



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN RENDIMIENTO FÍSICO Y DEPORTIVO

EVALUACIONES DE EQUIPOS

Desde septiembre de 2013 a junio de 2014 se ha evaluado la condición física en fuerza y velocidad, y en algún caso en resistencia, de los siguientes equipos:

8 equipos de baloncesto

5 de Dos Hermanas: (evaluado en 4-5 ocasiones).

3 equipos de Tomares: (evaluados en 1-2 ocasiones).

11 equipos de fútbol

7 equipos del Coria CF. Desde la categoría infantil hasta el primer equipo de 3.ª división: (evaluados entre 4 y 7 ocasiones cada uno).

Coronil senior 1.ª Andaluza: (evaluado en 3 ocasiones).

San Fernando 2.ª B: (evaluado en 1 ocasión).

Viso CF: (evaluado en 1 ocasión).

Xerez 3.ª división: (evaluado en 1 ocasión).

2 equipos de voleibol

Voleibol Cajasol (Máxima Categoría Nacional): (evaluado en 3 ocasiones).

Tomares femenino (evaluado en dos ocasiones).

1 equipo de halterofilia de la Federación Andaluza: (evaluado en 1 ocasión).

1 equipo de rugby, Club Helvetia de Primera División: (evaluado en 3 ocasiones).

1 equipo de danza, Instituto Andaluz de Danza: (evaluado en 2 ocasiones).

1 equipo de esgrima, Tomares (evaluado en 2 ocasiones).



1 equipo de tenis, Tomares (evaluado en 2 ocasiones).

1 equipo de natación, Tomares (evaluado en 2 ocasiones), más dos tests de agua.

En total se han evaluado 26 equipos. En cada ocasión se han realizado de 3 a 5 pruebas, además de la medición de la talla y el peso corporal: velocidad/aceleración en 20m, salto vertical (dos tipos), saltos con cargas (en algunos casos), velocidad en el ejercicio de sentadilla completa con cargas, velocidad de la bola en el golpeo de tenis. En total se han medido 1.515 deportistas (considerando como "deportista" la suma de los productos de cada persona evaluada por el número de veces que se ha evaluado), y se han realizado unos 6.683 tests.

Muchos de estos equipos han realizado un entrenamiento programado desde el Centro entre la primera y las siguientes medidas. En algunos casos los equipos que no entrenan sirven como grupos de control.

En estos momentos sólo se ha realizado un análisis superficial de los resultados. Sólo lo necesario para tomar decisiones sobre el entrenamiento individualizado a realizar para el siguiente ciclo, pero no se han cuantificado los resultados globales, ni se han hecho análisis, ni se han hallado conclusiones definitivas. En algunos casos, estos equipos servirán como sujetos de investigación.

ESTUDIOS

En este periodo se han llevado a cabo los siguientes estudios:

Estudio1: " Valoración y efecto de la carga de distintos tipos de entrenamiento de fuerza a través de los cambios en fuerza, velocidad, estrés metabólico y hormonal y entropía": 24 participantes.

Durante el año 2012 se llevó a cabo este estudio, pero ha sido durante el año 2013-2014 cuando se han analizado los cambios en variables mecánicas: carga de 1 m/s y CMJ, en el momento de realizar cada esfuerzo, inmediatamente después, a las 6 horas, a las 24 horas y a las 48 horas, así como variables obtenidas en el análisis de sangre antes del esfuerzo y a las 48 horas del mismo: cortisol, CPK, GH, IGF-1, prolactina y testosterona. Se han calculado las entropías multiescala y el índice de complejidad de la



variabilidad cardiaca. El ejercicio de CMJ ha resultado ser el más sensible a la fatiga provocada por los distintos tipos de esfuerzo, aunque también la velocidad con la carga de 1 m/s, pero en menor medida. De las variables sanguíneas, la CPK y la prolactina son las que presentan mayores cambios ante los mayores esfuerzos (ver tabla 1 al final del documento como ejemplo del análisis llevado a cabo).

