



# **Influencia del sexo en la prueba Pack Test para el acceso a bombero forestal**

*Influence of sex in the Pack Test for the access to wildland firefighter*

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**ASIGNATURA: TRAFIN**

**Autora: María Jesús Herreros Ibáñez.**

**Tutora: Dra. Ana Belén Carballo Leyenda**

**Cotutor: Fabio García-Heras Hernández**

**Con el Vº Bº de los Tutores:**

**Fdo.: Ana Belén Carballo Leyenda**

**Fdo.: Fabio García-Heras Hernández**

## RESUMEN

---

Los bomberos y bomberas forestales (BBFF) desarrollan su trabajo en condiciones que exigen un gran esfuerzo físico, para lo cual deben mantener un estado de forma óptimo que les permita llevar a cabo su trabajo con el menor riesgo físico posible sobre su salud. Actualmente, los BBFF deben superar distintas pruebas de aptitud física para demostrar unas capacidades mínimas para el desarrollo de su labor. La prueba de Pack Test (PT) es una de las pruebas de aptitud y selección más ampliamente utilizadas en España. Las diferencias fisiológicas inherentes al sexo llevan a plantearse si las mujeres y los hombres realizan las pruebas en las mismas condiciones físicas y si esas diferencias pueden repercutir en el rendimiento de la prueba. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar la influencia del sexo en los resultados de la prueba física Pack Test. Para ello se contó con una muestra de 44 aspirantes a BBFF (hombres: 24; mujeres: 20) que realizaron en primer lugar una batería de pruebas de valoración de la condición física (tests antropométricos, prueba de esfuerzo máximo incremental y test de aptitud física). A continuación, los participantes realizaron el PT donde se registraron el tiempo, la frecuencia cardiaca (FC) y la percepción del esfuerzo (RPE) por vuelta y global de forma individual. Prácticamente todas las variables de la condición física analizadas mostraron diferencias significativas entre hombres y mujeres. La intensidad de esfuerzo durante el PT fue similar en hombres ( $\%FC_{\max}=90,5 \pm 5$ ,  $RPE=7,3 \pm 0,9$ ) y mujeres ( $\%FC_{\max}=89,6 \pm 8,2$ ,  $RPE=7,6 \pm 0,7$ ) ( $p>0,05$ ). Sin embargo, en promedio los hombres realizaron el PT un 10,4%, más rápido que las mujeres ( $p<0,05$ ). Los análisis de regresión múltiple indicaron que mientras que para los hombres el rendimiento en el PT se relaciona con el trabajo en zona de moderada-alta intensidad y con la potencia de las piernas, para las mujeres el rendimiento el PT se relaciona con la capacidad de mantener esfuerzos cardiovasculares máximos. Los hallazgos de este estudio pueden servir de base para mejorar los planes de entrenamiento específicos y adaptados a las diferencias observadas por sexo, para garantizar que todos los aspirantes, independientemente del sexo, accedan a las pruebas de acceso de BBFF en las mismas o parecidas condiciones físicas.

Palabras clave: *bomberos forestales; diferencias de sexo, profesiones físicamente exigentes; pruebas de aptitud laboral; Pack Test; extinción de incendios forestales.*

## ABSTRACT

---

Forest firefighters (FF) carry out their work in conditions that require great physical effort, for which they must maintain an optimal state of fitness that allows them to carry out their work with the least possible physical risk to their health. Currently, FFs must pass different physical fitness tests to demonstrate minimum capacities for the development of their work. The Pack Test (PT) is one of the most widely used fitness and selection tests in Spain. The physiological differences inherent to sex lead to the question of whether women and men perform the tests in the same physical conditions and whether these differences may have an impact on the performance of the test. Therefore, the aim of this study was to analyse the influence of gender on the results of the Pack Test. For this purpose, a sample of 44 FF candidates (men: 24; women: 20) first underwent a battery of physical fitness assessment tests (anthropometric tests, incremental maximal exercise test and fitness test). The participants then undertook the PT where time, heart rate (HR) and perceived exertion (RPE) per lap and overall were recorded on an individual basis. Virtually all fitness variables analysed showed significant differences between men and women. The intensity of effort during the PT was similar in men ( $\%FC_{\max}=90.5 \pm 5$ ,  $RPE=7.3 \pm 0.9$ ) and women ( $\%FC_{\max}=89.6 \pm 8.2$ ,  $RPE=7.6 \pm 0.7$ ) ( $p>0.05$ ). However, on average men performed PT 10.4% faster than women ( $p<0.05$ ). Multiple regression analyses indicated that while for men PT performance was related to moderate-high intensity zone work and leg power, for women PT performance was related to the ability to sustain maximal cardiovascular efforts. The findings of this study can serve as a basis for improving specific training plans tailored to the observed gender differences to ensure that all applicants, regardless of gender, enter the FF entrance exams in the same or similar physical condition.

Keywords: *forest firefighters; gender differences, physically demanding professions; aptitude tests; Pack Test; forest firefighting.*

# Índice

---

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN.....  | 5  |
| OBJETIVOS.....   | 7  |
| MÉTODOS.....   | 7  |
| Sujetos.....   | 7  |
| Procedimiento.....   | 7  |
| Antropometría y Composición corporal.....  | 8  |
| Prueba de condición aeróbica.....  | 9  |
| Pruebas de condición física.....   | 10 |
| Prueba de Pack Test.....   | 14 |
| Análisis estadístico.....  | 15 |
| RESULTADOS.....  | 16 |
| Características antropométricas y composición corporal.....  | 16 |
| Pruebas de condición aeróbica.....   | 16 |
| Pruebas de condición física.....   | 18 |
| Prueba específica Pack Test.....   | 18 |
| Resultados y rendimiento de los aspirantes en la prueba Pack Test.....   | 18 |
| Relaciones entre el rendimiento del Pack Test, características antropométricas y de composición corporal, condición aeróbica y aptitud física..... | 20 |
| DISCUSIÓN.....   | 21 |
| Diferencias entre hombres y mujeres en el resultado del Pack test.....   | 21 |
| Análisis de las variables antropométricas y de composición corporal.....   | 21 |
| Diferencias en la condición aeróbica y en la intensidad de esfuerzo.....   | 22 |
| Diferencias en la aptitud física. Fuerza-resistencia muscular.....   | 23 |
| Variables que predicen el rendimiento en la prueba de Pack Test.....   | 25 |
| CONCLUSIONES.....  | 26 |
| APLICACIONES PRÁCTICAS Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....  | 27 |
| REFERENCIAS.....   | 29 |
| ANEXOS.....  | 34 |
| Anexo 1. Informe de consentimiento firmado.....  | 34 |
| Anexo 2. Escala Subjetiva de Percepción del Esfuerzo (Escala Borg 0-10).....   | 35 |
| Anexo 3. Plantilla de toma de datos durante la realización del Pack Test.....  | 36 |

## Tablas y figuras

---

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Características antropométricas y de composición corporal diferenciadas por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).....  | 16 |
| Tabla 2: Resultados del Test de esfuerzo máximo diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).<br>.....  | 17 |
| Tabla 3: Valores en el umbral ventilatorio-1 (VT1) o aeróbico diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).....   | 17 |
| Tabla 4: Valores en el umbral ventilatorio-2 (VT2) o anaeróbico diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).<br>.....  | 17 |
| Tabla 5: Resultados de las pruebas de condición física (fuerza, fuerza-resistencia) diferenciadas por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).....   | 18 |
| Tabla 6: Valores finales y medios del Tiempo, Frecuencia Cardíaca (FC), Percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) y Cadencia (CAD) de la prueba Pack Test, diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20)..... | 19 |
| Tabla 7: Resumen de los modelos .....  | 20 |
| <br>   |    |
| Figura 1. Gráfica test de esfuerzo máximo ergoespirométrico.....   | 10 |
| Figura 2. Tiempo (min), Porcentaje de la FC (%FC), Percepción subjetiva de esfuerzo (RPE. Escala de Borg) y Cadencia (ppm) en cada una de las 12 vueltas en completar Pack Test diferenciadas por sexo.....            | 19 |

## INTRODUCCIÓN

---

Los bomberos forestales (BBFF) tienen una ocupación, dentro del marco de la seguridad pública, clasificada como “físicamente exigente” (Roberts et al., 2016). Esto se relaciona con un conjunto de factores que aumentan la demanda física que los BBFF deben afrontar. Entre estos factores se encuentran la larga duración y la intensidad del trabajo físico (Rodríguez-Marroyo et al., 2012), que se realiza en condiciones ambientales específicas que incluyen las altas temperaturas, exposición a flujo de calor de las llamas e inhalación de humos (Carballo-Leyenda et al., 2021) o el hecho de tener que llevar el equipo de protección individual que incrementa el peso y reduce la capacidad de termorregular (Carballo-Leyenda et al., 2017). Además, son frecuentes las situaciones que implican una presión psicológica inherentes a la emergencia (*i.e.*, estrés, toma de decisiones, incertidumbre etc.) (Parker et al., 2017; Rodríguez-Marroyo et al., 2012; Petersen et al., 2010) que contribuyen a que los bomberos y bomberas se enfrenten a una elevada tensión físico-fisiológica (Aisbett y Nichols, 2007). Es por ello, que los BBFF requieren altos niveles de aptitud aeróbica, capacidad anaeróbica y fuerza y resistencia muscular (Smith, 2011), además de poseer una composición corporal adecuada (Apud et al., 2002). En este sentido se ha señalado en diversos estudios la necesidad de que los BBFF tengan las habilidades físicas necesarias para afrontar de manera segura, saludable y eficiente las demandas laborales (Roberts et al., 2016, Gumieniak et al., 2018a) tanto a nivel individual, por su repercusión en el equipo de trabajo y de cara a su responsabilidad hacia otras personas, como trabajadores de emergencias (Jamnik et al., 2010; Jamnik et al., 2013; Gledhill y Jamnik 1992; Gumieniak, et al., 2011 como se citó en Gumieniak, et al., 2018a)

En este sentido el uso de pruebas físicas de selección ha ayudado a garantizar que los trabajadores/as cumplan estos requerimientos (Roberts et al., 2016). Sin embargo, establecer umbrales de corte ajustados a la variabilidad biológica y que justifiquen la igualdad de oportunidades de participación supone a día de hoy un desafío (Petersen et al., 2016). Especial atención requiere las diferencias en función del sexo ya que históricamente se han venido aplicando pruebas físicas o umbrales de corte diferentes para hombres y mujeres, generalmente siendo más bajos para la mujer (Stevenson et al. 1992 como se citó en Petersen et al., 2016). Estas diferencias en los criterios de las pruebas de selección para las mujeres se relacionan con los resultados obtenidos en la literatura sobre la capacidad física de la mujer. Las mujeres generalmente tienen una estatura más pequeña que los hombres, menos masa muscular y, por lo tanto, menos fuerza, potencia y resistencia, especialmente en la parte superior del cuerpo (Epstein et al, 2013; Tunde et al., 2015; Roberts et al., 2016). Estas diferencias colocan a la mujer promedio en desventaja en relación con los hombres en la mayoría de los aspectos del rendimiento físico, por lo que al tener las mujeres, una capacidad de trabajo global menor, deben esforzarse más que los hombres para lograr el mismo rendimiento (Epstein et al., 2013). Además, al trabajar a un porcentaje más alto de su capacidad máxima para lograr los mismos niveles de rendimiento que los hombres, las mujeres se cansan antes y corren un mayor riesgo de sufrir lesiones (Epstein et al, 2013; Nindl, et al., 2016).

Existe por tanto la controversia de si, en aquellos trabajos en los que no hay puestos ni labores diferenciadas por sexo como es el caso de la Extinción de Incendios Forestales (IIFF), las pruebas físicas deberían ser comunes a todos los trabajadores al ser consideradas como umbral de seguridad excluyente para el desempeño del puesto de trabajo (Jamnik et al., 2010; Jamnik et al., 2013 Gumieniak et al., 2018a; Petersen et al., 2016). Una de las pruebas más usadas en España para la selección de los trabajadores/as de IIFF es el Pack test (PT) (García-Heras et al., 2021). Esta prueba de selección fue diseñada por el USDA Forest Service para representar las demandas físicas promedio de la extinción de IIFF (Petersen et al., 2016). El Pack Test consiste en una caminata de 4,83 km, portando un peso de 20,4 kg y en un período de  $\leq 45$  min (Petersen et al., 2010). La razón de estas cifras es que es la media del camino que los bomberos deben andar durante un incendio y la media del peso que deben llevar en sus mochilas. En cuanto al periodo de menos de 45 minutos, se basa en una regresión lineal entre el tiempo de finalización del Pack Test y una captación máxima de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) de  $45 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (Sharkey, y Rothwell 1996), según la premisa de que los bomberos no pueden mantener más de aproximadamente el 50% de su  $VO_{2max}$  durante el trabajo de un día (Sharkey, 1999). Esta prueba está considerada como no discriminatoria en cuanto a raza, sexo o grupo étnico (DeLorenzo-Green, y

Sharkey 1995, Sharkey, y Rothwell 1996, Sharkey 1999), por lo que cumple con los requisitos sobre el criterio de igualdad que establece la Comisión de Igualdad de Oportunidades de Empleo (1978).

