PubliCE, (PubliCE) 1994

Research

Efectos de Interferencia de los Entrenamientos simultáneos de Fuerza y Resistencia

Liam C Hennessy[1] y Anthony W Watson[1]

[1]*Sports Injuries Research Centre, University of Limerick, Ireland.*

RESUMEN

Este estudio comparó los efectos de tres programas de entrenamiento de pretemporada sobre la resistencia, la fuerza, la potencia y la velocidad. Los sujetos fueron divididos en cuatro grupos: el grupo de resistencia (E) completo un programa de carreras de resistencia de 4 días/semana; el grupo de entrenamiento de fuerza (S) entrenó 3 días/semana; el grupo S+E combinó los programas de entrenamiento S y E 5 días/semana; el grupo control (C) no entrenó. Luego de 8 semanas, los grupos E y S+E tuvieron ganancias similares en el rendimiento en resistencia, el grupo S no tuvo cambios, mientras que el grupo C mostró una declinación. No fueron presentadas ganancias de fuerza en los grupos C y E, pero fueron hechas ganancias de fuerza por los grupos S+E y S. Fueron presentadas ganancias de potencia (rendimiento en el salto vertical) y velocidad (tiempo en carrera de 20 m) solo para el grupo S. Estos hallazgos muestran que el entrenamiento solo para la fuerza resulta en ganancias en la fuerza, potencia y velocidad mientras se mantiene la resistencia. El entrenamiento S+E, mientras produce ganancias en la resistencia y en la fuerza del tren superior, compromete las ganancias en la fuerza del tren inferior y no mejora la potencia y la velocidad.

Palabras Clave: potencia, velocidad, juegos de equipo, pretemporada

INTRODUCCIÓN

Los juegos de equipo como el fútbol gaélico, el hurling, el fútbol y el rugby requieren la expresión de varios componentes de la aptitud física. La velocidad, fuerza, resistencia, y potencia son, entre otros componentes de la aptitud física, demandados en varios grados. Frecuentemente los jugadores entrenan para desarrollar varios componentes de la aptitud física simultáneamente durante la pretemporada. Adicionalmente, las guías publicadas y los programas de entrenamiento aconsejan a los jugadores entrenar la fuerza, potencia y resistencia simultáneamente (19, 40). También, los atletas que participan en actividades de alta intensidad y corta recuperación generalmente combinan ejercicios de fuerza y entrenamientos de resistencia en su preparación física (12, 29, 31, 48).

Existe evidencia científica conflictiva con respecto al desarrollo de los componentes de la fuerza y la resistencia de manera concurrente (3, 11, 16, 22, 23, 28, 37). Hickson reportó que el entrenamiento de resistencia inhibía las ganancias de fuerza durante 10 semanas de entrenamiento simultáneo de fuerza resistencia (22). La adquisición de fuerza estuvo inhibida en sujetos previamente desentrenados cuando fueron combinados entrenamientos de fuerza y resistencia (28).

Hunter et al. (28) también encontraron que la fuerza no fue comprometida en un grupo previamente entrenado en resistencia que combinó entrenamientos de fuerza y resistencia. Nelson et al. (37) encontraron que el desarrollo de la

fuerza no fue comprometido por el entrenamiento de resistencia y fuerza concurrente en un grupo previamente desentrenado, pero ocurrió una inhibición en el desarrollo aeróbico durante la última parte de las 20 semanas del estudio.

De este modo, otros autores no reportaron interferencias para el desarrollo de la fuerza y la resistencia con entrenamientos de fuerza y resistencia simultáneos (3, 16). Evidencias anecdóticas y comentarios de jugadores, los cuales realizan entrenamientos combinados sugieren que la velocidad y la potencia pueden ser comprometidas con el entrenamiento de resistencia.

Claramente, hay una falta de acuerdo en las investigaciones acerca de si el entrenamiento de la fuerza y la resistencia afecta negativamente el desarrollo de un componente u otro. Además, pocos estudios han señalado la influencia del entrenamiento de fuerza y resistencia concurrente sobre los componentes de la potencia y la velocidad, los cuales constituyen requerimientos importantes para los juegos de equipo. La diferencia en el estado de entrenamiento de los sujetos puede afectar los resultados alcanzados. También, las variaciones en los diseños de los estudios de los trabajos científicos ya citados hacen que los lineamientos de entrenamiento sean difíciles de formular.

De este modo, el propósito de este estudio fue examinar los efectos del entrenamiento de fuerza y resistencia concurrentes sobre el desarrollo de la fuerza, la velocidad, la potencia y la resistencia en jugadores de deportes de equipo, durante un período de 8 semanas. Para reflejar la relevancia de la situación práctica encontrada en la preparación del equipo de pretemporada, fue importante seleccionar jugadores que habían estado activamente involucrados en juegos y entrenamientos competitivos durante la temporada anterior, pero que hubieran completado un período de descanso/recuperación de aproximadamente 4 semanas. Para ayudar a interpretar estos hallazgos, fueron también examinados los efectos del entrenamiento de fuerza solo y del entrenamiento de resistencia solo. Adicionalmente, fue incluido un grupo control para la comparación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos

Fueron reclutados 56 sujetos de equipos de rugby y de equipos de la Asociación Atlética Gaélica (GAA). Todos los jugadores tenían experiencia en entrenamiento de fuerza, y todos habían participado en competiciones y entrenamientos con sus respectivos equipos durante la temporada anterior. Los jugadores no habían estado involucrados en ningún entrenamiento formal de equipo o individual por al menos 4 semanas antes del comienzo de este estudio.

