



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

**Universidad de la República
Instituto Superior de Educación Física
Licenciatura en Educación Física
Tesina**

Respuestas fisiológicas en 45 minutos de ejercicio continuo vs 45 minutos de ejercicio intermitente a igual frecuencia cardíaca en deportistas aficionados

Autores:

Ignacio IRIGOIN

Facundo TORTEROLO

Martín VALDEZ

Tutor: Carlos MAGALLANES

Línea de investigación: Educación Física y Rendimiento Deportivo

Montevideo, Junio, 2019

ÍNDICE:

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	Pag. 2
INTRODUCCIÓN	Pag. 3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Pag. 4
OBJETIVOS	Pag. 5
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	Pag. 5
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	Pag. 6
RESEÑA METODOLÓGICA	Pag. 11
RESULTADOS	Pag. 14
DISCUSIÓN	Pag. 16
CONCLUSIONES	Pag. 18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pag. 19
ANEXOS	Pag. 22

RESUMEN:

Objetivo: El objetivo de la presente investigación fue comparar el comportamiento del lactato sanguíneo (Lactato) y la sensación subjetiva de esfuerzo (RPE) en 45 minutos de un ejercicio de carrera continua con 45 minutos de un ejercicio de carrera intermitente a igual frecuencia cardíaca (FC) en deportistas aficionados. **Métodos:** Ocho sujetos de ambos sexos, físicamente activos, de $22,5 \pm 3,29$ años de edad, de $1,74 \pm 0,08$ m de altura, de $67,3 \pm 10,9$ kg de peso corporal fueron seleccionados por criterios de conveniencia para formar parte del estudio. Con la finalidad de establecer la existencia o no de diferencias significativas entre el comportamiento del Lactato y RPE en ambas formas de ejercicio, se compararon los valores de dichas variables al minuto 30 y al minuto 45 de ambos protocolos. Para la comparación se utilizó la prueba *t de Student* para datos pareados, estableciendo un nivel de significación $\alpha = 0,05$. **Resultados:** No se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en los valores del Lactato y RPE en la comparación del ejercicio intermitente con el ejercicio continuo al minuto 30 y al minuto 45. **Conclusiones:** Si bien el pequeño número de sujetos evaluados nos impide realizar cualquier afirmación, los resultados sugieren que tanto la FC como la monitorización del Lactato y RPE son indicadores apropiados para prescribir y controlar la intensidad del ejercicio intermitente. Dado que esta forma de ejercicio consigue generar un mayor reclutamiento de fibras musculares de contracción rápida que el ejercicio continuo, especulamos que el protocolo intermitente aquí utilizado podría ser una eficaz estrategia para desarrollar las adaptaciones aeróbicas en este tipo de fibras.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio intermitente; entrenamiento de resistencia; estado estable de Lactato.

INTRODUCCIÓN:

El presente estudio constituye el trabajo final de la unidad curricular Seminario de Tesina y se desarrolla en el marco del grupo de investigación en Deporte y Rendimiento, identificado en la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) con el N° 883101.

La selección de este tema de investigación se fundamenta en el interés por la fisiología del ejercicio, más precisamente en lo que respecta al estudio de las respuestas fisiológicas agudas que se producen en dos métodos de entrenamiento de la resistencia como capacidad física condicional.

Se espera que los resultados de esta investigación puedan incentivar la realización de futuros trabajos en esta área con el fin de seguir generando conocimiento y colaborar en el crecimiento de este campo de estudio y desempeño profesional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En la historia del entrenamiento de la resistencia han existido diferentes visiones y maneras de abordarla, lo que ha llevado a distintas formas de aplicación mediante protocolos y metodologías específicas, tales como el método continuo, intervalado, intermitente, entre otros.

En cuanto al intermitente y su masiva utilización en la mayoría de los deportes en el presente, cabe mencionar que no es un método de entrenamiento propio de la actualidad, ya que existe evidencia de su aplicación en distintas disciplinas desde comienzos del siglo XX (Billat, 2001).

Al dirigirnos a la literatura para comprender esta metodología vemos que no existe consenso sobre su conceptualización. Esta polisemia en la terminología ha generado que el método intermitente haya sido objeto de una considerable controversia, llegando en algún caso a contradecirse las definiciones existentes. Mientras algunos autores se refieren al intermitente como aquel ejercicio que trata de esfuerzos repetidos submáximos menores al minuto de duración separados por una pausa (Astrand, 1999; Billat, 2001) otros entienden que esta metodología consta de esfuerzos repetidos pero de mayor duración, rondando entre los 60 segundos a 4 minutos (Tjønnå et al., 2008).

También se encuentran aquellos que incluyen dentro del intermitente al High Intensity Interval Training (HIIT), ejercicio sistematizado en intervalos de alta intensidad con velocidades maximales alternado con pausas de muy bajas intensidades (Guillén, 2012; Laursen y Jenkins, 2002).

En consecuencia, la generalidad de los estudios publicados desarrollan protocolos que difieren en intensidad (Kohler, Pullin, y Cancino, 2014; Zafeiridis, Sarivasiliou, Dipla y Vrabas, 2010), volumen (Olney et al., 2018) e incluso en tipos de ejercicio y condiciones en que se llevan a cabo (Hoppe et al., 2013). Dicho motivo lleva a las investigaciones a comparar ambas metodologías mediante pruebas poco comparables entre sí.