Durante 2013 también se ha analizado la variabilidad de la frecuencia cardiaca de este estudio. Para ello se analizó la regularidad del registro de onda RR, y se procedió a calcular la entropía multiescala y el índice de complejidad. Para ello, en cada registro se discriminaron nueve segmentos de veinte mil datos cada uno. Se calculó la entropía multiescala en cada uno de los nueve segmentos que se discriminaron previamente. Como cada segmento constaba de veinte mil datos, se pudo calcular la entropía en veinte escalas. Para valorar la complejidad de la señal cardiaca a través del cálculo del índice de complejidad, en cada registro se discriminaron siete segmentos de cinco mil datos cada uno, y se calculó el índice de complejidad en cada uno de los siete segmentos que se habían discriminado previamente.

Estudio 2: Efecto de la pérdida de velocidad en la serie sobre la velocidad (fuerza), capacidad de salto, aceleración en carrera y las adaptaciones musculares: 24 participantes.

Durante el primer semestre de 2013 se llevó a cabo este estudio, cuyo objetivo fue comprobar el efecto de dos valores de pérdida de velocidad en la serie (distinto grado de fatiga) sobre la velocidad de desplazamiento de una carga, la aceleración en carrera, el salto vertical y las adaptaciones estructurales y bioquímicas del músculo esquelético, determinadas por los efectos sobre la estructura de las fibras musculares y los cambios en los sistemas de señalización y expresión génica muscular que determinan las adaptaciones funcionales. Durante el periodo 2013-2014 se han analizado las variables (dependientes) mecánicas como la fuerza dinámica máxima, velocidad media propulsiva (VMP), la potencia media propulsiva, la pérdida de VMP ante la misma carga absoluta (test de resistencia), la capacidad de aceleración en 10-20 m y la capacidad de salto vertical (CMJ).

Del tejido muscular obtenido en las biopsias ya se ha realizado el análisis del área de las fibras musculares tipo I, IIa y IIx que se determinó mediante inmunohistoquímica y las isoformas de las cadenas pesadas de la miosina por electroforesis. Las fibras musculares se clasificaron en tipo I, IIa, IIAX, IIX y IIIa de acuerdo con la intensidad del teñido de la ATPasa en pH alcalino o ácido (Pette, D., & Staron, R.



S., 1990. Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibers. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 116, 1-76). En junio de 2014 se han empezado a realizar análisis de los niveles de RNA de genes implicados en la regulación del crecimiento y tipología muscular (IGF-1 y 2, calcineurina, IL-6, miostatina y PGC1 α , PI3K/akt/mTOR) y de las proteínas implicadas en la síntesis y degradación de proteínas musculares. Estos análisis se están realizando en un Centro colaborador del Centro de Investigación en Rendimiento Deportivo como es el laboratorio de Rendimiento Humano de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que, ante una misma intensidad relativa, una pérdida de velocidad en la serie del 20-25% ofrece mejores resultados que el doble de pérdida (40-50%). O que realizar el 40-45% de las repeticiones que se pueden hacer en una serie ofrece mejores resultados que hacer el máximo o casi el máximo número posible de repeticiones. Y esta mejora se acentúa más cuanto menor es la carga a desplazar (ver tablas 2 y 3 y figuras 1 y 2 al final de este documento).

También se ha analizado durante este año la segmentación muscular derivada de las pruebas de imágenes de resonancia magnética (MRI). La técnica de segmentación muscular mediante imágenes de resonancia magnética permite conocer información sobre los tejidos. En este estudio se ha utilizado para describir la morfometría, la sección transversal del área y el volumen de los músculos. Con esta técnica se pueden describir los cambios (de volumen y forma) de cada uno de los músculos en respuesta al ejercicio. Hasta este momento se han obtenido los datos de los músculos Glúteos (Glúteo Mayor, Medio y Mínimo), Psoas Iliaco y Tensor de la Fascia Lata de antes y después de realizar el entrenamiento, aunque no se han realizado las bases de datos ni la estadística. Actualmente se está trabajando en la segmentación muscular de los músculos del muslo (Cuadriceps, Aductor, Sartorio y Bíceps Femoral). Estos análisis se están realizando en el laboratorio de Rendimiento Humano de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Las resonancias fueron realizadas en el Hospital del Sagrado Corazón de Sevilla.