Los datos descriptivos son presentados en la Tabla 1. Todos los sujetos fueron completamente informados acerca de los requerimientos y posibles riesgos del estudio, todos dieron un informe de consentimiento por escrito para participar en el estudio. Los sujetos fueron asignados al azar a uno de cuatro grupos, cada uno consistía de 14 jugadores. 7 sujetos se retiraron del estudio debido a compromisos sociales y laborales, otros 2 debido a lesiones ocurridas durante el trabajo, y 6 debido a otros compromisos deportivos. La división final de los cuatro grupos fue la siguiente: grupo control (C), n =10; grupo entrenamiento de fuerza y resistencia (S+E), n =10; solo entrenamiento de resistencia (E), n =12; y solo entrenamiento de fuerza (S), n =9.

Grupo Fuerza

El grupo de entrenamiento de la fuerza entrenó 3 días a la semana por 8 semanas. Dos días de entrenamiento consistieron de trabajos de alta intensidad usando porcentajes mayores al 70 % del peso para una repetición máxima (1 RM) desde la semana 2 hasta la 8. También, fueron completadas evaluaciones de 1 RM en sentadilla y press de banca durante las semanas 3 y 5, para calcular las cargas de entrenamiento subsecuentes en estos ejercicios. La Tabla 2 esboza los detalles de los ejercicios completados y la resistencia usada.

En el tercer día, era completado un entrenamiento que consistía de tres series de 10 RM usando los siguientes ejercicios: estocadas, remo al cuello, vuelos con mancuernas, press de tríceps, elevación de gemelos, abdominales con las rodillas flexionadas. Cuando los sujetos completaban 3 series de 10 repeticiones, la carga era incrementada. El programa de entrenamiento de la fuerza contenía un grado de entrenamiento de fuerza resistencia. Esto reflejo el tipo de entrenamiento de fuerza en el cual estaban regularmente implicados los jugadores Gaélicos y de rugby durante la pretemporada.

Grupo Resistencia

Los sujetos en este grupo corrían 4 días a la semana, 2 de los cuales involucraban una carrera continua a baja intensidad. Los sujetos corrían a una frecuencia cardiaca correspondiente al 70% de la frecuencia cardiaca máxima, calculada como

220- edad. La duración de esta carrera se incrementó gradualmente desde 20 min en la primera semana hasta 60 min en la semana 8.

En el tercer día, los sujetos realizaban una carrera fartlek compuesta por carreras a paso variado. En resumen, una trote suave de 5 min era seguido por una carrera a paso rápido por aproximadamente 200 m, luego un trote de 200 m. Esto era repetido varias veces. Luego de esto, los sujetos completaban una serie de carreras a paso rápido de distancias cortas (30-100 m), cada uno seguido por un trote de recuperación. Los sujetos terminaban la carrera con un trote suave continuo por 5 min. La duración de la carrera fartlek fue gradualmente incrementada desde 15 min en la semana 1 hasta 35 min en la semana 8.

La cuarta sesión de entrenamiento consistió de una carrera continua al 85 % de la frecuencia cardiaca máxima. La duración de esta carrera fue gradualmente incrementada desde 20 min en la semana 1 hasta 40 min en la semana 5, y fue mantenida en 40 min para el resto del estudio. Durante todas las sesiones de entrenamiento, la frecuencia cardiaca era monitoreada por medio de telemetría (Polar Electro, Finlandia). Luego de las carreras de entrenamiento, los registros de las frecuencias cardiacas eran examinados regularmente por el mismo investigador.

Grupo Fuerza + Resistencia

Los sujetos de este grupo realizaron ambos programas de entrenamiento de fuerza y resistencia 5 días a la semana: Lunes, carrera suave (70 % de la frecuencia cardiaca máxima) y pesos de intensidad moderada; Martes, fartlek; Miércoles, pesos de alta intensidad y carrera suave (70 % de la frecuencia cardiaca máxima); Jueves, descanso, Viernes, carrera de alta intensidad (80 % de la frecuencia cardiaca máxima); Sábado, pesos de alta intensidad.

Todos los sujetos de los programas de carreras fueron instruidos para correr sobre pasto siempre que fuera posible. Además, fueron instruidos para no entrenar 3 días antes de las re-evaluaciones al final de la semana 8. Se pensó que cualquier fatiga residual como resultado de los programas de entrenamiento sería eliminada durante este período de descanso.

Evaluaciones

Las siguientes variables fueron medidas para cada sujeto: edad, talla, peso corporal, porcentaje de grasa (% de grasa), salto vertical, tiempo de carrera de 20 m (20 m), y máxima captación de oxígeno estimada (EVO_2 máx.). La talla fue medida redondeando a la cifra más próxima al centímetro (cm) usando un estadiómetro portátil. El peso fue medido usando una balanza con balancín en equilibrio (Seca) redondeando a la cifra más próxima a 0.1 kg. Las mediciones de pliegues cutáneos fueron usadas para estimar el % de grasa. Fueron usados los procedimientos de Lohman (34) para determinar la densidad corporal, y las conversiones subsiguientes para la grasa corporal estimada fueron calculadas de acuerdo al método de Siri (44).

