

DIFERENCIAS EN LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS ENTRE TRIATLETAS MASCULINOS Y FEMENINOS

PHYSIOLOGICAL RESPONSES DIFFERENCES BETWEEN MALE AND FEMALE TRIATHLETES

Mallol, M.^{1A-F}; Mejuto, G.^{2A-F}; Bentley, D.J.^{3A-F}; Norton, L.^{4A-F}; Norton, K.^{5A-F}; Yanci, J.^{6A-F}

¹MSc, Health and Exercise Science, College of Nursing and Health Sciences, Flinders University, Adelaide, South Australia, Australia y Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), Vitoria-Gasteiz, España. mall0078@flinders.edu.au

²PhD, Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Facultad de Educación, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), Bilbao, España. gaizka.mejuto@ehu.eus

³PhD. Health and Exercise Science, College of Nursing and Health Sciences, Flinders University, Adelaide, South Australia, Australia y Canadian Sports Institute Ontario, Scarborough, Toronto, Ontario, Canada. bentley.dj@gmail.com

⁴PhD. Health and Exercise Science, College of Nursing and Health Sciences, Flinders University, Adelaide, South Australia, Australia. lynda.norton@flinders.edu.au

⁵PhD. School of Health Sciences, University of South Australia, Adelaide, South Australia, Australia. kevin.norton@unisa.edu.au

⁶PhD. Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), Vitoria-Gasteiz, España. javier.yanci@ehu.eus

Responsabilidades

A Diseño de la investigación

B Recolector de datos

C Redactor del trabajo

D Tratamiento estadístico

E Apoyo económico

F Idea original y coordinador de toda la investigación

Correspondencia: Javier Yanci javier.yanci@ehu.eus

Recibido el 17 de diciembre de 2019

Aceptado el 17 de julio de

DOI: <http://dx.doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i1.8300>

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron analizar las diferencias entre triatletas masculinos y femeninos amateurs en el rendimiento en un test incremental máximo y en una competición simulada y describir si existe asociación entre el rendimiento en el test máximo incremental y la prueba simulada de competición. Un total de catorce triatletas recreacionales, 8 mujeres

(35,0 ± 8,1 años; 166,8 ± 7,2 cm; 69,4 ± 14,6 kg; 24,7 ± 3,2 kg·m⁻²) y 6 hombres (47,7 ± 14,3 años; 179,9 ± 8,6 cm; 77,8 ± 5,8 kg; 24,0 ± 1,3 kg·m⁻²) realizaron un test incremental máximo y una competición simulada (20 km bici y 5 km carrera a pie). A pesar de que no se observaron diferencias significativas entre el grupo masculino y femenino en el test máximo incremental, a efectos prácticos, el grupo masculino obtuvo valores mayores para VO₂max, Pmax, PVT1, PVT2 y VO₂VT2 ($p > 0,05$, ES = -0,8 a -1,9, alto). Con respecto a la competición simulada, si bien no se obtuvieron diferencias en función de sexo en los 5 km de carrera, el grupo femenino obtuvo valores significativamente inferiores para las variables velocidad (media y máxima) ($p < 0,05$ y $p < 0,01$, ES = -1,3 – -4,1, alto) y potencia (media y máxima) ($p < 0,01$, ES = -2,4 – -2,8, alto) durante los 20 km de ciclismo, así como un tiempo de ejecución del sector ciclista significativamente mayor que el grupo masculino ($p < 0,01$, ES = 1,6, alto). Por otro lado, un mejor rendimiento durante el test máximo incremental se asoció a un mejor rendimiento durante los 20 km de ciclismo en el grupo masculino ($r = 0,848$, $p < 0,05$), mientras que en el grupo femenino se asoció tanto a los 20 km en bici como a los 5 km corriendo ($r = -0,714$ a $-0,822$, $p < 0,05$). Los resultados obtenidos en el estudio ponen de manifiesto que los triatletas masculinos tienen un mejor rendimiento en un test incremental máximo y en el sector de ciclismo en una competición simulada y que la asociación entre el rendimiento en un test incremental y el rendimiento en los sectores de la prueba simulada depende del sexo.

Palabras clave: rendimiento, consumo máximo de oxígeno, potencia, umbral ventilatorio, ciclismo, carrera.

ABSTRACT

The current study focused on the differences between male and female non-professional triathletes during a maximal incremental test on the cycle ergometer, as well as, the cycle and run portion of a simulated sprint triathlon. In addition, this research analysed the during association between cycle ergometer maximal incremental test and simulated race variables.

Fourteen recreational triathletes, 8 female (35.0 ± 8.1 years; 166.8 ± 7.2 cm; 69.4 ± 14.6 kg; 24.7 ± 3.2 kg·m⁻²) and 6 male (47.7 ± 14.3 years; 179.9 ± 8.6 cm; 77.8 ± 5.8 kg; 24.0 ± 1.3 kg·m⁻²) performed a maximal incremental test and a simulated sprint triathlon race (20 km cycle and 5 km run). No significant differences were found during maximal testing between groups, however, males obtained higher VO₂max, Pmax, PVT1, PVT2 and VO₂VT2 ($p > 0.05$, ES = -0.8 to -1.9, large values than females). No differences between gender were observed during 5 km running during the simulated triathlon. Average and maximal speed ($p < 0.05$ y $p < 0.01$, ES = -1.3 – -4.1, large and average and maximal power ($p < 0.01$, ES = -2.4 – -2.8, large during the 20-km cycling were significantly lower in the female group, whereas, time to complete the 20 km ($p < 0.01$, ES = 1.6, large was significantly longer than the male triathletes.

Male triathletes who obtained greater values during the maximal test, presented a superior 20 km cycling performance. Females who presented larger values during the maximal test accomplished superior performances during both cycling and running simulated tests. These results suggest that recreational male triathletes may present a greater performance during maximal cycle ergometer test and during 20 km cycling simulation than female and the association between a maximal incremental test and simulated triathlon performances might depend on the triathlete's gender.

Key words: Performance, maximal oxygen consumption, power, ventilatory threshold, cycling, running.

INTRODUCCIÓN

El triatlón es una modalidad deportiva compleja compuesta por tres subdisciplinas: la natación, el ciclismo y la carrera a pie. En la actualidad, existen competiciones con una importante diferencia en cuanto a las distancias a realizar en cada prueba. Mientras que en el caso del triatlón de corta distancia (pruebas sprint) los deportistas deben de realizar 750 m nadando, 20 km en bici y 5 km de carrera a pie (1), cuya duración aproximada puede rondar entre los 50-60 min, en el caso de las pruebas de larga distancia (pruebas Ironman) los deportistas deben de recorrer hasta 3,8 km nadando, 180 km en bici y 42 km de carrera a pie (1), pudiendo llegar la duración de las pruebas hasta 17 h. En el caso de los triatletas de élite, suele ser común que se especialicen en una sola distancia o modalidad, mientras que los triatletas recreacionales suelen competir en formatos de distinta distancia en una misma temporada. Este aspecto puede dificultar el proceso de entrenamiento en triatletas de categoría amateur presentando diferentes respuestas fisiológicas, y por lo tanto una disparidad de requerimientos fisiológicos a entrenar, dependiendo de la distancia de la competición. Posiblemente por estas diferencias en la especialización de la competición, muchos autores se han centrado durante los últimos años en analizar cuáles son los factores determinantes del rendimiento no solo en triatletas de élite (2, 3) sino también en triatletas amateurs (4, 5).

