

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Facultad de Ciencias de la Educación



**TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y
DEL DEPORTE**

Convocatoria Junio 2020

**EVALUACIÓN DEL PERFIL FUERZA-VELOCIDAD VERTICAL EN
ATLETAS FONDISTAS DE MEDIA Y LARGA DISTANCIA**

**(Evaluation of Force-Velocity Profile Vertical in middle and long
distances runners)**

AUTOR: Dña. M^a Angeles Moreno Ruiz

DIRECTOR: D. Antonio Orta Cantón

CODIRECTOR: D. Jesús Salas Sánchez

RESUMEN

Los avances en la metodología de evaluación de fuerza y acondicionamiento, junto con la evolución en las demandas físicas de la competencia en diferentes deportes como rugby, fútbol, voleibol, baloncesto o atletismo, han llevado a una mayor relevancia de las acciones balísticas de alta intensidad. Una buena evaluación de la fuerza, velocidad y potencia nos podría ayudar de cara a la aplicación profesional, para elaborar programas de entrenamiento optimizados e individualizados. Nuestra hipótesis de estudio, era ver si había una relación en el rendimiento de atletas con un perfil fuerza-velocidad equilibrado. Nuestro objetivo, era evaluar la correlación entre el perfil fuerza-velocidad vertical y la percepción subjetiva del rendimiento (PSR), en fondistas activos de media y larga distancia a partir de categoría absoluta. Se reclutaron 19 hombres y 11 mujeres y se midió una sola vez. Los datos objeto de estudio, se analizaron en el programa estadístico-informático IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) – versión 25. Para ver si existía una relación entre la PSR con las variables del perfil: Fuerza máxima teórica cuando la velocidad es 0 (F_0); velocidad máximo teórica cuando la fuerza es 0 (V_0) y desequilibrio de la fuerza y la velocidad (en inglés “Force-Velocity Imbalance”; FV_{imb}), se realizó un análisis de correlación de Pearson. Además, se hizo una prueba de análisis multivariante, MANOVA, para ver los efectos que tenían las variables independientes (sexo, categoría y prueba) sobre las variables dependientes del perfil. El hallazgo principal y único en nuestro estudio, fue encontrar una correlación entre la variable del perfil F_0 y la PSR en atletas hombres. Dicho esto, podría confirmarse nuestra hipótesis, de que, para alcanzar mayores niveles de rendimiento, haya que incidir en el desequilibrio del propio perfil. En cualquier caso, dada la falta de literatura, se necesitaría más investigación en este ámbito.

PALABRAS CLAVE: Perfil Fuerza-Velocidad Vertical, corredores, rendimiento explosivo, salto, individualización, capacidades mecánicas.

ABSTRACT

Advances in the methodology for evaluating strength and conditioning, together with the evolution in the physical demands of competition in different sports such as rugby, soccer, volleyball, basketball or athletics, have led to greater relevance of high intensity ballistic actions. A good evaluation of strength, speed and power could help us to develop optimized and individualized training programs in the professional application. Our study hypothesis was to see if there was a relationship in the performance of athletes with a balanced Force-Speed profile. Our objective was to evaluate the correlation between the vertical force-velocity profile and the subjective perception of performance (PSR) in active long distance and medium distance absolute category runners. 19 men and 11 women were recruited and measured only one time. The data studied was analyzed in the statistical-computer program IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) - version 25. To see if there is a relationship between the PSR with the profile variables: Theoretical maximum strength when the speed is 0 (F_0); theoretical maximum speed when strength is 0 (V_0) and imbalance of strength and speed (in English "Strength-Speed Imbalance"; FV_{imb}), a Pearson correlation analysis was carried out. Furthermore, a multivariate analysis test, MANOVA, was carried out to see the effects that the independent variables (sex, category, and test) had on the profile-dependent variables. The main and most important discovery of our study was to find a correlation between the F_0 profile variable and the PSR in male athletes. In fact, it could confirm our hypothesis that, to achieve higher levels of efficiency, it is necessary to work on the imbalance of the profile itself. In any case, given the lack of literature, more research would be needed in this area.

KEYWORDS: Force-Velocity Vertical Profile, runners, explosive efficiency, jump, individualization, mechanics ability.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
MÉTODO	7
<i>Diseño</i>	7
<i>Aspectos éticos</i>	7
<i>Participantes</i>	7
<i>Protocolo</i>	8
<i>Evaluaciones</i>	9
Perfil Fuerza-Velocidad Vertical	9
Altura del salto vertical (CMJ)	9
Percepción subjetiva del rendimiento	10
Peso (kg)	10
Otra información	10
<i>Análisis estadístico</i>	10
RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	18
LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO	19
CONCLUSIONES	19
BIBLIOGRAFÍA	20

