Monograph

Efectos del Entrenamiento Pliométrico y la Recuperación sobre el Rendimiento en el Salto Vertical y la Potencia Anaeróbica

Jeffrey A Potteiger[1], Paul E Luebbers[1], Mathew W Hulver[2], John P Thyfault[2], Michael J Carper[3] y Robert H Lockwood[3]

[1]*Health and Human Perfomance Laboratory, Virginia Commonwealth University, Richmond, Virginia 23284.*
[2]*Department of Physiology, Brody School of Medicine, East Carolina University, Greenville, North Carolina 27858.*
[3]*University of Kansas, Department of Health, Sport and Exercise Sciences, Lawrence, Kansas 66044.*

RESUMEN

Nosotros examinamos los efectos de 2 programas de entrenamiento pliométrico, equiparados para el volumen de entrenamiento, los cuales fueron seguidos por un período de recuperación de 4 semanas, sobre el rendimiento de la potencia anaeróbica y el salto vertical. Hombres físicamente activos de edad universitaria fueron asignados aleatoriamente a un programa de 4 semanas (n=19, peso=73.4±7.5kg) o a un programa de 7 semanas (n=19, peso=80.1±12.5kg). Fueron medidas la altura del salto vertical, la potencia del salto vertical y la potencia anaeróbica por medio del test en escalera de Margaria en las condiciones de preentrenamiento (PRE), inmediatamente postentrenamiento (POST) y 4 semanas postentrenamiento (POST-4). La altura del salto vertical se incrementó desde PRE a POST-4 en los programas de entrenamiento de 4 semanas (67.8±7.9 hasta 69.7±7.6cm) y en el grupo de 7 semanas (64.6±6.2 hasta 67.2±7.6cm). La potencia del salto vertical disminuyó en el grupo de 4 semanas desde PRE (8660±546.5 W) hasta POST (8541±557.4W) sin ningún cambio en el grupo de 7 semanas. La potencia del salto vertical se incrementó desde PRE a POST-4 en el grupo de 4 semanas (8660±546.5W hasta 8793.6±541.4W) y en el grupo de 7 semanas (8702.8±527.4W hasta 8931.5±537.6W). La potencia anaeróbica mejoró significativamente desde PRE a POST-4 en ambos grupos. No hubo diferencias significativas entre los 2 grupos de entrenamiento. Los programas pliométricos de 4 y 7 semanas son igualmente efectivos para mejorar la altura del salto vertical, potencia del salto vertical, y potencia anaeróbica cuando son seguidos por un período de recuperación de 4 semanas. Sin embargo, un programa de 4 semanas puede no ser tan efectivo como un programa de 7 semanas si no es empleado un período de recuperación.

Palabras Clave: pliometría, entrenamiento de potencia, salto vertical, recuperación, entrenamiento, potencia

INTRODUCCIÓN

La capacidad para producir potencia explosiva del tren inferior puede ser un factor importante en el rendimiento de muchas actividades atléticas. Los deportes que requieren saltar, lanzar o esprintar dependen fuertemente de la fuerza-velocidad o potencia del atleta (1, 3, 19, 22). La pliometría es usada para mejorar la producción de potencia e incrementar

la explosividad (1) por medio del entrenamiento de los músculos para hacer más trabajo en una menor cantidad de tiempo (12). Esto es logrado por medio de la optimización del ciclo estiramiento-acortamiento, el cual ocurre cuando el músculo activo cambia desde una acción muscular excéntrica rápida (deceleración) a una acción muscular concéntrica rápida (aceleración; 14, 19, 22). El movimiento excéntrico rápido crea un reflejo de estiramiento que produce una acción muscular concéntrica más poderosa (14, 22) de la que podría ser generada en otras condiciones a partir de una posición de reposo (19). Mientras más rápido es estirado el músculo, más intensa es la fuerza producida, y más poderoso es el movimiento muscular (5, 22). Ha sido demostrado que los ejercicios pliométricos que explotan el ciclo estiramiento-acortamiento mejoran el rendimiento de la fase concéntrica del movimiento (8) e incrementan la producción de potencia (11). Tradicionalmente, los ejercicios pliométricos incluyen variaciones de ejercicios de saltos. Sin embargo, el verdadero entrenamiento pliométrico requiere el rápido pre-estiramiento (movimiento excéntrico) del músculo y un esfuerzo máximo del atleta durante la acción muscular concéntrica. Este tipo de entrenamiento pliométrico puede ser encontrado en varias formas de saltos en profundidad y saltos al cajón (14).