A pesar de que el triatlón es un deporte en auge y practicado por más de 30.000 personas en España, únicamente el 19.6 % de las licencias son de mujeres (6). Esta disparidad en la práctica en función del sexo también se ve reflejada en la literatura científica ya que la gran mayoría de estudios se han centrado en el análisis del rendimiento en triatletas masculinos (5, 7-11). Aunque existe una importante cantidad de trabajos científicos que han estudiado las diferencias en el rendimiento físico debidas al sexo en otros deportes de resistencia (12-18), en el caso del triatlón, este tipo de estudios son mucho más escasos (2-4, 19). Concretamente en triatletas de élite, se han descrito diferencias entre triatletas masculinos y femeninos en el rendimiento en test máximos y submáximos en condiciones de laboratorio, obteniendo los hombres

mejores valores de consumo de oxígeno máximo (VO_2max) y potencia máxima que las mujeres (3, 19). Estas diferencias parecen ser debidas a aspectos tanto antropométricos, como por ejemplo la menor acumulación de masa grasa, como a aspectos fisiológicos relacionados, por ejemplo con mayores niveles de concentración de hemoglobina y mayor cantidad de fibras musculares en el caso de los hombres (19). Sin embargo, hasta el momento, únicamente una investigación se ha centrado en el análisis de estas diferencias atendiendo al sexo en triatletas recreacionales (4). Los resultados de este estudio mostraron similitudes entre triatletas masculinos y femeninos para el VO_2max , la potencia máxima y el porcentaje del VO_2max obtenido en el umbral ventilatorio durante un test máximo. Por otro lado, a pesar de que Stevenson et al. (2013) analizaron las diferencias en función del sexo en el rendimiento en triatlones de distintas distancias en triatletas no profesionales, que nosotros conocemos, no se han publicado estudios que se centren en las diferencias entre ambos sexos en una prueba simulada.

Por otro lado, en la literatura científica existen estudios centrados en analizar la posible relación entre los test tanto máximos como submáximos desarrollados en el laboratorio con el rendimiento deportivo en competición (17, 18, 20). Concretamente en triatletas de nivel nacional, parece existir una estrecha relación entre variables fisiológicas y el rendimiento final de un triatlón de distancia estándar (2, 3). Millet et al. (2004) observaron que la potencia pico obtenida durante un test en cicloergómetro y el gasto energético durante una carrera en tapiz realizada después del sector ciclista, eran variables asociadas con el rendimiento final de un triatlón en triatletas femeninas profesionales (2). Sin embargo, en el caso de triatletas masculinos, observaron que el umbral ventilatorio estaba asociado al rendimiento competitivo (2). En la misma línea, Schabert et al. (2000) observaron que la acumulación de lactato correspondiente a la potencia relativa de $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ durante un test en cicloergómetro, juntamente con la velocidad pico alcanzada en el tapiz rodante durante un test máximo de carrera, eran las mejores variables indicadoras del rendimiento de triatletas de nivel nacional en un triatlón olímpico o estándar (3). A pesar de que los estudios mencionados anteriormente han analizado algunas asociaciones entre el rendimiento en test de laboratorio y competición o pruebas simuladas, únicamente hemos encontrado un estudio donde se analiza la asociación existente entre el rendimiento en test máximos incrementales de laboratorio y pruebas de competición o simuladas de competición. Dicho estudio, concluye que el rendimiento durante un triatlón de una distancia de 1 km de natación, 30 km de ciclismo y 9 km de carrera a pie puede estar relacionado con diferentes variables fisiológicas como el VO_2max absoluto y relativo, el % VO_2max en el VT y la potencia o velocidad correspondiente al VT. Estos autores exponen que estas asociaciones dependen del nivel y del sexo del triatleta (4). Teniendo en cuenta la escasez de estudios publicados en la literatura que analizan este aspecto, parece necesario realizar más estudios científicos que permitan acercarse a un mayor nivel de evidencia sobre las asociaciones entre test máximos incrementales y el rendimiento en triatlón.

OBJETIVOS

Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron, por un lado, analizar las diferencias entre triatletas masculinos y femeninos amateurs en el rendimiento en un test incremental máximo y en una competición simulada (20 km bici y 5 km carrera a pie), y por otro lado, analizar si existe asociación entre el rendimiento en el test máximo incremental y la prueba simulada de competición.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

Catorce triatletas recreacionales ($40,4 \pm 12,5$ años; $172,4 \pm 10,1$ cm; $73,0 \pm 12,1$ kg; $24,4 \pm 2,5$ kg·m⁻²) tomaron parte en el estudio. Del total de participantes, ocho eran mujeres ($35,0 \pm 8,1$ años; $166,8 \pm 7,2$ cm; $69,4 \pm 14,6$ kg; $24,7 \pm 3,2$ kg·m⁻²) y 6 hombres ($47,7 \pm 14,3$ años; $179,9 \pm 8,6$ cm; $77,8 \pm 5,8$ kg; $24,0 \pm 1,3$ kg·m⁻²). Todos los participantes competían asiduamente a nivel regional (Sur de Australia) y entrenaban activamente en triatlón, ciclismo y/o carreras de distancias medias y largas. Los criterios de inclusión considerados para la participación en el estudio fueron que los triatletas estuvieran entrenando de manera estructurada para una competición en alguna de las distancias que conforman el triatlón, que poseyeran una experiencia mínima de dos años en competiciones de triatlón, que hubiesen finalizado un triatlón sprint en un tiempo comprendido entre 75 y 105 min en los 6 meses anteriores a la investigación y que no presentaran ningún tipo de lesión que impidiera la participación en el estudio. Antes de iniciar la investigación a todos los participantes se les informó sobre los protocolos y test que se realizarían en el estudio y todos ellos firmaron un consentimiento informado. El estudio fue revisado y aprobado por el Southern Adelaide Clinical Human Research Ethics Committee (HREC, código 334.16) de la Universidad de Flinders (Adelaida, South Australia), el cuál seguía los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (2013).

Procedimiento

Las mediciones se realizaron en el laboratorio de fisiología de la Universidad de Flinders (Adelaida, South Australia). En una única sesión, los participantes acudieron al laboratorio y se midieron las variables antropométricas en primer lugar. Seguidamente, realizaron un test incremental, progresivo y maximal hasta la extenuación volúmica en el cicloergómetro. Después de descansar 60 min en el mismo laboratorio, los triatletas realizaron un test simulado de competición realizando 20 km en cicloergómetro, tres min de transición y 5 km de carrera a pie en un tapiz rodante siguiendo el protocolo establecido por Etxebarria et al. (2014). La temperatura media del laboratorio fue de $15,8 \pm 2,8$ °C y la humedad relativa del $63,4 \pm 7,4\%$. Antes del test incremental, los triatletas realizaron un calentamiento que consistió en 10 minutos eligiendo la potencia, cadencia y velocidad del cicloergómetro según sus preferencias y hábitos de entrenamiento.

Una vez pasados 50 minutos desde la finalización del test máximo incremental, los participantes realizaban un segundo calentamiento a modo de activación durante 10 minutos, en los cuáles podían elegir tanto la potencia, cadencia y velocidad que prefirieran. A todos los participantes, se les indicó que no realizaran ejercicio intenso y no tomaran cafeína ni bebidas alcohólicas 24 h antes de la sesión de test. Asimismo, durante los test y los descansos podían consumir su bebida isotónica habitual y agua. Antes de empezar los test en cicloergómetro, se sustituyeron los pedales del cicloergómetro por los aquellos que cada atleta utilizaba en su propia bicicleta y se ajustaron las medidas biomecánicas (manillar, altura y retroceso del sillín), para intentar reproducir la postura y el pedaleo habitual durante los entrenamientos y las competiciones.