INTRODUCCIÓN

Debido a los avances en la metodología de evaluación de fuerza y acondicionamiento, junto con la evolución en las demandas físicas de la competencia en diferentes deportes como rugby, fútbol, voleibol, baloncesto o atletismo (Jiménez-Reyes, Samozino, Brughelli y Morin, 2017) han llevado a una mayor relevancia de las acciones balísticas de alta intensidad. El rendimiento físico en este tipo de deportes, está claramente determinado por los altos niveles de fuerza, potencia y velocidad; es decir, por la capacidad de acelerar la masa corporal lo máximo posible y en el menor tiempo posible (Samozino, Rejc, Di Prampero, Belli y Morin, 2012). La capacidad de desarrollar un alto impulso neto durante el empuje de una extremidad inferior, se ha asociado con las capacidades de producción de potencia mecánica muscular (Samozino, Morin, Hintzy y Belli, 2010). Comprender mejor las relaciones entre las propiedades mecánicas del sistema neuromuscular y el rendimiento funcional, son fundamentales para optimizar el rendimiento deportivo y el entrenamiento (Jiménez-Reyes, et al., 2018).

Se sabe que el rendimiento en carreras de media y larga distancia, está determinado por factores fisiológicos, siendo uno de ellos, la economía de carrera (en inglés "Running Economy"; RE). Esta, podría definirse cómo el menor uso de oxígeno posible para mantener un estado estable a una velocidad determinada (Li, Newton, Shi, Sutton y Ding, 2019). Se ha demostrado que el entrenamiento de esprines repetidos, con duración igual o inferior a 10 segundos y con recuperaciones completas de 60 a 300 segundos, y el entrenamiento pliométrico, condujeron a una mejora en las pruebas de 10 km en corredores de resistencia moderadamente entrenados. Esta mejora en la RE, vino unida a una mejora en la potencia de salto (Lum, Tang, Pamg y Barbosa, 2019). También se encontraron correlaciones en pruebas de 12, 14 y 16 km con el trabajo de fuerza excéntrica, la utilización de energía elástica, altura del salto con caída previa (en inglés "Drop Jump"; DJ) y stiffness muscular (Li, et al., 2019). Además, se investigaron los beneficios del entrenamiento pliométrico en pruebas de 3 km, cómo podría ser saltar una cuerda, llevando a mejoras en el índice de fuerza reactiva, stiffness musculotendinoso y, por tanto, mejoras en potencia (García-

Pinillos, Lago-Fuentes, Latorre-Román, Pantoja-Vallejo y Ramirez-Campillo, 2019). Lo que indica que la fuerza reactiva puede estar correlacionada con RE.

La medida del rendimiento del salto con contramovimiento (en inglés “Counter Movement Jump”; CMJ), es un parámetro que manifiesta la producción de fuerza muscular y la potencia de salida en movimientos balísticos (Samozino et al., 2010; Spurrs, Murphy y Watsford, 2003). Sin embargo, pocos estudios han explorado las correlaciones de estos indicadores con la RE. Se ha encontrado una correlación entre la altura del CMJ y la RE (Spurrs et al., 2003). Pero también se ha investigado lo contrario y hallando, sin embargo, correlación en un DJ, dónde el ciclo de estiramiento acortamiento (en inglés “Stretch Shortening Cycle; SSC) es más rápido (Li et al., 2019). Komi (2000), indicó que la energía elástica juega un pequeño papel en CMJ, porque la fase excéntrica es más lenta y la contribución refleja a la potenciación de SSC es menor en CMJ que en otras actividades. De esta misma manera, se comprueba que el tiempo de contacto del pie en el suelo de un maratoniano corriendo, generalmente dura casi 250 ms, siendo en cambio de 100ms en un velocista (Komi, 2000). Como se puede comprobar, encontramos falta de consistencia entre los diferentes estudios y necesidad de mayor investigación.

Se ha presentado un nuevo método de campo simple para calcular la fuerza, la velocidad y la potencia de salida en acciones balísticas de alta intensidad como puede ser un salto o un sprint (Morin y Samozino, 2016; Morin, Jiménez-Reyes, Brughelli y Samozino, 2019). El rendimiento balístico de cada atleta, se determina no sólo por la salida de potencia máxima (P_{max}), de miembros inferiores, sino también por su perfil mecánico individual de fuerza y velocidad (F-V), especialmente la diferencia entre el perfil actual y el óptimo que sería el desequilibrio de la fuerza y la velocidad (en inglés “Force-Velocity imbalance”; FV_{imb}) (Jiménez-Reyes et al., 2017). Sería interesante, en este caso, valorar la correlación del rendimiento en carreras de fondo con el perfil F-V a través de un salto CMJ. Lo que nos podría ayudar a establecer un programa de entrenamiento optimizado e individualizado, que aborde específicamente el desequilibrio de F-V, con el objetivo de mejorar de manera más eficiente el rendimiento del salto, con su posible influencia posterior en la mejora del rendimiento en fondo.

El objetivo del presente estudio, es evaluar la correlación entre el perfil F-V vertical y la percepción subjetiva del rendimiento, en fondistas activos de media y larga distancia a partir de categoría absoluta.