La altura del salto vertical fue registrada usando un aparato para medición del salto vertical (Cranlea, Birmingham). A cada sujeto se le permitió practicar un despegue con ambas piernas usando un impulso de brazos libre antes de la medición. Fue analizado el mejor de tres intentos. La velocidad sobre 20 m fue registrada usando un dispositivo de cronometraje electrónico digital de alta precisión (Cranlea, Birmingham). Los sujetos estaban parados detrás de la primera línea. El cronometraje empezaba cuando los sujetos cruzaban el haz infrarrojo en la línea de partida que estaba 1 metro al frente de la primera línea. Cada sujeto realizó 3 sprints y era registrado el mejor tiempo. Fue usado un protocolo de carreras de múltiples etapas (6) para estimar la máxima captación de oxígeno. En resumen, los sujetos corrían hacia delante y hacia atrás entre dos líneas en un recorrido de 20 m. El ritmo de carrera era establecido por medio de señales de audio emitidas a intervalos específicos desde un grabador. El ritmo de carrera era progresivamente incrementado cada minuto a través de toda la evaluación. Los resultados de esta evaluación mostraron altas correlaciones con la captación máxima de oxígeno determinada directamente (r =0.84 y 0.93) y un coeficiente de confiabilidad test-retest de 0.97 (33, 41).

A todos los sujetos se les pidió que mantuvieran sus hábitos alimenticios normales a lo largo de todo el estudio, y todos hicieron un registro dietario en un período de 2 días durante el estudio. Adicionalmente, todos los sujetos mantuvieron un diario de actividad/entrenamiento. Fueron registrados los detalles de todas las actividades de entrenamiento y recreacionales. Los diarios fueron analizados a través de todo el estudio para evaluar el cumplimiento del entrenamiento y para monitorear las intensidades de entrenamiento y los progresos.

El orden de las evaluaciones fue establecido de modo que los sujetos no estuvieran fatigados cuando realizaban las evaluaciones. El orden de evaluación fue el siguiente: talla, peso, medición de los pliegues cutáneos, salto vertical, carrera de 20 m, y evaluación de carrera de etapas múltiples. En otro día, fueron registrados los levantamientos de 1 RM para los ejercicios de sentadilla y press de banca de acuerdo a las técnicas previamente descritas (14, 39).

Las determinaciones test-retest para las evaluaciones en este estudio son presentadas en la Tabla 3, la cual presenta los coeficientes de confiabilidad, medias y desvíos estándar para ambas evaluaciones con los límites de confianza del 95 %, y los coeficientes de variación pro error en los métodos (43). Transcurrió un período de 48 hs entre las determinaciones test-retest. No fueron encontradas diferencias sistemáticas entre los valores de las medias de ambas evaluaciones. El coeficiente de variación de error por los métodos indicó la variabilidad del desvío estándar de la diferencia media entre las evaluaciones. Todos los coeficientes de error por los métodos fueron menores al 6 %, indicando una reproducibilidad aceptable de las evaluaciones usadas en este estudio. Además, todos los coeficientes de confiabilidad fueron aceptables.

Grupo	n	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg)	% de Grasa
Control	10	24,0 ±3,0	181 ±2.9	79,5 ±8,5	17.9 ±5.3
Fza. & Resistencia	10	23,4 ±3,6	180 ±3,9	80,6 ±8,6	17.9 ±4.8
Resistencia	12	24,0 ±2,8	179 ±4,5	80,7 ±10,7	18.1 ±6.2
Fuerza	9	24,3 ±3.6	182 ±3,9	78.9 ±10.3	18.0 ±5.8

Tabla 1. *Datos descriptivos de los sujetos.*

Análisis Estadísticos

Las diferencias entre los volúmenes de entrenamiento para los ejercicios de sentadilla y press de banca entre los grupos S y S+E fueron analizadas usando test t no relacionados a dos colas. Un análisis de varianza a una vía con un test post hoc Scheffé fue usado para examinar diferencias en los constituyentes de la dieta y la ingesta total de energía entre los cuatro grupos.

Un análisis de varianza de dos factores (Factor A =cuatro niveles) con mediciones repetidas sobre el Factor B (pre-entrenamiento y post-entrenamiento) fue usado para analizar los datos de entrenamiento. Ya que fueron esperadas diferencias entre los grupos para ciertas variables, fue aplicado un test t a una cola luego de los análisis de varianza iniciales para identificar diferencias significativas entre los valores medios. La significancia estadística fue aceptada a una $p < 0.05$ para cada evaluación. Sin embargo, ya que todas las variables dependientes entre el pre y postentrenamiento estuvieron significativamente correlacionadas, fueron aplicados procedimientos de test de desigualdad Bonferroni (5) para emparejar los test t para las variables dependientes bajo el estudio.

Fueron hechas 6 comparaciones a partir de los 4 grupos, y luego se aplicó el procedimiento Bonferoni, el nivel alfa fue ajustado a una $p < 0.0083$. Tal procedimiento es recomendado para reducir las posibilidades de hacer un error Tipo 1 cuando muchas variables dependientes están siendo analizadas (5, 9). Sin embargo, la naturaleza conservativa de este procedimiento arriesga cometer un error de Tipo 2. De este modo fue usado un test de señal no paramétrica para suplementar el test paramétrico. Fue considerado que un test como este haría los análisis estadísticos más significativos. Todos los análisis estadísticos fueron completados usando el paquete estadístico SPSS-X (45).

RESULTADOS

No fueron encontradas diferencias ($p > 0.05$) entre los grupos S y S+E en el volumen total de entrenamiento (carga x series x repeticiones) para los ejercicios de sentadilla y press de banca, durante el período del estudio. Cuando fueron comparados los volúmenes semanales para los ejercicios de sentadilla entre los grupos, no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre los grupos desde la Semana 1 hasta la 7. Sin embargo, el grupo S completó un mayor volumen de entrenamiento ($p < 0.05$) en sentadilla en comparación con el grupo S+E durante la semana 8 (4955 ±638 kg vs. 4340 ±259 kg, respectivamente).