En España, la no diferenciación por sexo es el criterio dominante en las pruebas de selección de BBFF (García-Heras et al., 2021). Sin embargo, cuando se ha aplicado la diferenciación por sexo en el PT, esta ha consistido en la reducción del peso de la mochila en un 15% a la mujer (García-Heras et al. 2021), lo cual no representa la realidad, ya que, en una labor real de extinción de incendios, las mujeres deben llevar el mismo peso en la mochila que los hombres. Sobre ello, García-Heras et al. (2021), proponen que sería interesante, en caso de tener que haber diferenciación, que ésta sea en el tiempo a realizar la prueba y no en el peso a portar o en la distancia, ya que en el desarrollo de la labor el peso y distancia a recorrer será el mismo en ambos sexos.

Si bien, la mayoría de los expertos (Nindl, 2015; Tunde et al., 2015; Nindl et al, 2016; Nindl, et al., 2017; Gumieniak, et al., 2018c) coinciden en señalar que la desventaja inherente de la mujer frente al hombre, no debería ser motivo válido para su exclusión en ocupaciones físicamente exigentes (Gumieniak, et al., 2018c). Estos autores plantean que podría mitigarse significativamente las diferencias entre hombres y mujeres mediante la implementación de planes de entrenamiento físico efectivos e integrales para las mujeres, dirigidos a trabajar aquellos componentes del acondicionamiento físico que se requieren para superar con éxito las pruebas de acceso (Gumieniak et al., 2018a) y llevar a cabo las tareas esenciales del trabajo (Nindl, 2015). En este sentido, el entrenamiento físico para las mujeres, como el entrenamiento físico para los hombres, requiere un análisis exhaustivo de las necesidades y requerimientos de sus puestos de trabajo, así como un análisis de las fortalezas y debilidades de un individuo. Todo esto debe tenerse en cuenta a la hora de establecer programas y planes de entrenamiento y deben basarse en los principios científicos establecidos (Nindle et al., 2016).

En este Trabajo Fin de Máster se ha realizado un análisis de las diferencias de sexo en el éxito de la prueba física de Pack Test, y se han analizado qué variables de la condición física de las mujeres podrían explicar el rendimiento en esta prueba. Los resultados de este trabajo pretenden confirmar o refutar las afirmaciones sobre el dominio masculino en el PT y examinar esta "brecha de sexo" traducida en el rendimiento de la prueba. Esta información tendría una relevancia tanto teórica como práctica. Desde un punto de vista teórico, la diferencia de sexo en el rendimiento de las pruebas físicas de acceso ha sido un tema importante a la hora de establecer umbrales de corte de las pruebas físicas de selección. Desde una perspectiva práctica, los entrenadores que suelen trabajar con ambos sexos podrían utilizar la diferencia de sexo en el Pack test para desarrollar planes de entrenamiento que preparen a las mujeres de manera más efectiva para enfrentarse de forma exitosa hacia esta prueba de selección.

Para ello, se va a realizar en primer lugar un análisis de las diferencias en las características antropométricas, composición corporal, condición aeróbica y aptitud física para una muestra compuesta por 24 aspirantes hombres y 20 aspirantes mujeres, para posteriormente analizar la relación entre los resultados obtenidos en la prueba de Pack Test con las diferencias vistas en estas características y obtener cuáles de estas variables predicen el rendimiento del Pack Test en el grupo de mujeres y en el grupos de hombres. Finalmente se obtendrán una serie de conclusiones que podrían tener implicaciones prácticas a la hora de la preparación física de las mujeres bomberos forestales.

## OBJETIVOS

---

### Objetivo principal

El objetivo principal de este trabajo es analizar la influencia del sexo en los resultados de la prueba física de acceso Pack Test.

### Objetivos secundarios

- Analizar diferencias de sexo en la antropometría, composición corporal, condición aeróbica y aptitud física de una muestra de aspirantes a BBFF
- Estudiar diferencias de sexo en la condición física de una muestra de aspirantes a BBFF
- Determinar la relación entre las variables físicas y antropométricas y el éxito en el pack test.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

La muestra estaba compuesta por 44 aspirantes a BBFF, de los cuales 24 eran hombres y 20 mujeres. Los participantes que cumplieron los siguientes criterios de inclusión:

- Eran adultos, mayores de 18 años.
- Estaban sanos, sin patologías ni lesiones en los meses previos al inicio del estudio, determinando el cumplimiento de este punto mediante la realización de un breve cuestionario de salud

Todos los/as participantes firmaron, previamente al inicio de la fase experimental el consentimiento informado para la realización de las pruebas (Anexo 1).

### Procedimiento

Previo a la realización de la prueba de selección de BBFF "Pack Test", todos los participantes realizaron una familiarización con la prueba. La familiarización consistió en realizar un tercio de la prueba, o lo que es lo mismo 4 vueltas a la pista de atletismo portando una mochila de 20,3 kg, con el objetivo de conocer la mochila, la dinámica del esfuerzo, y la dinámica de la toma de datos (Percepción Subjetiva de Esfuerzo y Frecuencia cardiaca)

Tras la misma, el estudio comenzó realizando el análisis de la composición corporal junto con prueba de esfuerzo ergoespirométrica y 48 h después los diferentes test de valoración de la condición física. Estas valoraciones se realizaron en el laboratorio de valoración de la condición física del Grupo de Investigación VALFIS en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Entre 48-72h después de finalizadas la valoración de la condición física, los/as participantes realizaron la prueba de Pack Test. Los test se realizaron en la pista de atletismo del Servicio de Deportes de la Universidad de León. Previamente a cada prueba se les dio a los participantes recomendaciones nutricionales y de hidratación para el día anterior y en las horas previas del día de la prueba. Además, se les pidió que evitaran realizar entrenamiento de alta intensidad 24 h antes.

## Antropometría y Composición corporal

Para la obtención de los valores de antropometría y composición corporal de los sujetos, se les realizó un estudio cineantropométrico, atendiendo a metodología GREC-ISAK (Esparza, 1993) midiéndose la masa corporal mediante báscula de precisión ( $\pm 10\text{g}$  COBOS® 50K150, Hospitalet de Llobregat, Barcelona) y la talla mediante estadiómetro  $\pm 1\text{mm}$  (SECA®213; Hamburgo, Alemania). Así mismo se realizaron mediciones de la composición corporal mediante una báscula de bioimpedanciometría tetracompartimental (Tanita BC-418®). Para asegurar la exactitud de predicción de las ecuaciones de bioimpedancia, se les requirió a los sujetos atendiesen a las siguientes normas (Alvero et al., 2009):

- No comer ni beber en las 4 horas previas al test de bioimpedancia.
- No realizar ejercicio extenuante 12 horas antes.
- Orinar 30 minutos, o menos, antes del test.
- No consumir alcohol 48 horas antes.
- No tomar diuréticos 7 días antes.
- No realizar preferentemente la bioimpedancia en fase lútea (retención de líquidos).
- Retirar todo elemento metálico del cuerpo (relojes, anillos, pulseras, pendientes, piercings, etc).

A partir de los datos de altura y de masa corporal se calculó el Índice de Masa corporal (( $\text{IMC} = \text{peso (kg)} / [\text{Talla (m)}]^2$ ) y la Longitud de la zancada (LZ hombres =  $\text{Talla} \times 0,415$ ; LZ mujeres =  $\text{Talla} \times 0,413$ )(Hall et al., 2004)



Imagen 1 Medición de talla y valoración de composición corporal por báscula de bioimpedanciometría.

## Prueba de condición aeróbica.

Se realizó un test de esfuerzo máximo ergoespirométrico para determinar tanto el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) de los sujetos, como los umbrales ventilatorios aeróbico y anaeróbico de los mismos (VT1 y VT2) (Imagen 2). El test se realizó en tapiz rodante (HP COSMOS PULSAR, HP COSMOS Sports y Medical GMBH, Nussdorf-Traunstein, Alemania) y se siguió el siguiente protocolo:

Tras un calentamiento estandarizado de 5 min andando a 6 km/h y trotando a 8 km/h, y después de una recuperación de 2 min, los sujetos comenzaron la prueba a una velocidad de 6 km/h, en cada estadio de un minuto se incrementaba la velocidad 1km/h, hasta la extenuación o fatiga volitiva. Faltando 5 segundos para finalizar cada estadio se les preguntaba la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) (Escala de Borg 0-10; Borg, 1982) al tiempo que se anotaba la FC medida mediante pulsómetro (Polar RCX-800, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).



Imagen 2. Realización de test de esfuerzo máximo ergoespirométrico.

El test de esfuerzo cumplió los criterios de maximalidad (Casajús, et al., 2009), corroborando que los sujetos alcanzaron su esfuerzo máximo. Estos criterios son:

- Alcanzar una meseta en el consumo máximo de oxígeno (Wagner, 2000) (momento en el que, aunque se incremente la carga o intensidad del esfuerzo, el  $VO_2$  no aumenta o aumenta poco).
- Alcanzar un cociente respiratorio  $CR \geq 1,10$  (relación del volumen de  $CO_2$  eliminado y el volumen de  $O_2$  consumido) (Brooks et al, 2004).
- Alcanzar una RPE máxima de 10 en la escala de Borg (CR-10; Borg, 1982).
- Lograr un  $\%FC_{max} \geq 95\%$  de la  $FC_{max}$  teórica ( $220 - edad$ ; Astrand, 1960).

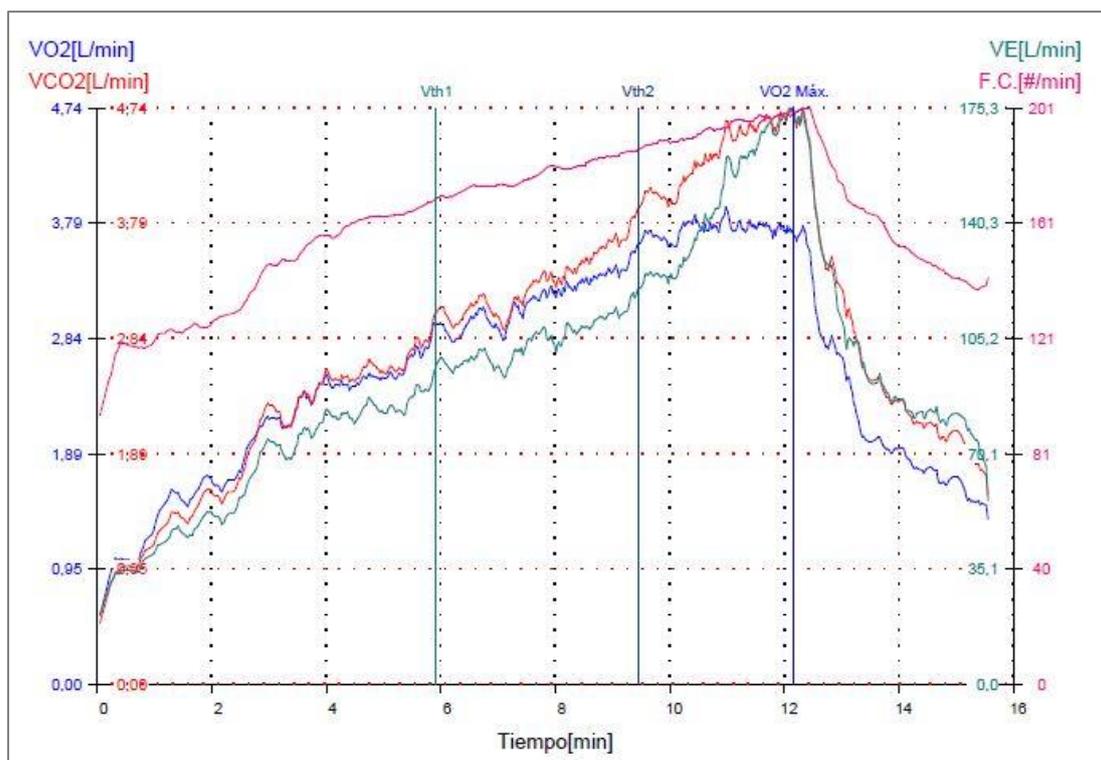


Figura 1. Gráfica test de esfuerzo máximo ergoespirométrico.

Dónde:  $VO_{2max}$ : consumo máximo de oxígeno; VT2: umbral ventilatorio anaeróbico; VT1: umbral ventilatorio aeróbico;  $VO_2$ : consumo de oxígeno (L/min);  $VCO_2$ : índice de producción de dióxido de carbono (L/min); VE: Ventilación (L/min); FC: frecuencia cardíaca (ppm)

## Pruebas de condición física.

Para valorar la condición física de los aspirantes se realizaron una serie de test en los que se analizó la fuerza resistencia (lumbar, abdominal y del tren superior), fuerza máxima dinamométrica de agarre manual y fuerza explosiva del miembro inferior.

### Test de Fuerza-Resistencia lumbar

Para medir la fuerza-resistencia isométrica de los músculos extensores del tronco se usó la prueba de Biering-Sørensen (Biering-Sørensen, 1984).

Para su realización se colocó al sujeto sobre la camilla en decúbito prono, debiendo coincidir el borde de la camilla con las espinas iliacas antero-superiores. La parte inferior del cuerpo debe quedar fijada (pelvis, rodillas y tobillos) (Imagen 3). La prueba consistió en mantener el tronco en posición horizontal el mayor tiempo posible (Gutiérrez, 2018).



Imagen 3. Test de Biering-Sørensen

#### Test de Fuerza Resistencia de miembro superior (MMSS)

Se realizó la prueba de Push Up (Imagen 4) para medir la Fuerza Resistencia de miembro superior (MMSS). La prueba implica comenzar desde una posición de apoyo con brazos rectos. Las palmas están planas en el suelo, los dedos mirando hacia adelante, y con los brazos aproximadamente separados un ancho de hombros. Las rodillas deben estar cerradas, piernas juntas, y tobillos flexionados. Sólo las palmas de las manos y las yemas de los pies están en contacto con el suelo. El cuerpo baja hasta que el pecho toca en la colchoneta.