MÉTODO

Diseño

Se ha llevado a cabo un estudio de investigación transversal, en el cual se trataron medidas de asociación entre variables procedentes de diferentes atletas con especialidad en carreras de media y larga distancia.

Aspectos éticos

Previamente a realizar la investigación, se informó a los participantes de los beneficios y posibles riesgos que suponía el estudio. Para ello, se les hizo firmar un consentimiento informado. Dicho estudio, fue valorado por el Comité de Ética de la Universidad de Almería, protegido por las leyes de regulación en vigor.

Participantes

Los datos objetos de estudio, se obtuvieron de 30 sujetos, a partir de categoría absoluta, 19 hombres y 11 mujeres de Almería. Se reclutó a los participantes en el Estadio Mediterráneo de Almería informándoles sobre la posibilidad de participación en el estudio. En cuanto a los criterios de inclusión, debían ser tanto hombres como mujeres, ser de cualquier categoría estableciendo de límite la categoría absoluta, estar en activo esta temporada, deberán ser atletas con especialidad en carreras a partir de 800m incluido y haber tenido experiencia previa en la ejecución de saltos con carga. En cuanto

a los criterios de exclusión, no pudieron participar en el estudio atletas con algún tipo de lesión o dificultad que les impida la correcta ejecución del test.

Protocolo

El proceso de evaluación se llevó a cabo en 2 días, lunes y viernes, evaluando cada día a 15 sujetos. Fue llevada a cabo por el propio investigador licenciado en ciencias de la actividad física y del deporte (CCAFD). En ambos días, se siguió la misma metodología. Los sujetos fueron citados cada 15 minutos para evitarles molestias y que no tuvieran que estar mucho tiempo esperando, lo cual también podría afectar a los resultados del test. Tampoco pudieron haber realizado ningún tipo de ejercicio físico previo, simplemente un calentamiento como el que ellos hacían normalmente. Posteriormente, se les hicieron unas preguntas específicas de cara a la investigación y se les pasó una escala Likert para la valoración subjetiva del rendimiento (Averin, et al., 2017). A continuación, se les pesaba. Posteriormente, se procedía con la medición de la diferencia entre dos parámetros, uno de ellos era la longitud de la pierna desde el trocánter a la punta del pie, en posición sentado en el suelo con ambas piernas estiradas. El otro parámetro, era la altura vertical desde el trocánter hasta el suelo en la posición de sentadillas previa a realizar el salto. Posteriormente, se procedía con la propia medición del test, realizando uno o dos saltos previos de prueba para la familiarización con el mismo. Durante el test, cada atleta daba tres saltos con la misma carga y nos quedábamos con el mejor de los tres. En ambos días, tras la medición de los sujetos, se pasaron los datos obtenidos al programa estadístico-informático IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) – versión 25, creando una base de datos y el día dos, además, se procedió con la obtención de los resultados.

Evaluaciones

Perfil Fuerza-Velocidad Vertical

Es un método de campo simple. Los tres parámetros que requiere para su obtención, son el peso (kg), la distancia de empuje vertical o tiempo que se estaría aplicando fuerza (HPO), que sería la distancia recorrida por el centro de masas (CM) durante el empuje correspondiendo al rango de extensión de miembros inferiores (m), y el tercer parámetro, la altura del salto (Samozino et al., 2012), medida a través de una plataforma de contacto que calcula el tiempo de vuelo, con la versión de software chronojump bosco system para tests de saltos (Pueo, Lipinska, Jiménez-Olmedo, Zmijewski y Homkins, 2017) . El perfil mecánico de F-V de miembros inferiores, se puede representar por la relación entre la fuerza máximo teórica cuando la velocidad es 0 (F_0) y la velocidad máximo teórica cuando la fuerza es 0 (V_0), es decir, por la pendiente de la relación lineal F-V (Samozino et al., 2012). Las variables V_0 , F_0 y FV_{imb} , que fueron las utilizadas en nuestro estudio, se obtienen a partir del método de dos puntos, que aporta rapidez y es menos propenso a la fatiga durante la medición (García-Ramos, Pérez-Castilla y Jaric, 2018).

Altura del salto vertical (CMJ)

Se midió a través de una plataforma de contacto DIN A-4 que está conectada a un sistema electrónico sencillo de cronometraje. Este sistema se activa cuando el sujeto separa los pies del suelo en el momento del salto, y el circuito es cerrado en el momento en que el sujeto vuelve a contactar con ambos pies. Por tanto, se registra el tiempo de vuelo y con ello, se calcula la altura del salto a través del software chronojump bosco system (Pueo et al., 2017).

Percepción subjetiva del rendimiento

Se evaluó a través de una escala tipo Likert. Esta, permite medir actitudes y grado de conformidad. Se han establecido 5 ítems: 1 (muy bajo), 2 (bajo), 3 (regular), 4 (bueno) y 5 (muy bueno). De esta manera, los ítems más bajos corresponden a valores inferiores de rendimiento y los ítems más altos, a valores superiores de rendimiento (Averin et al., 2017).

