

# Trabajo Fin de Grado

## Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte



“Efectos el entrenamiento interválico de alta intensidad en nadadoras adolescentes en la prueba de 400m estilo libre en natación.”

"Effects high-intensity interval training in adolescents swimmers in the 400m freestyle swimming test."

Autor

Adrián Serén Blanco

Director

Ángel Matute Llorente

Dpto. de Fisiología y Enfermería

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

Curso Académico 2018/2019

Fecha de presentación: 13 de diciembre de 2019

## Índice

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
Definición de HIIT.....	4
Clasificación del HIIT.....	5
Componentes del HIIT .....	6
MATERIAL Y MÉTODO .....	8
Muestra .....	8
Prueba de 400m estilo libre .....	8
Instrumentos e instalaciones.....	9
Métodos .....	9
Análisis de datos.....	11
RESULTADOS .....	12
Descriptivos.....	12
Prueba de 400m estilo libre .....	12
DISCUSIÓN, LIMITACIONES Y CONCLUSIONES .....	14
BIBLIOGRAFIA .....	16
ANEXOS .....	18
ANEXO 1 .....	18
ANEXO 2 .....	20

## RESUMEN

Resumen: el objetivo del presente estudio piloto fue conocer los efectos de un entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en un periodo de 5 semanas en nadadoras adolescentes en la prueba de los 400m estilo libre en natación. Para ello se dividieron dos grupos, el grupo experimental, constituido por 8 sujetos, que realizó la planificación de natación, de fuerza y el HIIT, y el grupo control, constituido por 5 sujetos, que realizó la planificación de natación y de fuerza. Los resultados mostraron que el grupo experimental mejoró el rendimiento en la prueba de 400m libre entre un 2-3%, sin embargo, el grupo control mejoró la misma prueba en un 1,5%. En conclusión 10 sesiones HIIT en un periodo de 5 semanas pueden producir mejoras en el rendimiento de la prueba de los 400m libre.

Abstract: The objective of the present pilot study was to identify the effects of a high intensity interval training (HIIT) in a period of 5 weeks in adolescent swimmers in the 400m freestyle test in swimming. Two groups were divided: the experimental group, made up of 8 subjects, which carried out the planning of swimming, strength and HIIT, and the control group, made up of 5 subjects, which carried out the planning of swimming and strength. The results showed that the experimental group improved the performance in the 400m freestyle test by 2-3%, however, the control group improved the same test by 1.5%. In conclusion 10 HIIT sessions over a period of 5 weeks may produce improvements in the 400m free test.

## INTRODUCCIÓN

La natación es el movimiento y el desplazamiento a través del agua mediante el uso de las extremidades corporales y, por lo general, sin utilizar ningún instrumento o apoyo para avanzar. Generalmente la natación se hace por recreación, deporte, salud o supervivencia. Los seres humanos pueden contener la respiración bajo el agua y realizar natación locomotora rudimentaria; esto se puede hacer semanas después del nacimiento como una respuesta evolutiva (McGraw, M. B., 1939).

La natación es consistentemente una de las principales actividades recreativas públicas, y en algunos países las lecciones de natación son una parte obligatoria del currículo educativo. Como deporte, la natación tiene competencias locales, nacionales e internacionales. Los Juegos Olímpicos son las competiciones más importantes.

En nuestro país, según la encuesta de hábitos deportivos del año 2015, la natación destaca entre las modalidades más practicadas con un 38,5%.

Actualmente en Aragón, existen más de 1800 licencias de todas las categorías, siendo la natación (1126 licencias) como deporte con más licencias sin contar a técnicos, árbitros y directivos (Tabla 1) dentro de los datos registrados por la Federación Aragonesa de Natación, en las cuales entran otras disciplinas como el waterpolo o la natación sincronizada.



