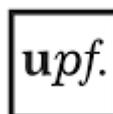




*Centre universitari adscrit a la*



Universitat  
Pompeu Fabra  
Barcelona

**COMPARACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA RECUPERACIÓN  
ACTIVA EN UN DUATLÓN SUPERSPRINT  
UN ESTUDIO CUASI EXPERIMENTAL CON ENFOQUE DE  
GÉNERO.**

*DOBLE GRAU EN FISIOTERÀPIA I CAFE*

Alumna: Ainoa Ruiz Guarido

Director: Víctor Toro Román

Trabajo Final de Grado

Curs 2023-2024

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. Resumen y palabras claves .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Justificación del estudio.....</b>	<b>10</b>
3.1. Contexto Específico del Tema de Investigación:.....	10
3.2. Vacío Científico: .....	10
3.3. Aplicabilidad de los Resultados:.....	11
<b>4. Hipótesis y objetivos. ....</b>	<b>11</b>
4.1. Hipótesis: .....	11
4.2. Objetivos: .....	11
<b>5. Metodología. ....</b>	<b>12</b>
5.1. Diseño del estudio. ....	12
5.2. Población y muestra.....	13
5.3. Asignación de los individuos a los grupos de estudio.....	15
5.4. Variables de estudio.....	15
5.5. Recogida de datos.....	15
5.6. Descripción de los grupos de estudio y propuesta de intervención.....	16
5.7. Análisis estadístico .....	17
5.8. Consideraciones éticas.....	19
<b>6. Resultados. ....</b>	<b>20</b>
<b>7. Discusión. ....</b>	<b>27</b>
<b>8. Limitaciones.....</b>	<b>28</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>29</b>
<b>10. Implicación en la práctica profesional. ....</b>	<b>29</b>
<b>11. Referencias bibliográficas. ....</b>	<b>30</b>
<b>12. Anexos.....</b>	<b>32</b>
12.1. Consentimiento Informado para Participar en Estudio de Investigación.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>Tabla 1.</b> Disciplinas en Triatlón.....	6
<b>Tabla 2.</b> Características del duatlón.....	8
<b>Figura 1.</b> Diseño del estudio.....	12
<b>Tabla 3.</b> Características de los participantes.....	13
<b>Figura 2.</b> Lugar de valoración y características de los sectores.....	13
<b>Tabla 4.</b> Características ambientales durante las valoraciones.....	14
<b>Tabla 5.</b> Matriz de registro de información.....	16
<b>Figura 3.</b> Cálculo de tamaño muestral.....	18
<b>Figura 4.</b> Potencia estadística con n=5.....	18
<b>Tabla 6.</b> Análisis del primer sector de carrera.....	20
<b>Tabla 7.</b> Resultados del primer sector de carrera según el sexo.....	21
<b>Tabla 8.</b> Datos del segundo sector de ciclismo en general.....	22
<b>Tabla 9.</b> Resultados del segundo sector de ciclismo según el sexo.....	23
<b>Tabla 10.</b> Cifras del tercer sector de carrera en general.....	24
<b>Tabla 11.</b> Resultados en el segundo sector de carrera según el sexo.....	25
<b>Tabla 12.</b> Comparativa de tiempos: Total vs. Porcentaje.....	26
<b>Tabla 13.</b> Tiempo total de la prueba según sexo.....	26
<b>Figura 5.</b> Resultados obtenidos durante la recuperación pasiva y activa.....	27
<b>Figura 6.</b> Posición de las bicis para la RA.....	34
<b>Figura 7.</b> Descanso activo en rodillo (Ivy).....	34
<b>Figura 8.</b> Descanso pasivo (Ivy).....	34

## 1. Resumen y palabras claves

En este trabajo se investigan las diferencias en la recuperación activa (RA) y la recuperación pasiva (RP) y además examinar las posibles diferencias entre sexos durante un duatlón supersprint, centrándose en la influencia de la recuperación activa frente a la pasiva. Mediante un diseño de investigación cruzado aleatorizado cuasi experimental, se llevaron a cabo dos pruebas de duatlón consecutivas con participantes masculinos y femeninos, midiendo variables como peso, frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido (RPE) y tiempo de realización de la prueba.

La prueba consistió en realizar dos pruebas de duatlón (2,5km carrera, 10km ciclismo y 1,25km carrera) con un periodo de recuperación de 30 minutos. Durante el periodo de recuperación, un grupo realizó una recuperación activa (rodar de manera suave en un rodillo) y otro grupo recuperación pasiva. La siguiente semana se cambiaron los roles.

Los resultados mostraron que, aunque se observaron diferencias en el rendimiento entre la RA y la RP, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Aunque, se encontraron diferencias significativas entre sexos en el tiempo de carrera, con los hombres demostrando un rendimiento superior en comparación con las mujeres. Además, se observó una tendencia hacia una mejora en el rendimiento entre los días de prueba, especialmente en el primer sector de carrera.

En conclusión, se destacan las diferencias entre sexos en los tiempos totales de ejecución por lo que subraya la importancia de considerar las diferencias fisiológicas entre atletas femeninos y masculinos.

**Palabras clave:** Duatlón, Recuperación, Sexos, Fisiología

---

En aquest treball s'investiguen les diferències en la recuperació activa (RA) i la recuperació pasiva (RP) i a més examinar les possibles diferències entre sexes durant un duatló supersprint, centrant-se en la influència de la recuperació activa enfront de la passiva. Mitjançant un disseny de recerca creuat aleatoritzat quasi experimental, es van dur a terme dues proves de duatló consecutives amb participants masculins i femenins, mesurant variables com a pes, freqüència cardíaca, esforç percebut (RPE) i temps de realització de la prova.

La prova va consistir a realitzar dues proves de duatló (2,5km carrera, 10km ciclisme i 1,25km carrera) amb un període de recuperació de 30 minuts. Durant el període de recuperació, un grup va realitzar una recuperació activa (rodar de manera suau en un corró) i un altre grup recuperació passiva. La següent setmana es van canviar els rols.

El resultat van mostrar que, encara que es van observar diferències en el rendiment entre la RA i la RP, aquestes diferències no van ser estadísticament significatives. Encara que, es van trobar diferències significatives entre sexes en el temps de carrera, amb els homes mostrant un rendiment superior en comparació amb les dones. A més, es va observar una tendència cap a una millora en el rendiment entre els dies de prova, especialment en el primer sector de carrera.

En conclusió, es destaquen les diferències entre sexes en els temps totals d'execució pel que subratlla la importància de considerar les diferències fisiològiques entre atletes femenins i masculins.

**Paraules clau:** Duatló, Recuperació, Sexes, Fisiologia.

---

This paper investigates differences in active recovery (AR) and passive recovery (PR) and also examines possible gender differences during a supersprint duathlon, focusing on the influence of active versus passive recovery. Using a quasi-experimental randomized crossover research design, two consecutive duathlon tests were conducted with male and female participants, measuring variables such as weight, heart rate, perceived exertion (RPE) and test time.

The test consisted of two duathlon races (2.5km run, 10km cycling and 1.25km run) with a recovery period of 30 minutes. During the recovery period, one group performed active recovery (gentle rolling on a bicycle roller) and the other group performed passive recovery. The following week the roles were reversed.

The results showed that, although differences in performance were observed between AR and PR, these differences were not statistically significant. Although, significant sex differences were found in running time, with males demonstrating superior performance compared to females. In addition, a trend towards improved performance was observed between test days, especially in the first running sector.

In conclusion, the gender differences in total running times are highlighted, thus underlining the importance of considering the physiological differences between male and female athletes.