Mediciones

Antropometría: Se midió la altura de los participantes con un tallímetro (Seca 220, Hamburgo, Alemania) y la masa corporal mediante una báscula (Seca 813, Hamburgo, Alemania). Seguidamente, siguiendo el protocolo de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), se realizaron tres mediciones de los pliegues tricípital, subescapular y bicipital con un plicómetro (Harpenden Baty, West Sussex, Reino Unido). Para el análisis estadístico posterior, se tomó el valor de la mediana de los tres valores obtenidos en cada pliegue. El error técnico de medición (ETM) entre las tres repeticiones fue calculado atendiendo al procedimiento descrito por Gore et al. (1996), obteniéndose valores inferiores al 5% (21). Finalmente se midieron los perímetros de cintura y de cadera de cada participantes con una cinta antropométrica (Seca 201, Hamburgo, Alemania) siguiendo el protocolo establecido por Norton et al. (1996) (22).

Test incremental máximo en cicloergómetro: En este estudio se utilizó el protocolo establecido por Bentley et al. (2007) para triatletas y realizado en un cicloergómetro (Wattbike Trainer, Nottingham, Reino Unido). El test incremental daba comienzo pedaleando a una potencia de 80 W para las triatletas femeninas y 100 W para los triatletas masculinos (23). Posteriormente, se incrementaba la potencia en 20 W cada minuto hasta la extenuación. El test se daba por terminado cuando el sujeto era incapaz de mantener la potencia asignada al intervalo o cuando comunicaba a los investigadores la incapacidad de continuar (24). La potencia (P) se registró en cada intervalo usando un software específico Wattbike (Nottingham, Reino Unido). La frecuencia cardíaca (FC) se registró constantemente durante todo el test mediante un pulsómetro (Polar RS400, Kempele, Finlandia). Durante toda la prueba se registró el intercambio gaseoso mediante un analizador de gases (TrueOne2400, ParvoMedics, Utah, EEUU). Teniendo en cuenta el método propuesto para el cálculo de umbrales ventilatorios expuesto por Chicharro et al. (2000) y por Bentley et al. (2005), el primer umbral ventilatorio (VT1) se consideró en el momento en que la ratio de ventilación-volumen de oxígeno (VE/VO_2) y la presión del flujo final de oxígeno (PET_{O_2}) comenzaban a incrementar sin el correspondiente incremento de la presión de flujo final de dióxido de carbono (PET_{CO_2}) y el segundo umbral ventilatorio (VT2) se consideró al producirse una disminución del PET_{CO_2} conjuntamente con un incremento de la ratio de ventilación-volumen del dióxido de carbono (VE/VCO_2) (24, 25)

Prueba simulada de competición: Los triatletas realizaron en el laboratorio una simulación de competición utilizando un protocolo adaptado de Etxebarria et al., (5) (2014) con el objetivo de analizar el rendimiento en los sectores de ciclismo, transición y carrera. La simulación de la competición fue la siguiente: a) 20 km de ciclismo contrarreloj en un cicloergómetro (Wattbike Trainer, Nottingham, Reino Unido), b) una transición de 3 min en la que los triatletas se cambiaron las zapatillas de ciclismo por las de carrera a pie y c) 5 km corriendo en un tapiz rodante (Trackmaster TMX58, Kansas, EEUU) (26). A todos los participantes se les indicó que deberían completar cada segmento en el menor tiempo posible, teniendo la opción de modificar la resistencia del cicloergómetro y la velocidad de la cinta tantas veces como necesitaran. La FC fue registrada de manera continua durante toda la prueba con el pulsómetro antes mencionado. En el sector de ciclismo, la P (W), la velocidad ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), las cadencias medias y máximas (rpm) y el tiempo (min) empleado en realizar los 20 km fueron obtenidas mediante el software del cicloergómetro. En el sector de carrera, se obtuvo el tiempo total (min), la velocidad máxima y la velocidad media ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) alcanzada por cada triatleta durante los 5 km mediante el software del tapiz rodante. Tanto en el sector de ciclismo como en el de carrera se registró la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) mediante la escala de Borg adaptada (27), compuesta por 10 categorías fácilmente identificables durante el esfuerzo y mostrándola visualmente al participante cada 10 minutos durante toda la simulación.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT) de la media. Para calcular las diferencias entre el grupo masculino y femenino en las distintas variables analizadas (antropometría, test incremental máximo y prueba de competición simulada) se utilizó una prueba t para muestras independientes. Además, se calculó el porcentaje de diferencia (Dif. %) y el tamaño del efecto (TE) (28) para conocer las diferencias a efectos prácticos entre los grupos. Tamaños del efecto (TE) menores a 0,2, entre 0,2-0,5, entre 0,5-0,8 o mayores de 0,8 fueron considerados trivial, bajo, moderado o alto, respectivamente (28) Las asociaciones entre las variables del test incremental máximo y la prueba simulada de competición se calcularon mediante la correlación de Pearson (r). Para la interpretación de las magnitudes de las correlaciones se utilizó la siguiente escala: menor que 0,1, trivial; de 0,1 a 0,3, baja; de 0,3 a 0,5, moderada; de 0,5 hasta 0,7, alta; 0,7-0,9, muy alta; mayor que 0,9, casi perfecta (29). El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS® Inc, versión 23.0 para Windows, Chicago, IL, EEUU). El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$. En los casos en los que a pesar de que las diferencias fueran no significativas pero los TE fueran altos, (TE > 0,8) se consideraron diferencias a efectos prácticos.

RESULTADOS

Con respecto a las características antropométricas de los triatletas participantes en el estudio (Tabla 1), los resultados mostraron una mayor altura para el grupo masculino en comparación con el grupo femenino ($p < 0,01$, Dif. (%) = -7,3%, ES = -1,8, alto). Sin embargo, en el grupo de triatletas femenino se observaron significativamente mayores valores en el pliegue del bíceps y del tríceps en comparación con el grupo de triatletas masculino ($p < 0,05$ o $p < 0,01$, Dif. (%) = 86,6 - 87,0%, ES = 1.2-1.6, alto).

Tabla 1. Características antropométricas de todos los participantes del estudio y divididos por sexo (hombres y mujeres).

	Todos	Hombres	Mujeres	Dif. (%)	ES
Edad (años)	40,4 ± 12,5	47,7 ± 14,3	35,x ± 8,1	-26,6	-1,6
Características Antropométricas					
Altura (cm)	172,4 ± 10,1	179,9 ± 8,6	166,8 ± 7,2**	-7,3	-1,8
Masa (kg)	73,0 ± 12,1	77,8 ± 5,8	69,4 ± 14,6	-10,7	-0,6
IMC (kg.m ⁻²)	24,4 ± 2,5	24,0 ± 1,3	24,7 ± 3,2	2,8	0,2
Pliegue bíceps (mm)	6,9 ± 3,5	4,6 ± 2,0	8,6 ± 3,4*	87,0	1,2
Pliegue tríceps (mm)	12,2 ± 5,3	8,3 ± 3,1	15,5 ± 4,4**	86,6	1,6
Pliegue subescapular (mm)	15,0 ± 6,8	12,7 ± 3,6	16,7 ± 8,3	31,5	0,5
Perímetro cintura (cm)	80,3 ± 8,5	85,2 ± 6,1	76,7 ± 8,5	-9,9	-1,0
Perímetro cadera (cm)	97,6 ± 4,4	96,8 ± 3,6	98,2 ± 5,1	1,4	0,3

IMC = Índice de masa corporal; Dif. (%) = diferencia de medias en porcentaje; ES = tamaño del efecto. * $p < 0,05$ o ** $p < 0,01$ diferencias significativas con el grupo masculino.

