

EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

SOBRE LA CAPACIDAD DE SALTO

Tuimil, José Luis

E_mail: tuimillo@udc.es

Universidad de A Coruña

Rodríguez, F.A.

INEF - Barcelona

Dopico, Jorge

Dominguez, Eva

Vázquez, Sonia

Universidad de A Coruña

RESUMEN

El propósito del presente estudio era comprobar los efectos de dos métodos de entrenamiento de resistencia distintos sobre la capacidad de salto vertical. Veintidós varones estudiantes de la licenciatura en CCAFD (INEF Galicia) ($20,8 \pm 1,4$ años de edad) fueron distribuidos en tres grupos: continuo (7 sujetos), interválico (7 sujetos) y control (9 sujetos). Después de evaluar la capacidad de salto vertical en la plataforma de Bosco mediante las pruebas CMJ y CMJA, los grupos experimentales entrenaron durante ocho semanas y tres sesiones semanales. La intensidad del entrenamiento se prescribió a partir de la velocidad alcanzada (VAM) en la prueba de pista de la Universidad de Montreal (UMTT) (CC= 65-75 %, CI= 90-100 % de la VAM), igualándose la carga externa de trabajo a realizar por los dos grupos experimentales. Transcurrido el período de entrenamiento se volvió a evaluar la capacidad de salto vertical con idéntico protocolo.

Los resultados permitieron comprobar que la capacidad de salto no había variado significativamente ($p > 0,05$) en ninguno de los tres grupos después del entrenamiento. No obstante, se detectó un ligero descenso en los dos grupos experimentales, principalmente del CMJA, que no llegó a alcanzar significación estadística.

Se concluyó que el entrenamiento de resistencia planteado durante ocho semanas y tres sesiones no influye significativamente en la capacidad de salto vertical. Estos resultados también parecen evidenciar que, el método de entrenamiento de resistencia aplicado (intensidades altas o bajas), no influye en la capacidad de salto vertical.

PALABRAS CLAVE

CMJ, CMJA, continuo (CC), interválico (CI), UMTT, VAM.

1 INTRODUCCIÓN

La relación entre el entrenamiento de fuerza y de resistencia es un aspecto que ha preocupado siempre a entrenadores e investigadores, planteándose, en este sentido, numerosos estudios con el objeto de comprobar tanto los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la capacidad de resistencia (Hickson y col. 1980, Marcinik y col. 1991, García-Manso y col. 1993), como los efectos del entrenamiento de resistencia en la capacidad de fuerza (Adeniran y Toriola 1988), así como los efectos del entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia (Hickson y col. 1988, Paavolainen y col. 1991, Hennessy y Watson 1994). Estos estudios confirmaron la relación antagónica entre la fuerza y la resistencia en cuanto a sus manifestaciones generales, aunque los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la capacidad de resistencia parecen ser más positivos que al contrario.

Parece demostrado que el aumento de la fuerza en determinados grupos musculares interviene favorablemente en el incremento del rendimiento en ejercicios cíclicos de resistencia (Marcinik y col. 1991). Las razones de esta mejora pueden atribuirse a cambios en el reclutamiento de fibras (Hickson y col. 1988) o al aumento de la llamada resistencia muscular local, es decir, al aumento simultáneo de la fuerza muscular y de la capacidad oxidativa en la musculatura implicada (Verjoshanski 1990).

Sin embargo, la influencia que el entrenamiento de resistencia puede ejercer sobre el incremento o disminución de fuerza muscular parece un aspecto más controvertido.

Se acepta, generalmente, que el entrenamiento de resistencia aeróbica repercute negativamente en la ganancia de fuerza, la capacidad de salto o la velocidad (González-Badillo y Gorostiaga 1995). Sobre este particular, Hickson y col. (1980) afirman que existe una repercusión nula del entrenamiento de resistencia en el incremento de la fuerza máxima. En estudios realizados por Hennessy y Watson (1994) con sujetos que entrenaban la fuerza y la resistencia simultáneamente, se concluyó que el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia, realizado durante 8 semanas, proporcionaba una mejora del $\dot{V}O_{2max}$ e incluso de la fuerza máxima, pero la mejora de la fuerza en los músculos ejercitados fue menor que si el sujeto efectuase, tan solo entrenamiento de fuerza. Estos mismos autores concluyen, además, que existe una repercusión negativa del entrenamiento de resistencia sobre la mejora de la velocidad y del salto vertical.