**Key Words:** Duathlon, Recovery, Sex Difference, Physiology.

## 2. Introducción.

El duatlón y el triatlón, como disciplinas que combinan resistencia física y habilidades técnicas, han experimentado un notable crecimiento en popularidad en las últimas décadas. La Federación Internacional de Triatlón (ITU), fundada en 1989, ha desempeñado un papel fundamental en la estandarización y promoción de estas disciplinas a nivel global. El número de practicantes ha experimentado un aumento constante, reflejando una creciente diversidad de atletas, desde entusiastas recreativos hasta profesionales de élite. El duatlón y el triatlón son disciplinas deportivas multifacéticas que, aunque comparten similitudes, presentan diferencias significativas en términos de modalidades, demandas físicas y estrategias de entrenamiento (*Consejo Superior Deportes - CSD, 2014*).

El triatlón se estableció en San Diego (EE.UU.) a principios de los años 1970, cuando el San Diego Track Club organizó la primera prueba que combinaba las disciplinas de carrera (10 km), ciclismo (8 km) y natación (500 m) en una misma carrera. La distancia de cada segmento ha cambiado a lo largo de los años hasta el debut en los Juegos Olímpicos de Sydney 2000, con la distancia olímpica de 1,5 km de natación, 40 km de bicicleta y 10 km de carrera (Ambrosini et al., 2022).

El triatlón es una disciplina que combina tres segmentos: natación, ciclismo y carrera. Al igual que el duatlón, el triatlón tiene diversas modalidades, entre las cuales se incluyen:

**Tabla 1.** *Disciplinas en Triatlón.*

<b>DISTANCIAS DE TRIATLÓN</b>			
	<b>Natación</b>	<b>Ciclismo</b>	<b>Carrera a Pie</b>
<b>Relevos</b>	250m a 300m	5 a 8 km	1,5 a 2 km
<b>Triatlón SuperSprint</b>	250 a 500 m	6,5 a 13 km	1,7 a 3,5 km
<b>Triatlón Sprint</b>	750m	20 km	5 km
<b>Triatlón Olimpico</b>	1,5 km	40 km	10 km
<b>Triatlón Media Distancia</b>	1,9 a 3 km	80 a 90 km	21 km
<b>Triatlón Larga Distancia</b>	4 km	100 a 200 km	42,2 km

Fuente: triathlon.org

El triatlón es un multideporte compuesto por segmentos de natación, ciclismo y carrera y dos periodos de transición. La transición de natación a la bicicleta se considera un período crítico para el cambio en la posición del cuerpo y las modificaciones en los parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, lactato) y biomecánicos (potencia y cadencia de ciclismo, frecuencia de brazada de natación). Las diferentes distancias de carrera pueden influir en las respuestas fisiológicas, ya que se necesita más potencia y velocidad para distancias cortas de triatlón, mientras que las distancias más largas requieren más resistencia y estrategia de ritmo (Ambrosini et al., 2022).

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. 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 (Mallol et al., 2020). Tanto los triatletas masculinos como los femeninos exhibieron similitudes en varios parámetros fisiológicos clave, incluyendo el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ), la potencia máxima y el porcentaje del  $VO_{2max}$  alcanzado en el umbral ventilatorio durante un test máximo. Esto sugiere que, en términos generales, ambos sexos presentan capacidades fisiológicas comparables para responder a las demandas del triatlón (Mallol et al., 2020). Sin embargo, a pesar de la existencia de estudios previos que han analizado las diferencias de rendimiento entre sexos en triatlones de diversas distancias, como el trabajo realizado por (Stevenson et al., 2013) que se centró en triatletas no profesionales, hasta la fecha no se ha encontrado literatura científica que se enfoque específicamente en las diferencias entre hombres y mujeres en una prueba simulada de triatlón. Esta brecha en la investigación sugiere una oportunidad para explorar más a fondo cómo las diferencias de género pueden influir en el rendimiento y las respuestas fisiológicas durante simulaciones de triatlón, lo que podría tener implicaciones importantes para el entrenamiento y la preparación de los atletas en ambos sexos (Mallol et al., 2020).

El duatlón es una competición de resistencia que consiste en dos segmentos de carrera intercalados con un segmento de ciclismo, sin incluir la natación. Las modalidades de duatlón varían en distancia, siendo las más comunes :

**Tabla 2.** Características del duatlón.

<b>DISTANCIAS DE DUATLÓN</b>			
	<b>Carrera a Pie</b>	<b>Ciclismo</b>	<b>Carrera a Pie</b>
<b>Relevos</b>	1,5 a 2 km	5 a 8 km	750 m a 1 km
<b>Duatlón SuperSprint</b>	1,5 a 2 km	6,5 a 13 km	850m a 1,75 km
<b>Duatlón Sprint</b>	hasta 5 km	hasta 20 km	hasta 2,5 km
<b>Duatlón</b>	5 km - 10 km	30 km - 40 km	5 km
<b>Duatlón Media Distancia</b>	10 - 15 km	60 a 90 km	10 km
<b>Duatlón Larga Distancia</b>	+15 km	120 km - 150 km	20 - 30 km

Fuente: triathlon.org

El duatlón exige una combinación única de resistencia cardiovascular, fuerza muscular y habilidades técnicas, es una prueba multideporte de resistencia que consiste en carrera secuencial (primera carrera), ciclismo y carrera adicional (segunda carrera). Este evento está regido internacionalmente por la Unión Internacional de Triatlón (ITU). La configuración más común para una carrera de duatlón es una carrera de 5 km, 30 km en bicicleta y otros 5 km de carrera (Sparks et al., 2005). Estudios como el de (Millet et al., 2009) han destacado la importancia de la capacidad aeróbica y anaeróbica, así como la resistencia muscular, en el rendimiento del duatleta. Las transiciones rápidas entre las disciplinas imponen demandas adicionales en la capacidad de cambio de ritmo y la resistencia mental (Vleck et al., 2006). El primer tramo de competición es lo que lo diferencia del triatlón; así, por reglamento, en lugar de la natación hay un primer tramo de carrera exactamente doble en kilómetro del segundo tramo de carrera. La casi totalidad de atletas del duatlón, aparte de muy pocas excepciones, son triatletas. El duatlón es la modalidad invernal del triatlón, por ello podemos encontrar varias referencias al deporte del triatlón en sus diferentes modalidades. En competiciones de duatlón en modalidad sprint el porcentaje de la carga de frecuencia cardíaca es entre el 92 y el 95% de la frecuencia cardíaca máxima, correspondiente a un consumo de oxígeno entre el 85 y el 89% del VO2max (Ronconi & Alvero-Cruz, 2011).

Ambas disciplinas, el duatlón y el triatlón, ofrecen desafíos físicos y mentales únicos, atrayendo a atletas de diversos niveles de habilidad y experiencia. La comprensión de las diferencias específicas entre estas modalidades es fundamental para el diseño de programas de entrenamiento efectivos y la optimización del rendimiento atlético.

Las diferencias fisiológicas y las características físicas entre hombres y mujeres desempeñan un papel fundamental en el rendimiento y la respuesta al entrenamiento en el triatlón y el

duatlón. Reconocer estas disparidades es esencial para diseñar programas de entrenamiento efectivos y personalizados que maximicen el potencial de cada atleta, independientemente de su sexo. El número de mujeres que compiten en triatlón ha aumentado desde la década de 1990, pero la tasa de participación en eventos de triatlón sigue siendo menor para las mujeres en comparación con los hombres, y la tasa femenina varía entre el 25 y el 40% del total (Lepers, 2019).

La capacidad de trabajar de manera diferente con hombres y mujeres refleja la necesidad de una aproximación individualizada y sensible al sexo en el ámbito del entrenamiento deportivo. En el contexto del triatlón y el duatlón, estas diferencias se manifiestan en varias áreas clave. La diferencia de sexo en el rendimiento, que representa una diferencia de aproximadamente el 10-20% del tiempo total, depende de las disciplinas, las distancias y el nivel de los competidores. Es probable que la diferencia sexual en el rendimiento se deba a factores fisiológicos y morfológicos, pero también se deben considerar las diferencias hormonales, psicológicas y sociales (como tasas de participación más bajas) (Lepers, 2019).