Los sujetos completaron tantas flexiones como fuese posible hasta el agotamiento, sin descanso o hasta que se intentaron dos flexiones de brazos consecutivas con una forma incorrecta o una técnica inadecuada. El puntaje fue la cantidad de flexiones completadas correctamente (Sell y Livingston, 2012; Gnacinski et al., 2015; Phillips et al., 2011)



Imagen 4. Test de Push Up.

### Test de control de la Torsión (Fuerza Resistencia del Core)

Esta prueba evalúa la Fuerza-resistencia de la musculatura central del cuerpo en segundos que es capaz de mantener el sujeto la posición de plancha. El sujeto está apoyado en los dedos de los pies y en los antebrazos estando los codos separados al ancho de los hombros con las manos en puños frente a la cara (Imagen 5). Se considera que el sujeto no puede mantener la posición si deja caer la pelvis o la cintura escapular. Esta prueba tardará de 4 a 5 minutos en completarse (Lovelace, 2012; Phillips et al., 2011).



Imagen 5. Test Plancha isométrica.

### Test de Fuerza Explosiva del miembro inferior (MMII)

Se realizó el test de salto CMJ (salto con contramovimiento) (Imagen 6), midiendo la altura desarrollada por los sujetos para dicho salto.

En esta prueba el individuo se encuentra en posición erguida con las manos en la cintura (manteniéndolas durante el salto), teniendo que efectuar un salto vertical después de un rápido contramovimiento hacia abajo. En un movimiento descendente rápido y continuo dobla las rodillas (fase excéntrica) hasta un ángulo de flexión de 90° (fase isométrica o acoplamiento) manteniendo el tronco lo más próximo al eje vertical posible y desde allí genera la impulsión vertical (fase concéntrica) (Imagen 6) que lo eleva (González-Badillo, y Ayestarán, 2002).

La medición de altura en salto vertical CMJ (Gnacinski et al., 2015; Sánchez et al., 2013), se analizó mediante la APP validada "My Jump 2.0" (Balsalobre et al., 2015) (Iphone SE 128gb 1080p-120 f/s y 720p-240 f/s). Se realizaron 3 saltos, utilizando finalmente como resultado el mejor salto de los 3.

La potencia mecánica de salto utilizada en los análisis, se ha calculado de forma indirecta mediante la siguiente ecuación propuesta por Sayers et al., (1999) a partir de la altura de salto vertical (recogida con la App "My Jump 2.0") y la masa corporal del sujeto:

$$\text{Potencia máxima (W)} = (60,7) \times (\text{altura del salto [cm]}) + 45,3 \times (\text{masa corporal [kg]}) - 2055$$



Imagen 6. Salto CMJ evaluado con APP My Jump 2.0.

#### Test de Dinamometría manual

La prueba dinamométrica de agarre manual se utilizó para evaluar la fuerza muscular isométrica máxima del antebrazo. Se utiliza un dinamómetro calibrado y con ajuste de empuñadura que el sujeto debe apretar lo más fuerte posible durante 3s. Una adecuada postura corporal parece ser un factor relevante para la medición de la fuerza (Luna-Heredia et al., 2005) debido a que el control de la motricidad aumenta con una posición óptima. Por lo se le indicó al sujeto que se mantuviera erguido con los brazos delante del cuerpo, el antebrazo en la posición neutral, el codo flexionado a 90° y metido en el costado del cuerpo. El proceso se repitió tres veces (incorporando un descanso de 1 minuto entre las pruebas) Seleccionando posteriormente, para el tratamiento de datos el mejor de ellos (Sell, y Livingston, 2012; Phillips et al., 2011).



Imagen 7. Test Dinamometría manual.

## Prueba de Pack Test

Para la realización del Pack Test, y previo calentamiento estandarizado y supervisado por un evaluador, los sujetos debían completar 4,83 km en un tiempo  $\leq 45$  min portando una mochila bien ajustada, con un peso de 20,4 kg (Imagen 8). La prueba se realizó en una pista de atletismo de 400 m donde realizaron 12 vueltas.

Durante el Pack Test, cada sujeto llevaba ropa liviana, de deporte y calzado cómodo según las pautas de la prueba (Sharkey, 1999). Los participantes fueron instruidos para completar la prueba lo más rápido posible sin correr. Los tiempos de salida se escalonaron 50 m para limitar las carreras entre participantes o el ritmo, además, todos los participantes recibieron retroalimentación verbal de su tiempo transcurrido en cada vuelta por su evaluador. Se dieron indicaciones de facilitar el adelantamiento por la calle 1.

Para el seguimiento de los sujetos se recogieron datos de tiempo, frecuencia cardiaca (FC; pulsómetro Polar RCX-800) y percepción del esfuerzo (Escala de Borg de 1-10, Borg, 1982, Anexo 2) por vuelta y global de forma individual. y secreta (mediante sistema de signos manuales previamente instruidos para evitarse influencia entre ellos). Los evaluadores disponían de una tabla donde iban apuntando estos valores (Anexo 3).

Tras acabar, se realizaron ejercicios de recuperación y estiramientos supervisados por un evaluador, y a los 30 min de finalizar se les requirió la percepción subjetiva global del esfuerzo realizado (RPE) (Escala de Borg de 1-10, Borg, 1982).

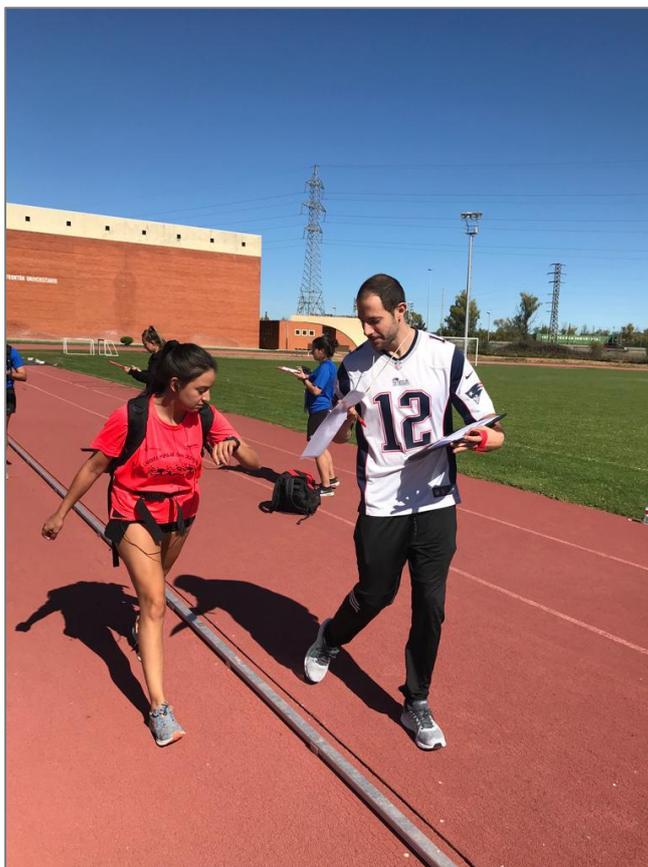


Imagen 8.. Realización de prueba Pack Test en pista de atletismo

## Análisis estadístico.

Para la recogida de los datos se creó una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010 (Microsoft Windows) que además de su tratamiento y depuración, permite la realización de tablas y figuras. Todas las estadísticas se realizaron con el programa estadístico IBM SPSS Statistics v.27.0 (Statistical Package for the Social Sciences) (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). El porcentaje de cambio se calculó teniendo en cuenta como referencia al hombre mediante la siguiente fórmula  $\% \text{ Cambio} = [(\text{Mujer} - \text{Hombre}) / \text{Hombre}] \times 100$ . Los resultados se expresan como media  $\pm$  desviación estándar (SD). La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Todas las diferencias entre los grupos se evaluaron mediante prueba t de Student para muestras independientes cuando los datos eran normales y con la U de Mann-Whitney cuando los datos no eran normales. Para explicar la relación de las variables de estudio con el rendimiento del Pack Test (i.e., tiempo de finalización) se realizó una regresión lineal múltiple con el método hacia adelante y para analizar la bondad del ajuste de dicha regresión el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Se calculó la correlación entre diferentes variables empleando el coeficiente de Pearson o de Spearman si las variables eran paramétricas o no paramétricas, respectivamente. Las magnitudes de las correlaciones fueron clasificadas como triviales ( $r = 0,0$  a  $0,09$ ), pequeñas ( $r = 0,1$  a  $0,39$ ), moderadas ( $r = 0,4$  a  $0,59$ ), fuertes ( $r = 0,6$  a  $0,79$ ), muy fuertes ( $r = 0,80$  a  $0,89$ ), casi perfecto ( $r = 0,90$  a  $0,99$ ), y perfecto ( $r = 1,0$ ) (Hopkins, 2000). El nivel de significación estadística fue aceptado en  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  y  $p < 0,001$ .

## RESULTADOS

### Características antropométricas y composición corporal.

La Tabla 1 muestra las características antropométricas y de composición corporal de los participantes en este estudio. de mujeres tiene una edad media en torno a 2-3 años más baja que la de los hombres. Respecto a las variables antropométrica, las mujeres muestran diferencias significativas respecto a los hombres en todas las variables analizadas. Así las mujeres son un 18.1% más ligeras y un 5.8% más bajas que los hombres, y por tanto presentan un IMC un 15.4% menor en comparación con los hombres y una longitud de zancada un 6.3% más corta. En cuanto a los datos de composición corporal cabe destacar que las mujeres presentaron un porcentaje significativamente ( $p>0.05$ ) más bajo de Masa Libre de Grasa (8.4%) y un porcentaje significativamente más alto de Grasa (41,3 %), sin embargo, no se han obtenido diferencias en la masa grasa entre los mujeres y hombres de la muestra.

Tabla 1: Características antropométricas y de composición corporal diferenciadas por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).

|                | Hombres     | Mujeres    | % Cambio | "p"     |
|----------------|-------------|------------|----------|---------|
| Edad (años)    | 23,6 ± 6 ,5 | 23,0 ± 2,6 | -2,5%    | 0,022 * |
| Masa(kg)       | 76,7 ± 9,4  | 63,0 ± 9,2 | -18,1%   | 0,000 * |
| Talla (cm)     | 177,0 ± 5,6 | 166,8 ±4,4 | -5,8%    | 0,000 * |
| LZ (cm)        | 0,73 ± 0,0  | 0,68 ± 0,0 | -6,3%    | 0,000 * |
| IMC            | 24,4 ± 2,2  | 20,3 ± 3,3 | -15,4%   | 0,000 * |
| MLG (kg)       | 63,5 ± 5,2  | 47,9 ± 5,1 | -24,5%   | 0,000 * |
| % MLG (%)      | 83,1 ± 4    | 76,1 ± 5,5 | -8,4%    | 0,000 * |
| Grasa (kg)     | 13,3 ± 4,6  | 15,3 ± 4,7 | 15,1%    | 0,160   |
| % de Grasa (%) | 16,9 ± 4    | 23,9 ± 5,5 | 41,4%    | 0,000 * |

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre hombres y mujeres. Nivel de significación: \*= $p<0,05$ . Dónde: LZ= Longitud de la zancada; IMC= Índice de Masa Corporal; MLG = Masa Libre de Grasa.; % = porcentaje; n = tamaño muestral

### Pruebas de condición aeróbica

Los resultados de los test de esfuerzo máximo ergoespirométricos se exponen en la Tabla 2 (valores máximos), Tabla 3 (umbral ventilatorio-1 (VT1) o aeróbico) Tabla 4 (umbral ventilatorio-2 (VT2) o anaeróbico). El valor medio de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) para las mujeres fue de 2,9 l/min en valor absoluto, siendo significativamente menor (33,5 %) que el de los hombres. La diferencia entre sexos en el consumo máximo de oxígeno se redujo cuando los valores se relativizaron en función del peso corporal ( $46,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), lo que disminuyó la diferencia a un 19,5 %. El valor de la Velocidad máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo presentó también diferencias significativas entre ambos grupos siendo el encontrado en las mujeres un 15,2 % menor que en los hombres. Sin embargo, los dos grupos registraron Frecuencias Cardíacas (FC) máximas muy parecidas en torno a 190 ppm (mujeres:  $192,6 \pm 7,2$  ppm vs hombres:  $189,9 \pm 11,2$  ppm).

Los datos correspondientes a la transición aeróbica-anaeróbica (determinación del umbral aeróbico o umbral ventilatorio 1 VT1 y umbral anaeróbico o umbral ventilatorio 2 VT2) muestran diferencias significativas entre los grupos en los valores de consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y velocidad (Vel), sin embargo, estas diferencias no son significativas para la FC.

**Tabla 2: Resultados del Test de esfuerzo máximo diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).**

| Valores máximos   | Hombres      | Mujeres     | % Cambio | "p"     |
|---|--------------|-------------|----------|---------|
| FC max (ppm)  | 189,8 ± 11,2 | 192,6 ± 7,2 | 1,4%     | 0,347   |
| VO <sub>2</sub> max (Lmin <sup>-1</sup> )                     | 4,4 ± 0,7    | 2,9 ± 0,5   | -33,7%   | 0,000 * |
| VO <sub>2</sub> max (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ) | 57,7 ± 9,4   | 46,5 ± 6,7  | -19,5%   | 0,000 * |
| Vel <sub>max</sub> (km/h)                                     | 16,4 ± 1,5   | 13,8 ± 1,3  | -15,2%   | 0,000 * |

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre hombres y mujeres. Nivel de significación: \*= $p < 0,05$ . Dónde: FC max = Frecuencia cardiaca máxima, VO<sub>2</sub> max= consumo de oxígeno máximo; Vel<sub>max</sub>: Velocidad máxima; ppm = pulsaciones por minuto; n = tamaño muestral.