Peso (kg)

Para la medición del peso, se usó una báscula de la marca Tanita BC-730.

Otra información

Se les ofreció un cuestionario específico para que los sujetos contestaran a los siguientes aspectos: sexo, mejor prueba y categoría.

Análisis estadístico

De acuerdo a los objetivos de mi estudio, para ver si existía una relación entre la percepción subjetiva del rendimiento con las variables del perfil, se realizó un análisis de correlación de Pearson para ver el coeficiente de relación (r).

Además, se hizo una prueba de análisis multivariante, MANOVA, para ver los efectos que tenían las variables independientes sobre las variables dependientes del perfil. En este caso, lo primero que se hizo, fue valorar la prueba de Levene (prueba de homogeneidad de las varianzas). Se asumieron varianzas iguales puesto que $p > 0,05$ en la prueba de Levene. El análisis estadístico, se llevó a cabo con el programa estadístico-informático IBM (SPSS)

– versión 25. El nivel de significación estadística, se estableció como $p \leq 0,05$. El tamaño del efecto se calculó con la eta parcial al cuadrado (η^2).

RESULTADOS

En la tabla 1 mostrada a continuación, se encuentran los resultados del análisis de correlación entre las variables del perfil (F_0 , V_0 , FV_{imb}) y la percepción subjetiva del rendimiento de los atletas. Se observó una correlación positiva significativa ($r = 0,56$; $p = 0,03$). En el resto de variables, no se encontraron correlaciones significativas ($p > 0,05$).

Tabla 1. Correlación de Pearson (r) entre variables

	Percepción subjetiva del rendimiento	p-valor
F_0 (N/kg) hombres	0,494	0,032
F_0 (N/kg) mujeres	0,259	0,442
V_0 (m/s) mujeres	0,008	0,981
V_0 (m/s) hombres	-0,103	0,676
FV_{imb} (%) hombres	0,034	0,890
FV_{imb} (%) mujeres	0,184	0,588

Nota: r = coeficiente de correlación de Pearson; P-valor = valor de probabilidad; F_0 = Fuerza máxima teórica cuando la velocidad es nula; V_0 = Velocidad máxima teórica cuando la fuerza es nula; FV_{imb} (%) = magnitud de la diferencia relativa entre la pendiente de la relación lineal F-V (S_{fv}) y la óptima ($S_{fv_{opt}}$) para un individuo dado. Calculado como $(S_{fv}/S_{fv_{opt}}) \times 100$ y expresado en porcentaje.

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las variables del perfil F-V, F_0 (figura 1), V_0 (Figura 2) y FV_{Imb} (figura 3).

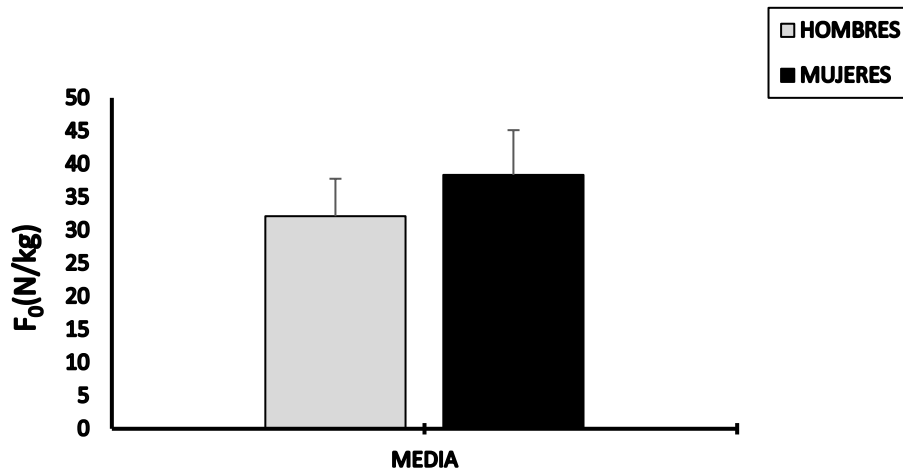


Figura 1. Valores de F_0 en hombres y mujeres.