Los hombres suelen exhibir una mayor masa muscular y fuerza absoluta en comparación con las mujeres, debido principalmente a diferencias en la testosterona y la composición corporal (Miller et al., 1993). Esta disparidad se traduce en diferencias en la capacidad de generar potencia y en la eficiencia biomecánica durante segmentos como el ciclismo y las transiciones entre disciplinas. Es crucial reconocer que la comparación directa de la fuerza entre hombres y mujeres es inapropiada debido a estas diferencias fundamentales en la composición corporal y la fisiología muscular.

Si bien es cierto que los hombres pueden exhibir una mayor capacidad aeróbica absoluta, las mujeres tienden a demostrar una mayor resistencia a la fatiga muscular y una menor acumulación de ácido láctico durante el ejercicio prolongado. Estas diferencias pueden influir en la estrategia de carrera y en la capacidad para mantener el ritmo durante eventos de resistencia como el triatlón y el duatlón (Hunter et al., 2005).

La comprensión de estas diferencias fisiológicas es fundamental para la personalización de los programas de entrenamiento. Mientras que los hombres pueden beneficiarse de un enfoque más orientado hacia el desarrollo de la fuerza y la potencia, las mujeres pueden requerir una mayor atención en aspectos como la técnica de carrera, la resistencia cardiovascular y la prevención de lesiones específicas de género (Blázquez López et al., 2021). Es esencial adoptar un enfoque holístico que tenga en cuenta las necesidades individuales de cada atleta, independientemente de su sexo.

Por otro lado, algo muy importante a tener en cuenta es la recuperación. Aunque la recuperación pasiva es común entre los atletas, puede no ser tan efectiva como la recuperación activa para promover la recuperación física y la adaptación al entrenamiento. Un estudio de Hausswirth et al., (2011) encontró que la recuperación pasiva después de una

sesión de entrenamiento de resistencia resultó en una mayor fatiga neuromuscular y una recuperación más lenta en comparación con la recuperación activa.

La recuperación activa, por otro lado, ha demostrado tener varios beneficios en comparación con la recuperación pasiva. Un estudio de Bailey et al., (2007) encontró que la recuperación activa después del ejercicio redujo la acumulación de lactato en la sangre y mejoró la recuperación de la función muscular en comparación con la recuperación pasiva.

Por lo que hace a los protocolos de recuperación existentes se pueden observar diferentes estudios donde la RA va de los 6 a 10 minutos siendo una recuperación dando buenos resultados, mientras que otros protocolos optan por RA más prolongadas de 10 a 72 h dando unos resultados más negativos en sus resultados (Ortiz et al., 2019).

En resumen, la apreciación de las diferencias fisiológicas y las características físicas entre hombres y mujeres es esencial para el diseño de programas de entrenamiento efectivos y la maximización del potencial atlético. La personalización y la adaptación de las estrategias de entrenamiento son fundamentales para optimizar el rendimiento y promover el éxito a largo plazo en el triatlón y el duatlón, reconociendo y respetando las diferencias individuales de cada atleta.

### 3. Justificación del estudio.

El presente estudio aborda una problemática relevante en el ámbito del triatlón y el duatlón, centrándose en la comparación de los efectos de la recuperación activa y pasiva en atletas de diferentes géneros.

La importancia de esta investigación radica en varios aspectos clave:

#### 3.1. Contexto Específico del Tema de Investigación:

El estudio se enmarca en el contexto del rendimiento deportivo y la optimización de la recuperación en atletas de resistencia. Si bien se ha investigado ampliamente sobre estrategias de recuperación en el deporte, pocos estudios han examinado específicamente las diferencias entre recuperación activa y pasiva en el contexto del duatlón, especialmente teniendo en cuenta las disparidades entre hombres y mujeres.

#### 3.2. Vacío Científico:

Existe un vacío significativo en la literatura científica en lo que respecta a la comparación de métodos de recuperación en el duatlón y su influencia en diferentes géneros. Si bien algunos estudios han explorado la recuperación post-esfuerzo en atletas, pocos han investigado cómo estos métodos afectan de manera diferencial a hombres y mujeres en el contexto específico del duatlón. Esta falta de investigación limita nuestra comprensión de las estrategias óptimas de recuperación y entrenamiento para este deporte.

### 3.3. Aplicabilidad de los Resultados:

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones prácticas para atletas, entrenadores y profesionales de la salud. Comprender cómo la recuperación activa y pasiva afecta el rendimiento y la recuperación muscular en diferentes géneros puede ayudar a desarrollar estrategias de entrenamiento más efectivas y personalizadas sobre todo para las modalidades de supersprint, ya que es muy común realizar varias pruebas el mismo día. Además, esta información puede ser utilizada para mejorar la prevención de lesiones, encontrar estrategias que aumenten la recuperación y mantengan el rendimiento y optimizar la preparación para competiciones de duatlón.

En resumen, este estudio se propone llenar un vacío científico importante al investigar las diferencias en los efectos de la recuperación activa y pasiva en atletas de diferentes géneros en el contexto del duatlón. Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al conocimiento científico existente, sino que también tendrán aplicaciones prácticas directas en el ámbito del rendimiento deportivo y la salud de los atletas.

## 4. Hipótesis y objetivos.

### 4.1. Hipótesis:

- La recuperación activa resultará en una reducción significativa del tiempo total de realización del duatlón en comparación con la recuperación pasiva.
- Se espera que las mujeres disminuyan el rendimiento en menor medida en comparación con los hombres.
- La frecuencia cardíaca en reposo disminuirá de manera significativa después de la recuperación activa en ambos géneros.
- La percepción subjetiva del esfuerzo, medida a través de la escala de Borg, será menor después de la recuperación activa en comparación con la recuperación pasiva.
- No se espera que la recuperación activa tenga un impacto significativo en el peso corporal de los atletas.

### 4.2. Objetivos:

- Evaluar el impacto de la recuperación activa y pasiva en el rendimiento de atletas de ambos géneros durante un duatlón.
- Comparar las respuestas fisiológicas, incluyendo la frecuencia cardíaca en reposo y la percepción subjetiva del esfuerzo, entre la recuperación activa y pasiva en hombres y mujeres.
- Determinar si existen diferencias significativas en el tiempo total de realización del duatlón entre la recuperación activa y pasiva.
- Analizar el efecto de la recuperación activa y pasiva en el peso corporal de los atletas después del duatlón.

- Investigar las diferencias de género en la respuesta al tratamiento de recuperación activa y pasiva en el contexto del duatlón.

## 5. Metodología.

### 5.1. Diseño del estudio.

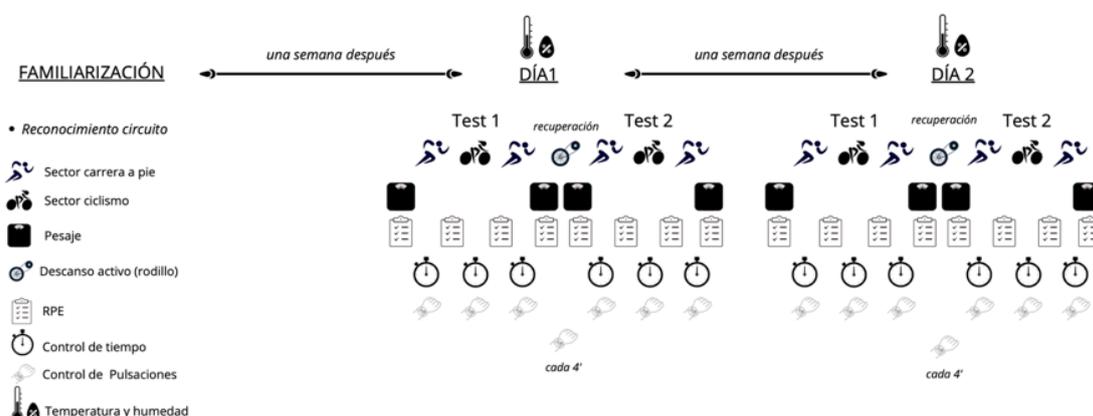
El estudio propuesto es un diseño de investigación cruzado y aleatorizado con una duración de 2 semanas (ver figura 1). Los participantes realizarán dos pruebas de duatlón supersprint, que consisten en correr 2,5 km, bicicleta 10 km y correr 1,25 km, con un período de descanso de 30 minutos. Durante este descanso, se asignará a los participantes a dos grupos: el Grupo A realizará descanso activo en rodillo durante 20 minutos, mientras que el Grupo B tendrá descanso total. Posteriormente, se repetirá el duatlón. Después de una semana, se invertirán los grupos y se repetirá el estudio.