Los saltos verticales representan una de las formas más simples y sencillas de valorar las manifestaciones de la fuerza donde interviene el ciclo de estiramiento-acortamiento, ofreciendo a la vez un alto nivel de especificidad por su similitud con muchas de las acciones deportivas. Un instrumento fiable para medir la capacidad de salto es la plataforma de Bosco o "ergo-jump" (González-Badillo y Gorostiaga 1995)

2 OBJETIVOS

- Comprobar si el entrenamiento de resistencia basado en la carrera, puede disminuir la capacidad de salto vertical cuando no se realiza ningún entrenamiento simultáneo de fuerza o capacidad de salto.
- Comprobar si los efectos sobre la capacidad de salto dependen del método de entrenamiento de resistencia aplicado (continuo o interválico).

3 MATERIAL Y MÉTODO

Participaron en el estudio voluntarios varones que no practicaban deporte específico alguno. El principal criterio de inclusión fue conseguir un grupo homogéneo para controlar los efectos de dos tipos de entrenamiento. Se seleccionaron 22 alumnos estudiantes de primer curso de la licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, con las características de edad, talla y peso que se describen en la tabla 1. Los sujetos seleccionados no practicaban ninguna actividad deportiva al margen de sus clases prácticas, circunstancia por la que se los calificó como sujetos que hasta el momento realizaban “*práctica regular moderada*” (Baranda 1995, p.20). El grupo aceptó el compromiso de no realizar durante el experimento ningún ejercicio físico, aparte del indicado en el estudio experimental.

Tabla 1. Características antropométricas de los sujetos que iniciaron el estudio (n=22).

n=22	Media	Desv. típica	Rango
Edad (años)	20,8	1,4	24-19
Talla (cm)	174,5	6,8	186-163
Peso (kg)	71,3	6,8	81-58
Grasa relativa (% Pc) ^a	9,3	1,8	11,8-6,6

$$\text{Grasa relativa } (\square) = \sum \text{GPc } 0, 1051 + 2,585$$

(Yuhasz 1977, Carter 1986)

Una vez realizada la selección definitiva, se informó al grupo detalladamente del protocolo experimental y se efectuaron ensayos de familiarización, previos a la aplicación definitiva de las pruebas. Todos los integrantes del grupo firmaron una declaración de consentimiento en la cual asumían su participación voluntaria, así como todas las consecuencias que de ella pudieran derivarse, después de ser informados sobre las características del estudio.

Para la evaluación del salto vertical se utilizó la plataforma de Bosco (ergo jump) y se realizaron las siguientes pruebas:

3.1 Contramovimiento (CMJ)

Se trata de un salto basado en el ciclo de estiramiento-acortamiento del músculo. La acción se realiza partiendo con las piernas extendidas y las manos en las caderas, desde esta posición se flexionan y se extienden las piernas. La flexión debe de llegar aproximadamente a los 90° y se efectúa a gran velocidad para un mejor aprovechamiento de la energía elástica del músculo (Bosco, 1994).

3.2 Abalakov (CMJA)

Con este test se pueden conocer los beneficios que la acción de los brazos tiene sobre la capacidad de salto vertical cuya ejecución es muy parecida a la del CMJ, sin embargo, ya no se parte con las manos apoyadas en las caderas, sino que los brazos están libres para contribuir en el impulso vertical del centro de masas.

En todos los casos se realizaron tres intentos, desechando el superior y el inferior (mediana). Además, los sujetos realizaron prácticas de familiarización con los diferentes protocolos previamente al día del test.

Después de las ocho semanas de entrenamiento, dejando transcurrir dos días después de la última sesión, se repitieron las pruebas finales.

3.3 Entrenamiento programado

Una vez realizadas las pruebas el grupo se dividió aleatoriamente en tres subgrupos: continuo (n= 7), interválico (n= 7) y control (n= 9).

Se programaron dos tipos de entrenamiento, uno a través de la carrera continua entre el 65 y 75 % de la VAM alcanzada en la prueba de pista de la Universidad de Montreal (UMTT) y otro a través del interval con intensidades entre el 90 y 100% de dicha VAM.

El entrenamiento se llevó a cabo siempre en el mismo lugar, y en una zona que permitía el entrenamiento simultáneo de los dos grupos. Esta circunstancia facilitó el control y la supervisión del entrenamiento.