Con respecto a los resultados obtenidos en el test máximo incremental llevado a cabo en cicloergómetro (Tabla 2), a pesar de que no se observaron diferencias significativas entre el grupo masculino y femenino para las variables máximas ($VO_2\max$, $FC\max$ y $P\max$) y tampoco en la potencia y consumo de oxígeno en $VT1$ y $VT2$, a efectos prácticos, el grupo masculino obtuvo valores mayores para $VO_2\max$, $P\max$, $PVT1$, $PVT2$ y VO_2VT2 ($p > 0,05$, Dif. (%) = -6.2 a -18.9 %, ES = -0,8 a -1.9, alto)

Los resultados obtenidos por todos los participantes y por el grupo masculino y femenino correspondientes al test de simulación de competición se muestran en la Tabla 3. Durante los 20 km del sector de bicicleta, los triatletas masculinos consiguieron realizar los 20 km en un menor tiempo, alcanzar una mayor $Vel\max$, realizarlo a una mayor $Vel\media$ y generar una mayor $P\max$ y $P\media$ ($p < 0,01$ ó $p < 0,05$, Dif. (%) = -30,4 a 9,9%, ES = -4,1 a 1,6, alto). No se obtuvieron diferencias significativas entre el grupo masculino y femenino, para los valores relacionados con la cadencia, la FC y el RPE ($p > 0,05$, Dif. (%) = -6,7 a 4,2, ES

= -0,9 a 0,2 bajo a alto). En el sector de la transición del ciclismo a la carrera, no se observaron diferencias significativas ni a efectos prácticos en las variables analizadas salvo en la FCmedia, donde el grupo femenino mostró un valor mayor que el grupo masculino ($p > 0,05$, Dif. (%) = 10,2%, ES = 1,1, alto). En el sector de carrera a pie (5 km), a pesar de que no se obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos, a efectos prácticos, el grupo de hombres fue capaz de alcanzar una mayor Velmax a lo largo de los 5 km ($p > 0,05$, Dif. (%) = -6,4%, ES = -1,1, alto). Finalmente, con respecto al tiempo total de la simulación de 20 km ciclismo, y 5 km de carrera a pie, a efectos prácticos, los triatletas masculinos emplearon menor tiempo para completar la prueba en comparación con el grupo de triatletas femenino, a pesar de que las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$, Dif. (%) = 7,2%, ES = 1,9, alto).

Tabla 2. Resultados obtenidos por todos los participantes, por el grupo de hombres y por el de mujeres en el test incremental máximo realizado en cicloergómetro.

	Todos	Hombres	Mujeres	Dif. (%)	ES
Máximos					
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	42,4 ± 4,8	44,9 ± 6,3	40,5 ± 2,4	-9,8	-1,9
FCmax (lpm)	172 ± 11	173 ± 12	172 ± 10	-0,1	0,0
Pmax (W)	256 ± 51	277 ± 54	241 ± 45	-12,7	-0,8
VT1					
PVT1 (W)	151 ± 31	167 ± 32	139 ± 25	-16,9	-0,9
VO ₂ VT1 (%)	68 ± 8,8	70,3 ± 10,6	66,3 ± 7,4	-5,8	-0,6
VT2					
PVT2 (W)	209 ± 42	235 ± 41	190 ± 34	-18,9	-1,1
VO ₂ VT2 (%)	86,1 ± 6,2	89,3 ± 7,1	83,8 ± 4,4	-6,2	-1,3

VO₂max = consumo máximo de oxígeno; FCmax = frecuencia cardíaca máxima alcanzada; Pmax = potencia máxima alcanzada; VT1 = primer umbral ventilatorio, VT2 = segundo umbral ventilatorio; PVT1 = potencia correspondiente al primer umbral ventilatorio; PVT2 = potencia correspondiente al segundo umbral ventilatorio; VO₂VT1 = porcentaje de volumen de oxígeno máximo en el primer umbral ventilatorio; VO₂VT2 = porcentaje de volumen de oxígeno máximo en el segundo umbral ventilatorio, Dif. (%) = diferencia de medias en porcentaje; ES = tamaño del efecto.

Con respecto a la asociación entre los resultados obtenidos en el test incremental y el test simulado de competición para el total de la muestra, se observó una correlación negativa entre el VO₂max obtenido en el test incremental y el T20kmbike ($r = -0,543$, $p < 0,05$) (Figura 1A) y positiva con la Pmedia20kmbike ($r = 0,608$, $p < 0,05$) (Figura 1B) obtenidas durante el test de competición simulada.

También se observó una correlación negativa entre el VO₂VT2 y la FCmedia-transición ($r = -0,676$, $p < 0,05$) (Figura 1C) y entre el VO₂VT1 y el RPEmedia5k-mrun ($r = -0,557$, $p < 0,05$) (Figura 1D).

Tabla 3. Resultados obtenidos por todos los participantes, por el grupo de hombres y por el grupo de mujeres en el test de triatlón simulado (20 km de ciclismo, transición y 5 km de carrera a pie).

	Todos	Hombres	Mujeres	Dif. (%)	ES
Sector ciclismo					
T20km _{bike} (min)	33,8 ± 2,3	32,0 ± 1,2	35,2 ± 2,0**	9,9	1,6
Velmedia20km _{bike} (km/h)	35,3 ± 2,3	36,7 ± 2,2	34 ± 1,9*	-6,6	-1,3
Velmax20km _{bike} (km/h)	37,4 ± 2,4	39,5 ± 2,0	35,7 ± 0,9**	-9,5	-4,1
Pmedia20km _{bike} (W)	182 ± 41	213 ± 40	159 ± 22**	-25,2	-2,4
Pmax20km _{bike} (W)	260 ± 62	311 ± 46	217 ± 34**	-30,4	-2,8
Cadmedia20km _{bike} (rpm)	95 ± 7	98 ± 4	92 ± 7	-6,7	-0,9
Cadmax20km _{bike} (rpm)	106 ± 9	108 ± 8	103 ± 10	-4,9	-0,5
FCmedia20km _{bike} (lpm)	157 ± 14	156 ± 16	157 ± 13	0,8	0,1
FCmax20km _{bike} (lpm)	165 ± 12	165 ± 16	165 ± 10	-0,4	-0,1
RPEmedia20km _{bike} (UA)	6 ± 2	6 ± 1	6 ± 2	4,2	0,2
Transición ciclismo - carrera a pie					
FCmedia _{transición} (lpm)	118 ± 19	112 ± 11	123 ± 24	10,2	1,1
RPEmedio _{transición} (UA)	3 ± 1	3 ± 1	3 ± 2	17,2	0,4
Sector carrera a pie					
T5km _{run} (min)	29 ± 2,6	28,3 ± 2	29,5 ± 3	4,2	0,6
Velmedia5km _{run} (km/h)	10,6 ± 1,0	11 ± 0,8	10,4 ± 1	-5,9	-0,8
Velmax5k _{run} (km/h)	12 1,3	12.5 ± 0.7	11,7 ± 1,6	-6,4	-1,1
FCmedia5km _{run} (lpm)	162 ± 11	161 ± 9	163 ± 13	1,1	0,2
FCmax5km _{run} (lpm)	175 ± 8	176 ± 10	174 ± 8	-0,7	-0,1
RPEmedia5km _{run}	6 ± 2	6 ± 2	7 ± 2	16,9	0,5
Ttotal20 km _{bike} + 5km _{run} (min)	62,8 ± 4,3	60,3 ± 2,3	64,7 ± 4,6	7,2	1,9