Una semana antes de la prueba, se realizará una familiarización en la semana 0. En la semana 1, después de aleatorizar la muestra, los participantes se dividirán en dos grupos: Grupo Descanso Activo (DA) y Grupo Descanso Pasivo (DP).

En la semana 2, los participantes repetirán la prueba cruzando los grupos para experimentar ambas condiciones.

Se realizará un control del peso corporal y medida de RPE antes y después de cada prueba. Durante la prueba, se monitorizará la frecuencia cardíaca, los ritmos, la velocidad y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) en cada sector del duatlón (ver figura 1). El estudio se centra en evaluar las diferencias en la mejora de la recuperación entre sexos en relación con el descanso activo.

**Figura 1.** Diseño del estudio. \*RPE: percepción del esfuerzo realizado.



Nota: Estructura del estudio que se llevó a cabo los días de test.

## 5.2. Población y muestra

El estudio está dirigido a atletas de ambos sexos que participan en eventos de duatlón supersprint. La muestra ha sido de 5 participantes (n=5), 2 hombres y 3 mujeres. En todos los casos son atletas experimentados con el duatlón y las características del deporte. La población objetivo incluye atletas recreativos y competidores experimentados que estén dispuestos a someterse a pruebas de rendimiento físico y recuperación.

**Tabla 3.** Características de los participantes

		Participantes (n=5)
<b>Sexo (n)</b>	Masculino	2
	Femenino	3
<b>Edad (años)</b>		32,6 ± 5,88
<b>Altura (m)</b>		1,73 ± 0,07
<b>Peso (kg)</b>		63,00 ± 7,34
<b>Frecuencia cardíaca en reposo (ppm)</b>		56,00 ± 11,20
<b>Experiencia (años)</b>		4,40 ± 3,97
<b>Entrenamiento semanales (horas)</b>		8,80 ± 4,48
<b>Modalidad preferente</b>	Sprint	100%

El estudio se llevará a cabo en el Polígono de El Prat de Llobregat, específicamente en el circuito oficial del duatlón de dicha localidad. Este circuito proporcionará un entorno adecuado y controlado para la realización de las pruebas de duatlón.

**Figura 2.** Lugar de valoración y características de los sectores.



Carrera a pie - 2,5km



Desnivel positivo  
5 m

Ciclismo - 20km



Desnivel positivo  
15 m

Carrera a pie - 1,25km



Desnivel positivo  
3 m

El método de investigación será un diseño cruzado y aleatorizado, con un período de estudio de 2 semanas. Este diseño permitirá comparar de manera efectiva los efectos de la recuperación activa y pasiva en los participantes, al tiempo que minimiza los sesgos potenciales.

**Tabla 4.** Características ambientales durante las valoraciones

	Día 1	Día 2
<b>Humedad inicial (%)</b>	60,8	75,2
<b>Humedad final (%)</b>	60,2	68,8
<b>Temperatura inicial (°C)</b>	13,6	10,4
<b>Temperatura final (°C)</b>	12,6	9,4

El estudio se llevará a cabo durante un período de 2 semanas, lo que incluirá la realización de las pruebas de duatlón en dos ocasiones separadas por una semana. Esta duración permitirá evaluar los efectos de la recuperación activa y pasiva en el rendimiento de los participantes a lo largo del tiempo.

Los participantes serán seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión:

- Atletas de ambos sexos con experiencia previa en duatlón o deportes de resistencia.
- Edad entre 18 y 40 años.
- Ausencia de lesiones musculoesqueléticas que puedan afectar al rendimiento.
- Capacidad para completar las pruebas de duatlón sin problemas médicos significativos.

Los criterios de exclusión incluirán:

- Presencia de enfermedades crónicas que puedan influir en el rendimiento deportivo.
- Uso de medicamentos que puedan afectar la frecuencia cardíaca o el metabolismo.
- Embarazo en el caso de participantes femeninas.
- Lesiones musculoesqueléticas activas que impidan la participación en las pruebas.

### 5.3. Asignación de los individuos a los grupos de estudio.

En este estudio, se asignan los participantes a dos grupos de estudio: Grupo de Descanso Activo (DA) y Grupo de Descanso Pasivo (DP). El proceso de asignación se realizará de manera aleatorizada a través de una página web (<https://app-sorteos.com/es/apps/sortear-grupos->

[online](#)) para garantizar la equidad y la imparcialidad en la distribución de los participantes entre los dos grupos.

#### **5.4. Variables de estudio.**

Los participantes realizan dos pruebas de duatlón supersprint, que consisten en correr 2,5km, 10km en bicicleta y 1,25km correr, con un periodo de descanso de 30 minutos.

Se realizará un control del Esfuerzo percibido (RPE) antes y después de cada prueba. Durante la prueba, se monitorizará la Frecuencia Cardíaca (FC) en cada sector del duatlón. Además se controlará el tiempo total de la prueba, el tiempo de cada segmento y el ritmo en cada segmento.

El estudio se centra en evaluar las diferencias en la mejora de la recuperación entre secos en relación con el descanso activo.

#### **5.5. Recogida de datos.**

Durante el estudio, se recopilará varios datos de los participantes en dos pruebas de duatlón supersprint. Antes de cada duatlón, se medirá el peso corporal de los participantes y se registrará su frecuencia cardíaca en reposo. Después de cada segmento del duatlón (carrera, ciclismo y segunda carrera), se les preguntará a los participantes sobre su percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) utilizando la Escala de Borg (0-10) y se registrará el tiempo cronometrado por su reloj. Además, se medirá la frecuencia cardíaca durante cada segmento del duatlón utilizando un monitor de frecuencia cardíaca.

Durante el período de descanso de 30 minutos entre los dos duatlones, se registrará la frecuencia cardíaca y el RPE de los participantes durante la recuperación, tomando mediciones cada 2 minutos.