En función de las discrepancias y limitaciones que existen en las interpretaciones sobre este método, esta investigación toma particular relevancia en la medida que se propone comparar mediante dos protocolos de igual intensidad y duración, las respuestas fisiológicas agudas que acontecen en su realización (Lactato y RPE).

OBJETIVOS:

Objetivo general

En función de los problemas mencionados en el apartado anterior, el propósito de esta investigación fue comparar las respuestas fisiológicas de 45 minutos de ejercicio continuo y 45 minutos de ejercicio intermitente a igual frecuencia cardíaca (75% - 85% FC_{máx}) en deportistas aficionados.

Objetivos específicos

Comparar valores del Lactato sanguíneo cada 15 minutos (a los 15', 30' y 45') entre ambos protocolos.

Comparar los valores de RPE cada 15 minutos (a los 15', 30' y 45') entre ambos protocolos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

Cuando el ejercicio continuo y el ejercicio intermitente (15x15) se realizan a igual FC (75% - 85% FC_{máx}) ¿se comportan el Lactato y el RPE de manera similar?

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL:

La resistencia como capacidad física condicional es un pilar sumamente importante en lo que respecta a la gran mayoría de los deportes (Weineck, 1994). Es tal la significación que tiene esta capacidad en la contribución de los resultados de cualquier actividad deportiva, que un alto nivel de resistencia es uno de los factores determinantes del éxito sea cual sea el deporte (Bompa, 2003).

La versatilidad del concepto “resistencia” hace que sea objeto de diversas definiciones, lo que indica que no existe una definición universalmente válida, pudiendo encontrar diversos autores con diferentes interpretaciones de la misma. Martin, Carl, Lehnertz (2001) la describen como aquella capacidad para mantener determinado rendimiento durante el mayor tiempo posible. Platonov (2001) entiende que ésta es la capacidad para realizar un ejercicio de manera eficaz superando la fatiga que se produce. Por su parte, Manno, Valerio, Ricart, Pidelaserra, Francesc (1990) sostienen que la resistencia es aquella capacidad de resistir la fatiga en trabajos de prolongada duración.

Se considera que una adecuada preparación física del deportista permite retrasar o incluso evitar la fatiga posterior a esfuerzos físicos y/o mentales intensos y continuados, cuestión que afecta negativamente la participación del individuo en la actividad deportiva (Villar, 1987; Hoppe et al., 2013).

En los inicios de la sistematización del entrenamiento de la resistencia predominaban los métodos continuos (Villar, 1987) caracterizados por altos volúmenes de trabajo físico llevados a cabo uniforme e ininterrumpidamente (Bompa, 2003). Existen numerosos estudios que muestran las respuestas fisiológicas (Helgerud, Engen, Wisloff, Hoff, 2001; Navarro, 1998) y psicológicas (Thum, Parsons, Whittle, Astorino, 2017) que acontecen en su realización. Estas respuestas presentan grandes diferencias en comparación con otros métodos de entrenamiento de la resistencia como el HIIT (High Interval Intensity Training), el SIT (Sprint Interval Training) y el intermitente, pudiendo observarse en estos últimos, niveles de Lactato sanguíneo y valores de RPE más elevados que en el método continuo (Onley et al., 2018; Kohler, et al., 2014).

Es tal la difusión que tiene el ejercicio intermitente en la actualidad por sus beneficios sobre la salud y condición física de los sujetos, que ha incrementado notoriamente en la población de practicantes de actividades físico-deportivas (Alonso, Fernández,

Gutiérrez, 2017). Por ello es oportuno mencionar el hecho de que no es una metodología de entrenamiento propia del presente. Existen evidencias de su utilización en el área del entrenamiento a comienzos del siglo XX (Billat, 2001). Una clara referencia es el atleta finlandés Hannes Kolehmainen, campeón olímpico de los 10.000 m en los Juegos Olímpicos de Estocolmo en el año 1912, cuyo entrenamiento consistía en fraccionar la distancia total de la prueba en 5-10 tramos, efectuando estos a velocidad de competencia. Su fundamentación se basaba en que el entrenamiento debía ser más específico y similar a las necesidades fisiológicas de las distintas disciplinas, interrumpiendo el hábito de realizar siempre carrera continua. Desde ese entonces existen evidencias de grandes atletas y deportistas que han utilizado este método para verse beneficiados en la competición (Billat, 2001; Argemi, 2003).

Teniendo en consideración la falta de consistencia en la terminología en lo que refiere al método intermitente, se encuentran diferentes visiones que hasta llegan a contradecirse. Autores como Astrand (2010) y Billat (2001) coinciden en que el mismo consta de repetidos esfuerzos o explosiones a cierta intensidad siendo estas igual o menor a un minuto de duración, seguidos por períodos de menor velocidad. Otros autores hacen referencia al método intermitente como aquellos ejercicios donde el tiempo del esfuerzo superaría al minuto de trabajo, el cual puede rondar desde los 60 segundos hasta los 4 minutos (Tjønnå, et al., 2008). Casas (2008) denominaría este tipo de ejercicio como método intervalado.