El valor medio del consumo de oxígeno relativo resultó ser inferior en el grupo de mujeres tanto en el VT1 como en el VT2. (un 12,1 % y un 13,6 %, respectivamente). Sin embargo, cuando estos valores se expresan en porcentaje con respecto al VO<sub>2</sub>max son mayores en las mujeres (un 9,2 % y un 7,4 %, respectivamente). Esta misma tendencia se observa al analizar la velocidad a la que alcanzan el umbral ventilatorio 1 (VT1) y 2 (VT2). Las mujeres entran más tarde en los umbrales 1 y 2, pero cuando la Vel VT1 y Vel VT2 se expresan en porcentaje con respecto a la velocidad máxima alcanzada durante la prueba, estos valores se invierten, observándose que las mujeres tardan menos en pasar de la fase aeróbica a la fase anaeróbica (un 7,4 % y un 4,1%, respectivamente), hecho que resulta evidente al ser los valores máximos de VO<sub>2</sub> y Velocidad, tal y como se ha explicado anteriormente, más bajos en las mujeres.

**Tabla 3: Valores en el umbral ventilatorio-1 (VT1) o aeróbico diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).**

| Umbral aeróbico   | Hombres    | Mujeres    | % Cambio | "p"    |
|---|------------|------------|----------|--------|
| FC VT1 (%)  | 77,8 ± 6,2 | 80,5 ± 6,2 | 3,5%     | 0,157  |
| VO <sub>2</sub> VT1 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ) | 34,4 ± 5,2 | 30,2 ± 5,1 | -12,1%   | 0,011* |
| VO <sub>2</sub> VT1 (%)                                       | 60 ± 7,1   | 65,5 ± 10  | 9,2%     | 0,040* |
| Vel VT1 (km/h)  | 9,5 ± 1,2  | 8,7 ± 1    | -8,6%    | 0,033* |
| Vel VT1 (%)   | 58,4 ± 6,8 | 62,7 ± 4   | 7,4%     | 0,012* |

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre hombres y mujeres. Nivel de significación: \*= $p < 0,05$ . Dónde: FC = Frecuencia cardiaca, VO<sub>2</sub>VT1 (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) = consumo de oxígeno en VT1; VO<sub>2</sub>VT1 (%): porcentaje de consumo de oxígeno máximo en VT1; Vel: Velocidad; % porcentaje; n = tamaño muestral.

**Tabla 4: Valores en el umbral ventilatorio-2 (VT2) o anaeróbico diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).**

| Umbral anaeróbico   | Hombres    | Mujeres    | % Cambio | "p"    |
|---|------------|------------|----------|--------|
| FC VT2 (%)  | 90,2 ± 3,5 | 92,6 ± 3,4 | 2,7%     | 0,000* |
| VO <sub>2</sub> VT2 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ) | 45,6 ± 6,7 | 39,4 ± 4,4 | -13,6%   | 0,001* |
| VO <sub>2</sub> VT2 (%)                                       | 79,4 ± 6,3 | 85,2 ± 6,1 | 7,4%     | 0,004* |
| Vel VT2 (km/h)  | 12,8 ± 1,2 | 11,4 ± 1,2 | -11,1%   | 0,000* |
| Vel VT2 (%)   | 78,7 ± 4,4 | 82,4 ± 3,7 | 4,1%     | 0,005* |

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre hombres y mujeres. Nivel de significación: \*= $p < 0,05$ . Dónde: FC = Frecuencia cardiaca, VO<sub>2</sub>VT2 (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) = consumo de oxígeno en VT2; VO<sub>2</sub>VT2 (%): porcentaje de consumo de oxígeno máximo en VT1; Vel: Velocidad; % porcentaje; n = tamaño muestral.

## Pruebas de condición física

En la Tabla 5 se muestran los resultados de las pruebas de aptitud física. Las diferencias entre grupos han resultado ser significativas en todas las variables analizadas, y se observan mejores resultados en todas ellas para los hombres excepto en el test de Fuerza-resistencia lumbar. Las aspirantes mujeres tienen menor potencia mecánica en los miembros inferiores, menor fuerza-resistencia del miembro superior, menor fuerza-resistencia del Core, y menor fuerza isométrica en ambas manos. Sin embargo, tienen un 78, 85% más de fuerza-resistencia lumbar que los hombres

A pesar de que las diferencias siguen existiendo, éstas se estrechan en los resultados de la Potencia-mecánica de los miembros inferiores y la Fuerza-resistencia del miembro superior cuando los valores se relativizan a los kilogramos de masa libre de grasa, y en el caso de la prueba dinamométrica de agarre manual estas diferencias desaparecen.

Tabla 5: Resultados de las pruebas de condición física (fuerza, fuerza-resistencia) diferenciadas por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).

|                                 | Hombres      | Mujeres      | % Cambio | "p"    |
|---------------------------------|--------------|--------------|----------|--------|
| F exp MMII – CMJ (cm)           | 36,7 ± 7,2   | 25,7 ± 2,8   | -29,87%  | 0,000* |
| F exp MMII -Pot (W/kg MLG)      | 57,4 ± 5,6   | 48,7,7 ± 5,6 | -15,14%  | 0,000* |
| F-R core (s)                    | 187,8 ± 69,9 | 144,9 ± 47,5 | -22,86%  | 0,025* |
| F-R MS (NR)                     | 24,6 ± 6,7   | 19,3 ± 6,9   | -21,48%  | 0,014* |
| F isom brazo izq (kg)           | 44,4 ± 6,7   | 30,9 ± 3,7   | -30,25%  | 0,000* |
| F isom brazo drch (kg)          | 46,7 ± 7,3   | 32,7 ± 4,5   | -30,05%  | 0,000* |
| F isom brazo izq R (kg/kg MLG)  | 0,7 ± 1      | 0,6 ± 1      | -7,51 %  | 0,064  |
| F isom brazo drch R (kg/kg MLG) | 0,7 ± 1      | 0,7 ± 1      | -7,11%   | 0,091  |
| F-R lumbar (s)                  | 88,9 ± 43,7  | 158,9 ± 39,1 | 78,85%   | 0,000* |

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre hombres y mujeres. Nivel de significación: \*= $p < 0,05$ . Dónde: F exp MMII – CMJ : Fuerza Explosiva de los miembros inferiores expresada como la altura del salto en contramovimiento CMJ ; F exp MMII -Pot : Fuerza Explosiva del miembro inferior expresada como potencia mecánica de salto (W/kg MLG); F-R core: Fuerza Resistencia del Core; F-R MS: Fuerza Resistencia de miembro superior (NR); NR número de repeticiones. ; F isom brazo izq: Fuerza muscular isométrica máxima del antebrazo Izquierdo ; F isom brazo drch: Fuerza muscular isométrica máxima del antebrazo Derecho ; F isom brazo izq R: Fuerza muscular isométrica máxima del antebrazo Izquierdo Relativa ; F isom brazo drch R: Fuerza muscular isométrica máxima del antebrazo Derecho Relativa ; F-R lumbar: Fuerza-Resistencia lumbar . Unidades W= vatios; kg=kilogramos; kg; MLG= Kilogramos de Masa Libre de Grasa; s= segundos; NR=número de repeticiones; n = tamaño muestral.

## Prueba específica Pack Test.

### Resultados y rendimiento de los aspirantes en la prueba Pack Test

Del total de participantes (n= 44) el 88,6 % superaron la prueba dentro del tiempo requerido ( $\leq 45$ min). Por sexos, un 85% de las mujeres superaron el test frente al 91,7% de los hombres, no hallándose diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en esta tasa de éxito.

La Tabla 6 recoge los resultados obtenidos referentes al rendimiento en el Pack Test para ambos grupos. Se puede observar cómo los hombres finalizan la prueba en un promedio de  $4 \pm 5,4$  minutos antes ( $p < 0,05$ ) que las mujeres. Esta significativa diferencia en el tiempo total de la prueba entre hombres y mujeres (10,4 %), no se corresponde con una diferencia significativa en la intensidad de esfuerzo entre los grupos. Por un lado, aunque la Percepción subjetiva del esfuerzo total (RPE) ha sido un 4% mayor para las mujeres, esta diferencia ha resultado no significativa; en ambos grupos el esfuerzo al final de la prueba se ha percibido como "muy duro" dentro de la escala de Borg. Por otro lado, el porcentaje de la  $FC_{max}$  para los hombres sólo ha sido un 1,1% mayor que en las mujeres, resultando igualmente la diferencia no significativa.

Tabla 6: Valores finales y medios del Tiempo, Frecuencia Cardíaca (FC), Percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) y Cadencia (CAD) de la prueba Pack Test, diferenciados por sexo. Hombres (n= 24) y mujeres (n= 20).

|                         | Hombres     | Mujeres      | % Cambio | "p"    |
|-------------------------|-------------|--------------|----------|--------|
| Tiempo total (min)      | 38,1 ± 4,4  | 42,1 ± 2,6   | 10,4%    | 0,000* |
| Tiempo/vuelta (min)     | 3,2 ± 0,4   | 3,5 ± 0,2    | 10,5%    | 0,000* |
| % FC <sub>max</sub> (%) | 90,5 ± 5    | 89,6 ± 8,2   | -1,1%    | 0,841  |
| FC media (ppm)          | 166,1± 15,2 | 172,7 ± 18,6 | 3,9%     | 0,157  |
| RPE total               | 7,3 ± 0,9   | 7,6 ± 0,7    | 4,0%     | 0,246  |
| RPE media               | 6,7 ± 0,8   | 6,6± 0,9     | -1,0%    | 0,808  |
| CAD media (pasos/min)   | 157,6± 18,1 | 148,7 ± 8,6  | -5,7%    | 0,039* |

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre hombres y mujeres. Nivel de significación: \*= $p < 0,05$ . Dónde: FC<sub>max</sub> = Frecuencia cardíaca máxima, RPE= percepción subjetiva de esfuerzo, medida por la escala de Borg (1-10); CAD= cadencia; %= porcentaje; ppm = pulsaciones por minuto; n = tamaño muestral.

En la Figura 2 se exponen los resultados obtenidos en cuanto al tiempo que tardan en completar cada una de las 12 vueltas dadas en la pista de atletismo (1 vuelta son 400m), el porcentaje de la FC, la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) y la cadencia en cada una de ellas, durante la realización del Pack Test diferenciadas para mujeres y hombres. Los datos de cadencia sólo se tomaron en las vueltas 1, 6 y 12.

Como se puede observar, el tiempo que tardan las mujeres en completar cada una de las vueltas es significativamente mayor que el de los hombres. Las diferencias entre mujeres y hombres por vuelta, están en torno al 10% desde la primera hasta la penúltima, aumentando al 12, 81% en la última vuelta. En la última vuelta se observa también que la diferencia en la cadencia resulta significativa, lo que se podría explicar por el hecho de que los hombres han sido capaces de dar más pasos por minuto que las mujeres al final de la prueba (7,42 %). El resto de variables evaluadas (%FC y RPE) no han mostrado diferencias significativas, por lo que los hombres y mujeres han realizado la prueba a la misma intensidad de esfuerzo.

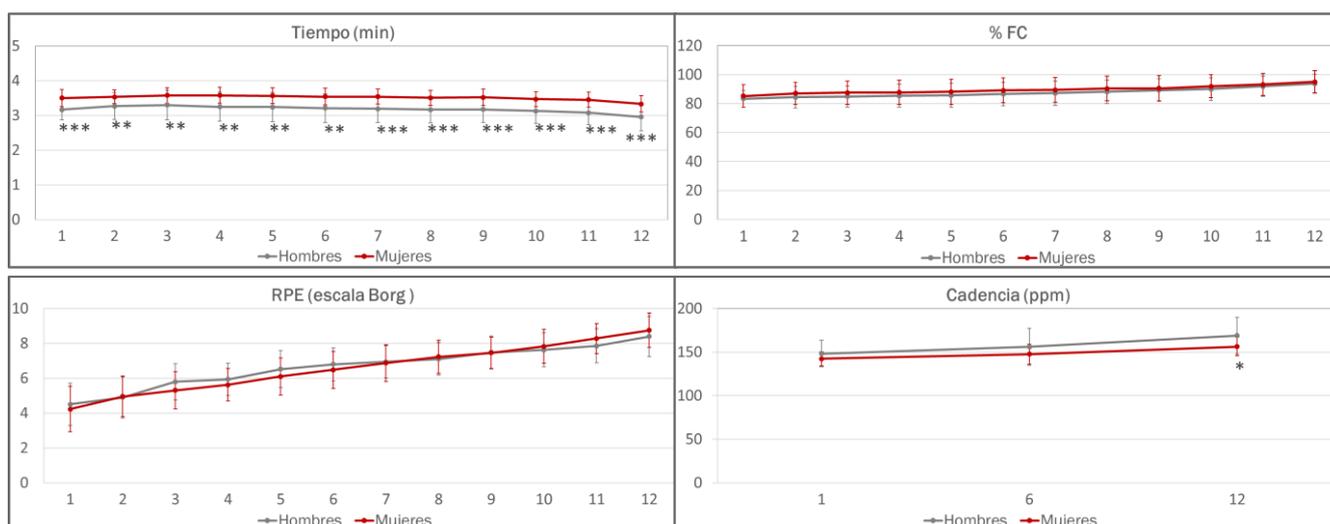


Figura 2. Tiempo (min), Porcentaje de la FC (%FC), Percepción subjetiva de esfuerzo (RPE. Escala de Borg) y Cadencia (ppm) en cada una de las 12 vueltas en completar Pack Test diferenciadas por sexo.