**RELACION DE LICENCIAS**  
**TEMPORADA 2018-2019**

CLUBES	NAT	WP	NA.	MAST	ARB	TEC	DIR	TOTAL
C. N. HELIOS	181	75		17		5	2	280
E. M. OLIVAR	150	76		25		10	4	265
ST. CASABLANCA	116	47		36		12		211
ST. VENECIA	138		35	38		3		215
P. SAN AGUSTIN	115			14				129
ESCUELA W. Z.		106				3	4	113
F. A. N.					103	2	1	106
C. N. TERUEL	62			8				70
A. D. ZOITI 89	60			9		1		70
C. ATLETISMO HUESCA	55					1		56
C. N. SABIÑANIGO	38			47				38
TRIATLON CIERZO								47
AIRON CLUB	34						2	36
C. N. FRAGA	29							29
C. N. SAN GREGORIO	63					4		67
C. N. JACA	12					1	1	14
C. D. ARAGON MASTER	4							4
C. N. PEDRO FRANCO	18		23	5		1		18
C. P. C. SOMONTANO								29
C. SOMONTANO-BARBASTRO	13			13				13
P. ANDORRA								13
C. N. ONTINAR				7				7
TRIATLON EUROPA	19							19
C. N. TARAZONA	19			1				20
H2OGO				13				13
ELAIOS								
<b>TOTAL</b>	<b>1126</b>	<b>304</b>	<b>58</b>	<b>233</b>	<b>103</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>1881</b>

Tabla 1. Relación licencias temporada 2019-2020 por la Federación Aragonesa de Natación.

Dicho deporte está caracterizado por combinaciones de fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad. Estas capacidades físicas pueden ser mejoradas mediante el entrenamiento, sin embargo, no todas tienen la misma importancia para el rendimiento. Dependiendo de las características de la prueba y las características del individuo; puede predominar más una capacidad que otra (Navarro y Oca Gaia, 2011). Barbosa et al. En sus diversas investigaciones han afirmado que “el rendimiento en natación depende de un cúmulo de factores como la capacidad energética, biomecánica, hidrodinámica, antropométrica y fuerza” (Barbosa et al., 2008; 2010). La natación deportiva ha evolucionado durante los últimos años, y cada vez son más complejos los métodos de entrenamiento para conseguir alcanzar el mejor rendimiento para cada nadador. Además, estos últimos años el entrenamiento fuera del agua cada vez está teniendo una mayor importancia en la preparación física de los nadadores. Se ha demostrado que el trabajo fuera del agua puede resultar muy útil para los nadadores, ya que todas las adaptaciones que el nadador consigue

fuera del agua, es capaz de transferirlas al estilo específico de natación. Sin embargo, que este tipo de entrenamiento pueda ser válido para este deporte es algo que todavía está en debate.

Son muchos los factores de rendimiento a entrenar, pero, el entrenamiento fuera del agua, ¿es válido para este deporte?, y más importante aún, ¿qué tipo de entrenamiento fuera del agua podría ser el más adecuado? Según Legaz (2013), “existen suficientes argumentos científicos para considerar la ejecución de sesiones con sobrecargas para optimizar el rendimiento en estas modalidades deportivas de media y larga duración”. (A. Legaz 2013).

Además del entrenamiento con sobrecargas, hay otros tipos de entrenamiento que también podrían ayudar al deportista a mejorar su rendimiento, como el High Intensity Interval Training (HIIT), o entrenamiento interválico de alta intensidad y que, a día de hoy, no han sido tan estudiados. Además, diversos estudios demuestran la realización continua de un mismo tipo de entrenamiento, acaba por no producir mejoras en el organismo y, por lo tanto, en el rendimiento, sobretodo en deportistas altamente entrenados. Por ello, en el entrenamiento habrá que diferenciar varios estímulos como la intensidad, la duración o el tiempo de descanso para conseguir adaptaciones en los deportistas (Gibala, Little, MacDonald y Hawley, 2012). El HIIT puede ser una herramienta más a la hora de dar respuesta a todos estímulos que deben perfeccionar el proceso de entrenamiento.

### **Definición de HIIT**

El entrenamiento interválico de alta intensidad fue descrito por primera vez por Reindell y Roskamm, y fue popularizado en la década de los 50 a través de las gestas de Emil Zatopek, atleta Olímpico. Tras este hecho, diversos autores realizaron en décadas posteriores estudios sobre las diferentes respuestas fisiológicas que produce el HIIT en el organismo, destacando los niveles de concentración de lactato en sangre, consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardiaca, etc. (Fader, 2013).