También se encuentran autores que incluyen al intermitente dentro del HIIT, definido este último como ejercicio sistematizado en intervalos de máxima intensidad alternando con pausas cuya intensidad disminuye de manera relevante (Guillén, 2012; Laursen, Jenkins, 2002).

En cuanto a la pausa del ejercicio intermitente, la misma suele ser pasiva o activa. El hecho de que la pausa constituya una fase de menor intensidad le ofrece al sujeto una recuperación para realizar el siguiente período, obteniendo una mayor calidad de trabajo (Cometti, 2007). En este sentido, es interesante remarcar que la recuperación no suele superar el doble de la duración del esfuerzo, concluyendo que una pausa de tal magnitud, le permitirá estar en condiciones físicas y psicológicas de realizar el período de mayor intensidad nuevamente (Argemi, 2003).

Una de las ventajas de la pausa pasiva es que permite una mayor resíntesis de fosfocreatina y una mayor re-oxigenación de hemoglobina y mioglobina; no obstante, tiene la desventaja que los parámetros funcionales (consumo de oxígeno y FC) descienden en mayor medida que con una pausa activa. Esta última tiene como ventaja que los parámetros funcionales no descienden de forma significativa y a su vez, los niveles de Lactato en sangre descienden más eficientemente retrasando el tiempo de agotamiento. Sin embargo, en la pausa activa existe una menor resíntesis de fosfocreatina como también de re-oxigenación de hemoglobina y mioglobina. (Greenwood, Moses, Bernardino, Gaesser, Weltman, 2008).

A partir de lo mencionado se puede visualizar la gran variedad de definiciones y variables que se utilizan para referirse a este método, generando confusiones respecto a su conceptualización. No siendo el objetivo de este estudio entrar en esta controversia, se interpreta al método intermitente siguiendo la línea tanto de Billat (2001) y Argemi (2003) como de Astrand (2010). Concretamente, a efectos de este estudio, se lo define operacionalmente como aquel protocolo basado en la repetición de períodos de 15 segundos a 75 - 85% FC_{máx} seguidos por un período de recuperación activa (6 km/h) de igual duración (15x15). Se cree conveniente para esta investigación utilizar una pausa corta y activa de baja intensidad con el fin de aprovechar la resíntesis de fosfocreatina y re-oxigenación de hemoglobina y mioglobina y a su vez, para que la FC oscile mínimamente.

Como fuera mencionado en la problematización, existen numerosos trabajos relativos a la comparación del ejercicio intermitente con el continuo. Sin embargo, la mayor parte de ellos presenta protocolos de evaluación poco comparables.

Kohler et al. (2014) observaron el RPE y la concentración de Lactato en sangre después de un ejercicio aeróbico continuo y uno intermitente estandarizando la distancia total recorrida en ambas pruebas. Dicha investigación consistió en protocolos de 30 minutos de carrera mediante un 15x15 con pausa pasiva, manteniendo el mismo volumen. Mientras que el primero constaba de una carrera continua al 110% del umbral de Lactato valorado mediante un test incremental, el intermitente se realizó al 100% de la velocidad pico en cinta, dato estimado para cada individuo mediante un test que incrementó la velocidad -a partir de 7 km/h- cada minuto en 1 km/h hasta el agotamiento físico, definiendo como la velocidad pico a aquella que fuera mantenida

por al menos 1 minuto. Esto determinó que ambos protocolos se realizaran a diferentes intensidades debido a que la velocidad alcanzada por cada sujeto fue obtenida a partir de distintos test para cada metodología.

Hoppe et al. (2013) estudiaron la resistencia comparando tres pruebas: una continua cuya velocidad inicial fue de 10 km/h y se incrementó cada 5 minutos en 1,4 km/h hasta llegar al agotamiento físico; una prueba de carrera continua en rampa (cinta motorizada) que comenzó con 4 minutos a 10 km/h con una inclinación del 1% y fue incrementando durante 4 minutos un 5% de la inclinación, mientras que la velocidad aumentó cada dos minutos en incrementos de 1 km/h hasta llegar al agotamiento; y finalmente, una carrera intermitente de 20 metros en la cual los sujetos debían correr de un lado a otro, cuya velocidad inicial se estableció en 10 km/h y aumentó 1 km/h cada 90 segundos, siendo la relación trabajo-pausa 2:1; al completar la fase de 13 km/h el incremento fue de 0,5 km/h hasta el agotamiento físico. De esta investigación se desprende que las tres pruebas fueron llevadas a cabo bajo distintas intensidades y volúmenes, así como también diferentes condiciones y tipos de ejercicio.

Onley et al. (2018) compararon al método continuo con el HIIT y el SIT. El ejercicio continuo consistió en un trabajo de 25 minutos al 40% $W_{m\acute{a}x}$ ¹, mientras que el HIIT se basó en 8 períodos de 60 segundos al 85% $W_{m\acute{a}x}$ cuyos tiempos de recuperación fueron de 75 segundos a una intensidad del 20% $W_{m\acute{a}x}$. El SIT fue desarrollado mediante 6 períodos de esfuerzo al 140% $W_{m\acute{a}x}$, dividido por pausas de 140 segundos al 20% $W_{m\acute{a}x}$. Se puede apreciar claramente como la intensidad y el volumen de los protocolos difiere entre ellos.