No fueron encontradas diferencias ($p > 0.05$) entre los cuatro grupos en las cantidades de proteínas, grasas, carbohidratos o energía total consumida a lo largo del período de reevaluación de la dieta de 2 días. No fueron encontradas diferencias preentrenamiento ($p > 0.05$) entre los grupos en ninguna variable antropométrica o de rendimiento durante el estudio. Fueron notadas diferencias significativas ($p > 0.05$) para los cuatro grupos entre los valores pre- y post-entrenamiento en el

peso corporal (Tabla 4). Ambos grupos E y S+E disminuyeron en el peso corporal, el primer grupo en 4 kg y el segundo en 1.7 kg. Esta disminución fue completada por medio de una reducción de un 3.3 % en el % de grasa para el grupo S+E y una reducción de 3.7% para el grupo E (Tabla 4). De manera contraria, el peso corporal se incrementó en los grupos C y S ($p < 0.05$). El grupo S ganó 2.9 kg de peso, a pesar que tubo una disminución de 1.4% en el % de grasa ($p < 0.05$). El grupo control ganó 1.0 kg de peso corporal incluyendo un incremento significativo ($p < 0.05$) en el % de grasa. No fueron observadas diferencias en los valores post-entrenamiento para el peso corporal o % de grasa a través de los grupos.

	Sem. 1		Sem. 2		Sem. 3		Sem. 4		Sem. 5		Sem. 6		Sem. 7		Sem. 8	
	S*R	%	S*R	%	S*R	%	S*R	%	S*R	%	S*R	%	S*R	%	S*R	%
Ejercicio	2*10	65	3*8	70	4*8	75	5*6	80	5*6	85	5*máx.	90	5*máx.	95	6*máx.	105
Sentadilla	2*10	65	3*8	70	4*8	75	5*6	80	5*6	85	5*máx.	90	5*máx.	95	6*máx.	105
Press de banca	2*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10		3*10	-
Flexión en camilla	2*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10		3*10	-
Polea al pecho	2*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10		3*10	-
Press militar	2*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10		3*10	-
Curl de brazos	2*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10	-	3*10		3*10	-
Crunchs	2*15	-	3*13	-	3*20	-	3*25	-	3*25	-	3*25	-	3*25		3*25	-

Tabla 2. *Entrenamiento de la fuerza completado 2 días/semana. Nota: están esbozadas las series (S) y repeticiones (R) para todos los ejercicios; están señalados los porcentajes (%) de las cargas de 1 RM para los ejercicios de press de banca y sentadilla.*

No fueron encontradas diferencias significativas en los valores pre-entrenamiento para las variables de press de banca o sentadilla entre los grupos (Tabla 5). Además, no ocurrieron cambios en el rendimiento de 1 RM en sentadilla o press de banca en los grupos C y E entre las evaluaciones pre y post-entrenamiento. Sin embargo, fueron halladas diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores pre- y post-entrenamiento para ambos grupos S+E y S, en los rendimientos en sentadilla y press de banca.

Los porcentajes de incremento en los grupos S+E y S para las evaluaciones de sentadilla y press de banca fueron 5.4 versus 16.7% para sentadilla, y 14.5 versus 20.9 % para press de banca en los grupos S+E y S, respectivamente. Hubo una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los grupos S+E y S en los valores de fuerza post-entrenamiento para la sentadilla. Además, fue observada una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el grupo S y los grupos C y E en los valores post-entrenamiento para el rendimiento de fuerza del tren superior y el tren inferior (Tabla 5).

No fueron observadas diferencias en los valores pre-entrenamiento para el salto vertical, la carrera de 20 m, o el EVO_2 máx. (Tabla 6). Solo el grupo S demostró un incremento significativo en el rendimiento en salto vertical a partir de los valores pre hasta post-entrenamiento (59.9 ±4.9 vs. 57.9 ±4.0 cm, $p < 0.05$).

No fueron encontrados cambios en los tiempos de carreras de 20 m a partir de los valores pre hasta post-entrenamiento para lso grupos C, S+E, y E. Sin embargo, el grupo S demostró una mejora en el tiempo de carrera (3.15 ±0.09 seg vs. 3.11 ±0.08 seg, $p < 0.05$) a partir de las ocasiones pre-entrenamiento hasta post-entrenamiento (Tabla 6).

Fueron encontrados cambios significativos ($p < 0.05$) en el EVO_2 máx. a partir de los valores pre- hasta post-entrenamiento para los grupos C, S+E, y E (Tabla 6). El grupo C disminuyó en el rendimiento mientras los grupos S+E y E mejoraron en este componente de la aptitud física como resultado del entrenamiento (7.3 y 10.8 %, respectivamente). El grupo S mostró un pequeño incremento no significativo (0.4 %) en este componente aeróbico de la aptitud física de los estados pre hasta post-entrenamiento. Fue observada una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los grupos S+E y C después del entrenamiento (Tabla 6). También hubo una diferencia significativa entre el grupo E y los grupos C y S ($p < 0.05$). Sin embargo, no fue encontrada ninguna diferencia después del entrenamiento entre los grupos E y S+E (59.3 ±2.9 vs. 57.5 ±2.9 ml. $kg.^{-1}$ min^{-1}, respectivamente).