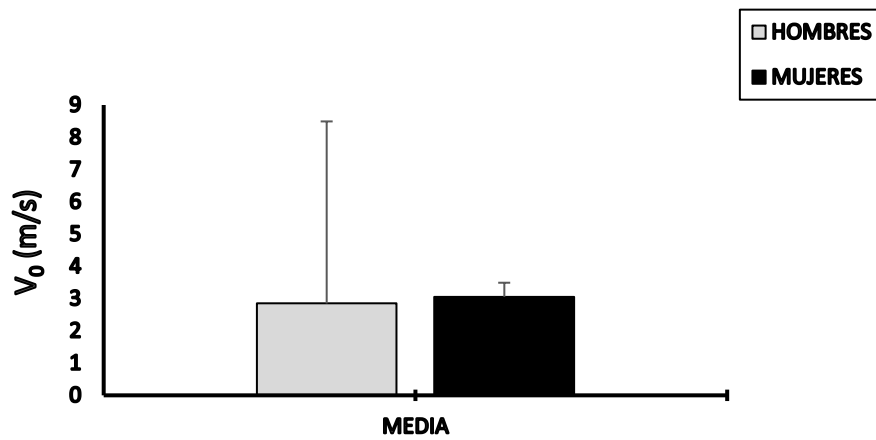


Figura 2. Valores de V_0 en hombres y mujeres

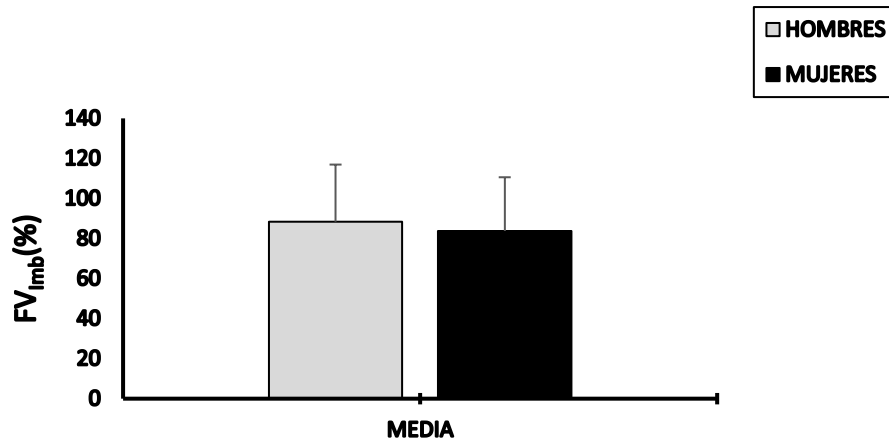


Figura 3. Valores de FV_{Imb} en hombres y mujeres

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las variables del perfil F-V, en relación a la prueba. F_0 (figura 4), V_0 (Figura 5), FV_{Imb} (figura 6).