Centro de Investigación en Rendimiento Físico y Deportivo

Estudio 3: Efecto del entrenamiento de fuerza con cargas altas (70-90% de 1RM) y ligeras (40-60% de 1RM) sobre la fuerza, al salto vertical y la velocidad en sujetos de distinto nivel de rendimiento inicial: 30 participantes.

Esta actividad forma parte de un estudio que pretende comprobar el efecto del entrenamiento de fuerza sobre las variables dinámicas y cinemáticas indicadas a través de un análisis factorial de la varianza con dos factores, la intensidad del entrenamiento y el nivel de rendimiento inicial. Para el primer factor se diseñan dos niveles de intensidad: del 70-90% real de la RM y del 40-60% real de la RM, y para el segundo dos niveles de rendimiento: bajo y alto, determinados por la fuerza relativa de los sujetos.

De momento no hay resultados sobre este estudio, pero los primeros análisis indican que las cargas más bajas tienden a producir mejores resultados, sin interacción entre los niveles de ambos factores.

Estudio 4: Efecto de la pérdida de velocidad en la serie sobre la velocidad (fuerza), capacidad de salto, aceleración en carrera, los efectos hormonales y enzimáticos y la actividad muscular (electromiografía): 25 participantes.

Objetivo: Comprobar el efecto de dos valores de pérdida de velocidad en la serie (distinto grado de fatiga) sobre la velocidad de desplazamiento de una carga, la aceleración en carrera, el salto vertical, el estrés hormonal y enzimático y la actividad muscular, determinada por la electromiografía (EMG).

Para ello se llevó a cabo un estudio en el que un grupo realizaba repeticiones en la serie hasta que perdía el 10-15% de la velocidad de la primera repetición, mientras que el otro llegaba a perder el 30-35% de dicha velocidad. Todos entrenaron los mismos ejercicios, press de banca y sentadilla, con la misma carga relativa (misma intensidad en la primera repetición), que osciló entre el 70 y el 85% real de la RM, durante ocho semanas, con dos sesiones de entrenamiento por semana.

Los resultados preliminares indican que la velocidad ante la misma carga absoluta (mejora de la fuerza aplicada), la aceleración en carrera y la capacidad de salto tienden a mejorar en mayor medida en el grupo que entrenó con un menor grado de fatiga.



Este estudio es complementario del que se describe como “estudio 2” de este mismo documento. Al considerar conjuntamente los resultados de ambos estudios se ha podido comprobar que perder más del 20% de la velocidad en la serie tiende a ofrecer peores resultados en el ejercicio de sentadilla, especialmente cuando se trata del rendimiento a alta velocidad y cuando se mide el efecto sobre ejercicios no entrenados durante el periodo de aplicación del tratamiento, como el salto vertical y la aceleración en 20m. En el ejercicio de press de banca la reducción del efecto positivo se produce si se pierde más del 30-35% de la velocidad de la primera repetición. Los resultados de estos estudios son de una importante aplicación práctica para el entrenamiento orientado a la mejora de la condición física de cualquier persona y de cualquier deportista.

Estudio 5: Análisis de la evolución de la condición física y su relación con el rendimiento deportivo en corredores de 800 m de categoría internacional, nacional y autonómica durante la temporada 2013-2014. 16 participantes.

En este estudio se han realizado pruebas de fuerza y velocidad a través de tests de 20m, capacidad de salto y fuerza en las piernas, así como un test representativo de la potencia anaeróbica láctica a través de un test de 200m en pista de atletismo. Estas pruebas se han llevado a cabo con 15 corredores de distintas categorías en cuatro ocasiones desde el inicio de la temporada. También se ha programado un entrenamiento de fuerza para la mayoría de ellos. No se han analizado aún los resultados. Este estudio continúa durante la próxima temporada.