Valores medios ± desviación estándar. Diferencias significativas entre Hombres (n=24) y Mujeres (n= 20). Nivel de significación: \*= $p < 0,05$ , \*\*= $p < 0,01$ , \*\*\*= $p < 0,001$  respectivamente.

## Relaciones entre el rendimiento del Pack Test, características antropométricas y de composición corporal, condición aeróbica y aptitud física.

Con este análisis se ha pretendido explicar qué variables de las características antropométricas y de composición corporal, condición aeróbica y aptitud física explican el mejor rendimiento en el Pack Test (menor tiempo de finalización de la prueba) para el grupo de las mujeres y el grupo de hombres por separado.

Los modelos más parsimoniosos resultantes de la regresión lineal múltiple para cada caso son los siguientes:

- Hombres: Tiempo total (min) = 50,003 - 0,351 CMJ -1,923 Vel<sub>VT2</sub>
- Mujeres: Tiempo total (min) = 102,161 - 1,635 Vel<sub>max</sub> - 0,194FC<sub>max</sub>

Tabla 7: Resumen de los modelos

| Modelo         | R     | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
|----------------|-------|------------|---------------------|---------------------------------|
| Hombres (n=24) | 0,760 | 0,578      | 0,537               | 3,02216                         |
| Mujeres (n=20) | 0,658 | 0,433      | 0,366               | 2,07261                         |

Predictores: Vel<sub>max</sub>= Velocidad máxima (km/h), CMJ= salto en contramovimiento (cm); VO<sub>2max</sub>= consumo máximo de oxígeno (Lmin<sup>-1</sup>); Vel<sub>VT2</sub>= Velocidad del umbral ventilatorio anaeróbico (Km/h); FC máx=Frecuencia cardiaca máxima (ppm)

El modelo para hombres se considera un modelo moderadamente bueno, ya que explica el 57, 8% de la variabilidad de la variable Tiempo total, en cambio el modelo para mujeres sólo explica el 43,3 %. Esto se debe al menor tamaño muestral del grupo de las mujeres. Cada variable tiene un coeficiente que indica las unidades que aumentará (o decrecerá) el tiempo total por cada unidad que aumente esa variable

En el caso de los hombres, los resultados mostraron que la velocidad alcanzada en el umbral ventilatorio anaeróbico en el test de esfuerzo (Vel<sub>VT2</sub>) y la altura en la prueba de salto de contra movimiento (CMJ) contribuyeron significativamente al poder predictivo del tiempo de finalización del Pack Test, mientras que en el modelo realizado para las mujeres las variables fueron la velocidad máxima (Vel<sub>máx</sub>) y la Frecuencia cardiaca (FC) alcanzadas en el Test de esfuerzo.

## DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo, indican que existen marcadas diferencias en las características antropométricas, de composición corporal, de condición física y aeróbica entre los aspirantes a BBFF hombres y mujeres analizados. Estas diferencias se relacionarían con el menor rendimiento de las mujeres durante la realización del Pack Test, especialmente en términos de tiempo de realización del test. A pesar de que el porcentaje de no aptos no difiere significativamente entre hombres y mujeres, se ha visto que en promedio los hombres han presentado mejores resultados -menor tiempo de finalización del PT- que las mujeres. La intensidad de esfuerzo a la que han realizado la prueba desde el principio hasta el final, no difiere significativamente entre hombres y mujeres, es decir, hombres y mujeres han trabajado a la misma intensidad de esfuerzo desde el inicio hasta el final. Sin embargo, los hombres han sido capaces de aumentar su cadencia (dar más pasos por minuto) que las mujeres durante las últimas vueltas de la prueba. Al analizar qué variables pueden repercutir en rendimiento óptimo para cada grupo, se ha observado que para los hombres es más decisiva la potencia muscular y el esfuerzo realizado a ritmo umbral (expresado como CMJ y VelVT2). Mientras que para las mujeres no es relevante la potencia muscular sino la capacidad de realizar esfuerzo cardiovascular máximo (expresado como  $Vel_{max}$  y  $FC_{max}$ ).

### Diferencias entre hombres y mujeres en el resultado del Pack test.

El objetivo principal de esta investigación consistió en detectar las diferencias probables en el rendimiento de la prueba de acceso Pack Test basadas en el sexo, mostrando los resultados que existen diferencias medias en el tiempo de ejecución del Pack test de 4 minutos siendo más lento para las mujeres. Resultados similares se obtuvieron en las investigaciones de Jamnik et al., (2013) y Gumieniak et al., (2018) enfocadas en pruebas de aptitud diseñadas para funcionarios penitenciarios, personal de plantas nucleares y BBFF donde todos los participantes que no superaron las pruebas eran mujeres. Gumieniak et. al (2018) analizó una prueba semejante al Pack Test, observando diferencias considerables en el acceso en función del sexo (11% de mujeres y 73% de hombres).

Lo anteriormente expuesto demuestra que las aspirantes pueden verse afectadas de manera negativa al completar la prueba de acceso (Petersen et al., 2016). Sin embargo, a pesar de que el tiempo de ejecución de las aspirantes femeninas de este estudio fue más lento, esto tuvo poco impacto en la capacidad de éstas para cumplir con el estándar del PT. Del total de participantes (n= 44) el 88,6 % superaron la prueba dentro del tiempo requerido ( $\leq 45$ min). Por sexos, un 85% de las mujeres superaron la prueba frente al 91,7% de los hombres, no hallándose diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en esta tasa de éxito, por lo que según Gledhill, et al., (2001), Jackson (1994) y Jamnik, et al., (2013) no existe un impacto adverso en este grupo ya que la tasa de aptos en las mujeres es mayor del 80%, que es la tasa de aprobación del test en términos globales.

### Análisis de las variables antropométricas y de composición corporal.

La menor altura y peso de las mujeres aspirantes de este estudio, junto con los mayores porcentajes de grasa y menores porcentajes de músculo, pueden haber tenido un efecto sobre el rendimiento del Pack test. Diversos trabajos han observado relaciones significativas entre la altura y el resultado del PT (Sharkey, 1999; Vivometrics Government Services 2007; Stevenson et. al 2019), demostrando una diferencia de altura significativa entre aquellos que aprobaron el Pack Test (1,78 m) y aquellos que fracasaron (1,76 m) (Vivometrics Government Services 2007) y observándose que entre el 1 y 18% de la varianza en el tiempo del Pack Test podría atribuirse a esta variable (Sharkey, 1999). Boyd. et al (1999) comprobaron que, la menor masa media y estatura de las mujeres en comparación con los hombres, influyó en que las mujeres finalizaran la prueba en un mayor tiempo. Sin embargo, cuando se comparó el desempeño en la prueba entre los subgrupos masculinos y femeninos se relativizando los resultados al tamaño/talla de los aspirantes, no hubo diferencias en el rendimiento en función del sexo.

De igual forma varios estudios realizados en bomberos de estructuras han visto asociaciones significativas entre el menor porcentaje de grasa y el tiempo en ejecutar las pruebas de acceso (Rhea et al., 2004) y las tareas de una simulación de incendio (Stevenson et. al 2019; Michaelides et al., 2008). Los resultados muestran que los porcentajes bajos de grasa corporal están asociados con un rendimiento alto. Cabe destacar, sin embargo, que todos los sujetos de estos estudios eran hombres entre 20 y 40 años, que presentaron de media un porcentaje de grasa corporal por encima del 21 %, lo que está por encima del umbral de normalidad según establece la Organización Mundial de la salud (OMS, 2022).

### Diferencias en la condición aeróbica y en la intensidad de esfuerzo.

Existen autores que asocian el tiempo de ejecución del Pack Test con medidas de aptitud cardiorrespiratoria ( $VO_{2max}$ ) (DeLorenzo-Green y Sharkey 1995, Sharkey y Rothwell 1996, Vivometrics Government Services 2007; Ruby et al. 2003). Los resultados de nuestra investigación muestran que las mujeres, en el test de esfuerzo ergoespirométrico final presentaron un rendimiento menor del 19,5% y del 13,6% en relación con  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), y  $VO_2VT2$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) respectivamente. En una investigación realizada por Ruby et al., (2003) se comprobó que existe una correlación positiva entre la mayor aptitud aeróbica de los BBFF estadounidenses y el rendimiento durante un escape a la zona de seguridad. Lo mismo fue estudiado anteriormente por Sharkey y Rothwell, (1996); Sharkey et al., (1994); al estudiar la actuación de los BBFF de Estados Unidos demostrando que existe una correlación entre moderada y fuerte entre el  $VO_{2max}$  y la finalización del Pack Test. De igual manera, el estudio de Phillips et al., (2011) realizado con BBFF australianos demostró que la correlación entre el tiempo final de ejecución de la prueba y el  $VO_{2max}$  relativo y absoluto era significativa.

A pesar de lo anteriormente expuesto, no existe consenso en la literatura en cuanto a la facultad del  $VO_{2max}$  para explicar la capacidad aeróbica. En este sentido Vaquero, (2006), apunta que el umbral anaeróbico ( $VT2$ ) es mejor predictor del rendimiento en pruebas de larga distancia, ya que el  $VO_{2max}$  resulta insuficiente para evaluar la capacidad de resistencia en ejercicios de mediana y de larga duración  $<10$  min-. Si se toma en consideración que la duración máxima de la prueba en cuestión es un máximo de 45 minutos, establece el autor, que una mejora asociada en el rendimiento de la prueba no necesariamente se va a representar en un mejor  $VO_{2max}$ . Un mejor umbral anaeróbico ( $VT2$ ), por tanto, permitiría trabajar más tiempo a una mayor intensidad de esfuerzo (Schaun et al., 2018). En este sentido los resultados obtenidos de obtenidos en la prueba de esfuerzo máxima, muestran que los hombres han obtenido valores significativamente mejores en las variables ergoespirométricas en el umbral anaeróbico ( $VT2$ ). A pesar de ello, no parece que los mejores valores del umbral anaeróbico de los hombres les hayan permitido mantener una intensidad más elevada en el PT, respecto al grupo de mujeres.

La intensidad de esfuerzo viene dada por la monitorización de la FC (Castañer et al., 2015) así como de la estimación subjetiva del esfuerzo que realiza el sujeto (RPE) (Day et al., 2004). La significativa diferencia en el tiempo total de la prueba PT entre hombres y mujeres no se corresponde con una diferencia significativa en la intensidad de esfuerzo entre los grupos. Por un lado, aunque la percepción subjetiva del esfuerzo total (RPE) ha sido un 4% mayor para las mujeres, esta diferencia ha resultado no significativa; en ambos grupos el esfuerzo al final de la prueba se ha percibido como “muy duro” dentro de la escala de Borg. Por otro lado, el porcentaje de la  $FC_{max}$  para los hombres sólo ha sido un 1,1% mayor que en las mujeres (90,5 % y 89,6%  $FC_{max}$  respectivamente), resultando igualmente la diferencia no significativa. Por lo que los hombres han obtenido mejores resultados en el PT sin necesidad de trabajar a intensidades de esfuerzo mayores. Por lo que, si equiparásemos el tiempo de realización del pack test, se podría suponer que las mujeres tendrían que trabajar a una intensidad relativa más alta, llegando a la fatiga más rápido y tolerando un menor tiempo de trabajo. (Roberts et al., 2016; Epstein et al., 2013).

Al analizar lo que ocurre vuelta por vuelta, los resultados muestran diferencias significativas entre sexos en el tiempo de ejecución de cada vuelta, siendo mayor en las mujeres y aumentando esta diferencia (en torno a un 3%) en la última vuelta. En ambos grupos se ha observado un aumento de la cadencia (frecuencia de paso) progresiva desde la vuelta 1 a la 12, siendo mayor este aumento en las últimas 6 vueltas y mostrando diferencias significativas entre ambos grupos en la última vuelta.

Un aumento de la velocidad de carrera se puede conseguir aumentando la amplitud del paso e incrementando la frecuencia (Andrés et al., 2018; Romagnoli et al., 2005) mostrando estas dos variables una relación hiperbólica, de forma que, a una velocidad dada, la longitud de zancada se estanca y la velocidad sigue aumentando por medio de la frecuencia de paso (Villamaín, 2010; González-Ravé et al., 2010). A pesar de que en esta investigación no se ha medido la longitud de la zancada directamente en tiempo real, podemos afirmar que los hombres han sido capaces de dar más pasos por minuto que las mujeres al final de la prueba, que unido a su mayor longitud de zancada (estimada en función de su estatura), les ha permitido aumentar su velocidad de desplazamiento (Andrés et al., 2018), repercutiendo en tiempos más bajos de finalización de la prueba.