Hubo buena concordancia entre el test t paramétrico post hoc y el test de señal noparamétrica para las 28 comparaciones desde pre- hasta post-entrenamiento. Hubo concordancia para las diferencias estadísticas entre métodos, y concordancia

para las comparaciones, donde no fueron encontradas diferencias.

Variable	Test	Retest	Limites de confiabilidad de 95 % (%)	V* (%)	r**
Test					
VJ (cm)	51,1 ±3,2	51,2 ±2,6	3,9	2,5	0,82
% de grasa	14,6 ±1,3	15,0 ±1,3	5,7	5,3	0,81
Carrera de 20 m (s)	3,20 ±0,11	3,22 ±0,15	2,7	2,0	0,80
Carrera ir y volver (nivel)	12,6 ±1,5	12,7 ±1,6	7,7	2,2	0,97
Esfuerzos de 1 RM					
Press de banca (kg)	88,2 ±13,3	89,0 ±13,8	10,1	2,7	0,96
Sentadilla (kg)	104 ±14,7	105,5 ±13,5	8,4	2,3	0,97

Tabla 3. *Determinaciones Test-Retest.*
**Error de método del coeficiente de variación: **coeficiente de confiabilidad.*

	Peso		% de grasa	
Grupo	Pre	Post	Pre	Post
Control	79,5 ±8,5 *	80,5 ±8,8	17,9 ±5,3	18,7 ±5,5
Fza. & Resistencia	80,6 ±8,6 *	78,9 ±7,3	17,9 ±4,8 *	14,6 ±3,5
Resistencia	80,9 ±10,7 *	76,9 ±9,1	18,1 ±6,2 *	14,4 ±4,3
Fuerza	78,9 ±10,3 *	81,8 ±9,8	18,0 ±5,8 *	16,6 ±5,3

Tabla 4. *Cambios en el peso corporal y en el % de grasa desde el pre- hasta el post-entrenamiento.*
**Significativamente diferente con respecto al post-entrenamiento, p <0.05.*

	Press de Banca (kg)		Sentadilla (kg)	
Grupo	Pre	Post	Pre	Post
Control	89,0 ±11,9	88,0 ±11,4	112,0 ±14,2	111,5 ±12,9
Fza. & Resistencia	86,0 ±11,3 *	98,5 ±9,1	112,0 ±11,1 *	118,0 ±9,8
Resistencia	84,6 ±11,2	85,0 ±9,3	114,6 ±13,9	112,1 ±12,7
Fuerza	85,0 ±13,5 * †	102,8 ±13,9	112,8 ±16,2 * ‡	131,7 ±13,7

Tabla 5. *Esfuerzos de 1 RM en press de banca y sentadilla para las evaluaciones pre- y post-entrenamiento. Diferencias significativas, p< 0.05, *entre pre- y post-entrenamiento; † entre el grupo S y los grupos C y E; ‡ entre el grupo S y los grupos C, E y S+E.*

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran que el entrenamiento de fuerza solo, resulta en incrementos de la fuerza, el salto vertical y la velocidad mientras que mantiene la resistencia. El entrenamiento S+E resultó en ganancias de resistencia y en fuerza del tren superior, pero comprometió las ganancias de fuerza del tren inferior y no promovió ganancias en el salto vertical o la velocidad.

Estudios anteriores han demostrado una relación inversa entre el rendimiento de resistencia aeróbica y el % de grasa (47). Ha sido estimado que un 1.0 % de incremento en el peso corporal disminuiría el rendimiento de resistencia en una evaluación de carrera de 12 min en aproximadamente un 1.5 % (47). Un incremento de 1.25 % en el peso corporal fue acompañado por un incremento de un 0.8 % en el % de grasa para los sujetos controles en este estudio. Este incremento en el peso corporal fue debido a la ausencia de entrenamiento físico en le grupo control, ya que no fueron encontradas diferencias en los constituyentes alimenticios y en el consumo total de energía entre los grupos. Se puede esperar una pequeña disminución en el EVO_2 máx. a partir de una ganancia significativa de peso sola. En el grupo control ocurrió una disminución significativa de 2.3 % en la resistencia, como fue medido por el EVO_2 máx., a través del período de 8 semanas de inactividad.

Los valores pre-entrenamiento en el EVO_2 máx. para los sujetos en este estudio fueron menores que aquellos observados en jugadores de elite, reportados en la literatura (rango =54-64 ml. kg.$^{-1}$ min^{-1}) (1, 10, 13, 36, 42). Sin embargo, los valores de EVO_2 máx. de los sujetos en este estudio son levemente mayores a los valores reportados para individuos recreacionales (22, 37). Aunque no fueron tomadas mediciones invasivas en este estudio, la disminución en el EVO_2 máx. pudo también ser una consecuencia de la relativamente rápida reducción en la actividad de las enzimas oxidativas después de que el entrenamiento ha cesado (21).

El rendimiento en fuerza, velocidad y salto vertical estuvo inalterado en las 8 semanas de inactividad en el grupo control, sugiriendo que es menos probable que estos componentes declinen en comparación al EVO_2 máx., a través del mismo período de tiempo. Los niveles pre-entrenamiento en fuerza se comparaban favorablemente con valores reportados en otros jugadores de juegos de campo (86 y 82 kg en press de banca) (10, 36). Los sujetos fueron instruidos a no tomar parte en entrenamientos de fuerza o resistencia a través del período de 8 semanas del estudio. Sin embargo, se les permitió participar en actividades recreacionales como tenis y golf. Los análisis de actividades diarias mostraron que ellos cumplieron totalmente con estas instrucciones.
El grupo E demostró un incremento de 10.8 % en el EVO_2 máx. Un incremento como este luego de 8 semanas de entrenamiento de resistencia es consistente con otras investigaciones (8, 37). El régimen de resistencia resultó en una disminución en el peso corporal y el % de grasa. Una mejora del rendimiento en los esfuerzos de 1 RM, salto vertical, y una reducción en el tiempo de carrera no serían esperadas luego del entrenamiento de resistencia.