Variables de ciclismo 20km: T20kmbike = Tiempo empleado para completar los 20 km; Velmedia20kmbike y Velmax 20kmbike = velocidad media y máxima; Pmedia20kmbike y Pmax20kmbike = Potencia media y máxima; Cadmedia20kmbike y Cadmax20kmbike = cadencia media y máxima; FCmedia20kmbike y FCmax20kmbike = Frecuencia cardíaca media y máxima; RPEmedia20kmbike= Percepción del esfuerzo media del tramo de ciclismo. Variables durante los 3 minutos de transición: FCmediatransición y RPEmediotransición= Frecuencia cardíaca media y percepción del esfuerzo medio. Variables de carrera 5km: T5kmrun = Tiempo empleado para completar los 5 km a pie; Velmedia5kmrun y Velmax5kmrun= velocidad media y velocidad máxima; FCmedia5kmrun y FCmax5kmrun = Frecuencia cardíaca media y máxima; RPEmedia5kmrun = Percepción del esfuerzo del tramo de carrera. Ttotal20kmbike+ 5kmrun = Tiempo total en completar el sector de ciclismo seguido de la carrera a pie.

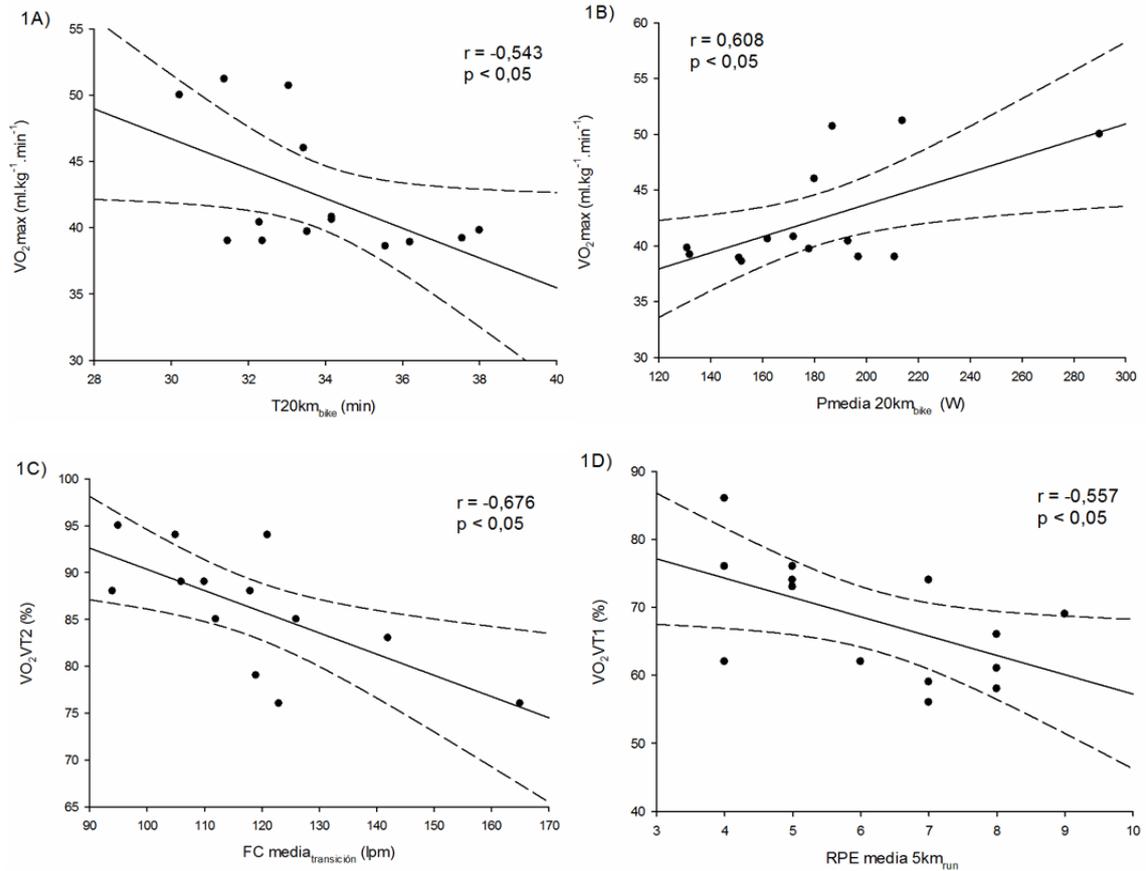


Figura 1. Correlaciones entre VO₂max y el T20kmbike (1A), entre el VO₂max y la Pmedia20kmbike (1B), entre el VO₂VT2 y la FCmediatransición(1C) y entre el VO₂VT1 y la RPE media5kmrun (1D) en el total de los participantes.

VO₂max = consumo máximo de oxígeno; T20kmbike = Tiempo empleado para completar; Pmedia20kmbike= Potencia media; VO₂VT2 = porcentaje de volumen de oxígeno máximo en el segundo umbral ventilatorio; FCmediatransición= Frecuencia cardíaca media; VO₂VT1 = porcentaje de volumen de oxígeno máximo en el primer umbral ventilatorio; RPEmedia5kmrun = Percepción del esfuerzo del tramo de carrera. *p < 0,05, ** p < 0,01, correlación significativa.

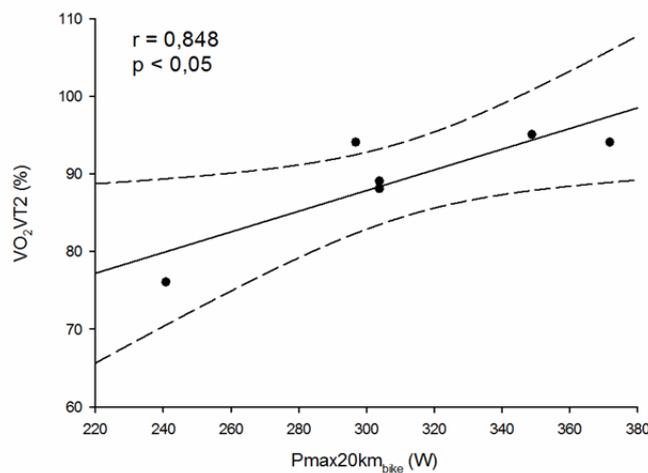


Figura 2. Correlaciones entre el VO₂VT2 y la Pmax20kmbike para el grupo masculino de triatletas. VO₂VT2 = porcentaje de volumen de oxígeno máximo en el segundo umbral ventilatorio; Pmax20kmbike= Potencia máxima. *p < 0,05, ** p < 0,01 correlación significativa.

Con respecto a las asociaciones entre los resultados obtenidos en el test incremental y el test simulado de competición para el grupo de triatletas masculino, únicamente se observó una correlación significativa y positiva entre el VO_2VT2 y la P_{max} 20kmbike durante el sector ciclista ($r = 0,848$, $p < 0,05$) (Figura 2).