Otros Estudios

Además de los estudios descritos, se han realizado una serie de estudios que se describen brevemente a continuación:

Efecto de un entrenamiento de resistencia sobre la resistencia, la aceleración y el salto vertical. Se trata de comprobar el efecto de un volumen de entrenamiento (medido por el tiempo) y un volumen equivalente al 50% del primero, pero realizados ambos a la misma intensidad relativa. Actualmente se encuentra en fase de análisis de datos.



Efecto de la fatiga generada al realizar saltos sucesivos hasta el agotamiento (velocidad máxima inferior a $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) sobre la dinámica y la cinemática del propio salto. El objetivo queda reflejado en el propio título. La fuerza en la fase 3 del salto (fuerza aplicada en la fase concéntrica hasta la velocidad máxima) es la variable que presenta mayor relación con la pérdida de rendimiento en el salto (velocidad máxima e el salto). La RFD en la fase excéntrica no presenta relación con la pérdida del rendimiento.

Relación entre el tiempo en sprint, el salto vertical, la fuerza de las piernas y diferentes variables cinéticas y cinemáticas medidas durante una flexión plantar en mujeres que compiten en distintas disciplinas deportivas. La fuerza máxima aplicada en la flexión plantar y la RFD máxima presentan altas correlaciones con el rendimiento en salto y aceleración en 20m.

Pérdida de velocidad en ejercicios de carrera con arrastres con cargas del 5, 10, 20 y 40% del peso corporal y su relación con la fuerza máxima, la RFD, el peso corporal y la capacidad de salto. La relación entre las distintas variables de fuerza y la pérdida de velocidad tiende a disminuir a medida que aumenta la carga del arrastre. La fatiga que producen las distintas cargas tiende a aumentar ligeramente pero no de manera significativa.

Efecto de la fatiga producida durante el ejercicio de sentadilla sobre la pérdida de velocidad en el ejercicio de press banca. Se analiza el posible efecto central de la fatiga al comprobar el efecto de la misma producida en unos grupos musculares no activados previamente. Se mide el efecto a través de la pérdida de velocidad con la misma carga y por los cambios en la actividad muscular ante ella. En fase de análisis de datos.

Relación entre fuerza máxima, diferentes variables antropométricas y el número de flexión-extensión de brazos en posición prono horizontal (push-up) realizadas. Se mide la fuerza y la velocidad en cada repetición. En fase de análisis de datos.

Factores determinantes del salto vertical. Se analiza la relación entre el rendimiento en el salto con cargas progresivas y las variables dinámicas y cinemáticas generadas al realizar el propio salto. La fuerza máxima y media en la fase 3 del salto (fase concéntrica hasta alcanzar la velocidad máxima) es la variable que explica mayor varianza del mismo. Los distintos valores de RFD en la fase excéntrica explican poca varianza del mismo.



PUBLICACIONES

Todas las publicaciones que se indican a continuación están en revistas incluidas en la base de datos del JCR.

- Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *European Journal of Sport Science*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.905987>. Aceptado. Publicación definitiva en internet (ahead of print).
- Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. *International Journal of Sports Medicine*. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1363985>. Aceptado y publicación definitiva en internet (ahead of print).
- Effects of resisted sprint training on acceleration with three different loads accounting for 5%, 12.5% and 20% of body mass. *Journal of Strength and Conditioning Research*. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000492](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000492). Aceptado. Publicación definitiva en internet (ahead of print).
- Velocity, force, rate of force development and power decline across a single set to task failure in bench press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. En revisión.
- Effects of 6-weeks of resistance training on leg strength, jump and sprint performances in under-15 football players. *Journal of Sports Science*. En revisión.
- Effect of resistance training with different intensities and equal volume on strength, CMJ and 20m sprint time in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. En revisión.
- Determinant factors of repeat sprint sequences in young soccer players. *International Journal of Sports Medicine*. En revisión.
- Effects of resistance training on young soccer players of different ages. *International Journal of Sport Physiology and performance*. En revisión.
- Kinetic and kinematic determinant factors on squat jump performance. *International Journal of Sports Medicine*. En revisión.