**Tabla 5. Matriz de registro de información.**

<b>Variables a Medir</b>	<b>Método de Recolección</b>	<b>Momento de Recolección</b>
<b>Peso corporal antes</b>	Báscula electrónica	Antes de cada duatlón
<b>Peso corporal después</b>	Báscula electrónica	Después de cada duatlón
<b>Frecuencia cardíaca en reposo</b>	Monitor de frecuencia cardíaca	Antes de cada duatlón
<b>RPE (Escala de Borg)</b>	Entrevista con los participantes	Después de cada segmento y durante el descanso activo o pasivo (cada 2 minutos)
<b>Tiempo cronometrado</b>	Reloj cronómetro	Después de cada segmento
<b>Frecuencia cardíaca final durante el ejercicio</b>	Monitor de frecuencia cardíaca	Durante cada segmento del duatlón
<b>Frecuencia cardíaca en la recuperación</b>	Monitor de frecuencia cardíaca	Durante la recuperación cada 2 minutos

### 5.6. Descripción de los grupos de estudio y propuesta de intervención

- **Nombre de la Intervención o Descripción:**
  - Entrenamiento y recuperación en Duatlón Supersprint.
- **Fundamento, Marco Teórico o Propósito de la Intervención:**
  - La intervención se basa en el principio de optimizar el rendimiento a través de la recuperación en duatletas mediante un programa estructurado de entrenamiento y estrategias de recuperación entre pruebas.
- **Materiales Utilizados en la Intervención:**

- Los materiales utilizados incluyen rodillos portátiles (Euter y Elite) para el descanso activo, relojes para medir el tiempo (Reloj Garmin Forerunner 265, 255, Fénix), báscula para medir el peso corporal (Mi), y monitores de frecuencia cardíaca Garmin para registrar la actividad cardíaca durante el ejercicio y la recuperación.
- **Procedimientos y Actividades:**
  - Las sesiones de intervención consisten en entrenamientos estructurados de carrera y ciclismo, seguidos de períodos de recuperación activa o pasiva. Se llevan a cabo bajo la supervisión de una entrenadora familiarizada con este trabajo.
- **Perfil Profesional de los Interventores:**
  - Los interventores son entrenadores experimentados en deportes de resistencia, con experiencia en el diseño y la implementación de programas de entrenamiento para atletas de duatlón.
- **Forma de Realizar la Intervención:**
  - La intervención se lleva a cabo de forma presencial.
- **Lugar de Realización de la Intervención:**
  - Las sesiones de intervención se realizan en el Polígono de El Prat de Llobregat, en el circuito oficial del Duatlón del Prat de Llobregat.
- **Número de Sesiones y Duración de la Intervención:**
  - Se llevan a cabo un total de dos sesiones de intervención, con una duración de aproximadamente 2 horas cada una. Estas sesiones se realizan con una semana de diferencia entre sí, con el mismo protocolo de entrenamiento y recuperación.

## 5.7. Análisis estadístico

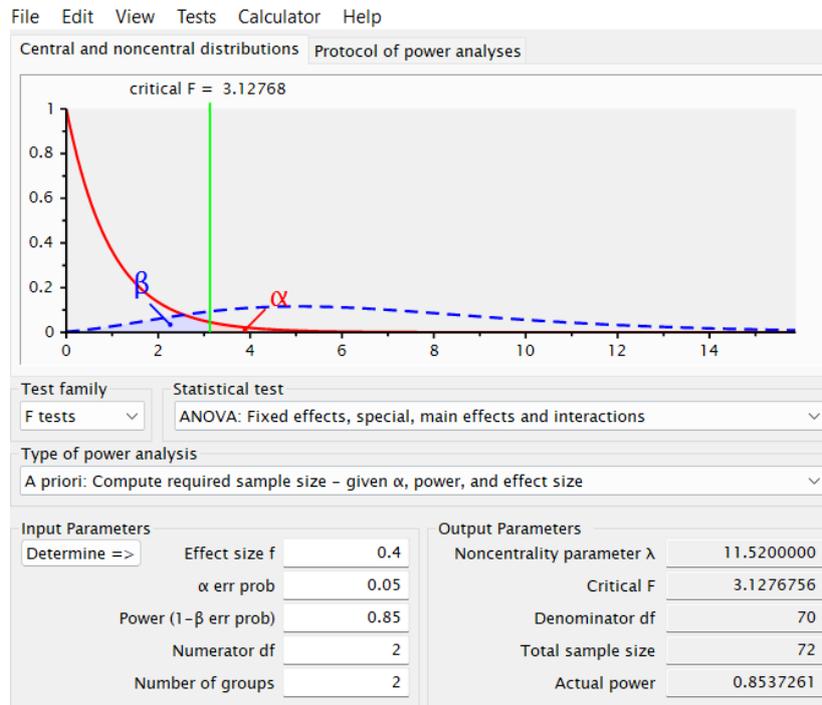
Los datos se procesaron utilizando IBM SPSS 22.0 Statistics (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). Se realizó un análisis descriptivo para mostrar las medias y desviaciones estándar. La distribución de normalidad de las variables se analizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los datos se expresaron en general y diferenciando entre sexos. Los datos categóricos se expresaron en porcentajes y los datos cuantitativos se expresaron en media  $\pm$  desviación estándar.

Se realizó la prueba ANOVA de dos factores (recuperación y tiempo) y de tres vías (sexo, recuperación y tiempo) para mostrar las diferencias entre las variables. Se aplicó una t de student para muestras independiente para analizar las diferencias entre los porcentajes y el tiempo total de la prueba. Se determinó el porcentaje de cambio mediante la siguiente fórmula:  $\% = ((\text{valores post- valores pre}) / \text{valores pre}) \times 100$ . Las diferencias  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativas.

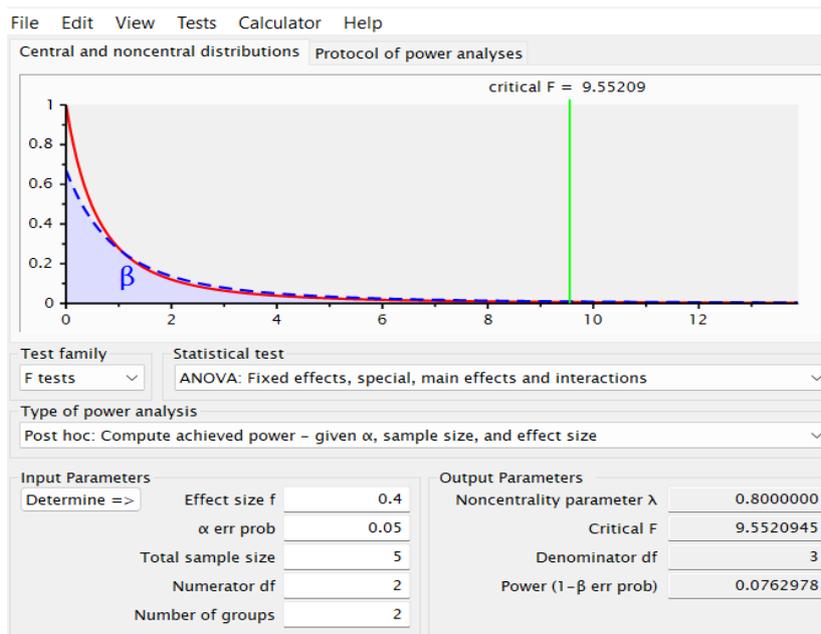
El tamaño muestral se calculó mediante el programa GPower (versión 3.1). El análisis del tamaño muestral previo al estudio, con un tamaño del efecto = 0,4, un error alfa = 0,05 y una

potencia de 0,85 reportó que eran necesarios 72 participantes (imagen 1). Sin embargo, solo se pudo reclutar 5 participantes. Por ello, se optó por realizar de nuevo el análisis post hoc, con una muestra de 5 participantes la potencia estadística fue de 0,076.

**Figura 3. Cálculo de tamaño muestral**



**Figura 4. Potencia estadística con n=5.**



## 5.8. Consideraciones éticas

Toda la información recopilada será tratada de manera confidencial. Los datos se utilizarán únicamente con fines de investigación y se almacenarán de manera segura.

Para todo lo no previsto en este documento, se aplicará la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del participante y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, BOE 274 de 15 de noviembre de 2002; Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal; BOE 298 de 14 de diciembre de 1999; Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal, BOE 17 de 19 de enero de 2008) y cualquier otra que resultara aplicable.

## 6. Resultados.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos. Los datos recopilados durante las pruebas se presentan en forma de tablas y figuras para facilitar la comprensión y visualización. El objetivo de esta sección es proporcionar una visión detallada y objetiva de los hallazgos del estudio permitiendo comprender y examinar los resultados obtenidos.