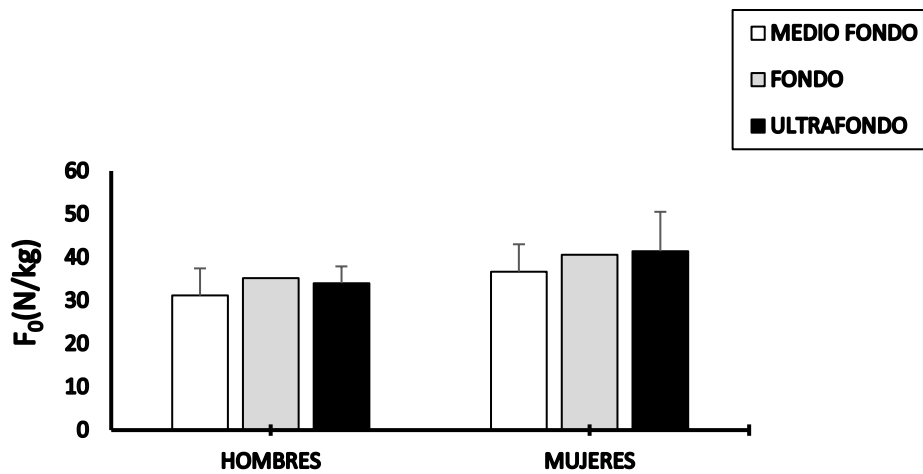


Figura 4. Valores de F_0 en medio fondo, fondo y ultrafondo

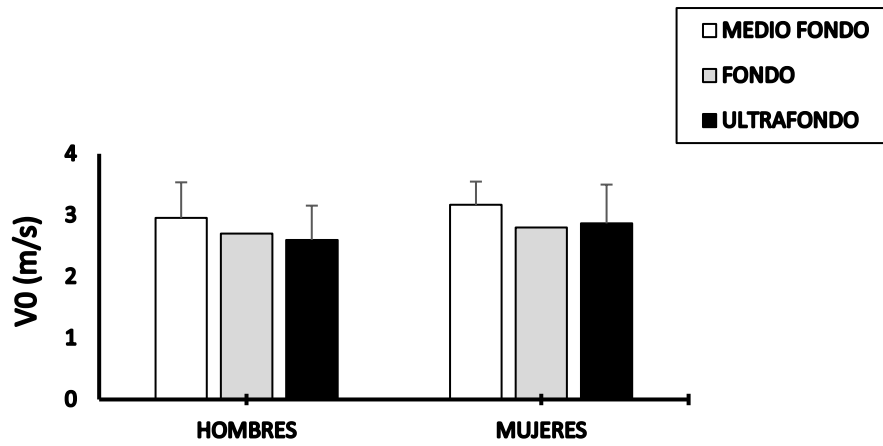


Figura 5. Valores de V_0 en medio fondo, fondo y ultrafondo

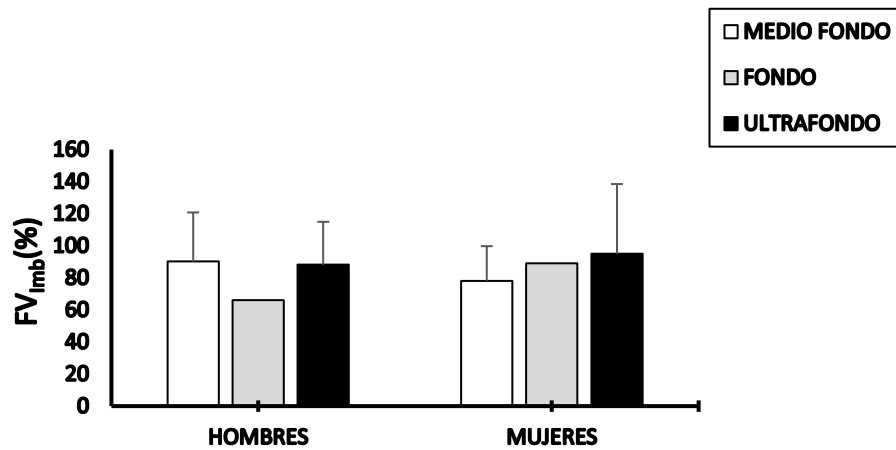


Figura 6. Valores de FV_{imb} en medio fondo, fondo y ultrafondo

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las variables del perfil F-V, en relación a la categoría. F_0 (figura 7), V_0 (Figura 8), FV_{Imb} (figura 9).