Por otro lado, un estudio realizado con nadadores de nivel competitivo elevado mostró que una intervención HIIT presentaba mejores resultados que un entrenamiento continuo de intensidad moderada (60%-70% de la FC<sub>max</sub>) sobre

el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) provocando una mejora del 18% de  $VO_2$  máx tras cuatro semanas de intervención, en comparación de la mejora de un 6% con el entrenamiento continuo (Wylegala, Schafer-Owczarzak, y Pendergast, 2007). Sperlich, Zinner, Heilemann, Kjendlie, Holmberg y Mester (2010) compararon los efectos de un entrenamiento HIIT versus un entrenamiento con alto volumen durante 5 semanas, en jóvenes nadadores de 9 a 11 años de edad, encontrando que el HIIT mejoraba en menor medida el  $VO_2$  máx.

El HIIT se caracteriza por ser un tipo de entrenamiento en el que se realizan repeticiones a alta intensidad seguidas de pausas completas o recuperaciones activas, con la intención de realizar una nueva repetición a la intensidad programada. Suelen ser series breves de actividad vigorosa, intercaladas con períodos de descanso o ejercicios de baja intensidad. Ello hace que se estimule el organismo y se produzca un reordenamiento fisiológico comparable con el del entrenamiento continuo de intensidad moderada, a pesar de que requiere una cantidad de tiempo sustancialmente menor y de un menor volumen de ejercicio total. Por otra parte, este tipo de entrenamiento suele ser más agradable para aquel que lo practica en comparación con un entrenamiento de resistencia tradicional (Gibala et al., 2012).

### **Clasificación del HIIT.**

Para la clasificación de este tipo de entrenamiento de acuerdo con Tschakert y Hofmann (2013) en su revisión, clasifican el ejercicio interválico en dos modelos, interválico y continuo (con descanso o sin descanso), dependiendo de qué se quiere trabajar.

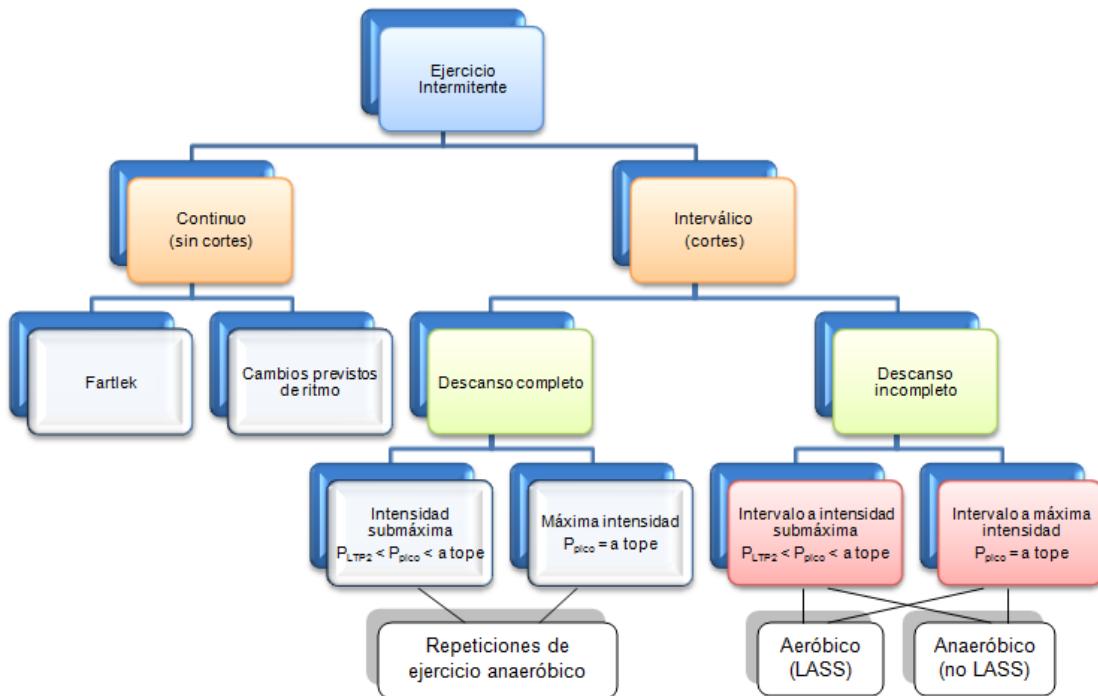


Figura 1. Clasificación del HIIT por Tschakert y Hofmann (2013)