Tabla 1. Efecto agudo y a corto plazo producido después de hacer el ejercicio de sentadilla (Pre), cuantificado a través de la pérdida de velocidad con la carga previa de 1 m·s⁻¹ (V1-load) y sobre el salto vertical (CMJ) previo como indicadores del grado de fatiga producido por los esfuerzos consistentes en realizar 6 repeticiones cuando se pueden hacer 12 (HalfRep) o cuando se hacen 12 y sólo se pueden hacer 12 (MaxRep) (esfuerzo hasta el fallo muscular). Los efectos se miden inmediatamente después del esfuerzo (Post) y a las 6, 24 y 48 horas-post.

<i>V1-load (m·s⁻¹)</i>	HalfRep	MaxRep	P-value	Changes observed for MaxRep vs. HalfRep	
				Standardized (Cohen) differences (90% CI)	Percent changes of better/trivial/worse effect
Pre	0.98 ± 0.07 **	1.00 ± 0.07 ***	0.71	0.29 (-1.09 to 1.69)	39/45/16 Unclear
Post	0.85 ± 0.10	0.69 ± 0.14	0.04	1.32 (0.31 to 2.31)	96/4/1 Very Likely
6h-post	1.00 ± 0.07 ***	0.94 ± 0.09 **	0.04	0.74 (0.17 to 1.31)	94/5/1 Likely
24h-post	0.98 ± 0.08 **	0.93 ± 0.10 **	0.15	0.55 (-0.09 to 1.19)	83/14/3 Likely
48h-post	0.97 ± 0.10 **	0.97 ± 0.10 ***	0.91	0.05 (-0.74 to 0.84)	37/34/29 Unclear

n = 10, * significant differences with respect to Post



<i>CMJ (cm)</i>	HalfRep	MaxRep	P-value	Changes observed for MaxRep vs. HalfRep	
				Standardized (Cohen) differences (90% CI)	Percent changes of better/trivial/worse effect
Pre	42.8 ± 6.2 ***	41.9 ± 7.2 **	0.14	0.13 (-0.02 to 0.28)	20/80/0 Likely trivial
Post	33.7 ± 5.5	28.0 ± 6.4	0.009	0.96 (0.43 to 1.49)	99/1/0 Very likely
6h-post	42.6 ± 6.1 ***	38.5 ± 6.3 ** #	0.002	0.66 (0.38 to 0.94)	99/1/0 Very likely
24h-post	42.1 ± 6.4 ***	38.9 ± 7.3 ***	0.02	0.47 (0.16 to 0.78)	93/7/0 Likely
48h-post	43.7 ± 6.7 ***	39.8 ± 6.8 ***	0.007	0.58 (0.27 to 0.89)	98/2/0 Very likely

n = 10, * significant differences with respect to Post, # significant differences with respect to Pre

Como se puede apreciar en la anterior tabla, la pérdida de velocidad (fatiga) con la carga de $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ es significativamente mayor cuando se llega hasta el fallo muscular durante las 6 primeras horas ($p = 0,04$), pero sigue siendo probablemente (Likely) mayor hasta las 24 horas. En el CMJ se observa una pérdida (fatiga) mayor tras el esfuerzo hasta el fallo durante 48 horas (todas las “p-value” significativas en “post”). En el intervalo de confianza del tamaño del efecto entre grupos no aparece el cero en ningún caso, y siempre es probable o muy probable que la fatiga sea mayor cuando el esfuerzo es hasta el fallo.



Tabla 2. Efecto del entrenamiento que provoca una pérdida del 20% de la velocidad inicial, que es el entrenamiento de baja fatiga (LF), y del entrenamiento que provoca una pérdida del 40-50% de la velocidad inicial, o entrenamiento de alta fatiga (HF) en el ejercicio de sentadilla (Squat).