	Salto Vertical (cm)		Carrera de 20 m (s)		EVO_2 máx.	
Grupo	**Pre**	**Post**	**Pre**	**Post**	**Pre**	**Post**
Control	54,6 ±4,6	53,9 ±3,7	3,12 ±0,08	3,13 ±0,07	52,9 ±3,8 *	51,7 ±3,0
Fza. & Resistencia	54,9 ±5,2	55,1 ±5,2	3,12 ±0,12	3,11 ±0,10	53,6 ± 3,9 *	57,5 ±2,9
Resistencia	52,4 ±3,6	53,0 ±3,9	3,16 ±0,11	3,17 ±0,11	53,5 ±3,8 *	59,3 ±2,9
Fuerza	54,9 ±4,9 *	57,9 ±4,0	3,15 ±0,09 *	3,11 ±0,08	53,7 ± 3,9 †	53,9 ±3,9

Tabla 6. *Variables para los grupos en las condiciones de pre- y post-entrenamiento.*
*Diferencias significativas entre las condiciones * pre- y post-entrenamiento, p< 0.05; † entre los grupos S+E y C, entre los grupos E y C, y entre los grupos E y S, p <0.05.*

La energía para la carrera estable de baja intensidad es generada predominantemente en las fibras de contracción lenta de los músculos que se ejercitan. Además, el entrenamiento de resistencia causa cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos específicos en el músculo esquelético (24, 25, 30, 32), y tales cambios no están asociados con el entrenamiento de fuerza, potencia y velocidad. No fueron encontradas mejoras en la fuerza, salto vertical o tiempo de carrera en el grupo E.

El entrenamiento de fuerza solo resultó en un incremento en el peso corporal y en mejoras en el rendimiento de sentadilla, press de banca, y salto vertical con una disminución de los niveles de % de grasa. Fue hallada evidencia de una mejora en la carrera de 20 m, pero no ocurrieron cambios en el EVO_2 máx. Los cambios en la fuerza fueron similares a otros hallazgos previamente reportados en la literatura (22, 27, 46).

Interesantemente, fue hallado que el rendimiento en salto vertical mejoro como consecuencia del entrenamiento de fuerza sin ningún entrenamiento específico de saltabilidad. Ha sido demostrado que el entrenamiento de fuerza, usando el ejercicio de sentadilla como el principal estímulo de entrenamiento, mejora el rendimiento en salto vertical (2, 28). El incremento observado en el presente estudio para el grupo S es similar a aquel encontrado por Adams y colegas para un grupo de sujetos con cierto antecedente en entrenamiento de la fuerza y usando un régimen de entrenamiento de la fuerza similar (2).

Sin embargo, en el estudio de Hunter y colegas (28) fue observado un incremento en el rendimiento en el salto vertical en un grupo entrenado en fuerza, un grupo entrenado en fuerza y resistencia y un grupo previamente entrenado en resistencia que entreno la fuerza y mantuvo las ganancias en resistencia. Los sujetos en aquel estudio tenían niveles de salto vertical bajos antes del estudio (todos los grupos ≤44,3 cm), en comparación con los valores encontrados en jugadores de campo en el presente estudio y en otros estudios (20). De este modo, no es sorprendente que el entrenamiento de fuerza aunque sea acompañado por el entrenamiento de resistencia, resulte en un incremento en el salto vertical.

De manera contraria, el grupo S+E en el presente estudio no mejoro en el salto vertical, aunque fueron encontrados incrementos en las mediciones de 1 RM. Mientras algunos investigadores no han encontrado un efecto de interferencia durante el entrenamiento de fuerza y resistencia concurrente (3, 16), otros han sugerido un efecto de interferencia del entrenamiento de resistencia sobre el desarrollo de la fuerza (11, 22, 26, 28, 37). La evidencia del presente estudio apoya los últimos hallazgos. Aunque se demostró que la fuerza se incrementó en el grupo S+E, el grupo S tubo un mayor incremento en la fuerza del tren inferior, como fue reflejado por el rendimiento en sentadilla.

No hubo diferencias en el volumen total de entrenamiento durante el programa de entrenamiento en la sentadilla o press de banca entre los grupos S y S+E. Sin embargo, el grupo S completó un volumen de entrenamiento un 14 % mayor en la sentadilla en comparación la grupo S+E durante la semana 8. Esto sugiere que hubo una interferencia en la capacidad del grupo S+E para alcanzar el mismo volumen de entrenamiento que el grupo S había conseguido en el ejercicio de sentadilla en la semana 8.

Adicionalmente, las ganancias en potencia pueden haberse debido a esta proporcionalmente mayor ganancia de fuerza del tren inferior en el grupo S. El rendimiento en potencia y salto vertical esta positivamente correlacionado al porcentaje de fibras de contracción rápida en el grupo muscular ejercitado (4, 17). Además, los efectos de entrenamiento de los regimenes de entrenamiento de fuerza y resistencia parecerían inducir efectos diferentes, sino opuestos sobre el músculo esquelético (15, 35). Así, el entrenamiento de la fuerza parece promover hipertrofia de las fibras musculares de contracción rápida (18), con un incremento en el rendimiento del salto vertical (2), mientras que los efectos del entrenamiento de resistencia pueden causar una disminución en las fibras musculares de contracción rápida y quizás una transición hacia las fibras de contracción lenta (32) y una disminución en el rendimiento en el salto vertical (38). De este modo las demandas duales situadas sobre los músculos que se ejercitan en entrenamientos combinados podrían haber producido cambios fisiológicos conflictivos.