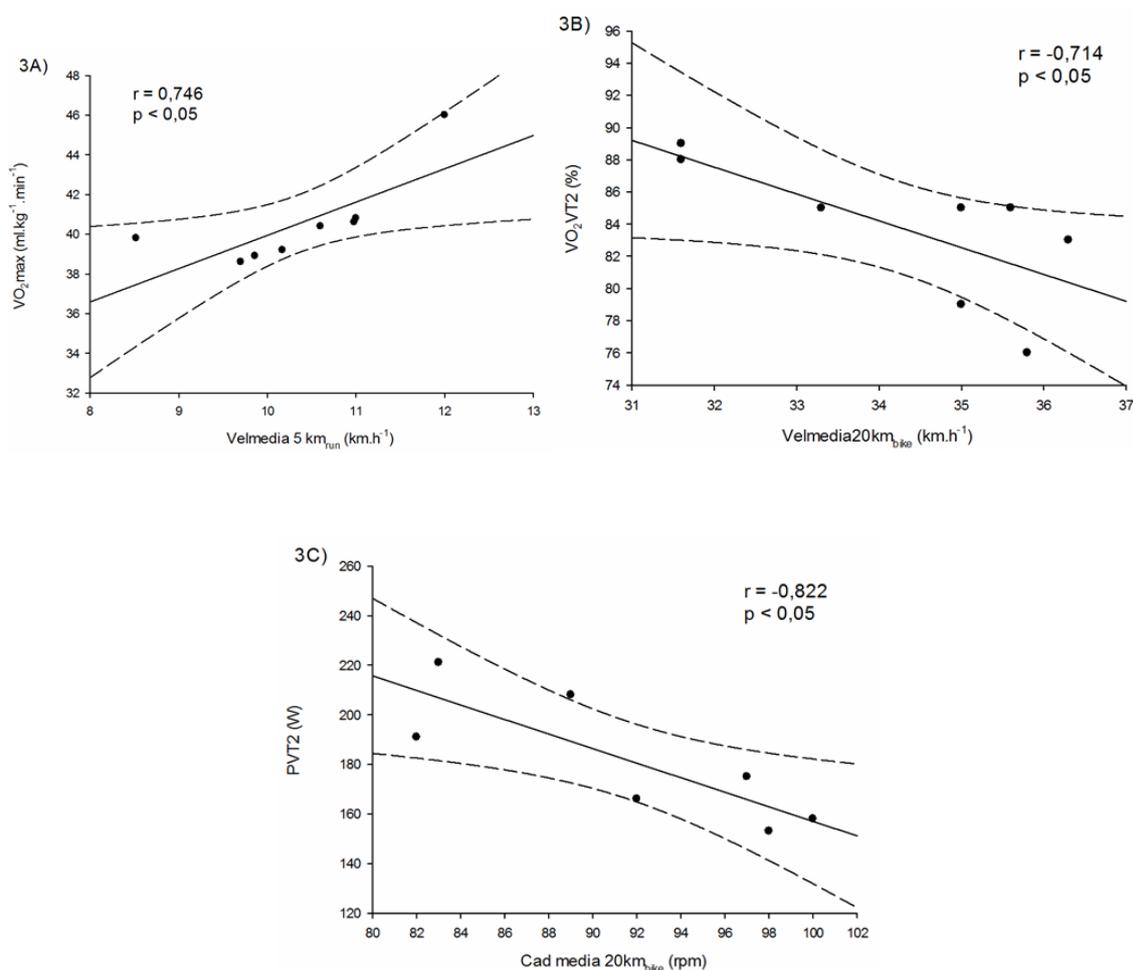


Figura 3. Correlaciones entre el VO_2max y la Velmedia5kmrun (3A), entre el VO_2VT2 y el T20kmbike (3B) y entre la PVT2 y la Cadmedia20kmbike (3C) para el grupo femenino de triatletas

VO_2max = consumo máximo de oxígeno; Velmedia5kmrun = velocidad media; VO_2VT2 = porcentaje de volumen de oxígeno máximo en el segundo umbral ventilatorio; T20kmbike = Tiempo empleado para completar los 20 km en bicicleta; PVT2 = potencia correspondiente al segundo umbral ventilatorio; Cadmedia20kmbike = cadencia media obtenida durante los 20 km de ciclismo. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, correlación significativa.

Finalmente, con respecto al grupo femenino, se observó una correlación positiva entre el VO_2max y la $V_{media5kmrun}$ ($r = 0,746$, $p < 0,05$) (Figura 3A), una correlación negativa entre el VO_2VT2 y la Velmedia20kmbike ($r = -0,714$, $p < 0,05$) (Figura 3B) y entre la PVT2 y la Cadmedia20kmbike ($r = -0,822$, $p < 0,05$) (Figura 3C).

DISCUSIÓN

El objetivo principal del presente estudio fue analizar las diferencias entre triatletas masculinos y femeninos en el rendimiento en un test máximo incremental y en una prueba de competición simulada (20 km sector ciclismo, transición y 5 km sector carrera). Además, otro de los objetivos del estudio fue analizar la asociación entre el rendimiento en el test incremental y el test simulado de competición. A pesar de que las diferencias en el rendimiento fisiológico atendiendo al sexo han sido analizadas en triatlón (2-4, 30) que nosotros conozcamos, esta investigación es la primera que analiza las diferencias entre triatletas masculinos y femeninos de nivel amateur. De la misma forma, a pesar de que la asociación entre pruebas incrementales y test simulados de competición ha sido analizadas en triatletas de élite (2, 3), no hemos encontrado ningún estudio al respecto en triatletas amateurs.

En la literatura científica se ha expuesto que el sexo puede ser un elemento diferenciador en el rendimiento mostrado por deportistas de distintas modalidades de resistencia (esquiadores de fondo, ciclista, atletas de maratón) en pruebas de laboratorio que miden la capacidad cardiovascular (12, 31, 32). La mayor parte de investigaciones apuntan a que en deportistas de resistencia, los hombres obtienen mayores niveles de $VO_2\text{max}$ que las mujeres (12, 31, 32). Los resultados obtenidos en el presente estudio en el test máximo incremental en el cicloergómetro, mostraron que, a pesar de que las diferencias no fueron significativas, a efectos prácticos, el grupo masculino presentó valores mayores que el grupo femenino no solo en el $VO_2\text{max}$, sino también en la P_{max} , PVT1, PVT2 y $VO_2\text{VT2}$ ($p > 0,05$, Dif. (%) = -6.2 a -18.9%, ES = -0,8 a -1.9, alto). Estos resultados concuerdan con resultados obtenidos en anteriores estudios en otras modalidades de resistencia (12, 31, 32). (12), durante un test incremental en el cicloergómetro, observando diferencias significativas entre ambos sexos en ciclistas competitivos de nivel regional y nacional en variables como la potencia aeróbica máxima (27.5%), la potencia generada en el umbral de lactato (40.4%), la potencia en OBLA (34.4%) o el $VO_2\text{max}$ (20.2%) (12). En la misma línea, Sandbakk et al. (2012) (31) observaron que la velocidad pico (17%), la potencia pico (62%) y el $VO_2\text{max}$ (59%) presentaban diferencias significativas en función del sexo en esquiadores de fondo (31). Por su parte, Maughan et al. (1983) (32) observaron que los corredores de maratón masculinos registraban un $VO_2\text{max}$ más alto que las corredoras femeninas en maratonianos no profesionales (14,9%) durante un test máximo realizado sobre tapiz rodante (32). Referente al triatlón, previos estudios han analizados las variables fisiológicas entre hombres y mujeres triatletas (2-4). Millet et al. (2004) (2) apreciaron diferencias entre ambos sexos para el $VO_2\text{max}$ (19,5% y 17,9%), para la potencia pico (24,3% y 23,9%) y para el % $VO_2\text{max}$ en el VT (3,5% y 4,1%) en categorías junior y senior, respectivamente. De manera similar, Schabort et al. (2000) (3) observaron diferencias del 26,8% y del 12,3% para las variables $VO_2\text{max}$ durante un test incremental en el cicloergómetro. Finalmente, Sleivert et al. (1993) (4) obtuvieron diferencias para la variable $VO_2\text{max}$ (15,0%), % $VO_2\text{max}$ en el VT (8,1%) y potencia en el VT (37,3%) durante un test máximo incremental en el cicloergómetro, siendo los valores más elevados en el caso de los hombres. Estas diferencias entre sexos pueden explicarse debido