Por último, encontramos que Zafeiridis et al. (2010) compararon las respuestas fisiológicas entre un ejercicio continuo, un intermitente corto y un intermitente largo en cinta ergométrica. El primero se trató de una carrera continua al 83% de la velocidad aeróbica máxima (VAM^2). El intermitente corto constó de 30 segundos al 110% de la VAM con 30 segundos de recuperación activa al 50%; y por último, el intermitente largo se realizó en períodos de 3 minutos al 95% de la VAM con 3 minutos de pausa activa al 35%. A efectos de la velocidad ejecutada en cada prueba, se deduce que se comparan tres protocolos mediante distintas intensidades.

¹ $W_{m\acute{a}x}$: producción de potencia máxima alcanzada en el test (Mora, Aguado, 2014).

² VAM : Velocidad mínima a la cual se alcanza el máximo consumo de oxígeno (Billat, 2002).

De investigaciones realizadas anteriormente y sus carencias en comparar el método continuo e intermitente a igual intensidad, volumen y condiciones, surge el interés de comparar ambas metodologías a iguales cargas de trabajo (intensidad y duración) y observar qué sucede con sus respuestas fisiológicas.

La importancia de medir el Lactato sanguíneo y ver el comportamiento del mismo, radica en que éste es considerado un indicador de la carga interna del sujeto (Billat, 2002). Su aumento en sangre es un indicador de la aparición de la fatiga en el sujeto y puede influir en el aumento del RPE (Astrand, 2010; Demello, 1987 en Billat, 2002).

El RPE es un indicador subjetivo empleado para calcular la carga percibida por el sujeto en el ejercicio (Castellano, Casamichana, 2016). Éste arroja datos de cuán intenso le ha resultado el mismo a través de una valoración numérica, siendo un parámetro útil para cuantificar la intensidad de los protocolos de evaluación (Borg, 1982). El interés de evaluar este parámetro radica en observar si existen diferencias de RPE entre ambos protocolos de ejercicios a igual FC, ya que ciertos estudios que comparan el método intermitente con el continuo presentan distintos valores (Kohler et al., 2014; Onley et al., 2008; Thum et al., 2017).

RESEÑA METODOLÓGICA:

Diseño:

El siguiente estudio se presenta como una investigación de corte cuantitativo y de tipo descriptivo dado que detalla lo que ocurre con los parámetros fisiológicos (Lactato y RPE) en la aplicación de ambos protocolos a igual FC. El diseño es de carácter experimental ya que se busca visualizar qué sucede con los niveles de Lactato sanguíneo y RPE (variables dependientes) cuando se manipula la FC (variable independiente).

La muestra no fue de elección aleatoria sino que fue por criterios de conveniencia. El estudio fue desarrollado dentro de un contexto de campo, existiendo entonces una estructura de estudio “realista” (Hernández, Fernández, Baptista, 2010).

Sujetos:

Ocho (8) sujetos de ambos sexos (5 hombres y 3 mujeres), físicamente activos, de $22,5 \pm 3,29$ años de edad, de $1,74 \pm 0,08$ m de altura, de $67,3 \pm 10,9$ kg de peso corporal fueron los participantes de cada uno de los protocolos que se llevaron a cabo en esta investigación. Se mantuvo una reunión informativa previa con todos los participantes para explicarles las características y objetivos del estudio, así como también sus posibles riesgos. Todos participaron de manera voluntaria, firmando un consentimiento informado necesario para efectuar las mediciones antropométricas y las pruebas definidas. Con el fin de homogeneizar la muestra se contó con atletas amateurs de fondo y medio fondo. Este criterio aseguró que la totalidad de la muestra presente una similar condición física.

Como criterio de inclusión los sujetos: (a) deberían haber entrenado de manera sistemática e ininterrumpidamente (con una intensidad de moderada a alta) a la par de sus compañeros durante el último año. Como criterios de exclusión los sujetos no deberían: (a) estar sometidos a ningún tipo de intervención médica ni medicación al momento de la valoración; (b) presentar ningún tipo de lesión muscular al momento de realizar las pruebas, ni estar en etapa de rehabilitación; (c) ser fumadores.

Finalmente se le solicitó que asistieran a la pista con 24 horas de descanso respecto al entrenamiento anterior, y haber realizado el mismo desayuno en ambas instancias, a modo de evitar alteraciones en los parámetros fisiológicos.

Esta investigación fue presentada al Comité de Ética del Instituto Universitario Asociación Cristiana de Jóvenes (CEIUACJ) para llevar a cabo los protocolos, proveyendo las garantías sanitarias a cada sujeto.

Materiales:

Las medidas antropométricas (talla y peso) se realizaron de forma individual mediante la balanza digital (GA.MA profesional) previamente a ejecutar la primera prueba.

La FC se registró por medio de relojes deportivos Polar V800, Omron y Polar Electro.