A continuación se detallan las características del entrenamiento continuo e interválico programado a lo largo de las ocho semanas (Tuimil y Dopico 1997).

Tabla 2: Resumen del programa de entrenamiento interválico

	LUNES	MIÉRCOLES	VIERNES
1ªsem	4x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	3x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	2x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
2ª “	5x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	3x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	3x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
3ª “	5x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	4x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	4x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
4ª	4x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	3x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	2x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
5ª “	5x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	4x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	4x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
6ª “	6x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	5x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	4x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
7ª “	7x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	5x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	5x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)
8ª “	5x 2 min; R: 2 min (100%) (50%)	3x 3 min; R: 3 min (95%) (45%)	3x 4 min; R: 4 min (90%) (40%)

Tabla 3: Resumen del programa de entrenamiento continuo

	LUNES	MIERCOLES	VIERNES
1ª sem	16min(75% VAM)	18min. (70% VAM)	16 min. (65% VAM)
2ª sem	20min(75% VAM)	18min. (70% VAM)	24 min. (65% VAM)
3ª sem	20min(75% VAM)	24min. (70% VAM)	32 min. (65% VAM)
4ª sem	16min(75% VAM)	18min. (70% VAM)	16 min. (65% VAM)
5ª sem	20min(75% VAM)	24min. (70% VAM)	32 min. (65% VAM)
6ª sem	24min(75% VAM)	30min. (70% VAM)	32 min. (65% VAM)
7ª sem	28min(75% VAM)	30min. (70% VAM)	40 min. (65% VAM)
8ª sem	20min(75% VAM)	18min. (70% VAM)	24 min. (65% VAM)

4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó en primer lugar un estudio descriptivo de la muestra, analizándola globalmente y por grupos. Los grupos fueron establecidos según el nivel de la variable entrenamiento.

Para lograr los objetivos del presente análisis, en el estudio inferencial se llevaron a cabo las siguientes pruebas estadísticas:

Para verificar la normalidad de las variables se aplicó la **prueba de Kolmogorov-Smirnov**, con la corrección de la significación de **Lilliefors**.

Para comprobar la homogeneidad de la varianza de los diferentes grupos, establecidos según la variable independiente, se aplicó el **estadístico de Levene**.

En caso de no cumplirse la homogeneidad de la varianza en los grupos a comparar, se aplicó la prueba no paramétrica **H de Kruskal-Wallis**.

Para comparar las distintas variables de cada uno de los grupos, antes y después del entrenamiento (comparación intragrupos), se utilizó la prueba **t de Student-Fisher** para muestras relacionadas.

5 RESULTADOS

5.1 Análisis de los resultados antes del entrenamiento

A continuación se indican las características de los diferentes grupos y los resultados de la capacidad de salto en las pruebas iniciales. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los tres grupos respecto a la capacidad de salto, después de las pruebas iniciales. Resultando los tres grupos homogéneos respecto al rendimiento en el CMJ y en el CMJA.

Tabla 4. Características del grupo continuo.

<i>n</i> = 5	<i>Media</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Rango</i>
Edad (años)	20,2	0,8	21-19
Talla (cm)	172,6	1,8	175-171
Peso (kg)	70,1	3,2	75,0-66,6
Grasa relativa (% Pc)	9,2	1,3	11,0-7,5
CMJ (cm)	38,6	6,7	45,3-28,7
CMJA (cm)	47,3	7,0	54,5-38,4

Tabla 5. Características del grupo interválico.

<i>n</i> = 7	<i>Desv. típica</i>		<i>Rango</i>
Edad (años)	20,0	0,8	21-19
Talla (cm)	173,9	6,3	181-166
Peso (kg)	69,6	7,9	81-59
Grasa relativa (% Pc)	9,1	1,3	10,5-6,6
CMJ (cm)	37,7	5,4	45-31
CMJA (cm)	46,4	6,0	54-40,6

Tabla 6. Características del grupo control.

<i>n</i> = 8	<i>Desv. típica.</i>		<i>Rango</i>
	(1)		
Edad (años)	20,25	1,66	24-19
Talla (cm)	174,5	7,9	184-163
Peso (kg)	71,5	8,0	79,5-58
Grasa relativa(% Pc)	9,2	1,7	11,8-6,9
CMJ (cm)	39,2	4,6	47,4-32,2
CMJA (cm)	47,3	6,1	58,8-37,9

5.2 Resultados después del entrenamiento

La tabla 7 muestra los resultados en el CMJ y en el CMJA en cada uno de los grupos después del entrenamiento.