a una mayor concentración de masa muscular, una mayor fuerza muscular y una menor acumulación de masa grasa relativa por parte de los triatletas masculinos (3, 33). En la misma línea, Lepers et al. (2013) hallaron que una menor acumulación relativa de masa grasa (un 5% en el caso de triatletas masculinos y un 13% en féminas), juntamente con una mayor concentración de hemoglobina (alrededor de un 5-10% más en los triatletas masculinos), entre otros factores, podrían ser los motivos de las diferencias encontradas en el rendimiento cardiovascular entre ambos sexos (19, 33, 34).

Además del análisis de las diferencias en función de sexo en el rendimiento en una prueba incremental máxima, aspecto que ha sido abordado ampliamente en la literatura científica (2-4, 12, 31, 32, 35, 36), desde un punto de vista más práctico, puede resultar especialmente relevante conocer si estas diferencias también se dan en pruebas más similares a la competición. A pesar de la importancia que podría tener conocer estas diferencias, no hemos encontrado ninguna evidencia sobre el estudio de las diferencias entre sexos durante una prueba de triatlón simulada en triatletas amateurs. Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran que los triatletas masculinos consiguieron realizar los 20 km del sector de ciclismo en un menor tiempo, alcanzaron una mayor velocidad media y máxima y consiguieron generar una mayor potencia tanto media como máxima comparado con las triatletas femeninas. Durante la transición, el grupo de mujeres mostró un valor mayor de FC_{media} en comparación con el grupo masculino ($TE = 1,1$), mostrando una menor capacidad de recuperación una vez finalizado el sector ciclista. Contrariamente, en el sector de carrera a pie, no se obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos. Teniendo en cuenta la simulación completa (20 km sector ciclista + 5 km sector carrera), a pesar de que las diferencias no fueron significativas, a efectos prácticos, los resultados indicaron que los triatletas masculinos emplearon menor tiempo para completar la prueba en comparación con el grupo de triatletas femenino (Ver Tabla 3). Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros estudios en competición. Según el estudio realizado por Lepers et al. (2013), la diferencia media del rendimiento general en un triatlón entre hombres y mujeres se sitúa en torno a un 10-14% (19), valor similar al obtenido en la diferencia entre hombres y mujeres en el tiempo empleado en el sector 20 km ciclismo (10%) y en el sector 20 km ciclismo + 5 km carrera a pie (7%). No obstante, parece ser que las diferencias dependen del sector analizado (19, 36). Lepers et al. (2013) expone que el sector de natación (no analizado en este estudio) es el sector en el que menos diferencias se observan entre hombres y mujeres y sin embargo en los sectores de ciclismo y carrera de un Ironman las diferencias fueron del 12-16% y del 13,3% respectivamente (19). Los resultados obtenidos en nuestro estudio exponen que las diferencias entre ambos grupos en la prueba simulada se dan en el sector de ciclismo, pero no en el de carrera. Millet et al. (2004) en la misma línea que los resultados obtenidos en nuestro estudio, concluyen que en triatletas femeninas tanto profesionales como amateurs, así como de categoría senior o junior, puede ser especialmente relevante el entrenamiento específico del sector ciclista para la mejora del rendimiento de un triatlón o prueba simulada (2). En el presente estudio, el hecho de no observarse

diferencias significativas en el sector de carrera entre ambos grupos podría estar relacionado con las condiciones en las que se desarrolló la prueba, la distancia recorrida y el nivel de los triatletas. Teniendo en cuenta que se encontraron diferencias entre hombres y mujeres triatletas en el sector de carrera en competición, (2, 19), podría ser interesante realizar estudios que confirmen si estas diferencias en el sector de carrera a pie en pruebas simuladas dependen de la distancia recorrida.

Por otro lado, anteriores estudios han analizado la asociación existente entre el rendimiento en test incrementales y el rendimiento en competición o pruebas simuladas de competición (2-4, 36). Se ha observado que un mejor rendimiento en un test incremental puede estar asociado al rendimiento deportivo en competición (2, 3, 19). En el presente trabajo, teniendo en cuenta el total de participantes, se obtuvo que los deportistas con un valor superior de $VO_2\max$ estaba asociado a un menor tiempo y una mayor P_{media} en la prueba de 20 km de ciclismo. Asimismo, se observó que los triatletas con un mayor VO_2VT_2 durante el test máximo en cicloergómetro tenían una menor FC_{media} durante la transición de la simulación. Dichos resultados ponen de manifiesto que una mejor capacidad cardiovascular puede ser beneficiosa para el rendimiento en una simulación de triatlón durante el sector de ciclismo y permite una mejor recuperación durante la transición, y por lo tanto empezar el sector de carrera a pie con menos desgaste energético (2).

Además de las asociaciones para todos los participantes, una de las novedades de este estudio es el análisis de las asociaciones entre una prueba máxima incremental y una prueba simulada en el laboratorio en función del sexo. Mientras que el grupo masculino mostró solamente una relación entre el VO_2VT_2 y la P_{max} 20kmbike, en el grupo femenino se observó que las triatletas con un valor superior de $VO_2\max$ eran capaces de mantener una mayor Vel_{media} durante los 5 km de carrera a pie ($r = 0,746$, $p < 0,05$), y que las participantes que obtenían una mayor PVT_2 durante el test máximo en cicloergómetro, utilizaban una $Cad_{media}20kmbike$ menor. Contrariamente a los resultados obtenidos en el presente estudio, Sleivert et al. (1993) no observaron relaciones entre las variables fisiológicas obtenidas de un test máximo en cicloergómetro con el rendimiento del sector ciclista en un triatlón corto (1 km natación, 30 km ciclismo, 9 km carrera) en triatletas recreacionales. Sin embargo, el tiempo empleado para el sector de carrera sí que presentaba relaciones significativas con el $VO_2\max$ y la velocidad en el VT en el grupo femenino. Por su parte, en los triatletas masculinos se observó una relación entre el tiempo en completar el triatlón y la velocidad en el VT durante el test máximo sobre el tapiz rodante al igual que en estudios precedentes (4). Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que a pesar de que en triatletas masculinos tener una mejor capacidad cardiovascular puede influir en el rendimiento en el sector ciclista y no en la carrera a pie, en el caso de las triatletas una mejora del rendimiento en un test incremental puede estar asociado a un mejor rendimiento en la prueba de 5 km en carrera a pie. La mejora del rendimiento en un test incremental podría estar asociada al rendimiento en una prueba simulada de forma diferenciada según el sexo de los triatletas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio en el test máximo incremental muestran que a pesar de que las diferencias entre triatletas masculinos y femeninos no fueron significativas, a efectos prácticos el grupo masculino presentó valores absolutos superiores para $VO_2\text{max}$, P_{max} , $PVT1$, $VT2$ y en el VO_2VT2 . En la prueba simulada de competición, no se obtuvieron diferencias en el sector 5 km carrera a pie entre triatletas masculinos y femeninos, manifestándose dichas diferencias en el sector de 20 km en ciclismo. Este aspecto pone de manifiesto que las diferencias en el tiempo total empleado en la competición simulada podrían ser debidas específicamente a uno de los sectores de la prueba, el ciclismo.