Squat	Test 1	Test 2	Effect Size	Change (%)
RM-HF (kg)	104.5 ± 15.1	118.6 ± 20.4**	0.79	13.5
RM-LF (kg)	106.5 ± 12.2	125.2 ± 12.3***	1.53	17.6
AV-HF (m s ⁻¹)	0.95 ± 0.06	1.01 ± 0.09*	0.78	6.3
AV-LF (m s ⁻¹)	0.95 ± 0.06	1.06 ± 0.06***	1.83	11.6
AV>1-HF (m s ⁻¹)	1.22 ± 0.03	1.23 ± 0.08	0.17	0.8
AV>1-LF (m s ⁻¹)	1.21 ± 0.05	1.29 ± 0.07*	1.32	6.6
AV<1-HF (m s ⁻¹)	0.72 ± 0.04	0.81 ± 0.07**	1.58	12.5
AV<1-LF (m s ⁻¹)	0.72 ± 0.04	0.87 ± 0.07***	2.63	20.8
FT-HF (rep)	12.1 ± 3.5	20.5 ± 6.5**	1.61	69.4
FT-LF (rep)	12.2 ± 5.7	20.6 ± 7.9***	1.23	68.9
AV-FT-HF (m s ⁻¹)	0.69 ± 0.04	0.84 ± 0.06**	2.94	21.7
AV-FT-LF (m s ⁻¹)	0.70 ± 0.04	0.87 ± 0.08***	2.69	24.3

RM: repetición máxima en el ejercicio. **AV:** average velocity attained with each absolute common loads in both tests. **AV>1:** the AV with absolute loads that subjects could move faster than 1 m s⁻¹. **AV<1:** the AV with absolute loads that subjects could not move faster than 1 m s⁻¹. **FT =** Fatigue test. **AV-FT =** average velocity during the fatigue test in the common repetitions to both test.

Significant difference between pre and post-training values: * (P < 0.05), ** (P < 0.01), *** (P < 0.001).

Se puede apreciar que existe una clara tendencia a obtener mejores resultados cuando se pierde el 20% de la velocidad inicial (LF) que cuando se llega casi hasta el fallo muscular (HF). La significación intra-grupo siempre es superior en LF. El tamaño del efecto (effect size) es también superior excepto en los tests de fatiga, en los que son equivalentes. El tamaño del efecto entre grupos (no aparece en la tabla) fue favorable al grupo LF para RM (0,34), AV (0,83), AV>1 (1,66), AV<1 (1,50), no apareciendo el cero en las tres últimas variables, mientras que en el test FT (0,00) no se observaron diferencias.



Tabla 3. Efecto del entrenamiento que provoca una pérdida del 20% de la velocidad inicial, que es el entrenamiento de baja fatiga (LF), y del entrenamiento que provoca una pérdida del 40-50% de la velocidad inicial, o entrenamiento de alta fatiga (HF) en los ejercicios de salto vertical (CMJ), salto vertical con cargas (altura: H-CMJ_L y velocidad máxima: V-CMJ_L) y tiempos en 10 y 20 m (T10...).

Physical performance	Test 1	Test 2	Effect Size	Change (%)
CMJ-HF (cm)	41.0 ± 4.3	42.5 ± 5.8	0.29	3.7
CMJ-LF (cm)	40.5 ± 6.0	44.2 ± 6.0***#	0.62	9.1
H-CMJ _L -HF (cm)	22.9 ± 1.8	23.9 ± 1.8*	0.56	4.4
H-CMJ _L -LF (cm)	22.7 ± 2.1	24.3 ± 2.1**	0.76	7.0
V-CMJ _L -HF (m s ⁻¹)	2.58 ± 0.08	2.67 ± 0.11***	0.94	3.5
V-CMJ _L -LF (m s ⁻¹)	2.59 ± 0.12	2.68 ± 0.12**	0.75	3.5
T10-HF (s)	1.73 ± 0.06	1.75 ± 0.05	-0.36	1.2
T10-LF (s)	1.74 ± 0.06	1.73 ± 0.07	0.15	-0.6
T20-HF (s)	2.99 ± 0.09	3.02 ± 0.08	-0.35	1.0
T20-LF (s)	3.00 ± 0.11	2.99 ± 0.10	0.10	-0.3
T10-20-HF (s)	1.25 ± 0.05	1.25 ± 0.05	0.00	0.0
T10-20-LF (s)	1.26 ± 0.05	1.25 ± 0.04	0.22	-0.8