En la tabla 6 se muestra los resultados obtenidos en el primer sector diferenciando los tipos de recuperación sin tener en consideración el sexo. Hubo diferencias significativas en el porcentaje de cambio en el tiempo, siendo la diferencia menor tras la recuperación activa ( $p < 0.05$ ). Los valores de RPE fueron superiores en el grupo RA, sin ser estadísticamente significativo.

**Tabla 6.** Análisis del primer sector de carrera

		RP	RA	Efecto recuperación	Efecto tiempo	Recuperación x tiempo
<b>Tiempo (min)</b>	Test 1	10,84 ± 2,30	10,82 ± 2,05	0,629	0,502	0,605
	Test 2	12,10 ± 3,10	11,0 ± 1,65			
	%	11,07 ± 4,93	2,23 ± 5,48*	-	-	-
<b>RPE (puntos)</b>	Test 1	5,8 ± 2,6	6,2 ± 0,8	0,100	0,245	0,245
	Test 2	5,8 ± 1,6	8,0 ± 0,7			
<b>FC (ppm)</b>	Test 1	166,6 ± 7,9	166,4 ± 7,9	0,581	0,640	0,610
	Test 2	171,2 ± 8,0	166,2 ± 10,3			

Nota: \* $p < 0.05$  diferencias en el porcentaje de cambio entre RP vs. RA; RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa; RPE: percepción subjetiva del esfuerzo.

En la tabla 7 podemos observar diferencias significativas entre sexos entre el tiempo total ( $p < 0.05$ ) y FC ( $p = 0.02$ ). No hubo diferencias significativas en el resto de parámetros.

**Tabla 7.** Resultados del primer sector de carrera según el sexo.

			RP	RA	Efecto sexo	Efecto recuperación	Efecto tiempo	Sexo x Recuperación x sexo
Chicos	Tiempo	Test 1	8,95±0,07	9,19±0,01	0,04	0,638	0,425	0,677
		Test 2	9,68±0,01	9,68 ± 0,38				
	%	8,21±0,3	5,39±4,39	-	-	-	-	
	RPE	Test 1	7,5±0,7	6,5±0,7	0,162	0,162	0,315	0,706
		Test 2	6,5±2,12	8,0±0,0				
	FC (pp)	Test 1	174,5±2,1	177,0±7,07	0,02	0,566	0,597	0,926
		Test 2	177,0±9,8	175,5±7,77				
	Tiempo	Test 1	12,10±2,2	12,00±1,98				
Test 2		13,76±3,19	11,95±1,44					

	%		12,98±5,91	0,13±5,81
<b>Chicas</b>	RPE	Test 1	4,66±3,05	6,00±1,00
		Test 2	5,33±1,5	8,00±0,00
	FC (pp)	Test 1	161,3±4,6	159,3±12,8
		Test 2	167,3±5,03	160,0±6,24

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa; RPE: percepción subjetiva del esfuerzo.

En la tabla 8 podemos observar los datos del sector de ciclismo, donde no se observan diferencias significativas. Se puede destacar una disminución del RPE durante la RA.

**Tabla 8.** Datos del segundo sector de ciclismo en general.

		RP	RA	Efecto recuperación	Efecto tiempo	Recuperación x tiempo
<b>Tiempo (min)</b>	Test 1	18,9 ±1,9	19,3 ± 1,8	0,468	0,461	0,975
	Test 2	19,3 ± 2,0	19,9 ± 1,8			
	%	3,61 ± 0,9	3,23 ± 1,32	-	-	-
<b>RPE (puntos)</b>	Test 1	6,0 ± 1,4	4,4 ± 1,3	0,221	0,074	0,221
	Test 2	6,4 ± 1,8	6,4 ± 0,8			

<b>FC (ppm)</b>	Test 1	161,2 ± 13,0	159,6 ± 9,2	0,460	0,710	0,656
	Test 2	165,6 ± 11,8	159,2 ± 12,7			

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa; RPE: percepción subjetiva del esfuerzo.

En la siguiente tabla (tabla 9), comparación entre sexos del segundo sector de la prueba, donde podemos observar diferencias entre sexos en los tres parámetros (Tiempo, RPE y FC). Además se observan diferencias significativas en el RPE entre el test 1 y el test 2.

**Tabla 9.** Resultados del segundo sector de ciclismo según el sexo.

			RP	RA	Efecto sexo	Efecto recuperación	Efecto tiempo	Sexo x Recuperación x sexo
<b>Chicos</b>	Tiempo	Test 1	16,60±0,07	17,64±1,16	<0,001	0,103	0,138	0,822
		Test 2	17,15±0,21	18,35±1,91				
	%		3,28±0,79	3,99±1,35	-	-	-	-
	RPE	Test 1	7,50±0,7	5,5±0,07	0,004	0,110	0,047	0,936

		Test 2	7,50±0,7	7,0±0,0				
	FC (pp)	Test 1	172,5±0,7	166,50±12,02	0,002	0,308	0,594	0,594
		Test 2	175,5±2,12	170,0±2,82				
Chicas	Tiempo	Test 1	20,09±0,49	20,52±0,65				
		Test 2	20,86±0,45	21,08±0,87				
	%		3,84±1,06	2,72±1,28				
	RPE	Test 1	5,0±0,0	3,66±1,15				
		Test 2	5,66±2,08	6,00±1,00				
	FC (pp)	Test 1	153,66±11,2	155,0±4,35				
				159,0±10,81	152,00±11,26			

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa.

En la tabla 10, observamos de manera general los resultados del último sector del test. Se destacan diferencias entre el test 1 y el test 2 en los valores de RPE (p=0.029).

**Tabla 10.** Cifras del tercer sector de carrera en general

		RP	RA	Efecto recuperación	Efecto tiempo	Recuperación x tiempo
Tiempo	Test 1	5,8 ± 0,8	5,5 ± 1,1	0,792	0,734	0,814

<b>(min)</b>	Test 2	5,9 ± 1,4	5,8 ± 1,4			
	%	0,38 ± 13,8	5,28 ± 6,7	-	-	-
<b>RPE (puntos)</b>	Test 1	7,0 ± 0,7	7,4 ± 1,5	1,000	0,029	0,503
	Test 2	8,8 ± 1,6	8,4 ± 1,1			
<b>FC (ppm)</b>	Test 1	164,0 ± 14,8	167,8 ± 12,3	0,969	0,542	0,494
	Test 2	170,8 ± 8,8	167,4 ± 8,9			

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa; RPE: percepción subjetiva del esfuerzo.

En la tabla 11, detallamos los resultados del segundo sector de carrera teniendo en cuenta el sexo de los atletas. Se puede destacar diferencias entre sexos ( $p=0.020$  en tiempo y  $p=0.003$  en FC).

**Tabla 11.** Resultados en el segundo sector de carrera según el sexo.

			RP	RA	Efecto sexo	Efecto recuperación	Efecto tiempo	Sexo x Recuperación x sexo
<b>Chicos</b>	Tiempo	Test 1	5,56±0,4	4,66±0,23	0,020	0,688	0,829	0,676

		Test 2	4,87±0,11	4,76±0,16				
	%		-12,1±7,22	2,35±8,6				
	RPE	Test 1	7,50±0,7	8,0±0,0	0,802	1,000	0,079	0,900
		Test 2	8,50±2,1	8,0±0,0				
	FC (ppm)	Test 1	175,0±2,82	177±2,82	0,003	0,961	0,499	0,715
		Test 2	178,0±5,65	176,50±2,53				
<b>Chicas</b>	Tiempo	Test 1	6,01±1,08	6,13±1,13				
		Test 2	6,57±1,59	6,62±1,53				
	%		8,76±9,62	7,23±6,27				
	RPE	Test 1	6,66±0,57	7,0±2,0				
		Test 2	9,0±1,73	8,66±1,52				
	FC (pp)	Test 1	156,66±4,04	161,66±12,58				
		Test 2	166,0±7,2	161,33±4,04				

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa; RPE: percepción subjetiva del esfuerzo.