Los niveles de Lactato sanguíneo fueron evaluados mediante Accutrend Plus con cintas reactivas de Lactato provenientes del Laboratorio Roche.

El RPE fue valorado mediante la Escala CR-20 RPE (Borg, 1982).

Procedimiento:

Las pruebas de campo fueron llevadas a cabo en tres instancias en la pista de atletismo “Darwin Piñeyrúa”.

Día 1: Constó principalmente de dos etapas. Comenzó con la medición de peso y talla, con el fin de poder realizar un análisis posterior preciso y particular para cada individuo. El segundo momento fue la explicación de ambos test, es decir, la familiarización de lo que tuvieron que ejecutar en las dos siguientes instancias de trabajo. A continuación se realizó un test de 1.000 metros con el fin de obtener la FC_{máx} de cada participante mediante pulsómetros y así estimar la VAM, la cual se utilizó como referencia para la velocidad del tiempo de trabajo.

Día 2: La prueba a desarrollar fue la del ejercicio intermitente. El mismo constó de un trabajo de una duración de 45 minutos a 75% - 85% FC_{máx}. Se trató de 15 segundos a una velocidad que promedió el 75% - 85% FC_{máx} y 15 segundos a 6 km/h (pausa activa), tratándose de un intermitente de densidad 1:1.

Se realizaron las mediciones de las variables en cuestión mediante la extracción de sangre de la yema del dedo y a través de la escala de Borg al minuto 15, luego al minuto 30 y al final de la prueba. El Lactato sanguíneo fue evaluado mediante la utilización del aparato tecnológico Accutrend Plus, el cual analiza dichos indicadores mediante la sangre extraída a cada sujeto. En lo que refiere a la sensación subjetiva del esfuerzo, la misma fue evaluada bajo el cuestionario propuesto por Borg (escala de Borg).

Día 3: Se llevó a cabo el test de ejercicio continuo. Constó de una carrera durante 45 minutos manteniendo el 75% - 85% FC_{máx} durante todo el trabajo, factor que fue controlado por medio del pulsómetro.

La medición de las variables fue exactamente igual a las del test intermitente.

Análisis estadístico:

Primeramente se realizó un análisis descriptivo básico de los datos obtenidos, expresados como media \pm desviación estándar.

A seguir, se llevaron a cabo varias pruebas *t de Student* para datos pareados con la finalidad de establecer la existencia o no de diferencias significativas. En todos los casos se estableció un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Los análisis se realizaron mediante el software R de distribución libre.

Pruebas *t de Student* internas al protocolo intermitente: los valores de FC, RPE y Lactato del minuto 30 y del minuto 45 fueron comparados respectivamente entre sí.

Pruebas *t de Student* internas al protocolo continuo: los valores de FC, RPE y Lactato del minuto 30 y del minuto 45 fueron comparados respectivamente entre sí.

Pruebas *t de Student* entre ambos protocolos (intermitente vs. continuo): los valores de FC, RPE y Lactato registrados a los 30 minutos de cada uno de los protocolos fueron comparados respectivamente entre sí. Análoga comparación se realizó entre los valores de FC, RPE y Lactato registrados a los 45 minutos de cada protocolo.

RESULTADOS:

En la Tabla 1 se muestran las características de los sujetos del presente estudio.

TABLA 1. Características generales de los sujetos			
SUJETO	EDAD (años)	ALTURA (m)	PESO (kg)
1	26	1,68	52
2	24	1,66	55
3	25	1,67	65
4	21	1,85	72
5	22	1,86	82
6	18	1,75	69
7	26	1,78	81
8	18	1,69	63
TOTAL	22,5 ± 3,29	1,74 ± 0,08	67,3 ± 10,9

En la tabla 2 se presentan los valores p de haber comparado la FC, RPE y Lactato del minuto 30 con el minuto 45 en el ejercicio intermitente. De igual modo se muestran los valores p de la comparación de la FC, RPE y Lactato del minuto 30 con el minuto 45 en el ejercicio continuo.

TABLA 2. Valores p de la comparación de la FC, RPE y Lactato en el ejercicio intermitente y en el ejercicio continuo			
	FC 30' = FC 45'	RPE 30' = RPE 45'	Lactato 30' = Lactato 45'
Intermitente	0,018*	0,012*	0,079
Continuo	N/A	0,183	0,132

(*Diferencia significativa p < 0,05)

Respecto al ejercicio intermitente, en la Tabla 2 se puede apreciar que la FC mostró una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el minuto 30 y el minuto 45. También los valores de RPE mostraron una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el minuto 30 con el minuto 45 de dicho protocolo. Sin embargo, los valores de Lactato no expresaron diferencias significativas ($p > 0,05$).

En cuanto al ejercicio continuo, no se observan diferencias significativas en la FC, RPE y Lactato ($p > 0,05$) entre el minuto 30 y el minuto 45.

En la Tabla 3 se muestran los valores p de la comparación de la FC, RPE y Lactato del ejercicio intermitente con el ejercicio continuo al minuto 30 y al minuto 45.