Además, el presente estudio encontró una mejora significativa en el tiempo de carrera de 20 m en el grupo S, el cual no estuvo replicado en el grupo S+E. Esto sugiere que el desarrollo de la velocidad podría estar comprometido por el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia. De este modo es razonable asumir algún efecto de entrenamiento para la velocidad sobre 20 m como consecuencia del entrenamiento de fuerza solo.

La posibilidad del sobreentrenamiento como resultado del entrenamiento concurrente S+E ha sido destacada por otros investigadores (37) y podría explicar los presentes resultados. Un mayor cambio en el EVO_2 máx. en el grupo E daría apoyo al sobreentrenamiento para el grupo S+E. Sin embargo, el grupo E no demostró un incremento en el EVO_2 máx. superior al grupo S+E, aunque el grupo E mostró un incremento un 3,5 % mayor. Además, los sujetos fueron regularmente monitoreados en relación a efectos de sobreentrenamiento (7) y ningún signo de esto no fue evidente en el grupo S+E.

Conclusión

Los resultados de este estudio indican que el entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia sobre un período de pretemporada de 8 semanas produjo mejoras en la resistencia y en la fuerza del tren superior. Sin embargo, las ganancias de fuerza estuvieron comprometidas cuando fue llevado a cabo un entrenamiento combinado (resistencia y fuerza) en el mismo grupo muscular. Adicionalmente, el entrenamiento combinado no condujo a ganancias en el salto vertical y en la velocidad. De manera contraria, el entrenamiento de fuerza solo promovió ganancias en la fuerza, el salto vertical, y la

velocidad mientras mantenía un nivel de resistencia pre-entrenamiento. Estos resultados sugieren que los entrenadores o técnicos deberían ser cuidadosos cuando diseñan programas para sus jugadores, los cuales requieren fuerza, potencia, velocidad, y resistencia.

Aplicaciones Prácticas

La inactividad en un período de 8 semanas para atletas previamente inactivos podría conducir a una ganancia de peso, principalmente como resultado del almacenamiento de grasa corporal adicional. Puede ser esperada una reducción en el EVO_2 máx. Sin embargo, no debería haber cambios en la fuerza, el salto vertical, o la velocidad como resultado de no entrenar por 8 semanas.

Se puede esperar que el entrenamiento de resistencia solo durante 8 semanas resulte en una reducción significativa en el peso corporal y en la grasa corporal. Las ganancias en el EVO_2 máx. van a ocurrir en este período. Sin embargo, no habrá cambios en la fuerza, el salto vertical o la velocidad.

Un programa de entrenamiento de fuerza similar al usado en el presente estudio va a producir ganancias en la fuerza, el salto vertical, y la velocidad mientras se mantiene el EVO_2 máx. Adicionalmente, puede ser esperada una reducción en la grasa corporal y una ganancia en el peso.

La combinación del entrenamiento de fuerza y resistencia por 8 semanas es probable que produzca mejoras significativas en la fuerza y el EVO_2 máx. Sin embargo, las ganancias de fuerza están comprometidas cuando el mismo grupo muscular es ejercitado por ambos métodos de entrenamiento, esto es, entrenamiento combinado. También, el entrenamiento combinado va a interferir con las ganancias de salto vertical y velocidad. De este modo es importante darse cuenta de las limitaciones del entrenamiento combinado cuando se diseñan programas de entrenamiento para atletas que necesitan desarrollar los componentes de fuerza, potencia, velocidad y resistencia.

REFERENCIAS

1. Ackland, T., B. Dawson, and C. Robersts (1984). Pre-season fitness profile of Australian football prayers and umpires. *Sports Coach 8: 43- 48*
2. Adams, K., J.P. O'Shea, K.L. O'Shea, and M. Climstein (1992). The effects of six weeks of squat, plyometric and squatplyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res 6: 36- 41*
3. Asfour, S.S., M.M Ayoub, and A. Mital (1984). Effects of an endurance and strength training programme on lifting capability of males. *Ergonomics 27: 435-442*
4. Bosco, C., P.V. Komi, J. Tihanyi, G. Fekete, and P. Apor (1983). Mechanical power test and fibre composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol 51: 129-135*
5. Bryman, A., and D. Cramer (1990). Quantitative Data Analysis For Social Scientist. *London: Routledge*
6. Brewer, J., R. Ramsbottom, and C. Williams (1988). Multistage Fitness Test. *National Coaching Foundation. Leeds: White Line Press*
7. Calder, A (1990). Recovery: Restoration and regeneration as essential components within training programmes. *Excel 6: 15- 19*
8. Cheetham, M.E., and C. Williams (1987). High intensity training and treadmill sprint performance. *Brit J Sports Med 21: 14-17*
9. Collyer, C. E, and J.T. Enns (1991). Analysis of Variance The Basic Designs. *Chicago: Nelson-Hall*
10. Dawson, B (1985). Physical and physiological characteristics of eight league footballers. *Sports Coach 4: 8-12*
11. Dudley, G.A, R. Djamail (1985). Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise. *J Appl Physiol 59: 1446-1451*
12. Dudley, G.A., and S.J. Fleck (1987). Strength and endurance training. Are they mutually exclusive?. *Sports Med 4: 79- 85*
13. Ekblom, B (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med 3: 50-60*
14. Fry, A.C., and W.J. Kraemer (1991). Physical performance characteristics of American collegiate football players. *J Appl Sposts Sci Res 5: 126-138*
15. Garhammer, J (1987). Strength Training. *New York: Winner's Circle Books*
16. Gettman, L. R., P. Ward, and R.D. Hagan (1982). A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med Sci Sports Exerc 14: 229-234*
17. Hakkinen, K., M. Alen, and P.V. Komi (1984). Neuromuscular, anaerobic and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *Eur J Appl Physiol 53: 97-105*
18. Hakkinen, K., M. Alen, and P.V. Komi (1985). Changes in isometric force and relaxion time, electromyographic and muscle fibre characteristics fo human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand 125: 573-585*
19. Hazeldine, R. and T. McNab (1991). Fit for Rugby. *London: Kingswood Press*
20. Hennessy, L (1940). Physical fitness characteristics of Gaelic Athletic Association (GAA) players. *Coaching News. (In press)*
21. Henriksson, J., and J.S. Reitman (1997). Time course of changes in human skeletal muscle succinale dehydrogenase and cytochrome-oxydase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. *Acta Physiol Scand 99: 91-97*