En las mujeres el estancamiento en el ritmo de paso podría deberse a una estrategia de acomodación para soportar mejor la carga transportada (Phillips et al., 2016) ya que el peso relativo (masa mochila/masa corporal) transportado para las mujeres supone el 31,7% de su masa corporal frente al 26,0% de los hombres. Varios estudios han evaluado las diferentes respuestas fisiológicas entre mujeres y hombres al transporte de carga pesada durante el ejercicio, analizando sus efectos en el rendimiento (Barnekow-Bergkvist et al., 2004, Phillips et al., 2016; Phillips et al., 2019). Los resultados ponen de manifiesto que dado el menor tamaño corporal de la mujer promedio con respecto al hombre promedio, en proporción, deberán transportar un mayor porcentaje de peso que los hombres (Phillips et al., 2019; Barnekow-Bergkvist et al., 2004) repercutiendo en que las mujeres lleguen antes a la fatiga (Epstein et al., 2013; Szivak et al., 2015; Phillips et al., 2016) y resultando en peores rendimientos (Phillips et al., 2016)

### **Diferencias en la aptitud física. Fuerza-resistencia muscular**

La fuerza y la resistencia muscular también son factores importantes durante las tareas de extinción de IFFF. Los BBFF deben mantener altos niveles de fuerza y resistencia muscular para poder realizar algunas de las tareas de alta intensidad requeridas durante la extinción de incendios (Estevenson, et al., 2017) como desplazarse con la mochila extintora, desplazarse rápido por fuertes pendientes, levantar y cargar peso, manejo de herramientas pesadas y soportar el peso del EPI (Escalona et al., 2009, Budd, 2001; Heil, 2002; Escalona et al., 2009, Budd, 2001; Heil, 2002; Carballo-Leyenda, 2017).

Las aspirantes mujeres de este estudio, tienen menor potencia mecánica en los miembros inferiores, menor fuerza-resistencia del miembro superior, menor fuerza-resistencia del Core, menor fuerza isométrica en ambas manos que los hombres en valores absolutos y mayor fuerza-resistencia lumbar. La menor fuerza muscular de la mujer tanto en la parte superior como inferior del cuerpo, puede afectar a la capacidad de la mujer para completar con éxito las tareas que requieren la aplicación rápida de niveles máximos de fuerza (Epstein et al., 2013; Szivak et al., 2015; Roberts et al., 2016). En un estudio realizado en un grupo de BBFF del Reino Unido en el que se evaluaron los requisitos mínimos de fuerza y resistencia muscular en las pruebas físicas de selección (Estevenson, et al., 2017), los hombres mostraron una fuerza máxima y resistencia muscular significativamente mayor que sus homólogas femeninas, tanto en las pruebas específicas de simulación de tareas específicas del trabajo como en las pruebas genéricas de aptitud física, relacionando estas diferencias con la proporción significativamente mayor de hombres que completaron con éxito todas las tareas.

Los resultados de este trabajo han mostrado que los hombres tienen aproximadamente un 30% más de fuerza de agarre que las mujeres, coincidiendo con otros trabajos como el de Perroni et al., (2021) y Nazari et al., (2019) donde se ha realizado el test de dinamometría manual a mujeres y hombres, obteniéndose diferencias significativas entre grupos. Diversos estudios han mostrado que existe una relación entre esta variable y el tiempo de finalización del Pack test (Phillips et al., 2011; Gutiérrez, 2018). En Phillips et al. (2011) se vio que un aumento en esta variable se asoció con un tiempo de finalización de Pack Test más rápido. En este sentido, Gutiérrez, (2018) encontraron correlaciones fuertes entre la mejoría del tiempo final del Pack Test y la mejoría de la fuerza de agarre de la mano izquierda después de que los sujetos se sometieran a un entrenamiento específico tipo HIIT-WB. La fuerza de agarre se considera un buen índice de la fuerza física general estando relacionada con la fuerza de todo el cuerpo, activación neuromuscular, capacidad de trabajo (Davies et al., 2018, Perroni et al., 2021) y rendimiento del transporte de carga (Knapik et al., 1990).

Por otro lado, en Phillips et al. (2011) también se obtuvieron correlaciones moderadas entre el tiempo de finalización del PT con el test de flexiones (Fuerza Resistencia de miembro superior) y con la Plancha isométrica (Fuerza Resistencia del Core). Los resultados de este trabajo han encontrado resultados significativamente mejores en los hombres en el resultado de estas pruebas. Pandorf et al., 2002 afirmaron que la mayor fuerza de tren superior favorece que los aspirantes puedan mantener una postura de marcha más óptima desde el punto de vista biomecánico (Snarr y Esco, 2014) durante la realización del PT y que junto a la fuerza resistencia del core (Kibler, et al., 2006) puede ayudar a mejorar el rendimiento físico en esta prueba en la que el transporte de carga exige una activación de estos grupos musculares del tren superior (Williams y Rayson, 2006) creando una presión interabdominal que se ve incrementada a la vez cuando se aumenta la velocidad de la marcha (Kinoshita, 1985). Sin embargo, en otros estudios como el de Gutiérrez, (2018) no se obtuvieron correlaciones significativas entre estas variables y el rendimiento de esta prueba.

En cuanto a la resistencia lumbar, las mujeres han presentado valores muy por encima de los hombres (78,85%), coincidiendo con estudios previos (Champagne et al., 2008; Kankaanpää et al., 1998) donde se ha visto que los sujetos masculinos se fatigan antes que los sujetos femeninos en la prueba de Söresen. La resistencia muscular es la capacidad del músculo para resistir la fatiga durante un tiempo prolongado hasta el fallo con una disminución mínima de la eficacia (Epstein et al., 2013) y está relacionada con las demandas de oxígeno muscular (Nindle et al., 2016). Las mujeres en general muestran una mayor resistencia relativa a la fatiga que los hombres. (Epstein et al., 2013; Szivak et al., 2015; Roberts et al., 2016). Esto probablemente se deba al hecho de que menos masa muscular ejerce menos fuerza absoluta con una carga de trabajo relativa y, por lo tanto, tiene menores demandas de oxígeno muscular, lo que prolonga el tiempo hasta la fatiga (Nindle et al., 2016). Sobre su posible repercusión en el rendimiento del PT, existen trabajos realizados para bomberos de estructuras en los que no se han encontrado relaciones entre la resistencia de la musculatura de la espalda y el desempeño en la lucha contra incendios (Kirlin et al., 2017; Sheaff et al., 2010). Sin embargo, Gutiérrez et al., (2018), observó un incremento significativo en la resistencia lumbar (test de Soerensen) del 55 % tras someter a los sujetos a un plan de entrenamiento HIIT-WB, con lo que, unido a una mejoría en los tiempos de realización del Pack Test, podríamos pensar en la existencia de una correlación.

Al respecto de la fuerza resistencia de los músculos de la parte superior del cuerpo, resaltar el estudio de Netto et al., (2013) realizado a un grupo de BBFF australianos, donde se sugiere que el PT puede no desafiar adecuadamente la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo de un individuo. El objetivo de este estudio fue examinar las diferencias en cuanto a la activación muscular de seis grupos musculares durante la realización del PT en comparación con una tarea utilizando el rastrillo, específica de la extinción de IIFF. Todos los participantes completaron con éxito el PT dentro del límite de tiempo de 45 minutos, sin embargo no se registraron cambios significativos en los niveles máximos de activación muscular de los seis músculos analizados durante la prueba, mientras que sí se registraron niveles de activación muscular máxima significativamente diferentes en cuatro de los seis músculos analizados en la tarea de rastrillo. Los músculos que se activaron durante esta tarea fueron los que implicaban a la parte superior del cuerpo. Por lo que queremos remarcar la conclusión obtenida en este estudio, donde los autores sugieren que el PT no debería administrarse de forma aislada y que deberían incorporarse otras pruebas que desafíen específicamente la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo y que evalúen con precisión la aptitud física específica del trabajo de los BBFF.

Por último, las mujeres mostraron menor fuerza explosiva en las piernas (menos altura en el salto CMJ) que los hombres, coincidiendo con lo visto en otros trabajos (Michaelides et al., 2011; Perroni et al., 2021). El estudio actual no incluyó una medida de la resistencia a la fuerza de la extremidad inferior por lo que la relación entre la fuerza explosiva de las piernas (calculada a partir del salto vertical CMJ) y el tiempo de finalización del Pack Test puede servir como relación subyacente entre la fuerza de la pierna y el tiempo de finalización del transporte de carga (Gutiérrez, 2018). Diversos autores (Phillips et al. 2011; Rayson et al. 2000) remarcan la asociación entre la resistencia de la pierna y el tiempo de finalización del Pack Test dado que la parte inferior del cuerpo es la única responsable de la locomoción durante esta prueba. Rayson et al. (2000) sostiene que la fuerza puede sustentar el rendimiento del transporte de carga, ya que los músculos más fuertes están incurriendo en un porcentaje menor de la contracción voluntaria máxima para una masa de transporte dada, por lo tanto, se aumenta el tiempo hasta la fatiga.

## Variables que predicen el rendimiento en la prueba de Pack Test

Quizás uno de los resultados más deseables de la investigación en el campo de las pruebas de aptitud a Bomberos Forestales, sería tener una imagen clara de las variables específicas que puedan predecir los mejores resultados en estas pruebas. En este estudio, se utilizó un análisis de regresión múltiple para identificar un subconjunto de variables de la condición física de los hombres y mujeres que podrían predecir el mejor tiempo de finalización en el PT. Los resultados han mostrado que para los hombres es más decisiva la potencia muscular y el esfuerzo realizado a ritmo umbral (expresado como CMJ y  $Vel_{VT2}$ ), mientras que para las mujeres es la capacidad de realizar esfuerzo cardiovascular máximo (expresado como  $Vel_{max}$  y  $FC_{max}$ ).

Se han encontrado diversos estudios en bomberos de estructuras varones en los que se han utilizado modelos de regresión múltiple que identifiquen un subconjunto de variables de aptitud que predigan los mejores rendimientos en diversas tareas de la extinción de incendios. El trabajo realizado por (Michaelides et al., 2011) mostró que la fuerza abdominal, la potencia relativa (prueba del escalón), las flexiones, la FC en reposo y el porcentaje de grasa contribuyeron significativamente al poder predictivo del tiempo de finalización de un "Test de habilidad". El modelo explicó el 60 % de la variabilidad observada. Williford et al., (1999) observó que las variables carrera de 1,5 millas, masa libre de grasa y push-up explican el 53 % de la variabilidad observada en el desempeño de un simulacro de 5 tareas propias de la extinción de incendios. Williams-Bell et al., (2009) sugirieron que el 65% de la varianza en la prueba de capacidad física del bombero se predijo utilizando el  $VO_{2max}$ , la masa corporal y la fuerza de agarre. Sin embargo, no se han encontrado trabajos en los que se haya estudiado la correlación de las variables de la condición física y el resultado de pruebas de acceso a BBFF mujeres, por lo que se pone de manifiesto la necesidad de investigar en este sentido. Es por ello, que los resultados de este estudio pretenden ser una contribución a esta investigación.

Los modelos obtenidos de este estudio explican el 57, 8% de la variabilidad de la variable Tiempo total para el caso de los hombres, en cambio el modelo para mujeres sólo explica el 43,3 %. En los hombres, el modelo se puede considerar moderadamente bueno, y coincide con el poder predictivo de los modelos antes expuestos de otros trabajos (Michaelides et al., 2011; Williford et al., 1999; Williams-Bell et al., 2009). Sin embargo, para el caso de las mujeres el modelo explica menos de la mitad de la variabilidad observada, debido probablemente al menor tamaño muestral del grupo de las mujeres. Por lo tanto, las conclusiones obtenidas de este modelo deben hacerse con cautela y teniendo en cuenta los demás resultados obtenidos a lo largo de este estudio.

En este sentido, aunque los resultados de la regresión parezcan sugerir que se debería prestar especial atención en mejorar  $VO_{2max}$  en chicas, a través del aumento de la intensidad de esfuerzo ( $Vel_{max}$  y  $FC_{max}$ ) no se pueden pasar por alto las marcadas diferencias de las pruebas de condición física obtenidas en este estudio con diferencias significativas en el grupo de mujeres en todas las variables analizadas excepto la resistencia lumbar, anteriormente indicada. A la vista de estos resultados el entrenamiento de la resistencia a la fuerza también debe ser un objetivo prioritario para las aspirantes femeninas.

## CONCLUSIONES

---

1. Las mujeres aspirantes son más ligeras, más bajas, presentando mayor porcentaje de grasa y menor masa muscular que los hombres. Relacionado con lo anterior, su longitud de zancada es más corta en contraposición con la masculina.
2. Referente a la condición aeróbica los resultados del test de esfuerzo indican que las aspirantes femeninas presentan una menor capacidad aeróbica (valores más bajos de consumo máximo de oxígeno  $VO_{2max}$ ) y una mejor resistencia aeróbica (valores más elevados de consumo de oxígeno en el umbral ventilatorio anaeróbico,  $VOVT2$ ).
3. En cuanto a la condición física, las aspirantes mujeres tienen menor potencia mecánica en los miembros inferiores, menor fuerza-resistencia del miembro superior, menor fuerza-resistencia del core. En contraposición las mujeres presentaron mayor fuerza-resistencia lumbar que los hombres.
4. La intensidad de esfuerzo a la que tanto hombres como mujeres realizan el PT es similar, sin embargo, los hombres presentan un mayor rendimiento lo que se traduce en tiempos de finalización del PT menores respecto a las mujeres. A pesar de esto, el porcentaje de no aptos no difiere significativamente entre hombres y mujeres.
5. Se ha observado que para los hombres las variables más decisivas en el rendimiento del Pack Test son la potencia muscular y el esfuerzo realizado a ritmo umbral (expresado como CMJ y  $Vel_{VT2}$ ). Mientras que para las mujeres es la capacidad de realizar esfuerzo cardiovascular máximo (expresado como  $Vel_{max}$  y  $FC_{max}$ ). Sin embargo, el poder predictivo de estos modelos se ha visto limitado por el pequeño tamaño muestral, principalmente en las mujeres, donde sólo el 43% de la variabilidad observada puede ser explicada por este modelo y en el caso de los hombres un 60%.