TABLA 3. Valores p de la comparación de la FC, RPE y Lactato del ejercicio intermitente con el ejercicio continuo.		
Intermitente Vs Continuo	FC 30' = FC 30'	0,687
	RPE 30' = RPE 30'	0,539
	Lactato 30' = Lactato 30'	0,119
	FC 45' = FC 45'	0,798
	RPE 45' = RPE 45'	0,122
	Lactato 45' = Lactato 45'	0,391
(* Diferencia significativa $p < 0,05$)		

En la Tabla 3 se visualiza que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) en la FC, RPE y Lactato en la comparación de ambos protocolos.

DISCUSIÓN:

El propósito de este estudio fue conocer y registrar, a través de dos protocolos específicos, las respuestas fisiológicas agudas de un ejercicio intermitente y un ejercicio continuo a igual FC y duración en deportistas aficionados. Concretamente, se compararon los valores tanto de Lactato como de RPE al minuto 30 y al minuto 45 entre ambos protocolos.

Como se menciona en la problematización, el principal inconveniente radica en que gran parte de los estudios hallados presentan protocolos que difieren en términos de intensidad, volumen y tipo de ejercicio, siendo estos poco comparables entre sí. En función de esto, surge el interés de realizar en esta investigación protocolos a una misma FC (75% - 85%) e igual duración (45 minutos).

Observando los resultados de la Tabla 2, se puede apreciar que el hecho de que la FC en el ejercicio intermitente presente una diferencia significativa en el minuto 30 con el minuto 45 de dicho protocolo, constituye una importante limitación del estudio ya que este era un factor determinante del mismo. Por esta razón, cabe advertir que los valores y su discusión deben ser considerados con cierta cautela.

Los resultados obtenidos (Tabla 3) no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en los valores de Lactato cuando el ejercicio intermitente y el ejercicio continuo fueron comparados entre sí a los 30 y 45 minutos. Tampoco Hoppe et al. (2013) observaron diferencias considerables en el Lactato al comparar 3 protocolos de ejercicios incrementales hasta el agotamiento físico. Uno de los test continuos comenzaba a 10 km/h aumentando 1 km/h cada 2 minutos mientras que el otro test continuo comenzaba de igual modo pero aumentando 1,4 km/h cada 5 minutos. En cuanto a la prueba intermitente aumentó cada 90 segundos en 1km/h partiendo de 10 km/h. A pesar de la similitud en los resultados obtenidos, los protocolos difieren notoriamente a las pruebas realizadas en la presente investigación ya que fueron llevadas a cabo bajo distintas intensidades y volúmenes.

Kohler et al. (2014), Onley et al. (2018) y Zafeiridis et al. (2010) encontraron variaciones entre los valores de Lactato evaluados en sus protocolos, siendo que éstos fueron realizados tanto a diferentes intensidades como volúmenes. Estas diferencias pueden comprenderse ya que Kohler et al. (2014) comparan ambos tipos de ejercicios

desarrollando el intermitente a una velocidad pico en cinta (a partir de un test incremental), y el continuo al 110% del umbral de Lactato, visualizándose diferentes velocidades en cada prueba. Por otro lado, se podría explicar la discrepancia en los valores de Lactato con Zafeiridis et al. (2010) en cuanto que estos autores presentaron protocolos con diferentes intensidades respecto al porcentaje de la VAM y en la variación de los tiempos tanto de trabajo como de pausa para cada prueba.

En cuanto a los valores de RPE no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el ejercicio intermitente respecto al ejercicio continuo luego de su comparación (Tabla 3). Contrariamente, Kohler et al. (2010) y Onley et al. (2018) encontraron discrepancias en cuanto a los valores de RPE, mostrando que el ejercicio intermitente se percibe más intenso que el continuo. Esta diferencia con Onley et al. (2018) puede devenir en que su propuesta se basó en 3 protocolos con diferente intensidad en cuanto al porcentaje de su potencia máxima; el test continuo fue realizado al 45% $W_{m\acute{a}x}$ durante 25 minutos, mientras que el HIIT y el SIT se desarrollaron en períodos cortos pero al 85% $W_{m\acute{a}x}$ y 140% $W_{m\acute{a}x}$ respectivamente.

En cuanto a la velocidad alcanzada se pudo visualizar que 4 sujetos desarrollaron velocidades de 14 km/h al realizar el ejercicio continuo durante 45 minutos, mientras que el ejercicio intermitente lo realizaron 15 segundos a 16 km/h y 15 segundos a 6 km/h durante 45 minutos, manifestándose así una diferencia en la velocidad alcanzada en 2 km/h a igual FC.

A partir de lo mencionado, parecería indicar que por llegar a mayor velocidad y por su constante acción de frenar y arrancar, en el ejercicio intermitente se estarían estimulando ambos tipos de fibras musculares (tipo I de contracción lenta y tipo II de contracción rápida). De este modo se generarían adaptaciones aeróbicas en las fibras musculares tipo II, distintas al ejercicio continuo que recluta predominantemente fibras musculares tipo I (Astrand, 1999). Esto tendría tal trascendencia debido a la problemática que caracteriza a las fibras musculares tipo II por la poca cantidad de transportadores de glucosa (GLUT 4) en comparación con las fibras musculares tipo I -observándose una cuarta parte menos-, lo que explicaría la menor sensibilidad a la insulina (Friedman, 2002). Se podría especular entonces que el ejercicio intermitente propuesto en esta investigación sea una posible herramienta para la estimulación de las fibras musculares tipo II.