Respecto a la asociación entre el rendimiento en el test incremental y la prueba simulada, los resultados de este estudio ponen de manifiesto que un valor de $VO_2\text{max}$ superior puede estar asociado con un menor tiempo y una potencia media superior durante los 20 km de ciclismo. Además, un valor de VO_2VT2 mayor se relaciona con una menor FC_{media} durante la transición. Además, diferenciando la muestra en función del sexo, los resultados obtenidos muestran que un mejor rendimiento en el test incremental está asociado un mejor rendimiento en el sector 20 km ciclismo para los triatletas y con el sector 5 km carrera a pie en el caso de las triatletas. Estos resultados apuntan a que la mejora del rendimiento en un test incremental puede estar asociado al rendimiento en una prueba simulada de forma distinta en triatletas masculinos que en femeninos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Triathlon Union. Competition rules documents 2018 [Available from: https://www.triathlon.org/about/downloads/category/competition_rules].
2. Millet GP, Bentley DJ. The physiological responses to running after cycling in elite junior and senior triathletes. *International Journal of Sports Medicine*. 2004;25(03):191-7.
3. Schabert EJ, Killian SC, Gibson ASC, Hawley JA, Noakes TD. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32(4):844-9.
4. Sleivert GG, Wenger HA. Physiological predictors of short-course triathlon performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1993;25(7):871-6.
5. Etxebarria N, Anson JM, Pyne DB, Ferguson RA. High-intensity cycle interval training improves cycling and running performance in triathletes. *European Journal of Sport Science*. 2014;14(6):521-9.
6. Consejo Superior de Deportes. Memoria 2017: Licencias y clubes federados 2019 [Available from: http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asoc-fed/licencias_y_clubos_2017.pdf].
7. Etxebarria N, Hunt J, Ingham S, Ferguson R. Physiological assessment of isolated running does not directly replicate running capacity after triathlon-specific cycling. *Journal of Sports Sciences*. 2014;32(3):229-38.

8. Nagy E, Toth K, Janositz G, Kovacs G, Feher-Kiss A, Angyan L, et al. Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *European Journal of Applied Physiology*. 2004;92(4-5):407-13.
9. Laursen PB, Suriano R, Quod MJ, Lee H, Abbiss CR, Nosaka K, et al. Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon. *British Journal of Sports Medicine*. 2006;40(4):320-5.
10. Suzuki K, Peake J, Nosaka K, Okutsu M, Abbiss CR, Surriano R, et al. Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an Ironman Triathlon race. *European Journal of Applied Physiology*. 2006;98(6):525-34.
11. Margaritis I, Tessier F, Richard M-J, Marconnet P. No evidence of oxidative stress after a triathlon race in highly trained competitors. *International Journal of Sports Medicine*. 1997;18(03):186-90.
12. Hopker J, Jobson S, Carter H, Passfield L. Cycling efficiency in trained male and female competitive cyclists. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2010;9(2):332.
13. Kennedy MD, Tamminen KA, Holt NL. Factors that influence fatigue status in Canadian university swimmers. *Journal of Sports Sciences*. 2013;31(5):554-64.
14. Hoffmann S, Skinner T, van Rosendal S, Osborne M, Emmerton L, Jenkins D. Sex differences in adaptations to high intensity interval training. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2017;20:e18.
15. Helgerud J, Ingjer F, Strømme S. Sex differences in performance-matched marathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1990;61(5-6):433-9.
16. Machado FA, Kravchychyn ACP, Peserico CS, da Silva DF, Mezzaroba PV. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2013;16(6):577-82.
17. Lindsay FH, Hawley JA, Myburgh KH, Schomer HH, Noakes TD, Dennis SC. Improved athletic performance in highly trained cyclists after interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1996;28(11):1427-34.
18. Westgarth-Taylor C, Hawley JA, Rickard S, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. Metabolic and performance adaptations to interval training in endurance-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1997;75(4):298-304.
19. Lepers R, Knechtle B, Stapley PJ. Trends in triathlon performance: Effects of sex and age. *Sports Medicine*. 2013;43(9):851-63.
20. Basset FA, Boulay MR. Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in triathletes, runners and cyclists. *European Journal of Applied Physiology*. 2000;81(3):214-21.
21. Gore C, Norton K, Olds T, Whittingham N, Birchall K, Clough M, et al. Accreditation in anthropometry: an Australian model. *Anthropometrica*. 1996:395-411.
22. Norton K, Olds T, Olive S, Craig N. Anthropometry and sports performance. *Anthropometrica*. 1996:287-364.
23. Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental exercise test design and analysis. *Sports Medicine*. 2007;37(7):575-86.

24. Bentley DJ, Vleck VE, Millet GP. The isocapnic buffering phase and mechanical efficiency: relationship to cycle time trial performance of short and long duration. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 2005;30(1):46-60.
25. Chicharro JL, Hoyos J, Lucía A. Effects of endurance training on the isocapnic buffering and hypocapnic hyperventilation phases in professional cyclists. *British Journal of Sports Medicine*. 2000;34(6):450-5.
26. International Triathlon Union. Triathlon 2018, April 17 [Available from: <https://www.triathlon.org/>].
27. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*. 1982;14(5):377-81.
28. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillsdale, NJ: erlbaum; 1988.
29. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine Science in Sports Exercise*. 2009;41(1):3.
30. Stevenson JL, Song H, Cooper JA. Age and sex differences pertaining to modes of locomotion in triathlon. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2013;45(5):976-84.
31. Sandbakk Ø, Ettema G, Leirdal S, Holmberg H-C. Gender differences in the physiological responses and kinematic behaviour of elite sprint cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112(3):1087-94.
32. Maughan R, Leiper J. Aerobic capacity and fractional utilisation of aerobic capacity in elite and non-elite male and female marathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;52(1):80-7.
33. Reaburn PR, Dascombe BJ, Janse de Jonge X. Body composition and gender differences in performance. *Nutritional Assessment of Athletes*, Second Edition, Driskell JA, Wolinsky I, Eds CRC Press, Boca Raton, FL. 2011:121-47.
34. Bunc V, Heller J, Horcic J, Novotny J. Physiological profile of best Czech male and female young triathletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 1996;36(4):265-70.
35. Neder J, Nery L, Andreoni S, Sachs A, Whipp B. Oxygen cost for cycling as related to leg mass in males and females, aged 20 to 80. *International Journal of Sports Medicine*. 2000;21(04):263-9.
36. Sleivert GG, Rowlands DS. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Medicine*. 1996;22(1):8-18.