## Componentes del HIIT

A diferencia del entrenamiento continuo, que sólo podemos controlar dos variables, la intensidad y la duración, con el entrenamiento interválico podemos trabajar cuatro componentes: intensidad y duración del intervalo, e intensidad y duración de la recuperación. Además, el número de intervalos en una sesión (serie) es lo que determina la duración total del entrenamiento, por tanto, se considera una variable más del entrenamiento. Por ello también se han de considerar otros cuatro componentes: número de series, duración e intensidad del periodo entre series, y la modalidad de recuperación entre series (activa o pasiva).

En base a esto, son varias las variables o componentes que pueden ser manipuladas para la prescripción de diferentes sesiones de HIIT. La manipulación de cada componente tiene un impacto directo sobre la respuesta metabólica, cardiopulmonar y/o neuromuscular, pero el hecho de añadir más variables hace que los resultados sean más complejos de analizar. Por ello, no está claro aún qué combinación de estas variables es más efectiva para cada objetivo (Tschakert y Hofmann, 2013).

Por tanto, el objetivo de este estudio piloto es averiguar cómo afecta un periodo de entrenamiento HIIT (entrenamientos interválicos con descanso incompleto) al  $\text{VO}_2 \text{máx}$  en el test de 400m estilo libre en natación en un grupo de nadadoras de categoría infantil (12-14 años).

## MATERIAL Y MÉTODO

### Muestra

En este estudio participaron un total de 13 deportistas de la disciplina de natación, cuyo nivel máximo son los Campeonatos de Aragón en el caso de 7 nadadoras, y en el caso de las 6 las restantes, Campeonato de España, siendo una nadadora subcampeona de España la temporada pasada de su categoría.

En cuanto a la edad, 6 chicas tenían cumplidos los 14 años en el año 2019, y 7 chicas los 13 años son las que participaron en este estudio. Todas ellas llevan compitiendo el mismo número de años, siendo un total de 6 años para las nadadoras de 13 años, y un total de 7 años para las nadadoras de 14 años. Esto es debido a que entran en las categorías inferiores del club (Centro Natación Helios), y todas van subiendo a medida que pasan los años, por ello comienzan desde los 7 años según la normativa de la Real Federación Española de Natación (RFEN). Véase en la Figura 2 la tabla de la normativa de la RFEN que dichas nadadoras pertenecen a la categoría Infantil.

#### 1. CATEGORIAS

Para la temporada 2019-2020, las categorías serán las siguientes:

MASCULINO		CATEGORIAS	FEMENINO	
EDAD	AÑO NACIMIENTO		AÑO NACIMIENTO	EDAD
11 años	2009	BENJAMIN	2010	10 años
12 años	2008		2009	11 años
13 años	2007	ALEVIN	2008	12 años
14 años	2006		2007 (*)	13 años
15 años	2005	INFANTIL	2006	14 años
16 años	2004		2005	15 años
17 años	2003	JUNIOR	2004	16 años
18 años	2002		2003	17 años
19 años	2001	ABSOLUTO JOVEN	2002	18 años
20 años	2000		2001	19 años
21 años	1999	ABSOLUTO	2000	20 años
y mayores	y anteriores		y anteriores	y mayores

(\*) 2007-Femenino, a efectos de selecciones internacionales podrán participar en el Cto. de España Infantil de invierno

Figura 2. Categorías natación temporada 2019-2020 por la Real Federación Española de Natación.

### Prueba de 400m estilo libre

Para poder evaluar a los nadadores se han utilizado pruebas provenientes del mundo de la natación y/o adaptadas de otros deportes. Un grupo de pruebas de evaluación son aquellas que evalúan la velocidad máxima de la distancia, que en definitiva están reproduciendo la competición y tienen el inconveniente

que pueden ser muy estresantes para los nadadores. Otro grupo de pruebas son aquellas que evalúan el metabolismo anaeróbico, midiendo la lactacidemia máxima con protocolos interválicos (Pyne et al., 2001). Pero también hay pruebas para evaluar el metabolismo aeróbico de forma indirecta, midiendo una intensidad cercana al umbral láctico individual, como la prueba de 30 minutos o de 3.000 m a la máxima intensidad posible (Olbrecht et al., 1985). En este caso, lo que nos interesa es evaluar el consumo máximo de oxígeno, por lo que la prueba, por duración y velocidad que más se acerca a esa intensidad de acuerdo con Gastin, P. B. (2001), es la de los 400m estilo libre en natación, cuya duración en edades adolescentes es de casi 5 minutos.