CONCLUSIONES:

Sobre la base de los datos obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones. Cuando los protocolos de ejercicio intermitente y ejercicio continuo son realizados a igual FC los valores de Lactato no muestran diferencias significativas. De igual manera, se podría indicar que no existen diferencias significativas en los valores del RPE al comparar ambos protocolos a igual FC, por lo que el ejercicio intermitente no sería percibido por los sujetos como más intenso en comparación al ejercicio continuo.

En cuanto a las variables aplicadas en este estudio, se podría indicar que en tanto la FC, como la monitorización del Lactato y RPE son herramientas útiles para prescribir y controlar la intensidad del ejercicio intermitente.

Finalmente, parecería ser que el ejercicio intermitente tendría un impacto positivo en la salud de las personas, considerando que esta metodología estimula, mediante una mayor velocidad y la acción de frenar y arrancar, a los dos tipos de fibras musculares, generando así adaptaciones aeróbicas en las de tipo II, consideradas como problemáticas en cuanto a su sensibilidad por la insulina.

El análisis de estos resultados debe realizarse con cierta precaución a causa de las limitaciones existentes en este estudio, en cuanto a que el número de sujetos fue acotado; la ejecución de ambos protocolos no se llevó a cabo en condiciones climáticas estandarizadas; los sujetos pueden no percibir el RPE como atletas profesionales, y por último, únicamente dos variables fueron analizadas, dejando de lado otras tales como glucosa en sangre, VO₂ máx, distancia recorrida, entre otras, las cuales podrían generar distintas conclusiones.

Dicho esto, sería conveniente continuar con estudios que avancen en materia de comparación de éstas y otras variables fisiológicas, y que los sujetos participantes provengan de diferentes áreas y niveles de rendimiento, con el fin de generar mayor conocimiento en la temática desarrollada en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alonso-Fernández, Diego; Fernández-Rodríguez, Rosana; Gutiérrez-Sánchez, Águeda (2017): Efecto de un programa HIIT versus entrenamiento continuo extensivo en individuos inexpertos. En: *Apunts* (130), pág. 84–94. DOI: 10.5672/apunts.2014-0983.es.(2017/4).130.07.
- Argemi, R (2003) Ejercicio Intermitente en deportes de conjunto: Análisis y aplicación en el proceso de Entrenamiento deportivo. <http://www.deportesaciclicos.com/>.
- Åstrand P.O. (1999) Fisiología del esfuerzo físico. Edit. Manual Moderno 10a Edición.
- Astrand, Per-Olof (2010): Manual de fisiología del ejercicio. 1. ed. Badalona, España: Editorial Paidotribo.
- Billat V. (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento: de la teoría a la práctica. Ed. Paidotribo.
- Billat, V.L (2001). Interval training for Performance: a Scientific and Empirical Practice. *Sports Medicine*. 31 (1), 13-31
- Bompa, Tudor O. (2003): Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento. Barcelona: Hispano Europea.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Casas, Adrián. (2008) “Fisiología y metodología del entrenamiento de Resistencia intermitente para deportes acíclicos”. *Journal of Human Sport & Exercise* Vol III No 1 23-53
- Castellano Paulis, Julen; Casamichana Gómez, David (2016): El arte de planificar en fútbol. 1ª ed. Castelldefels: Fútbol de Libro (Colección Fútbol profesional).
- Cometti, Gilles; Pombo, Miguel (2007): La preparación física en el fútbol. 2a ed., 1a reimp. España: Paidotribo.
- Demello J. (1987). Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19, 354-362.

- del Villar, Carlos (1987): La preparación física del fútbol basada en el atletismo. [3ª ed.]. Madrid: Gymnos.
- Friedman, Jacob E (2002). *Metabolismo de la Glucosa en el Músculo Esquelético*. PubliCE.
- Greenwood, J. D., Moses, G. E., Bernardino, F. M., Gaesser, G. A. & Weltman, A. (2008). Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. *J Sports Sci.* 26(1), 29-34.
- Guillen, J. (2012). Low-volume, high-intensity interval training: A practical fitness strategy. *Wellspring*, 23(4), 1-4.
- Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. (2001). *Aerobic endurance training improves soccer performance*. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(11):1925-1931.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar (2010): Metodología de la investigación. 5a. ed. México, Madrid: McGraw-Hill.
- Hoppe, Matthias W.; Baumgart, Christian; Sperlich, Billy; Ibrahim, Hassan; Jansen, Christian; Willis, Sarah J.; Freiwald, Juergen (2013): Comparison between three different endurance tests in professional soccer players. En: *Journal of strength and conditioning research* 27 (1), pág. 31–37. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31824e1711.
- Kohler-Cerda, H., Pullin, Y. & Cancino, J., (2014). Effects of continuous and intermittent endurance exercise in autonomic balance, rating perceived exertion and blood lactate levels in healthy subjects. *Apunts Medicina de l'Esport*.
- Laursen, Paul B.; Jenkins, David G. (2002): The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. En: *Sports Medicine* 32 (1), pág. 53–73.
- Manno, Renato; Manno, Valerio; Ricart i Pidelaserra, Francesc (1990): Fundamentos del entrenamiento deportivo. [1ª ed.]. Barcelona: Paidotribo.
- Martin, D., Carl, K. and Lehnertz, K (2001). Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo. Paidotribo, Barcelona
- Mora Rodríguez, Ricardo; Aguado Jimenez Roberto (2014). *Rendimiento a Cadencias de Pedaleo Elevadas en Ciclistas Altamente Entrenados*. PubliCE. <https://g-se.com/rendimiento-a-cadencias-de-pedaleo-elevadas-en-ciclistas-altamente-entrenados-1690-sa-757cfb272412ad>
- Navarro, F. (1998) La resistencia. Madrid: Gymnos.