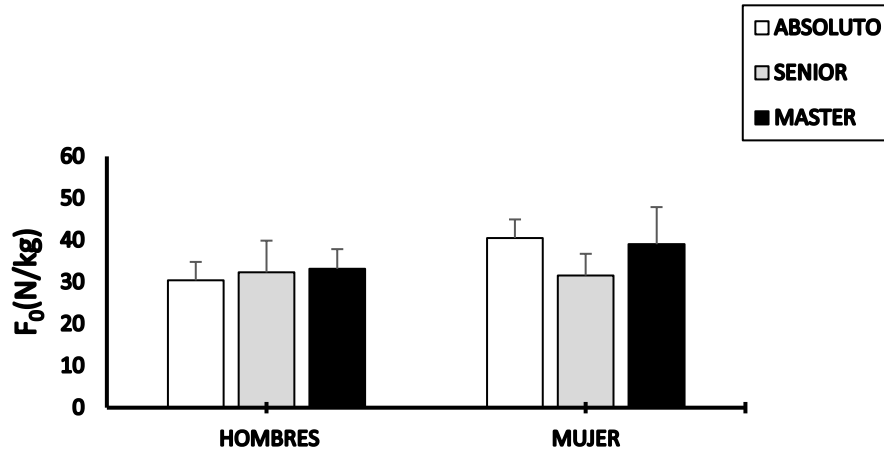


Figura 7. Valores de F_0 en absoluto, senior y master

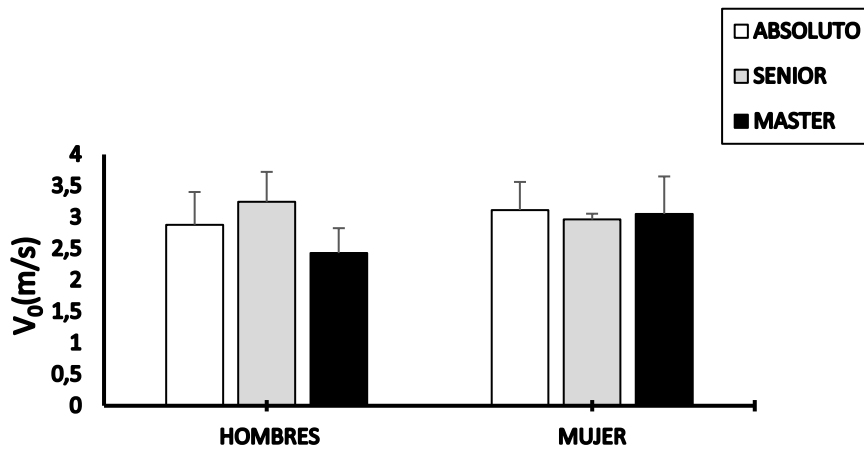


Figura 8. Valores de V_0 en absoluto senior y master

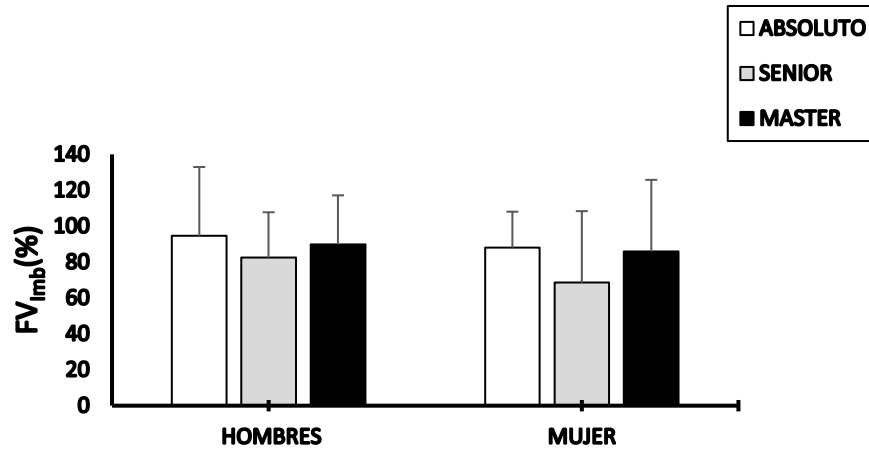


Figura 9. Valores de FV_{Imb} en absoluto, senior y master

La tabla 2 mostrada a continuación, representa los resultados del análisis multivariante. En ninguna de las variables se observó un efecto significativo ($p > 0,05$). Ni en el efecto independiente de sexo, prueba y categoría, ni en las interacciones entre sexo*prueba, sexo*categoría y prueba*categoría sobre las variables del perfil. Por lo tanto, puede haber una relación, pero esta se debería a otros factores.

Tabla 2. Prueba de efectos del análisis multivariante

Variable independiente	Variable dependiente	F	p-valor	η^2
Sexo	F ₀ (N/kg)	3,739	,068	,164
	V ₀ (m/s)	1,720	,205	,083
	FV _{imb} (%)	,358	,557	,018
Prueba	F ₀ (N/kg)	,338	,717	,034
	V ₀ (m/s)	,354	,706	,036
	FV _{imb} (%)	,472	,631	,047
Categoría	F ₀ (N/kg)	1,536	,241	,139
	V ₀ (m/s)	,419	,663	,042
	FV _{imb} (%)	,419	,664	,042
Sexo*Prueba	F ₀ (N/kg)	,012	,916	,001
	V ₀ (m/s)	1,112	,305	,055
	FV _{imb} (%)	1,047	,319	,052
Sexo*Categoría	F ₀ (N/kg)	1,682	,212	,150
	V ₀ (m/s)	2,050	,156	,177
	FV _{imb} (%)	,316	,733	,032
Prueba*Categoría	F ₀ (N/kg)	3,043	,097	,138
	V ₀ (m/s)	,057	,813	,003
	FV _{imb} (%)	,032	,859	,002
Error	F ₀ (N/kg)			
	V ₀ (m/s)			
	FV _{imb} (%)			
Total	F ₀ (N/kg)			
	V ₀ (m/s)			
	FV _{imb} (%)			
Total corregido	F ₀ (N/kg)			
	V ₀ (m/s)			
	FV _{imb} (%)			

Nota: η^2 : eta parcial al cuadrado; F= valor crítico.

DISCUSIÓN

El hallazgo principal en nuestro estudio, fue encontrar una correlación entre la variable del perfil F_0 y la percepción subjetiva del rendimiento en atletas hombres. Detallaremos a continuación dicho efecto para aclarar algunas de las cuestiones científicas discutidas previamente.

Nuestra hipótesis de estudio, era ver si había relación en el rendimiento con un perfil equilibrado. Normalmente, la medición del perfil F-V, se hace para equilibrarlo (Jiménez-Reyes et al., 2017). Pero no encontramos ninguna relación entre la FV_{imb} y la percepción subjetiva del rendimiento, por lo que existe la posibilidad de que, en muchas especialidades deportivas, cómo es en nuestro caso en atletismo, para alcanzar mayores niveles de rendimiento haya que incidir en el desequilibrio del propio perfil. En nuestro estudio, se corrobora que la mayoría de atletas tienen un déficit de fuerza. Lo que no se demuestra, es si una vez alcanzado el equilibrio, debería desarrollarse el perfil hacia el déficit de fuerza.

Dichas conclusiones, confirman lo mencionado anteriormente de otros estudios, dónde se hablaba de que el CMJ, instrumento de medición del perfil, tiene un tiempo de aplicación de la fuerza largo. Sin embargo, el gesto específico de competición de un velocista no es un CMJ (Komi, 2000). Por lo que no creemos que, en época de competición, el perfil esté equilibrado, creemos que habrá un desequilibrio posiblemente hacia la velocidad en unas especialidades, y en otras, hacia la fuerza.