### **Instrumentos e instalaciones.**

Para medir la prueba de los 400 metros estilo libre se utilizó un cronómetro de la marca Finis place clock 3x100. Tanto para el primer test inicial como para el test final para comparar resultados.

En cuanto a las medidas antropométricas, talla y peso, se utilizaron una báscula mecánica de Homologación CE para el peso de las nadadoras, y para la talla un estadiómetro.

Ambas pruebas se realizaron en una piscina de 25x20m, a una temperatura ambiente de 29°C y una temperatura del vaso de 25'3°C.

La intervención durante el HIIT que se explica con más detalle abajo se realizó en una sala de musculación anexa a la piscina con material fitness (esterillas, bancos, vallas, etc)

Todos los datos (talla, peso y tiempo de prueba) se recogieron de manera anónima. Además, todas las participantes dieron su asentamiento verbal previo a la participación en este estudio piloto.

### **Métodos**

La muestra se dividió en 2 grupos: uno experimental formado por 8 nadadoras a quienes se le aplicó el HIIT durante un periodo de 5 semanas, aparte de realizar el entrenamiento de natación, y uno control formado por 5 nadadoras, las cuales sólo realizaron el entrenamiento en el agua. A todas las nadadoras

se les realizó el test inicial y final antes y después de la intervención del grupo experimental.

Dicho test consistió en realizar la prueba de 400 metros estilo libre a la máxima intensidad. Para ello, realizaron todas las nadadoras un calentamiento específico de la prueba de 400 previo en el agua de 2000 metros, comenzando por nado continuo a un ritmo cómodo y acabando en series de 100 metros progresivas finalizando en ritmo de 400, prueba que iban a realizar posteriormente. En el test final se realizó exactamente el mismo calentamiento.

Durante los test, cada nadadora lo realizó totalmente sola en la misma calle de la piscina, sin que hubiese otro usuario le pudiese interferir. Las condiciones fueron las mismas para todas las nadadoras durante ambos test.

Todas las nadadoras realizaron un total mínimo de 5 sesiones de entrenamiento de agua durante el periodo de intervención, siendo en algunos casos de 6 sesiones. El grupo experimental realizó el entrenamiento HIIT justo antes del entrenamiento en el agua, siendo un total de 2 sesiones a la semana, la primera los martes y la segunda los viernes, dejando más de 48 horas de recuperación entre una sesión y otra. Ninguna de estas nadadoras había realizado previamente el entrenamiento HIIT.

Al ser todas las nadadoras noveles en el entrenamiento HIIT, se les aplicó a todas las mismas cargas de entrenamiento durante la intervención. Las 2 semanas previas a la intervención se les enseñó la técnica correcta de los diferentes ejercicios que iban a realizar, los cuales fueron: flexiones de codos, jumping jacks, sentadillas sin peso, saltos de vallas, saltos Abalakov, tríceps en banco, escalador y burpees (Anexo 1).

Durante las 5 semanas posteriores realizaron 2 entrenamientos HIIT a la semana, cuya duración fueron de 8 minutos cada uno, realizando 40 segundos de trabajo y 20 segundos de descanso, siendo repetido con un total de 2 series. Respecto a los ejercicios iban variando durante las distintas sesiones de entrenamiento, pero no fueron nunca ejercicios diferentes a los mencionados anteriormente (Anexo 2).

Además, las nadadoras durante los entrenamientos de agua, dichos entrenamientos se caracterizaron por un volumen alto e intensidad baja, favoreciendo las adaptaciones del sistema aeróbico. Esto es debido a que la planificación de las nadadoras, constituye el mesociclo aeróbico previo a la competición.