- Olney, Nicole; Wertz, Timothy; LaPorta, Zachary; Mora, Adam; Serbas, Jasmine; Astorino, Todd A. (2018): Comparison of Acute Physiological and Psychological Responses Between Moderate-Intensity Continuous Exercise and Three Regimes of High-Intensity Interval Training. En: *Journal of strength and conditioning research* 32 (8), pág. 2130–2138. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002154.
- Platonov, V. N. (2001): Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico. 1. ed. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Tjønnå, A., Lee, S., Rognmo, O., Stølen, T., A. Bye, Haram, P., y otros. (2008). Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome. *Circulation* , 346-353.
- Thum, Jacob S.; Parsons, Gregory; Whittle, Taylor; Astorino, Todd A. (2017): High-Intensity Interval Training Elicits Higher Enjoyment than Moderate Intensity Continuous Exercise. En: *PloS one* 12 (1), e0166299. DOI: 10.1371/journal.pone.0166299.
- Weineck, Jürgen; Pombo Fernández, Manuel (DL 1994): Fútbol total. El entrenamiento físico del futbolista. Barcelona: Paidotribo.
- Zafeiridis, Andreas; Sarivasilou, H.; Dipla, K.; Vrabas, I. S. (2010): The effects of heavy continuous versus long and short intermittent aerobic exercise protocols on oxygen consumption, heart rate, and lactate responses in adolescents. En: *European journal of applied physiology* 110 (1), pág. 17–26. DOI: 10.1007/s00421-010-14q<67-x

ANEXOS:

Consentimiento informado **Detalles de las pruebas a realizar**

Día 1: Consta de dos etapas. Comienza con la medición de los principales caracteres anatómicos de los sujetos tales como el peso y la talla, con el fin de poder realizar un posterior análisis preciso y particular para cada individuo. El segundo momento será la explicación de ambos test, es decir, la familiarización de lo que tendrán que ejecutar en las dos siguientes instancias de trabajo. A continuación, se realizará un test de 1.000 metros con el fin de obtener: la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) de cada participante mediante pulsómetros, y la velocidad aeróbica máxima, la cual se utilizará como referencia para la velocidad del tiempo de trabajo.

Día 2: La prueba a desarrollar será la del ejercicio intermitente. El mismo consta de un trabajo de una duración de 45 minutos a un 75% - 85 % FC_{máx}. Se trata de 15 segundos a una velocidad que alcance el 75% - 85% de la FC_{máx} y 15 segundos a 6 km/h (pausa activa), tratándose de un intermitente de densidad 1:1. Se realizarán las mediciones de las variables en cuestión mediante la extracción de sangre de la yema del dedo y a través de la escala de Borg a los 15 minutos, luego a los 30 y por último al final de la prueba. El Lactato sanguíneo será evaluado mediante la utilización del aparato tecnológico Accutrend Plus. En lo que refiere a la sensación subjetiva del esfuerzo, la misma será evaluada utilizando el cuestionario propuesto por Borg (escala de Borg).

Día 3: Se llevará a cabo la realización del test de ejercicio continuo, el cual consiste en un trote de 45 minutos manteniendo el 75% - 85% FC_{máx}, factor que será controlado por medio del pulsómetro. La medición de las variables será exactamente igual a las del test intermitente.

Por propia voluntad, estoy de acuerdo en participar de la investigación en la que se me realizarán dos test de condición física de los que se realizan habitualmente en los entrenamientos. Soy consciente de que se medirá mi frecuencia cardíaca, talla, peso y que se me pinchará la yema de los dedos para extraer una pequeña gota de sangre en 6 ocasiones. Para ese procedimiento se utilizarán lancetas esterilizadas y descartables y se tomarán todos los recaudos higiénicos pertinentes.

Tengo en cuenta que los test pueden ser interrumpidos de mi parte en cualquier momento que lo desee.

Los datos provenientes de los test, resguardando mi identificación personal, podrán ser utilizados para finalidades estadísticas o científicas.

Luego de haber leído atentamente este consentimiento y de haber realizado las consultas que considere necesarias, estoy de acuerdo en participar de este estudio.

FIRMA: _____

ACLARACIÓN: _____

C.I.: _____

Escala de Borg (1982)

1	
6	
7	Muy, muy suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Bastante Suave
12	
13	Algo Duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy Duro
18	
19	Muy, muy duro
20	