Tabla 7. Rendimiento en el salto después del entrenamiento.

<i>Grupo</i>	<i>Desv. típica</i>			
CONTINUO (n=5)	CMJ (cm)	38,2	7,4	46-28
	CMJA (cm)	46,2	6,8	52,7-36,4
INTERVÁLICO (n=7)	CMJ (cm)	37,2	4,8	43-30
	CMJA (cm)	45	6,2	51,6-38,5
CONTROL (n=8)	CMJ (cm)	38,1	4,2	43-32
	CMJA (cm)	46,8	5,8	55,3-36,1

Tabla 8. Diferencias entre los tres grupos respecto a cada una de las variables estudiadas (ANOVA).

	<i>Continuo</i>	<i>Interválico</i>	<i>Control</i>	<i>p</i>
Peso (kg)	68,5 (1,8)	69,0 (7,4)	70,9 (8,3)	ns
Grasa relativa (% Pc)	9,1 (1,1)	9,0 (1,1)	9,5 (1,8)	ns
CMJ (cm)	38,2 (7,4)	37,2 (4,8)	38,1 (4,2)	ns
CMJA (cm)	46,2 (6,8)	45,0 (6,2)	46,8 (5,8)	ns

Como muestra la tabla 8, las diferencias entre los tres grupos después del entrenamiento tampoco resultaron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Tabla 9. Evolución de la capacidad de salto (antes y después del entrenamiento). Se indican los valores medios, desviación típica y grado de significación de las diferencias (p) en la prueba t de Student Fisher (muestras relacionadas).

	Continuo (n=5)		
	Antes del entrenamiento	Después del entrenamiento	<i>p</i>
CMJ (cm)	38,6 (6,7)	38,2 (7,4)	ns
CMJA (cm)	47,3 (7,0)	46,2 (6,8)	ns

Tabla 10. Evolución de la capacidad de salto (antes y después del entrenamiento). Se indican los valores medios, desviación típica y grado de significación de las diferencias (p) en la prueba t de Student Fisher (muestras relacionadas).

	Interválico (n=7)		
	Antes del entrenamiento	Después del entrenamiento	<i>p</i>
CMJ (cm)	37,7 (5,4)	37,2 (4,8)	ns
CMJA (cm)	46,4 (6,0)	45,0 (6,2)	ns

Tabla 11. Evolución de los parámetros antropométricos y funcionales (antes y después del entrenamiento). Se indican los valores medios, desviación típica y grado de significación de las diferencias (p) en la prueba t de Student Fisher (muestras relacionadas).

	Control (n=8)		p
	Antes	Después	
Peso (kg)	71,5 (8)	70,9 (8,3)	ns
Grasa relativa (% Pc)	9,2 (1,7)	9,5 (1,8)	ns
CMJ (cm)	39,2 (4,6)	38,1 (4,2)	ns
CMJA (cm)	47,3 (6,1)	46,8 (5,8)	ns

Tanto en el grupo continuo como en el interválico el descenso de la capacidad de salto (CMJ y CMJA) no resultó estadísticamente significativa ($p > 0,05$) después del entrenamiento.

6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal del estudio era observar los cambios en el salto vertical después del entrenamiento continuo e interválico, planteándose la hipótesis de que el descenso se produciría en mayor medida en el grupo de entrenamiento continuo. Por lo tanto, los resultados obtenidos rechazan la hipótesis inicial, al no producirse descensos significativos en ninguno de los dos grupos, ni existir diferencias apreciables entre los dos grupos experimentales.

Inicialmente podría pensarse que un entrenamiento aeróbico de alta intensidad (IT) implicaría una mayor intervención de las fibras de contracción rápida (Mac Dougall y col. 1995) y por lo tanto un menor descenso de la capacidad de salto frente a la carrera aeróbica de baja intensidad (CC), pero con los protocolos de entrenamiento del presente estudio no se apreció ninguna diferencia en este sentido. Probablemente, con una duración superior a las ocho semanas o con una carga de trabajo total superior, el descenso de la capacidad de salto podría llegar a ser significativo en cada uno de los grupos.