Los efectos del entrenamiento pliométrico sobre la mejora del rendimiento han sido estudiados por varios años. La literatura comprende una amplia variedad de evaluaciones, incluyendo los efectos de la pliometría sobre atletas y no atletas (22), sobre el rendimiento anaeróbico (19), y sobre el tamaño de las fibras musculares (19), así como su efectividad como un programa de entrenamiento único (6, 22) o como parte de un programa combinado concurrente con entrenamiento aeróbico (19); entrenamiento de fuerza (5, 6, 23); o electroestimulación (18). Las investigaciones han encontrado que la pliometría es efectiva para incrementar la producción de potencia (12) y el rendimiento del salto vertical (24).

Para nuestro conocimiento, ningún estudio ha establecido los efectos de diferentes duraciones de un programa de entrenamiento pliométrico sobre las mejoras en la producción de potencia. A partir de una perspectiva de entrenamiento, es importante determinar la duración de entrenamiento apropiada necesaria para provocar un rendimiento atlético pico. Nosotros también queremos saber si la ausencia de entrenamiento pliométrico durante un período de recuperación influenciaría el rendimiento del salto vertical y la potencia anaeróbica. El propósito de este estudio fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico de 4 y 7 semanas seguido de un período de recuperación de 4 semanas sin entrenamiento pliométrico, sobre el rendimiento en el salto vertical y la potencia anaeróbica.

MÉTODOS

Enfoque Experimental del Problema

El presente estudio fue conducido para comparar los efectos de 2 programas de entrenamiento pliométricos de igual volumen y de diferente duración de tiempo sobre el rendimiento del salto vertical y la potencia anaeróbica. Fue seleccionado un período de entrenamiento de 7 semanas porque esta duración de tiempo es similar a la duración de muchos programas pliométricos de pretemporada o de verano. Además, un programa pliométrico de 7 semanas es similar en duración a diferentes estudios de entrenamiento pliométrico que han demostrado efectos positivos sobre el rendimiento anaeróbico (1, 4, 12, 16, 19, 20). Fue utilizado un período de entrenamiento de 4 semanas para comparación debido a que el mismo permitiría que ocurran adaptaciones neuromusculares apropiadas. Adicionalmente, el mismo sería un período de tiempo suficientemente corto para una comparación práctica del programa de 7 semanas. El volumen de entrenamiento entre los 2 grupos fue controlado igualando el número de repeticiones o distancias cubiertas para los respectivos ejercicios. La actividad física adicional fue controlada durante el estudio así como durante el período de recuperación post-entrenamiento de 4 semanas.

No fue utilizado un grupo control para este estudio. Numerosos estudios han mostrado que la pliometría es efectiva para mejorar la producción de potencia anaeróbica y el rendimiento del salto vertical. La intención de este estudio sobre pliometría fue comparar los efectos de diferentes duraciones de programas de entrenamiento de igual volumen de trabajo sobre estas variables. Ya que el tiempo, o duración del programa, fue la variable independiente, nosotros elegimos no emplear un grupo control.