### **Análisis de datos**

Todos los datos fueron recogidos al programa Excel. Se utilizó una gráfica descriptiva para comparar los datos del grupo experimental y el grupo control.

## RESULTADOS

### Descriptivos

El peso de las nadadoras oscila entre los 38,4 y los 52,3 kg, siendo una media de 44,6kg entre todas las nadadoras. Respecto a la talla, la altura oscila entre los 152 y 167 cm, siendo la media de 162 cm.

### Prueba de 400m estilo libre

A continuación, se muestran en la Tabla 1 a los 13 diferentes sujetos, indicando si realizaron el entrenamiento HIIT o no (Sí: grupo experimental, No: grupo control). Además, se muestran los tiempos, tanto en minutos como en segundos para poder calcular el porcentaje de mejora que obtuvo cada sujeto:

	HIIT	Test inicial	Test final	Segundos test inicial	Segundos test final	%Mejora
<b>Sujeto 1</b>	Sí	4:55.45	4:50.23	295,45	290,23	1,8
<b>Sujeto 2</b>	Sí	4:56.32	4:54.33	296,32	294,33	0,7
<b>Sujeto 3</b>	Sí	5:02.43	4:52.87	302,43	292,87	3,2
<b>Sujeto 4</b>	Sí	5:07.50	4:58.32	307,50	298,32	3,0
<b>Sujeto 5</b>	Sí	5:14.36	5:07.45	314,36	307,45	2,2
<b>Sujeto 6</b>	Sí	5:30.44	5:19.98	330,44	319,98	3,2
<b>Sujeto 7</b>	Sí	5:32.37	5:18.72	332,37	318,72	4,1
<b>Sujeto 8</b>	Sí	5:32.97	5:28.64	332,97	328,64	1,3
<b>Sujeto 9</b>	No	4:54.07	4:52.73	294,07	292,73	0,5
<b>Sujeto 10</b>	No	5:18.22	5:12.48	318,22	312,48	1,8
<b>Sujeto</b>	No	5:19.80	5:10.04	319,80	310,04	3,0

<b>11</b>						
<b>Sujeto 12</b>	No	5:23.54	5:21.62	323,54	321,62	0,6
<b>Sujeto 13</b>	No	5:28.88	5:26.08	328,88	326,08	0,9

Tabla 2. Realización del HIIIT. Tiempos test inicial y test final. Porcentaje de mejora de cada sujeto.

Se puede observar que los porcentajes de mejora del grupo experimental rondan entre el 2% y el 3%, sin embargo, los porcentajes de mejora del grupo control rondan el 1%.

<b>Media total grupo experimental</b>	<b>Media total grupo control</b>
2,0	1,4

Tabla 3. Media del porcentaje de mejora del grupo experimental y el grupo control.

## DISCUSIÓN, LIMITACIONES Y CONCLUSIONES

El principal resultado de este estudio piloto es que un total de 10 sesiones de entrenamiento HIIT parecen ser efectivas para mejorar el rendimiento en la prueba de 400m libre.

Jacobs, Fiück, Bonne, Bürgi, Christensen, Toigo et al. (2013) mostraron en un estudio que una de las principales características del HIIT es la mejora del VO<sub>2</sub> máx, además del aumento de la capacidad respiratoria del músculo esquelético, probablemente como resultado de la expansión de las mitocondrias de la célula muscular. Por ello, en este estudio piloto, es probable que las mejoras observadas en el rendimiento de las nadadoras puedan deberse a estas mejoras fisiológicas en las nadadoras del grupo experimental. Además, un estudio de García, Cámara, Soto, y Latorre (2017) mostró que un entrenamiento HIIT de 5 semanas en triatletas produjo mejorías en el rendimiento de carrera y de natación, a diferencia del grupo control que no mostró mejoras significativas. Además, el grupo experimental mejoró la velocidad de nado en la distancia de triatlón sprint (750m), coincidiendo los resultados de este estudio piloto, ya que al mejorar el tiempo en la prueba de los 400m libre, se mejoró también la velocidad de nado.