Significant difference between pre and post-training values: * (P < 0.05), ** (P < 0.01), *** (P < 0.001).

Ninguno de los ejercicios de la tabla se entrenó durante el periodo de la aplicación del tratamiento. Se puede observar que el tamaño del efecto fue superior en todos los ejercicios de salto para el grupo de menor fatiga, así como el porcentaje de mejora. En los ejercicios de aceleración, el grupo LF mejora en todas las distancias, mientras que el de HF empeora o se mantiene estable. Estos efectos indican que el entrenamiento con menor fatiga ante la misma intensidad relativa tiene un mayor potencial de transferencia sobre ejercicios de alta velocidad que si el número de repeticiones en la serie está próximo al fallo muscular.

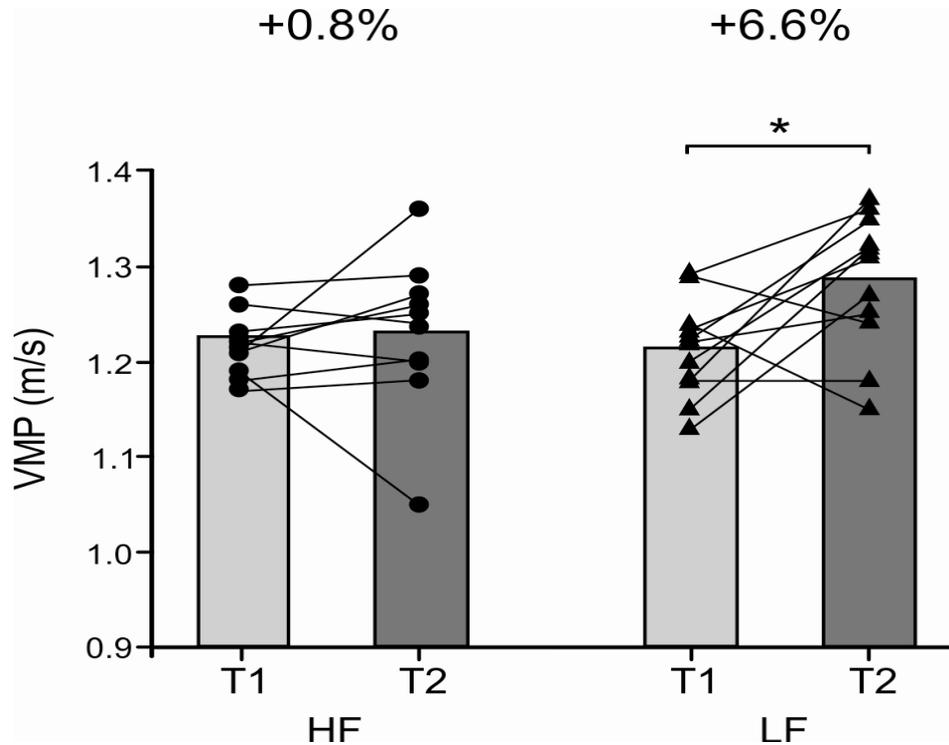


Figura 1. Efecto del entrenamiento que provoca una pérdida del 20% de la velocidad inicial, que es el entrenamiento de baja fatiga (LF), y del entrenamiento que provoca una pérdida del 40-50% de la velocidad inicial, o entrenamiento de alta fatiga (HF) sobre las cargas que se pueden desplazar a $>1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

VMP: velocidad media propulsiva.