Sujetos

38 hombres jóvenes físicamente activos se ofrecieron para participar en el estudio. Los sujetos fueron asignados al azar a 1 de 2 grupos: un grupo de entrenamiento de 4 semanas (n=19) o un grupo de entrenamiento de 7 semanas (n=19). Ninguno de los sujetos había participado en ningún programa de entrenamiento pliométrico estructurado de ningún tipo antes del estudio. Todos los sujetos habían estado realizando consistentemente entrenamiento de la fuerza por al menos 3 meses antes del comienzo del entrenamiento pliométrico. Fue dada una explicación verbal del estudio a cada sujeto; el sujeto

proporcionaba luego un informe de consentimiento por escrito de acuerdo con los lineamientos de la universidad para la experimentación con humanos. Los sujetos también completaron un cuestionario de historia médica y fueron considerados sanos por los criterios establecidos por el Colegio Americano de Medicina del Deporte.

Diseño del Estudio

Cada sujeto hizo un total de 3 visitas al laboratorio de fisiología del ejercicio durante este estudio. La primera visita fue para la recolección de los datos pre-entrenamiento (PRE). Después de la visita inicial, los sujetos fueron asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento. El programa de entrenamiento pliométrico empezó dentro de una semana a partir de la recolección inicial de los datos. La segunda y tercera visita ocurrió inmediatamente post-entrenamiento (POST) y 4 semanas post-entrenamiento (POST-4). La composición corporal fue evaluada, y fueron administrados los tests de salto vertical y de potencia de Margaria durante cada una de las 3 visitas.

Mediciones Pre- y Post-Test

Para cada visita al laboratorio, los sujetos fueron instruidos para abstenerse de realizar ejercicio por 48 horas y de cafeína por 24 horas antes de las evaluaciones. Todas las evaluaciones fueron conducidas en el siguiente orden en cada visita: composición corporal, salto vertical, y test de Margaria.

La composición corporal fue evaluada por la medición del grosor de los pliegues cutáneos. El mismo técnico entrenado midió cada sujeto usando un calibre Lange (Beta Technology Inc., Cambridge, MA). Fueron tomadas tres mediciones en las regiones del tríceps, bíceps, subescapular, abdominal, suprailíaca, muslo y pantorrilla, con el porcentaje de grasa corporal (% de grasa) calculado en consecuencia (15).

La altura del salto vertical fue medida usando el método de saltar y alcanzar con un aparato de medición ajustable (Vertech, Inc., Falls Church, VA). Todos los sujetos completaron una entrada en calor controlada que consistía de trote y estiramientos y 3 saltos de práctica con un esfuerzo submáximo. A cada sujeto se le permitió realizar 3 saltos de evaluación con una recuperación de 3 minutos entre cada salto. A los sujetos se les permitió realizar un contramovimiento con los brazos y las piernas para cada salto. El coeficiente de correlación intraclase test-retest para la altura del salto vertical fue 0.9608 (α=0.9800). La mayor altura de los 3 saltos fue usada para determinar la potencia pico del salto vertical por medio de la fórmula de Harmon et. Al (10). El coeficiente de correlación intraclase test-retest para la potencia del salto vertical fue 0.9754 (α=0.9875).

El test de potencia en escalera de Margara fue conducido usando 2 alfombras de contacto colocadas en los escalones número 8 y 12 de una escalera de 18 escalones. Cada sujeto completó una entrada en calor controlada que consistía de estiramientos y 3 pruebas de práctica. Los sujetos empezaban a 2m de la base de la escalera. Los sujetos luego esprintaban hacia arriba de la escalera de a dos escalones por vez. Las alfombras de contacto registraban automáticamente el tiempo tomado entre los pasos 4 y 6 de los sujetos. La producción de potencia fue calculada usando la siguiente fórmula: $P=(WxD)/t$, donde P=potencia en watts, W=peso corporal en kilogramos, D=altura vertical entre los escalones, y t=tiempo en segundos (17). Coeficiente de correlación intraclase test-retest para el test de potencia anaeróbica en escalera de Margaria fue 0.8390 (α=0.9124).

Después de completar todas las mediciones pretest, los sujetos fueron asignados al azar a 1 de 2 grupos de entrenamiento. El grupo 1 (n=19) realizó entrenamiento pliométrico durante 4 semanas. El grupo 2 (n=19) realizó entrenamiento pliométrico durante 7 semanas. Los programas de entrenamiento fueron ajustados de modo que el volumen total de entrenamiento fue igual entre los dos grupos.