En el salto con contramovimiento y acción de brazos (CMJA), la media del grupo continuo descendió un 2,2 % después del entrenamiento, mientras que en el grupo interválico descendió un 3,1 %. Estos niveles de descenso, aunque no fueron estadísticamente significativos, podrían tenerse en cuenta dado que los sujetos no habían entrenado previamente la fuerza máxima ni explosiva, por lo tanto, los cambios se produjeron respecto a su capacidad natural de salto. La explicación de la mayor modificación del CMJA frente al CMJ resulta complicada, aunque podría atribuirse a un mayor componente “reflejo” del CMJA o, simplemente, por tratarse de una manifestación del salto más natural y espontánea y, por lo tanto, por lo tanto más apropiada para expresar el máximo nivel de rendimiento. En el caso de aceptar el primer razonamiento, podría pensarse que un entrenamiento de resistencia afecta, en mayor medida, a las manifestaciones más rápidas de la fuerza, en este caso la fuerza elástico explosiva refleja, aunque los resultados del presente estudio todavía no permiten realizar esta afirmación.

La relación de la capacidad de salto con la fuerza es una circunstancia demostrada y comúnmente aceptada (Verjoshanski 1990; Bosco 1994, etc.). Hay que recordar que Hickson

(1980) ya había comprobado que con el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia, empeoraba o se estabilizaba el nivel de fuerza después de 6-8 semanas de entrenamiento, comprobaciones que fueron corroboradas más tarde por Hunter y col. (1987). En este sentido, González-Badillo y Gorostiaga (1995) afirman que el trabajo de resistencia realizado 3 veces o más por semana impide la mejora de la velocidad y del salto vertical. En el presente estudio no se entrenaron la fuerza y la resistencia simultáneamente, por lo que no puede observarse el efecto del entrenamiento *cruzado*.

A tenor de los resultados del estudio se puede concluir que el entrenamiento de resistencia basado en la carrera no influye negativamente sobre el rendimiento en el salto vertical, siendo el nivel de influencia independiente de la aplicación de intensidades de carrera altas (CI: 90-100 % VAM) o bajas (CC: 65-75 % VAM).

7 BIBLIOGRAFÍA

- Adeniran, S., y Toriola, A. (1988). Effects of continuous and interval running programmes on aerobic and anaerobic capacities in schoolgirls aged 13 to 17 years. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28 (3), 260-266.
- Baranda, L. (1995). *Enquesta sobre la pràctica d'activitats físicoesportives a Catalunya*. Barcelona: Direcció General d'esport.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza en el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Carter, J.E.L. (1986). Physical structure of Olympic athletes. Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project. *Medicine and Sport*, 16. Basel: Karger.
- García-Manso, J.M., López, J.A., Chavarren, J., y Arteaga, R. (1993). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la capacidad de rendimiento en las pruebas de media y larga duración. Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Granada, 10-13 Noviembre.
- González-Badillo, J.J., y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.
- Hennessy, L.C., y Watson, W.S. (1994). The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *Journal Strength and Conditioning Research*, 8 (1), 12-19.
- Hickson, R.C., Rosenkoetter, M. A., y Brown, M. M. (1980). Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, 336-339.
- Hickson, R. C., Dvorak, B. A., Gorostiaga, E., Kvwowski, T., y Foster, C. (1988). Potencial for strength and endurance training to amplify endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 65, 2285-2290.
- Hunter, G., Demment, R. y Miller D. (1987). Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27 (3), 269-275.
- MacDougall, D., Wenger, H., Green, H. (1995). *Evaluación Fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- Marcinik, E. J., Potts, J., Schlabach, G., Will, S., Dawson, P., y Hurley, B. (1991). Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23 (6), 739-743.

- Paavolainen, L., Hakkinen, K., y Rusko, H. (1991). Effects of explosive type strength training on physical performance characteristics in cross skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 62, 261-265.
- Tuimil, J.L., y Dopico, J. (1997). Metodología del entrenamiento en el mediofondo juvenil. *Perspectivas de la Actividad Física y del Deporte*, 19, 1-8.
- Tuimil, J.L., Hornillos I. y Oro A. (1998). Situación de la investigación de los métodos de entrenamiento continuos e interválico. VI Congreso de Educación Física y Ciencias del Deporte de Piases de Lengua Portuguesa, Julio, 1998.
- Verjoshanski, I.V. (1990). *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*. Barcelona: Martínez Roca.
- Yuhasz, M.S. (1977). *Physical fitness and sports appraisal laboratory manual*. Western Ontario University, Canada.