Por otra parte, es importante enfatizar que un buen plan de entrenamiento y de trabajo en agua produce mejoras en el rendimiento de las nadadoras en la prueba de 400m libre, estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Solé y Joven (1997), independientemente de si se realiza un tipo de entrenamiento u otro, si no se realiza una buena planificación de entrenamiento en el agua, no se van a producir mejoras en el rendimiento de natación. Por ello, hay que priorizar en una planificación de natación, el entrenamiento de agua. Esto no quiere decir que el entrenamiento fuera del agua no sea importante, respaldando de nuevo a Legaz (2013), existen suficientes evidencias científicas de que el entrenamiento fuera del agua como cómo complemento de la preparación física mejora el rendimiento.

En definitiva, todos los estudios anteriores avalan los hallazgos observados en este estudio piloto. Ambos grupos mejoraron el rendimiento en la prueba de los 400m libre, fundamentalmente porque ambos grupos realizaron el mismo plan

de entrenamiento de trabajo de fuerza y de trabajo en el agua. Sin embargo, gracias al entrenamiento HIIT parece ser que el grupo experimental tuvo una mejora extra en el rendimiento de la prueba en comparación el grupo control.

Una de las principales limitaciones de este estudio es desconocer el  $VO_2$  máx de cada nadadora, ya que con ello se podría averiguar si el entrenamiento HIIT ha sido realmente efectivo o no en el grupo experimental, debido a que todas las nadadoras, tras un mesociclo caracterizado por trabajar la resistencia aeróbica, mejoraron el tiempo en el test de 400m libre. Por lo tanto, para futuras investigaciones, debería conocer el  $VO_2$  máx de cada nadadora para ver realmente la efectividad del HIIT en jóvenes nadadoras respecto a la resistencia aeróbica en el agua, en especial en pruebas en las cuales el  $VO_2$  máx es un factor de rendimiento determinante, como la prueba de los 400m libre.

Otra limitación fueron las condiciones en las cuales se realizaron los test, tanto el inicial como el final, ya que, debido a los horarios de las instalaciones, las condiciones no fueron las de una competición. Este aspecto se tendría que dar en cuenta ya que en condiciones de competición se ha demostrado que los deportistas siempre sacan un mayor rendimiento que en condiciones de entrenamiento debido a los elementos motivacionales y estresantes que presenta la competición en sí (Buceta, J. M. 1998).

Una de las principales fortalezas de este estudio es la calidad muestra. No es sencillo encontrar una muestra exacta al tipo de población que se está buscando para realizar el estudio, en este caso nadadoras adolescentes de alto nivel de competición, por lo que resulta ser una gran ventaja contar con tantas nadadoras de ese rango de edad que estén dispuestas a realizar un programa de intervención. Otra gran ventaja fue contar con las instalaciones adecuadas en cuanto a calidad, normalmente encontrar las instalaciones que sirvan para el estudio suele ser una importante limitación. Pese a los horarios la calidad del vaso de 25x20m, la sala de musculación y el material fitness fueron las óptimas para realizar este estudio.

Se puede concluir con el presente estudio que un programa de entrenamiento de natación combinado con un plan de entrenamiento HIIT puede producir ligeras mejoras en la prueba de 400m libre.

## BIBLIOGRAFIA

- Abarzúa, V., Viloff, C., Bahamondes, V., Olivera, Y., Poblete-Aro, C., Herrera-Valenzuela, T., ... & García-Díaz, D. F. (2019). Efectividad de ejercicio físico intervalado de alta intensidad en las mejoras del fitness cardiovascular, muscular y composición corporal en adolescentes: una revisión. *Revista médica de Chile*, 147(2), 221-230.
- Arrese, A. L. (2013). *Manual de entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European journal of applied physiology*, 103(2), 139-149.
- Buceta, J. M. (1998). *Psicología del entrenamiento deportivo* (pp. 268-269). Madrid: Dykinson.
- Fader, F. (2013). Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad (HIIT) en Corredores: Consideraciones Generales-International Endurance Work Group. *PubliCE*.
- García-Pinillos, F., Cámara-Pérez, J. C., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. Á. (2017). A High Intensity Interval Training (HIIT)-based running plan improves athletic performance by improving muscle power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 146-153.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*, 31(10), 725-741.
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590(5), 1077-1084.
- Haro, C. G., Ballarini, P. A. G., Martínez, F. D., & RIU, J. M. P. I. (2005). Validación de un test de natación, evaluando la velocidad aeróbica máxima (VAM) para calcular los ritmos de entrenamiento para triatletas y nadadores. *Apunts Educación Física y Deportes*, (79), 94-99.