## APLICACIONES PRÁCTICAS Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo de este trabajo se han expuesto las diferencias en la antropometría, composición corporal, condición aeróbica y aptitud física entre hombres y mujeres y los resultados han mostrado como estas diferencias han repercutido en un peor rendimiento de las mujeres en la prueba de Pack Test.

No obstante, estas diferencias podrían reducirse mediante la implementación de planes de entrenamiento físico específicos para las mujeres, dirigidos a trabajar aquellos componentes del acondicionamiento físico que se requieren para superar con éxito las pruebas de acceso (Gumieniak et al., 2018<sup>a</sup>) y, en consecuencia, completar de manera segura y eficiente todas las tareas demandadas en el trabajo de extinción de incendios. (Roberts et al., 2016, Gumieniak et al., 2018<sup>a</sup>; Nindl, BC, 2015).

En este sentido, existen estudios recientes, sobre todo realizados en cuerpos militares (Nindl, 2015; Szivak et al., 2015; Nindl et al., 2016; Nindl, et al., 2017), cuerpos de paramédicos (Armstrong et al., 2019) y los realizados a BBFF (Gumieniak, et al, 2018c), que han investigado las adaptaciones del entrenamiento físico en las mujeres demostrando mejoras posteriores en las tareas físicamente exigentes. Por lo que se pone de manifiesto que las mujeres son plenamente capaces de satisfacer las demandas físicas que se les imponen si se someten a programas de entrenamiento físico adaptados a su fisionomía y fisiología y dirigidos a enfatizar aquellos aspectos requeridos en las tareas físicas del trabajo (Szivak et al., 2015; Gumieniak, et al, 2018c; Armstrong et al., 2019).

Muchos de los hallazgos de este estudio tienen implicaciones de diagnóstico y entrenamiento interesantes para los preparadores físicos de BBFF en el diseño e implementación de programas de capacitación física que están diseñados más específicamente para las mujeres para mejorar tanto el rendimiento en las pruebas de acceso como en el desempeño general de extinción de incendios. Remarcar que la preparación para las pruebas de acceso a estos trabajos también puede considerarse un tipo de capacitación específica; por lo que un entrenamiento planificado para superar estas pruebas puede revertir en que los individuos lleguen a estos trabajos con un nivel básico de condición física y una composición corporal saludable (Nindle et al., 2016).

La identificación de la contribución de las variables de condición aeróbica y aptitud física al rendimiento de la prueba de acceso del PT permitirá a los aspirantes concentrar los esfuerzos del acondicionamiento físico en esas variables específicas. Nuestra propuesta al respecto es que dado que las demandas del pack test se caracterizan por esfuerzos de más de 40 min, unidos a la carga adicional de la mochila (donde los sujetos mantienen %de FC iguales o superiores al VT2 durante toda la prueba) los entrenamientos se deberían enfocar en la mejora de la capacidad aeróbica y mejora de la resistencia aeróbica (VT2) y de la resistencia a la fuerza (tren superior e inferior) tanto en hombres como en mujeres, ya que ambos grupos se beneficiarían del entrenamiento de estas cualidades. Esta afirmación resulta relevante ya que, aunque los resultados de la regresión parezcan sugerir que se debería prestar especial atención en mejorar  $VO_{2max}$  en chicas, no debemos olvidar las marcadas diferencias en las pruebas de aptitud física obtenidas en este estudio, por lo que el entrenamiento de la resistencia a la fuerza también debe ser un objetivo prioritario para las aspirantes femeninas. Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de implementación de planes de entrenamiento específicos y diferenciados para mujeres y hombres para conseguir que todos los aspirantes se enfrenten a las pruebas de acceso en las mismas condiciones físicas. Además, una mayor comprensión de estas relaciones, y de las diferencias de sexo en los parámetros de antropometría, composición corporal, condición aeróbica y aptitud física, podría ayudar a los BBFF y a sus preparadores físicos a mejorar su desempeño, no sólo en las pruebas de acceso, sino también en las tareas específicas de extinción de IIFF

Estas evidencias también podrían ayudar a diseñar los protocolos apropiados para las pruebas físicas de acceso a BBFF y a establecer, si así se decide, los umbrales de corte ajustados para las mujeres. El objetivo de este trabajo no ha sido entrar a discutir la necesidad o no de la diferenciación por sexo en la prueba de PT. Ya se ha puesto en antecedente la controversia existente al respecto, por la duda de si establecer umbrales de corte más bajos para las mujeres puede poner en riesgo la seguridad de todos los trabajadores, ya que en la extinción de IIFF no hay puestos ni labores diferenciadas por sexo (Eid 2001; Jamnik et al., 2010; Jamnik et al., 2013 Gumieniak et al., 2018a; Petersen et al., 2016). En un reciente trabajo (García-Heras et al. 2021) donde

se analizan las diferencias de sexo en el baremo de las pruebas de aptitud en la extinción de IIFF, los autores apuntan que siguiendo los criterios de seguridad y eficiencia en el trabajo, no se debería hacer diferenciación por sexos, y en el caso de hacerla que ésta sea en el tiempo a realizar la prueba y no en el peso a portar o en la distancia, ya que en el desarrollo de la labor el peso y distancia a recorrer será el mismo en ambos sexos.

El presente estudio presenta como debilidad el tamaño limitado de la muestra, por lo que es importante seguir monitorizando el porcentaje de candidatas mujeres que superan el PT y qué condiciones físicas tienen aquellas que lo superan con mejores rendimientos. Mientras que los resultados obtenidos son a todas luces preliminares, abren interesantes vías de investigación futuras. Por ejemplo, sería interesante:

- Profundizar en el análisis de cómo la mejor resistencia lumbar de la mujer puede vincularse con el rendimiento del Pack Test o.
- La realización del PT con el Equipo de Protección Individual y con las botas, ya que nos podría dar información de cómo afecta el mismo en la ergonomía y en los parámetros fisiológicos en la comparación por sexos.
- El análisis del lactato durante la prueba y análisis de la temperatura central durante el desarrollo de la prueba podría arrojar información interesante acerca del nivel de fatiga metabólica y el comportamiento termorregulador.
- La inclusión de pruebas específicas de resistencia a la fuerza del tren inferior, ya que podrían aportar información relevante, no solo de las diferencias entre sexos, sino de la posible correlación con el éxito en la prueba PT

Por último y aunque se ha repetido la idea a lo largo de este trabajo, los resultados obtenidos ponen de relieve la necesidad de realizar más estudios que analicen las diferencias entre hombres y mujeres en el rendimiento físico en profesiones físicamente exigentes, de manera que se puedan establecer umbrales de corte diferenciados para mujeres y desarrollar programas específicos de entrenamiento que equiparen físicamente a la mujer y al hombre a la hora de superar las pruebas de acceso y desarrollar las labores en la extinción de IIFF. Por lo que se espera que los hallazgos de este estudio contribuyan a mejorar la seguridad y la eficiencia de la profesión de extinción de IIFF.

## REFERENCIAS

---

- Aisbett, B., y Nichols, D. (2007). Fighting fatigue whilst fighting bushfire: an overview of factors contributing to firefighter fatigue during bushfire suppression. *The Australian Journal of Emergency Management*, 22(3), 31-39. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.943666236119043>
- Alvero, J., Cabañas, M., Herrero, A., Martínez, L., Moreno, C., Porta, J., y Sillero, M. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(131), 166-179.
- Andrés, O., Yumisaca, O., Tatiana, G., Cruz, O., Vinicio, E., Chancosi, C., Vicente, W., Rosales, M., Héctor, I., Toaquiza, E., y Iv, V. (2018). Análisis biomecánico entre sexos de la longitud y frecuencia de la zancada en atletismo de iniciación. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 37(4), 1-8. <http://scielo.sld.cu><http://scielo.sld.cu>
- Apud, E., Meyer, F., y Maureira, F. (2002). *Ergonomía en el combate de incendios forestales*.
- Armstrong, D. P., Sinden, K. E., Sendsen, J., MacPhee, R. S., & Fischer, S. L. (2019). The Ottawa Paramedic Physical Ability Test: test-retest reliability and analysis of sex-based performance differences. *Ergonomics*, 62(8), 1033-1042. <https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1618501>
- Astrand, I. (1960). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*, 49(169), 1.
- Balsalobre, C., Glaister, M., y Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574-1579.
- Barnekow-Bergkvist, M., Aasa, U., Ångquist, K. A., y Johansson, H. (2004). Prediction of development of fatigue during a simulated ambulance work task from physical performance tests. *Ergonomics*, 47(11), 1238-1250.
- Biering-Sørensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381
- Boyd, L., Rogers, T., Docherty, D., y Petersen, S. (2015). Variability in performance on a work simulation test of physical fitness for firefighters. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 40(4), 364-370. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0281>
- Brooks G. A., Fahey T. D., White T. P., Baldwin K. P. (2004). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Application*. McGraw-Hill..
- Budd, G. M. (2001). How do wildland firefighters cope? Physiological and behavioural temperature regulation in men suppressing Australian summer bushfires with hand tools. *Journal of Thermal Biology*, 26(4-5), 381-386.
- Carballo-Leyenda, B., Villa, J. G., López- Satué J., and Rodríguez-Marroyo, J.A. (2017) . Impact of different personal protective clothing on wildland firefighters. *Front. Physiol.*8: 618. doi:10.3389/fphys.2017.00618
- Carballo-Leyenda, B., Gutiérrez-Arroyo, J., García-Heras, F., Sánchez-Collado, P., Villa-Vicente, J. G., y Rodríguez-Marroyo, J. A. (2021). Influence of Personal Protective Equipment on Wildland Firefighters' Physiological Response and Performance during the Pack Test. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5050. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105050>

- Casajús, J. A., Piedrafita, E., y Aragonés, M. T. (2009). Criterios de maximalidad en pruebas de esfuerzo. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 9(35)
- Castañer, M., Saüch, G., Camerino, O., Sánchez-Algarra, P., y Anguera, M. T. (2015). Percepción de la intensidad al esfuerzo: Un estudio multi-method en actividad física. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 83-88.
- Champagne, A., Descarreaux, M., y Lafond, D. (2008). Back and hip extensor muscles fatigue in healthy subjects: task-dependency effect of two variants of the Sorensen test. *European Spine Journal*, 17(12), 1721-1726.
- Davies, R. W., Carson, B. P., y Jakeman, P. M. (2018). Sex differences in the temporal recovery of neuromuscular function following resistance training in resistance trained men and women 18 to 35 years. *Frontiers in Physiology*, 9, 1480.
- Day, M. L., Day, M. L., Mcguigan, M. R., Brice, G., y Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensities during resistance training using a session RPE scale. *J strength cond res*, 353-358. <http://130.203.136.95/viewdoc/summary?doi=10.1.1.516.8881>
- DeLorenzo-Green, T., y Sharkey, B. (1995). Development and validation of a work capacity test for wildland firefighters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(5), S166.
- Epstein, Y., Yanovich, R., Moran, D. S., y Heled, Y. (2013). Physiological employment standards IV: Integration of women in combat units physiological and medical considerations. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2673-2690. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2558->
- Escalona, P., Naranjo, J., Lagos, V., y Solís, F. (2009). Parámetros de normalidad en fuerzas de prensión de mano en sujetos de ambos sexos de 7 a 17 años de edad. *Revista chilena de pediatría*, 80(5), 435-443.
- Esparza, F. (1993). *Manual de cineantropometría*. GREC-FEMEDE.
- García Heras, F., Gutiérrez Arroyo J., y Carballo-Leyenda B. (2021). *Diferencias de sexo en el baremo de las pruebas de aptitud para el servicio de salvamento y extinción de incendios, y extinción de incendios forestales*. Pau Costa Foundation.
- Gledhill, N., y Jamnik, V. K. (1992). Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 17(3), 207-213.
- Gnacinski, S. L., Meyer, B. B., Cornell, D. J., Mims, J., Zalewski, K. R., y Ebersole, K. T. (2015). Tactical athletes: an integrated approach to understanding and enhancing the health and performance of firefighters-in-training. *International Journal of Exercise Science*, 8(4), 4
- González Badillo, J. J. ., y Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo: texto básico del Máster Universitario en Alto Rendimiento Deportivo del Comité Olímpico Español y de la Universidad Autónoma de Madrid*. Inde.
- González-Ravé, J. M., Suárez, V. C., Valencia, M. M., y Briega, I. P. (2010). Relación entre frecuencia y longitud de zancada en carrera de velocidad resistida y la carga en 1rm en semi-squat. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(15), 41.
- Gumieniak, R. J., Gledhill, N., y Jamnik, V. K. (2018a). Physical employment standard for Canadian wildland fire fighters; developing and validating the test protocol. *Ergonomics*, 61(10), 1311-1323. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1462408>
- Gumieniak, R. J., Gledhill, N., y Jamnik, V. K. (2018b). Physical employment standard for Canadian wildland firefighters: examining test-retest reliability and the impact of familiarisation and physical fitness training. *Ergonomics*, 0139, 1-10. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1464213>