Seguidamente, en la tabla 12 encontramos la comparativa de los tiempos, donde podemos observar que no hay diferencias significativas sin tener en cuenta el sexo de los atletas.

**Tabla 12.** Comparativa de tiempos: Total vs. Porcentaje.

	RP	RA	p
<b>Tiempo total (min)</b>	36,38 ± 5,29	36,35 ± 4,13	0,988
<b>Tiempo (%)</b>	5,35 ± 3,77	3,20 ± 1,97	0,291

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activa.

En cambio, en la tabla 13 podemos observar el tiempo total de prueba teniendo en cuenta el sexo. Encontramos diferencias significativas en el tiempo total ( $p < 0.05$ ) ya que interfiere en sexo x recuperación.

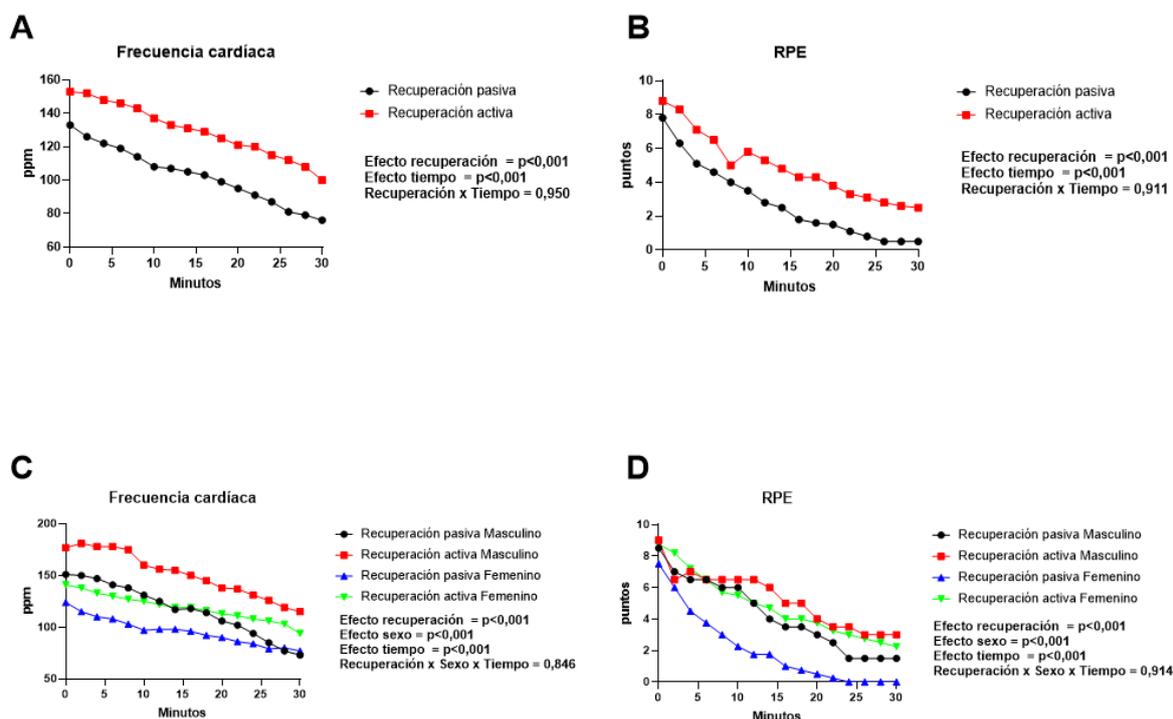
**Tabla 13.** Tiempo total de la prueba según sexo.

		RP	RA	Efecto sexo	Efecto recuperación	Sexo x recuperación
<b>Tiempo total (min)</b>	Chicos	31,20 ± 0,48	31,49 ± 1,36	0,060	0,815	0,982
	Chicas	38,21 ± 3,57	38,66 ± 2,63			
<b>Tiempo (%)</b>	Chicos	1,88 ± 1,18	4,08 ± 3,32	0,185	0,360	0,046
	Chicas	7,67 ± 2,70	2,61 ± 0,99			

Nota: RP: recuperación pasiva; RA: recuperación activ

Por último, en la figura 5 podemos observar diferencias significativas entre grupos de recuperación y entre sexos ( $p < 0.001$ )

**Figura 5.** Resultados obtenidos durante la recuperación pasiva y activa



*Nota:* El gráfico representa la evolución de los parámetros durante los tipos de recuperación. A simboliza la FC general, B el índice de esfuerzo percibido general, C la FC y la D el RPE durante las diferentes recuperaciones diferenciando por sexos; RPE: percepción subjetiva del esfuerzo.

## 7. Discusión.

En esta sección se analizarán los resultados obtenidos en relación con los objetivos del estudio, centrándose en los efectos de la recuperación activa sobre el rendimiento, el RPE y los parámetros fisiológicos, así como las diferencias observadas entre sexos.

Los resultados nos revelan que no se observó una mejora significativa en comparación con la recuperación pasiva (RP). Aunque se evidenciaron diferencias en el porcentaje entre el día 1 y el día 2, se pueden ver diferencias significativas en el primer sector, así como las diferencias entre sexos en el tiempo total, tal como reportó en un estudio previo (Wiecek et al., 2016) investigó las diferencias entre hombres y mujeres. Los hombres demostraron un rendimiento anaeróbico superior en comparación con las mujeres, manteniendo un rendimiento aeróbico similar en relación al  $VO_{2max}$ . Los hallazgos de ambos subrayan la importancia de considerar las diferencias sexuales en el rendimiento deportivo y la necesidad de investigación. Por otro lado, el artículo de Yamagishi & Babraj, 2019 ofrece una perspectiva diferente al realizar una comparación con la implementación de un programa de entrenamiento durante dos semanas, lo que resultó en mejoras significativas en el rendimiento de los atletas. Estas mejoras se atribuyen a la adaptación continua del cuerpo para hacer frente a las demandas

del entrenamiento, y sugieren que la recuperación activa puede ofrecer beneficios adicionales sin la necesidad de aumentar el tiempo de entrenamiento.

Sánchez-Otero et al., (2022) describe el protocolo en intervalos de 2 minutos al 100% de la velocidad seguidos de una RA al 80% de la velocidad asociada. Durante esa recuperación el RPE se vio afectado, registrando un mayor índice de esfuerzo percibido con la RA en comparación con la RP. En cambio, se registró el Lactato en donde se pudo observar una RA en concentraciones más bajas de Lactato sanguíneo en comparación con la RP. Con estos hallazgos sugieren que la RA puede influir en la respuesta metabólica durante el entrenamiento aeróbico por intervalos. Sin embargo, puede llevar a una percepción subjetiva más elevada durante la sesión.

Es importante destacar que los resultados obtenidos pueden variar según diversos factores, por esa razón podemos encontrar diferencias en los resultados de los artículos mencionados anteriormente con los resultados obtenidos en este estudio. Las diferencias que nos hemos encontrado en cuanto a nivel en la experiencia deportiva puede haber sido un factor influyente en los resultados diferenciándose de los artículos y los hallazgos en ellos.

Respecto al protocolo utilizado, es relevante destacar que estandarizamos el tiempo de duración de la recuperación basándonos en diferentes artículos utilizando un método y protocolo como el que queríamos implantar para nuestro estudio. Por esa razón los resultados son tan diferentes.

Quizás una muestra mayor, como muestran los artículos anteriores, nos hubiera ayudado a unos resultados más precisos. Aun así, los datos ya son reveladores de cara a poder poner una línea de investigación hacia ese campo, el de la recuperación.

## 8. Limitaciones.

Durante la ejecución del estudio, surgieron varias limitaciones que afectaron al análisis de datos y a su recopilación.

