Intensity-Interval Running is Perceived to be More Enjoyable than Moderate Intensity Continuous Exercise: Implications for Exercise Adherence*. *J Sports Sci* 29:547–553.
2. Boutcher, S. (2011). *High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss*. *Journal of Obesity*. Article ID 868305, 10 pages doi:10.1155/2011/868305.
3. Coquart, J., Lemaire, C., Dubart, A., Luttembacher, D., Douillard, C. and Garcin, M. (2008). *Intermittent Versus Continuous Exercise: Effects of Perceptually Lower Exercise in Obese Women*. *Med Sci Sports Exerc* 40(8):154653.
4. Díaz, E., Saavedra C., Meza, J. (2007). *Guía Contemporánea de Ejercicio y Salud*. Santiago.
5. Gibala, M. (2007). *High-Intensity Interval Training: A Time-efficient Strategy for Health Promotion?*. *Current Sports Medicine Reports* 2007, 6:211–213.
6. Gibala, M., Little, J., MacDonald, M. and Hawley, J. (2012). *Physiological Adaptations to Low-Volume, High-Intensity Interval Training in Health and Disease*. *J Physiol* 590.5 (2012) pp 1077–1084.
7. Gillen, J., Little, J., Punthakee, Z., Tarnopolsky, M., Riddell, M. and Gibala, M. (2012). *Acute High-Intensity Interval Exercise Reduces the Postprandial Glucose Response and Prevalence of Hyperglycaemia in Patients With Type 2 Diabetes*. *Diabetes, Obesity and Metabolism* 14: 575–577.

8. Gibala, M. & Sean, L. (2008). *Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training: a Little Pain for a Lot of Gain?*. American College of Sports Medicine.58-62.
9. Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M. and Barbeau, P. (2005). *Relations of Moderate and Vigorous Physical Activity to Fitness and Fatness in Adolescents*. Am J Clin Nutr 81:746–750.
10. Hawley, J. & Gibala, M. (2012). *What's new since Hippocrates? Preventing type 2 diabetes by physical exercise and diet*. Diabetología. 55:535–539. DOI 10.1007/s00125-012-2460-1.
11. Hernández, J. & Velázquez R. (2007). *La Educación Física, los Estilos de Vida y los Adolescentes: Cómo Son, Cómo se Ven, Qué Saben y Qué Opinan*. Grao, 1ª Edición, EAN13: 9788478275212.
12. Heydari, M., Freund, J. and Boutcher, S. (2012). *The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males*. Journal of Obesity.
13. Hottenrott, K., Ludyga, S. and Schulze, S. (2012). *Effects of High Intensity Training and Continuous Endurance Training on Aerobic Capacity and Body Composition in Recreationally Active Runners*. Journal of Sports Science and Medicine, 483-488.
14. Jason L., Galloway, S., Heigenhauser, G., Bonen, A. and Spriet, L. (2007). *Two Weeks of High-Intensity Aerobic Interval Training Increases the Capacity for fat Oxidation During Exercise in Women*. Appl Physiol 102: 1439–1447.
15. Kemia, O., Harama, P., Loennechenb, J., Osnes, J., Skomedalc, T., Wisløff, U. and Ellingsen, Ø. (2005). *Moderate vs. High Exercise Intensity: Differential Effects on Aerobic Fitness, Cardiomyocyte Contractility, and Endothelial Function*. Cardiovascular Research 67 (2005) 161 – 172
16. Little, J., Safdar, A., Wilkin, G., Tarnopolsky, M. and Gibala, M. (2010). *A Practical Model of Low-Volume High-Intensity Interval Training Induces Mitochondrial Biogenesis in Human Skeletal Muscle: Potential Mechanisms*. The Journal of Physiology, pp 1011–1022.
17. Little, J., Safdar, A., Wilkin, G., Tarnopolsky, M and Gibala, M. (2010). *A Practical Model of Low-Volume High-Intensity Interval Training Induces Mitochondrial Biogenesis in Human Skeletal Muscle: Potential Mechanisms*. The Journal of Physiology.
18. Mackenzie, T., Feldenan, H., Woods S., et al (1995). *Children's Activity Level and Lessons Context During Third-Grade Physical Education*. Res Q Exerc Sport; 66:184-93.
19. Ministerio de Salud. (2009-2010). *Encuesta Nacional de Salud* (Tomo I), Santiago.

20. Ministerio de Educación. (2010). *Informe de Resultados SIMCE Educación Física 8° Año Básico*. Unidad de currículum y evaluación, Santiago.
21. Ministerio de Educación. (2004). *Planes y Programas para Enseñanza Media*. Unidad de Currículum y Evaluación, Santiago.
22. Moreno L., Concha, F. y Kain, J. (2012). *Intensidad de Movimiento de Escolares Durante Clases de Educación Física de Colegios Municipales: Resultados Según el Profesional que Efectúa las Clases*. Revista chilena de cardiología, 39.
23. Perry, C., Heigenhauser, G., Bonen, A. and Sprieta, L. (2008). *High-Intensity Aerobic Interval Training Increases Fat and Carbohydrate Metabolic Capacities in Human Skeletal Muscle*. Department of Human Health and Nutritional Sciences, University of Guelph. Canada, ON N1G 2W1.
24. Ratel, S., Lazaar, N., Dore, E., Baquet, G., Williams, C., Berthoin, S., Van Praagh, E., Bedu, M. and Duche, P. (2004). *High- Intensity Intermittent Activities at School: Controversies and Facts*. J Sports Med Phys Fitness 44:272–280.
25. Romero, T. (2009). *Hacia una Definición de Sedentarismo*. Revista chilena de Cardiología, 28, 409-413.
26. Racil, G., Ounis, B., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K. and Amri, M. (2013). *Effects of High vs. Moderate Exercise Intensity During Interval Training on Lipids and Adiponectin Levels in Obese Young Females*. European Journal of Applied Physiology, Volume 113, Issue 10, pp 2531-2540.
27. Tjonna, E., Lee, S., Rognmo, O., Stolen, T., et al. (2008). *Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome—a Pilot Study*. Circulation 118:346–354.
28. Tjoinna, E., Stolen, T., Volden, M.†, Stig, A., Ronnaug, O.†, Skogvoll, E. and Wisloff, U. (2009). *Aerobic Interval Training Reduces Cardiovascular Risk Factors More than a Multitreatment Approach in Overweight Adolescents*. PubMed: 317-26. doi: 10.1042/CS20080249.
29. Trapp, E., Chisholm, D., Freund, J. and Boutcher, S. (2008). *The Effects of High-Intensity Intermittent Exercise Training on Fat Loss and Fasting Insulin Levels of Young Women*. International Journal of Obesity, vol. 32, no. 4, pp. 684–691.