Además, dicha correlación de F_0 con el rendimiento, se corresponde con las afirmaciones que veíamos en estudios anteriores dónde se le daba importancia al trabajo de fuerza en fondistas cómo mejora de su rendimiento (Li et al., 2019; Lum et al., 2019; Spurrs et al., 2003). Sin embargo, en nuestro caso, no se encontraron tampoco correlaciones en mujeres. Pero, tal y como se confirma en otros estudios, solamente con este dato, sin tener correlaciones con V_0 ni con FV_{imb} , no podríamos discutir el tipo de trabajo de fuerza a realizar con cada atleta de manera individual (Morin et al., 2019; Morin y Samozino, 2016). Además, con este dato, tampoco podríamos confirmar que la mejora en la altura

de un CMJ, se correlacione con mejoras en RE cómo se discutía en varios estudios (Li et al., 2019; Spurrs et al., 2003).

LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO

Este estudio tiene algunas limitaciones. La falta de correlación entre el rendimiento y el perfil de los atletas, puede deberse a la poca cantidad de sujetos reclutados para el estudio. Aunque el análisis estadístico realizado ha sido bueno y bastante extenso y hayamos encontrado una correlación entre la F_0 y el rendimiento en hombres, esto no implica necesariamente una relación causa-efecto. Por lo tanto, se deberían realizar futuros estudios longitudinales. Por consiguiente, puede ser ésta una línea de investigación para hacerlo mejor en el futuro.

CONCLUSIONES

Dados los resultados, podría confirmarse nuestra hipótesis, de que, para alcanzar mayores niveles de rendimiento, haya que incidir en el desequilibrio del propio perfil. De todos modos, se necesitaría más investigación en este ámbito, dada la falta de literatura y las diversas contradicciones entre diferentes estudios. Cómo hemos comprobado, podría ser muy interesante la aplicación de la medición del perfil F-V en fondistas de cara a la aplicación profesional dónde se podrían elaborar programas de entrenamiento optimizados e individualizados, con el fin de mejorar el rendimiento en niveles óptimos.

BIBLIOGRAFÍA

- Averin, A. D., Yakushev, A. A., Maloshitskaya, O. A., Surby, S. A., Koifman, O. I. y Beletskaya, I. P. (2017). Synthesis of porphyrin-diazacrown ether and porphyrin-cryptand conjugates for fluorescence detection of copper (II) ions. *Russian Chemical Bulletin*, 66(8), 1456-66. doi: 10.1007/s11172-017-1908-3
- García-Pinillos, F., Lago-Fuentes, C., Latorre-Román, P.A., Pantoja-Vallejo, A. y Ramirez-Campillo, R. (2019). Jump-Rope Training: Improved 3-km Time-Trial Performance in Endurance Runners via Enhanced Lower-Limb Reactivity and Foot-Arch Stiffness. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(00), 1-7. doi: 10.1123/ijsp.2019-0529
- García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A. y Jaric, S. (2018). Optimisation of applied loads when using the two-point method for assessing the force-velocity relationship during vertical jumps. *Sports Biomechanics*, 1-16. doi: 10.1123/ijsp.2019-0529
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñafiel, V., Brughelli, M y Morin, J.B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *Peerj*, 6(11), 5937. doi: 10.7717/peerj.5937
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M. y Morin, J.B. (2017). Effectiveness of an individualized training Bases on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology*, 7(677), 1-13. doi: 10.3389/fphys.2016.00677
- Komi, P.V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197-1206. doi: 10.1016/S0021-9290(00)00064-6

- Li, F., Newton, R.U., Shi, Y., Sutton, D. y Ding, H. (2019). Correlation of Eccentric Strength, Reactive Strength, and Leg Stiffness With Running Economy in Well-Trained Distance Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00(00), 1-9. doi: 10.1519/JSC.0000000000003446
- Lum, D., Tan, F., Pang, J. y Barbosa, T.M. (2019). Effects of intermittent sprint and plyometric training on endurance running performance. *Journal of Sport and Health Science*, 8(5), 471-77. doi: 10.1016/j.jshs.2016.08.005
- Morin, J.B., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, M. y Samozino, P. (2019). When Jump Height is not a Good Indicator of Lower Limb Maximal Power Output: Theoretical Demonstration, Experimental Evidence and Practical Solutions. *Sports Medicine*, 49(7), 999-1006. doi: 10.1007/s40279-019-01073-1
- Morin, J.B. y Samozino, P. (2016). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267-72. doi: 10.1123/ijsp.2015-0638
- Pueo, B., Lipinska, P., Jiménez-Olmedo, J.M., Zmijewski, P. y Hopkins, W.G. (2017). Accuracy of Jump-Mat Systems for Measuring Jump Height. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 959-63. doi: 10.1123/ijsp.2016-0511
- Samozino, P., Morin, J.B., Hintzy, F. y Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11-18. doi: 10.1016/j.jtbi.2010.01.021
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P.E., Belli, A., Morin, J.B., (2012). Optimal Force–Velocity Profile in Ballistic Movements—Altius: Citius or Fortius? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(2), 313-22. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822d757a

Spurrs, R.W., Murphy, A.J. y Watsford, M.L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), 1-7. doi: 10.1007/s00421-002-0741-y