- Gumieniak, R. J., Gledhill, N., y Jamnik, V. K. (2018 c): Physical employment standard for Canadian wildland fire fighters: examining test-retest reliability and the impact of familiarization and physical fitness training, *Ergonomics*, DOI:10.1080/00140139.2018.1464213
- Gutiérrez Arroyo, J. (2018). *Influencia de la condición física del personal especialista en extinción de incendios forestales en la realización de su prueba específica "Pack Test"*. Universidad de León.
- Hall, C., Figueroa, A., Fernhall, B., y Kanaley, J. A. (2004). Energy expenditure of walking and running: Comparison with prediction equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2128–2134. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000147584.87788.0E>
- Heil, D. P. (2002). Estimating energy expenditure in wildland fire fighters using a physical activity monitor. *Applied ergonomics*, 33(5), 405-413
- Jamnik, V. K., Thomas, S. G., Burr, J. F., y Gledhill, N. (2010). Construction, validation, and derivation of performance standards for a fitness test for correctional officer applicants. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 59-70. <https://doi.org/10.1139/H09-122>
- Jamnik, V. K., Gumieniak, R. J., y Gledhill, N. (2013). Catalog of Canadian fitness screening protocols for public safety occupations that qualify as a bona fide occupational requirement. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1168-1173. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182667167
- Kankaanpää, M., Laaksonen, D., Taimela, S., Kokko, S. M., Airaksinen, O., y Hänninen, O. (1998). Age, sex, and body mass index as determinants of back and hip extensor fatigue in the isometric Sorensen back endurance test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(9), 1069–1075. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90173-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90173-3)
- Kibler, W.B., Press, J., Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198
- Kinoshita, H. (1985). Effects of different loads and carrying systems on selected biomechanical parameters describing walking gait. *Ergonomics*, 28(9), 1347-1362.
- Kirlin, L. K., Nichols, J. F., Rusk, K., Parker, R. A., y Rauh, M. J. (2017). The effect of age on fitness among female firefighters. *Occupational medicine*, 67(7), 528-533.
- Knapik JJ. (1997). The influence of physical fitness training on the manual material handling capability of women. *Appl Ergon* 28: 339–345,
- Lovelace, B. A. (2012). *Evaluation of Physical Fitness Tests and the Usefulness of an Internal Crew Questionnaire to Predict Job Readiness in Hotshots* (Tesis Doctoral). Universidad de Montana: Missoula
- Luna-Heredia, E., Martín-Peña, G., y Ruiz-Galiana, J. (2005). Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clinical Nutrition*, 24(2), 250-258.
- Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Thompson, J., y Brown, B. (2008). Predicting Performance on a Firefighter's Ability Test from Fitness Parameters. *Research quarterly for exercise and sport*, 79(4), 468-475.
- Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B., y Brown, B. S. (2011). Assessment of Physical Fitness Aspects and Their Relationship to Firefighters' Job Abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 956–965. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc23ea>
- Nazari, G., MacDermid, J. C., Sinden, K. E., y Overend, T. J. (2019). Comparison of Canadian firefighters and healthy controls based on submaximal fitness testing and strength considering age and gender. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(1), 1-7.
- Netto, K., Lord, C., Petersen, A., Janssen, J., Nichols, D., y Aisbett, B. (2013). Muscle activation during the Pack Hike test and a critical wildfire fighting task. *Applied ergonomics*, 44(2), 274- 277

- Nindl, B. C. (2015). Physical training strategies for military women's performance optimization in combat-centric occupations. *J Strength Cond Res* 29(11S): S101–S106,
- Nindl, B. C., Jones, B. H., Van Arsdale, S. J., Kelly, K., y Kraemer, W. J. (2016). Operational physical performance and fitness in military women: physiological, musculoskeletal injury, and optimized physical training considerations for successfully integrating women into combat-centric military occupations. *Military medicine*, 181(suppl\_1), 50-62. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00382>
- Nindl, B. C., Eagle, S. R., Frykman, P. N., Palmer, C., Lammi, E., Reynolds, K., ... y Harman, E. (2017). Functional physical training improves women's military occupational performance. *Journal of science and medicine in sport*, 20, S91-S97.
- Pandorf, C. E., Harman, E. A., Frykman, P. N., Patton, J. F., Mello, R. P., y Nindl, B. C. (2002). Correlates of load carriage and obstacle course performance among women. *Work*, 18(2), 179- 189.
- Parker, R., Vitalis, A., Walker, R., Riley, D., y Pearce, H. G. (2017). Measuring wildland fire fighter performance with wearable technology. *Applied Ergonomics*, 59, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.08.018>
- Perroni, F., Cardinali, L., Cignitti, L., Gobbi, E., Grugni, F., Amatori, S., Rocchi, M. B. L., Grandinetti, L., Lunetta, F., Stocchi, V., Baldari, C., Sisti, D., y Guidetti, L. (2021). Are there sex differences in physiological parameters and reaction time responses to overload in firefighters? *PLOS ONE*, 16(5), e0249559. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249559>
- Petersen, A., Payne, W., Phillips, M., Netto, K., Nichols, D., y Aisbett, B. (2010). Validity and relevance of the pack hike wildland firefighter work capacity test: a review. *Ergonomics*, 53(10), 1276–1285. <https://doi.org/10.1080/00140139.2010.51345>
- Petersen, S. R., Anderson, G. S., Tipton, M. J., Docherty, D., Graham, T. E., Sharkey, B. J., y Taylor, N. A. S. (2016). Towards best practice in physical and physiological employment standards. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 2)), S47–S62. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0003>
- Phillips, D. B., Stickland, M. K., y Petersen, S. R. (2016). Physiological and performance consequences of heavy thoracic load carriage in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(7), 741–748. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0002>
- Phillips, D. B., Ehnes, C. M., Stickland, M. K., y Petersen, S. R. (2019). Ventilatory responses in males and females during graded exercise with and without thoracic load carriage. *European Journal of Applied Physiology*, 119(2), 441–453. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-4042-5>
- Phillips, M., Petersen, A., Abbiss, C. R., Netto, K., Payne, W., Nichols, D., y Aisbett, B. (2011). Pack Hike Test finishing time for Australian firefighters: Pass rates and correlates of performance. *Applied ergonomics*, 42(3), 411-418.
- Rayson, M., Holliman, D., y Belyavin, A. (2000). Development of physical selection procedures for the British Army. Phase 2: relationship between physical performance tests and criterion tasks. *Ergonomics*, 43(1), 73-105.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., y Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 348–352
- Roberts, D., Gebhardt, D. L., Gaskill, S. E., Roy, T. C., y Sharp, M. A. (2016). Current considerations related to physiological differences between the sexes and physical employment standards. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(6), S108-S120. <http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2015-0540>
- Rodríguez-Marroyo, J. A., López-Satue, J., Pernía, R., Carballo, B., García-López, J., Foster, C., y Villa, J. G. (2012). Physiological work demands of Spanish wildland firefighters during wildfire suppression. *International*

*Archives of Occupational and Environmental Health*, 85(2), 221–228.  
<https://doi.org/10.1007/s00420-011-0661-4>

- Romagnoli, M., Díaz-Pintado, J. V., y Arduini, A. (2005). Análisis de la amplitud y frecuencia de paso de carrera a diferentes velocidades en deportistas amateurs. *Sport discuse*, 60, 21-4.
- Sánchez, A. J. L., Franco, J. M. G., Torres-Luque, G., y Sánchez, M. L. Z. (2013). Análisis de la condición física en bomberos en función de la edad. *Apunts: Medicina de l'Esport*, 48(177), 11- 16.
- Schaun, G. Z., Pinto, S. S., Silva, M. R., Dolinski, D. B., y Alberton, C. L. (2018). Whole-body highintensity interval training induces similar cardiorespiratory adaptations compared with traditional high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in healthy men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2730-2742
- Sell, K. M., y Livingston, B. (2012). Mid-season physical fitness profile of interagency hotshot firefighters. *International journal of wildland fire*, 21(6), 773-777.
- Sharkey, B., y Rothwell, T. (1996). Validation and Field Evaluation of a Work Capacity Test for Wildland Firefighters 467. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(5), 79.
- Sharkey, B. (1999). Development and validation of a job-related work capacity test for wildland firefighters. International Association of Wildland Fire conference, Sydney: Australia. Recuperado de: [https://www.fs.fed.us/fire/safety/ref\\_material/content/wldlnd\\_ff\\_health\\_safety\\_recomm.p d](https://www.fs.fed.us/fire/safety/ref_material/content/wldlnd_ff_health_safety_recomm.p d)
- Smith, D. L. (2011). Firefighter fitness: improving performance and preventing injuries and fatalities. *Current sports medicine reports*, 10(3), 167-172. doi: 10.1249/JSR.0b013e31821a9fec
- Snarr, R. L., y Esco, M. R. (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3298-3305
- Stevenson, R. D., Siddall, A. G., Turner, P. J., y Bilzon, J. L. (2019). Validity and reliability of firefighting simulation test performance. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(6), 479-483.
- Tunde, K., Szivak, M., Mala, J., y Kraemer, W. J. (2015). Physical Performance and Integration Strategies for Women in Combat Arms. *Strength and Conditioning Journal*, 37(4), 20–29. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000137>
- Vaquero, A. (2006). *Capacidad funcional Aeróbica y Anaeróbica*. En J. L. Chicharro (Ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 405-541). Madrid: Editorial Panamericana.
- Villamarín Menza, S. V. (2010). Longitud de zancada, frecuencia del paso y dinámica de la velocidad de corredoras de velocidad del norte del cauca. *Lúdica Pedagógica*, 2(15).
- Vivometrics Government Services. (2007). *A Detailed Physiologic Analysis of the Wildland Firefighter Pack Test*. Vivometrics Government Services, Ventura.
- Wagner, P. D. (2000). New ideas on limitations to VO2max. *Exercise and sport sciences reviews*, 28(1), 10-14.
- Williams, A. G., y Rayson, M. P. (2006). Can simple anthropometric and physical performance tests track training-induced changes in load-carriage ability? *Military medicine*, 171(8), 742- 748.
- Williams-Bell, F. M., Villar, R., Sharratt, M. T., y Hughson, R. L. (2009). Physiological demands of the firefighter Candidate Physical Ability Test. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 653-662.
- Williford, H. N., Duey, W. J., Olson, M. S., Howard, R., y Wang, N. (1999). Relationship between firefighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics*, 42(9), 1179-1186.

## ANEXOS

### Anexo 1. Informe de consentimiento firmado.

#### INFORME DE CONSENTIMIENTO PARA EL ESTUDIO “PROPUESTA DE ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO PARA MUJERES ASPIRANTES AL PERSONAL ESPECIALISTA EN EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES (P.E.E.I.F)” Y PARA TESIS DOCTORAL.

LEA: la siguiente información para estar seguro/a que comprende perfectamente el objetivo de esta investigación y su intervención en la misma, rellene y firme en caso de estar de acuerdo a participar en la misma:

De manera resumida, el primer estudio pretende realizar e implementar una programación de ejercicio físico de alta intensidad a mujeres entrenadas con tareas específicas del P.E.E.I.F. para mejorar su condición física y rendimiento físico. En cuanto al segundo estudio, persigue el mismo objetivo, pero entrenamientos submáximos con hombres para así, comparar los efectos del entrenamiento submáximo con mujeres entrenadas.

PROCEDIMIENTOS: para realizar este estudio se realizarán varias pruebas para valorar la condición física (Course navette, Pack Test, potencia y altura en salto vertical, test de flexibilidad, test de fuerza- resistencia del miembro inferior y de la musculatura flexora y extensora del tronco).

BENEFICIOS: Los resultados serán de carácter e interés científico y se le facilitarán al sujeto siempre y cuando éste no se haya negado a recibir los resultados del estudio, con el objetivo de que le sean de provecho a la hora de mejorar aspectos que favorezcan, directa o indirectamente, su rendimiento deportivo.

GASTOS: Los gastos serán totalmente asumidos por las partes implicadas en el estudio y, como participante voluntario en las mismas, no tiene ninguna responsabilidad en este hecho.

CONFIDENCIALIDAD: Se garantiza la confidencialidad, con las medidas de seguridad exigidas en la legislación vigente, en el tratamiento de los datos de los participantes. Los resultados obtenidos podrán ser consultados por los investigadores del estudio y ser publicados en revistas científicas sin que consten los datos personales de los participantes.

CONSENTIMIENTO: Después de haber leído y comprendido el objetivo del estudio, así como de haber resuelto las dudas que pudieran existir, doy mi conformidad para participar en él. En caso de que el participante sea menor de edad, deberán aparecer los datos del mismo, así como el consentimiento firmado de su tutor/es legal/es.

NOMBRE Y APELLIDOS: .....

Participante:

Responsable que informa:

Sr./a..... Sr./a.....

EN.....a ..... de ..... de 2021

## Anexo 2. Escala Subjetiva de Percepción del Esfuerzo (Escala Borg 0-10).

|    | Escala de Borg        |  |
|----|-----------------------|--|
| 0  | Reposo                |  |
| 1  | Muy muy Suave         |    |
| 2  | Muy Suave             |  |
| 3  | Suave                 |    |
| 4  | Algo Duro             |  |
| 5  | Duro                  |   |
| 6  | Más Duro              |  |
| 7  | Muy Duro              |  |
| 8  | Muy muy Duro          |  |
| 9  | Máximo                |  |
| 10 | Extremadamente Máximo |  |

**Anexo 3. Plantilla de toma de datos durante la realización del Pack Test**

|                |           |    |          |
|----------------|-----------|----|----------|
| Sujeto/        |           |    |          |
| Nº Pul/Cinta   |           |    |          |
| Vueltas        | RPE/      | FC | Tº/Tºmin |
| 1              |           |    |          |
|                | Cadencia: |    |          |
| 2              |           |    |          |
| 3              |           |    |          |
| 4              |           |    |          |
| 5              |           |    |          |
| 6              |           |    |          |
|                | Cadencia: |    |          |
| 7              |           |    |          |
| 8              |           |    |          |
| 9              |           |    |          |
| 10             |           |    |          |
| 11             |           |    |          |
| 12             |           |    |          |
|                | Cadencia: |    |          |
| RPE/EVA TOTAL: |           |    |          |