Jacobs, R. A., Flück, D., Bonne, T. C., Bürgi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., & Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of applied physiology*, 115(6), 785-793.

McGraw, M. B. (1939). Swimming behavior of the human infant. *The journal of pediatrics*.

Navarro, F., & Gaia, A. O. (2011). *Entrenamiento físico de natación*. Cultivalibros.

Olbrecht, J.; Madsen, O.; Mader, A.; Liesen, H. y Hollmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic acid concentration during continuous and intermittent training exercise. *Int. J. Sports Med.* (2), 74-77.

Solé, J., & Joven, A. (1997). Planificación del entrenamiento técnico en la natación competitiva. *Apunts. Educación física y deportes*, 1(47), 88-95.

Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P. L., Holmberg, H. C., & Mester, J. (2010). High-intensity interval training improves VO<sub>2peak</sub>, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers. *European journal of applied physiology*, 110(5), 1029-1036.

Tschakert, G., & Hofmann, P. (2013). High-intensity intermittent exercise: methodological and physiological aspects. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 600-610.

Valdivielso, F. N., & Gaía, A. O. (2011). El entrenamiento intermitente. *NSW: Natación, saltos/sincro, waterpolo*, (4), 10-12.

Wylegala, J., Schafer-Owczarzak, M., & Pendergast, D. R. (2007). Optimization of fin-swim training for SCUBA divers.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Ejercicio	Explicación
Flexiones de codos	La flexión de codos es un ejercicio físico realizado estando en posición de cúbito prono, levantando el cuerpo únicamente con los brazos y bajando de nuevo al suelo, con los pies apoyados en el suelo.

Ejercicio	Explicación
Jumping jacks	El jumping jack es un ejercicio de aeróbic que consiste en saltar sin desplazarse abriendo y cerrando las piernas y juntando y separando los brazos y manos sobre la cabeza.

Ejercicio	Explicación
Sentadillas sin peso	El ejercicio consiste en flexionar las rodillas y bajar el cuerpo manteniendo la verticalidad, para luego regresar a una posición erguida.

Ejercicio	Explicación
Saltos de vallas (30cm)	Movimiento que consiste en elevarse del suelo u otra superficie con impulso para caer en el mismo lugar o en otro. En este caso superando un osbtáculo de 30cm de alto.

Ejercicio	Explicación
Saltos Abalakov	Es un salto vertical con ayuda de los brazos para saltar.

Ejercicio	Explicación

Tríceps en banco	Consiste en apoyar las manos en un banco, a una altura de unos 30cm aproximadamente, con las piernas extendidas, realizar flexiones de codos en dicha posición.
------------------	---

<b>Ejercicio</b>	<b>Explicación</b>
Escalador	En una posición inicial de plancha (primera foto), consiste en llevar las rodillas hasta el pecho, alternando las piernas.

<b>Ejercicio</b>	<b>Explicación</b>
Burpees	Es un ejercicio combinado de flexión de codos con salto vertical.

## ANEXO 2

### Sesiones HIIT

Flexiones de codos: 1; Jumping Jacks 2; Saltos de vallas: 3; Burpees: 4;  
Sentadillas sin peso: 5; Escalador: 6; Saltos Abalakov: 7; Tríceps en banco: 8.

Sesión 1	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	1
						2
						4
						3

Sesión 2	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	1
						5
						6
						2

Sesión 3	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	4
						6
						3
						8

Sesión 4	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	8
						2
						1
						7

Sesión 5	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	3
						6
						4
						5

Sesión 6	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	1
						2
						8
						3

Sesión 7	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso	Número de series	Tiempo de descanso	Ejercicios realizados

			entre trabajo		entre series	
	8'	40"	20"	2	2'	1
						5
						8
						6

Sesión 8	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	3
						5
						4
						6

Sesión 9	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	1
						4
						8
						2

Sesión 10	Duración del HIIT	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso entre trabajo	Número de series	Tiempo de descanso entre series	Ejercicios realizados
	8'	40"	20"	2	2'	3

						2
						7
						6