22. Hickson, R.C (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur J Appl Physiol 45: 255-269*
23. Hickson, R.C., M.A. Rosenkoetter, and M.M. Brown (1980). Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med Sci Sports Exerc 12: 336-339*
24. Holloszy, J.O., and F.V. Booth (1976). Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle. *Am Rev Physiol 38: 273-295*
25. Hoppeler, H (1986). Exercise-induced ultrastructural changes in skeletal muscle. *Int J Sports Med 7: 187-204*
26. Hortobagyi, T., F.I. Katch, and P.F. Lachance (1991). Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *J. Sports Med Phys Fit 31: 20-30*
27. Houston, M.E., E.A. Froese, St. P. Valeriote, H.J. Green and D.A. Ranney (1983). Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: A one leg model. *Eur J Appl Physiol 51: 25-35*
28. Hunter, G., R. Demment, and D. Miller (1987). Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. *J Sports Med Phys Fit 27: 269-275*
29. Hydrik, L (1986). Strength and conditioning for Georgia Tech basketball. *NSCA Journal 8: 48-53*
30. Ingjer, F (1979). Effects of endurance training on muscle fiber ATP-ase activity, capillary supply and mitochondrial content in man. *J Physiol Lond 294: 419-432*
31. Islegen, C, and N. Akgun (1988). Effects of 6 weeks pre-seasonal training on physical fitness among soccer players. *In: Science and Football. T. Reilly, A. Lees, K. Davids, and W.J. Murphy, eds. London: E&FN Spon pp. 125-129*
32. Jansson, E., B. Sjodin, and P. Tesch (1987). Changes in muscle fibre type distribution after physical training. A sign of fibre type transformation?. *Acta Physiol Scand 104: 235-237*
33. Leger, L.A., and J. Lambert (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 máx. *Eur J Appl Physiol 49: 1-12*
34. Lohman, T.G (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. *Human Biol 53: 181-225*
35. MacDougall, J.D., D.G. Sale, and J.R. Moroz (1979). Mitocondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. *Med Sci Sports Exerc 11: 164-166*
36. Maud, P.J (1983). Physiological and anthropometric parameters that describe a Rugby Union team. *Brit J Sports Med 17: 16-23*
37. Nelson, A.G., D.A. Arnall, S.F. Loy, L.J. Silvester, and R.H. Conlee (1990). Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther 70: 287-294*
38. Ono, M., M. Miyashita, and T. Asami (1976). Inhibitory effect of long distance running training on the vertical jump and other performances among aged males. *In: Biomechanichs V-B. P.V. Komi, ed. Baltimore: University Park Press pp. 94-100*
39. O'Shea, J.P (1985). The parallel squat. *NSCA Journal 7 (1): 1-6*
40. O'Sullivan, E (1990). Fitness for Rugby. *Dublin: Irish Rugby Football Union*
41. Palicza, V.J., A.K. Nichols, and C.A.G. Boreham (1987). A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. *Brit J Sports Med 21: 163-165*
42. Power, K (1989). A fit state of affairs?. *Rugby World & Post. pp. 30-31. Sept*
43. Sale, D.G (1991). Testing strength and power. *In: Physiological Testing of the High-Perfomance Athlete. J.D. MacDougall, H.A. Wenger, and H.J. Green, eds. Champaign, IL: Human Kinetics pp. 74-78*
44. Siri, W.E (1956). The gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys 4: 239-280*
45. Statistical Package for the Social Sciences (SPSSx) User's Guide (1983). *New York: McGraw-Hill*
46. Thorstensson, A., B. Hulten, W. Von Dobeln, and J. Karlson (1976). Effect of strength training activities and fibre characteristics in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand 96: 392-398*
47. Watson, A.W.S (1988). Quantification of the influence of body fat content on selected physical performance variables in adolescent boys. *Irish J Med Sci 157: 383-384*
48. Weil, G (1985). University of Nortre Dame off-season strength and conditioning for offensive linesmen. *NSCA Journal 7: 28-30*

Cita Original

Hennessy, L.C. and A.W.S. Watson. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. J Strength and Cond Res 8 (1): 12-19. 1994.