- **Tamaño de la muestra:** Debido a la restricción de tiempo y recursos, el tamaño de la muestra fue limitado, lo que podría haber afectado a los resultados.
- **Variabilidad individual:** A pesar de los esfuerzos por controlar las variables individuales, como la edad, el nivel de condición física y la experiencia en duatlón, es posible que haya habido diferencias entre algunos participantes que no se tuvieron en cuenta.
- **Mediciones subjetivas:** La medición con el RPE son inherentemente subjetivas y pueden verse afectadas por factores como el estado de ánimo, la motivación del participante o cansancio previo a la prueba.
- **Entorno controlado:** Aunque realizamos las pruebas en un entorno controlado, las condiciones ambientales podrían haber variado ligeramente entre las sesiones de prueba, lo que podría haber influido en los resultados.

- **Duración del seguimiento:** Al haber realizado el seguimiento a corto plazo (7 días) limitó la capacidad de observar los efectos a largo plazo de la recuperación activa en el rendimiento y la recuperación.

Además, se añaden los siguientes puntos a recalcar:

- **No se Tendrá en Cuenta el Ciclo Menstrual:** Dado que el ciclo menstrual puede afectar la respuesta fisiológica y el rendimiento deportivo en las mujeres, se excluirá a aquellas participantes que estén en su período menstrual durante el estudio.
- **No se Tendrá en Cuenta el Descanso Individual:** Se evitará considerar el descanso individual de los participantes fuera del contexto del estudio. Esto garantizará la coherencia y la comparabilidad entre los grupos de estudio en términos de recuperación y rendimiento.

Se considera que el estudio proporcionó información valiosa a pesar de las limitaciones y puede servir como base a una investigación futura en este campo.

## 9. Conclusiones.

En conclusión, los datos muestran que la RA no tuvo un efecto consistente en el rendimiento en comparación con la recuperación pasiva en ninguno de los sectores de la prueba. Además, entre sexos, las posibles diferencias en la respuesta a la RA pueden influir, especialmente en el segundo sector de carrera, aunque se necesita más estudio para confirmar estas observaciones y comprender mejor estos mecanismos.

## 10. Implicación en la práctica profesional.

Los resultados que hemos obtenido tienen varias implicaciones para la práctica profesional en el ámbito del rendimiento deportivo y la preparación física.

Podemos destacar algunas:

**Optimización de los protocolos de recuperación,** aunque este estudio no ofrece beneficios sobre la recuperación activa en términos de rendimiento, se puede considerar incluir ambos métodos de recuperación en los programas de entrenamiento y adaptarlos según las necesidades y preferencias de los atletas.

**Consideración de diferencias de género,** ya que como podemos observar la respuesta entre hombres y mujeres resalta de importante a la hora de tener en cuenta las características específicas de cada sexo. Se pueden ajustar las intervenciones según el género de los atletas para maximizar su efectividad.

En resumen, los resultados de este estudio tienen como objetivo ayudar a los atletas y profesionales a alcanzar su máximo potencial y ofrecer intervenciones más efectivas y personalizadas.

## 11. Referencias bibliográficas.

Ambrosini, L., Presta, V., Galli, D., Mirandola, P., Vitale, M., Gobbi, G., & Condello, G. (2022).

Interlink Between Physiological and Biomechanical Changes in the Swim-to-Cycle

- Transition in Triathlon Events: A Narrative Review. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 129.  
<https://doi.org/10.1186/s40798-022-00521-z>
- Bailey, D. M., Erith, S. J., Griffin, P. J., Dowson, A., Brewer, D. S., Gant, N., & Williams, C. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1163-1170. <https://doi.org/10.1080/02640410600982659>
- Blázquez López, J. A., García Martínez, S., Ferriz Valero, A., & Olaya Cuartero, J. (2021). Cuantificación de la carga de entrenamiento y competición: Análisis comparativo por posiciones en un equipo de la Liga Española de Baloncesto Oro (Quantification of training and competition load: comparative analysis by position in a Spanish Golden Baske. *Retos*, 42, 882-890. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.87268>
- Consejo Superior Deportes—CSD. (s. f.). CSD - Consejo Superior de Deportes. Recuperado 11 de febrero de 2024, de <https://www.csd.gob.es/es/inicio>
- Hauswirth, C., Louis, J., Bieuzen, F., Pournot, H., Fournier, J., Filliard, J.-R., & Brisswalter, J. (2011). Effects of Whole-Body Cryotherapy vs. Far-Infrared vs. Passive Modalities on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage in Highly-Trained Runners. *PLoS ONE*, 6(12), e27749. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027749>
- Hunter, S. K., Critchlow, A., & Enoka, R. M. (2005). Muscle endurance is greater for old men compared with strength-matched young men. *Journal of Applied Physiology*, 99(3), 890-897. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00243.2005>
- Lepers, R. (2019). Sex Difference in Triathlon Performance. *Frontiers in Physiology*, 10, 973. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00973>
- Mallol, M., Mejuto, G., Bentley, D. J., Norton, L., Norton, K., & Yanci, J. (2020). Diferencias en las respuestas fisiológicas entre triatletas masculinos y femeninos. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(1), 35. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i1.8300>
- Miller, A. E. J., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., & Sale, D. G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European Journal of Applied*

*Physiology and Occupational Physiology*, 66(3), 254-262.

<https://doi.org/10.1007/BF00235103>

Millet, G. P., Vleck, V. E., & Bentley, D. J. (2009). Physiological Differences Between Cycling and Running: Lessons from Triathletes. *Sports Medicine*, 39(3), 179-206.

<https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00002>

Ortiz, R. O., Sinclair Elder, A. J., Elder, C. L., & Dawes, J. J. (2019). A Systematic Review on the Effectiveness of Active Recovery Interventions on Athletic Performance of Professional-, Collegiate-, and Competitive-Level Adult Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2275-2287.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002589>

Ronconi, M., & Alvero-Cruz, J. R. (2011). Respuesta de la frecuencia cardiaca y consumo de oxígeno de atletas varones en competiciones de duatlón sprint. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 46(172), 183-188. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.02.008>

Sánchez-Otero, T., Tuimil, J. L., Boullosa, D., Varela-Sanz, A., & Iglesias-Soler, E. (2022). Active vs. Passive recovery during an aerobic interval training session in well-trained runners. *European Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1281-1291.

<https://doi.org/10.1007/s00421-022-04926-2>

Sparks, S. A., Cable, N. T., Doran, D. A., & Maclaren, D. P. M. (2005). The influence of environmental temperature on duathlon performance. *Ergonomics*, 48(11-14), 1558-1567. <https://doi.org/10.1080/00140130500101254>

Stevenson, J. L., Song, H., & Cooper, J. A. (2013). Age and Sex Differences Pertaining to Modes of Locomotion in Triathlon. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(5), 976-984. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31827d17eb>

Vleck, V. E., Bürgi, A., & Bentley, D. J. (2006). The Consequences of Swim, Cycle, and Run Performance on Overall Result in Elite Olympic Distance Triathlon. *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), 43-48. <https://doi.org/10.1055/s-2005-837502>

Wiecek, M., Szymura, J., Maciejczyk, M., Cempla, J., & Szygula, Z. (2016). Effect of sex and menstrual cycle in women on starting speed, anaerobic endurance and muscle

power. *Acta Physiologica Hungarica*, 103(1), 127-132.

<https://doi.org/10.1556/036.103.2016.1.13>

Yamagishi, T., & Babraj, J. (2019). Active Recovery Induces Greater Endurance Adaptations When Performing Sprint Interval Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(4), 922-930. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002787>

## 12. Anexos.

### 12.1. Imágenes durante los test

**Figura 6.** *Posición de las bicis para la RA*



Nota: Aquí podemos observar la posición de las bicicletas en los rodillos para realizar la recuperación activa.

**Figura 7.** Descanso activo en rodillo (Ivy)



**Figura 8.** Descanso pasivo (Ivy).