* $p < 0,05$

Como se observa en el gráfico, el entrenamiento con alta fatiga, a pesar de que mejora la RM en el ejercicio de sentadilla (squat), no modifica su rendimiento con cargas ligeras, mientras que el de baja fatiga, que también mejora la RM, sí presenta mejoras significativas estadísticamente.

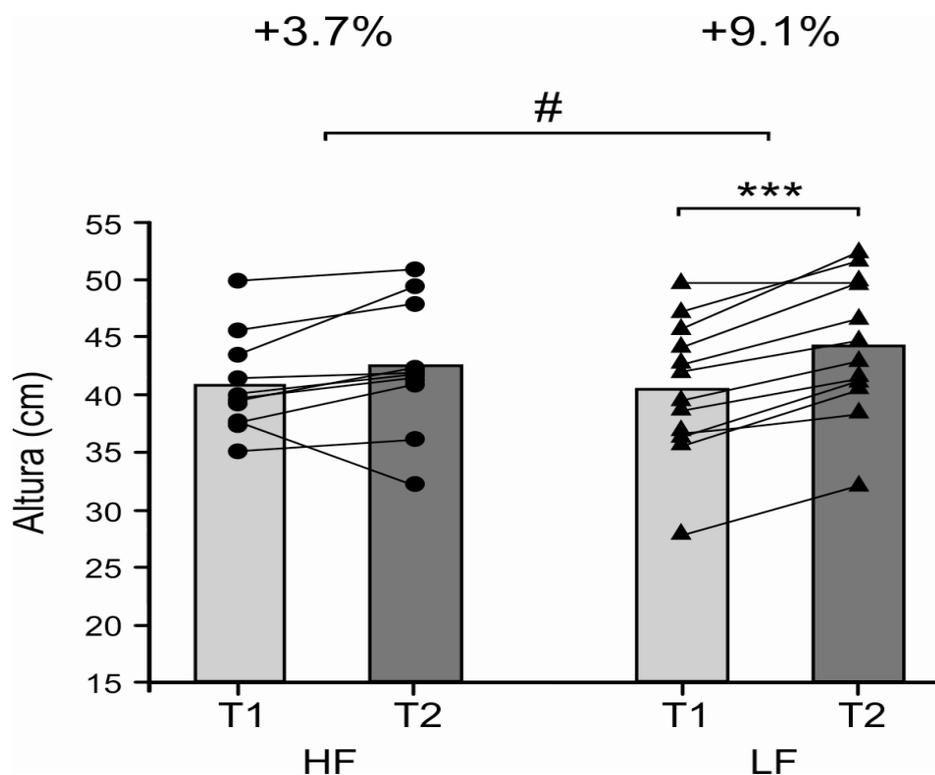


Figura 2. Efecto del entrenamiento LF y el entrenamiento HF sobre el ejercicio de salto vertical (CMJ) (ejercicio no entrenado).

*** $p < 0,001$

El entrenamiento con alta fatiga sólo mejora un 3.7% el salto vertical (CMJ, ejercicio no entrenado), pero no de manera significativa, mientras que el de baja fatiga mejora casi el triple (9.1%), y de manera significativa ($p < 0,001$). Además, las diferencias entre grupos son significativas a favor del grupo de menor fatiga.

Un breve análisis global de los resultados (parciales) de los dos estudios nos indica que la mayor fatiga provocada -y cuantificada, por ejemplo, a través del CMJ- cuando se hace un esfuerzo hasta el fallo muscular (estudio 1) no debe ser lo más recomendable para mejorar el rendimiento físico, ya que cuando se entrena durante ocho semanas (estudio 2) con cargas de las mismas características, el rendimiento es inferior tanto en ejercicios entrenados como no entrenados, que si la fatiga es muy inferior (aproximadamente la mitad de las repeticiones posibles en una serie).



Centro de Investigación en Rendimiento Físico y Deportivo

Toda esta actividad no hubiera sido posible sin la colaboración de Fernando Pareja Blanco, David Rodríguez Rosell, Juan Manuel Yáñez y Ricardo Mora Custodio.