Programa de Entrenamiento Pliométrico

Los ejercicios de entrenamiento pliométrico fueron realizados 3 días a la semana. La intensidad para todos los ejercicios fue máxima, con cambios en el número de series y repeticiones en cada sesión. El entrenamiento pliométrico incluyó saltos verticales con 2 piernas, saltos con elevación de rodillas, saltos en longitud con ambas piernas, carrera con saltos con 1 y 2 piernas, y saltos en profundidad completados desde una altura de 40 cm. Durante los ejercicios de carrera con saltos y de saltos en profundidad, los sujetos fueron instruidos para minimizar el contacto con el suelo. Las instrucciones para todos los otros ejercicios fueron de alcanzar una altura máxima durante el movimiento muscular. El tiempo de recuperación entre las repeticiones y las series fue de 15-30 segundos.

Fue controlado que los dos grupos tuvieran un volumen de trabajo igual, igualando el número de repeticiones realizadas para cada actividad de saltabilidad y el total de metros cubiertos durante la carrera con salto. Las magnitudes totales de entrenamiento fueron las siguientes: saltos verticales=850 repeticiones; carrera con saltos=450m; saltos en longitud=675m, y saltos en profundidad=240 repeticiones. Los resúmenes semanales de los programas de entrenamiento son presentados en la Tabla 1.

El entrenamiento físico adicional más allá de la actividad normal diaria no fue permitido a ninguno de los grupos. Los grupos fueron también instruidos para continuar sus hábitos dietarios usuales a través de todo el estudio. Cada grupo completó mediciones post-test 48 horas después de la cesación de sus programas de entrenamiento y de nuevo luego de un período de recuperación adicional de 4 semanas. Fueron seguidos los mismos procedimientos y agenda de evaluaciones usadas para las evaluaciones pre-test iniciales. No fue administrado ningún control para la actividad física o el entrenamiento durante el período de recuperación de 4 semanas a condición de que ningún ejercicio pliométrico fuera realizado.

Análisis Estadísticos

Fueron usados test t apareados para identificar cualquier diferencia significativa entre los grupos en PRE en las variables dependientes. Fue usado un análisis de covarianza (ANCOVA) con el valor PRE como la covariante para determinar diferencias significativas entre los grupos para la grasa corporal. Un análisis de varianza con mediciones repetidas fue usado para determinar diferencias significativas para la altura del salto vertical, y la potencia anaeróbica por medio del test de Margaria entre y dentro de los dos grupos de entrenamiento. La significancia estadística fue establecida a una $p \leq 0.05$. Todos los valores son reportados como medias±desvío estándar.

Tarea	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
Grupo de 4 Semanas							
Salto Vertical	15 (10)	20 (10)	25 (10)	25 (10)			
Saltos hacia delante †	3 (30 m)	5 (30 m)	7 (30 m)				
Saltos en longitud †	5 (15 m)	5 (30 m)	7 (30 m)	8 (30 m)			
Saltos en profundidad *	3 (5)	5 (9)	6 (15)	6 (15)			
Grupo de 7 Semanas							
Salto Vertical	5 (10)	9 (10)	11 (10)	13 (10)	13 (10)	17 (10)	17 (10)
Saltos hacia delante †	3 (30 m)	4 (30 m)	4 (30 m)	3 (30 m)	1 (30 m)		
Saltos en longitud †	1 (15 m)	2 (30 m)	4 (30 m)	4 (30 m)	4 (30 m)	4 (30 m)	4 (30 m)
Saltos en profundidad*			2 (10)	3 (10)	6 (10)	6 (10)	7 (10)

Tabla 1. *Programa de entrenamiento pliométrico usado por los grupos de entrenamiento de 4 y 7 semanas. * Número de series seguido por repeticiones; † Número de series seguido por la distancia*

RESULTADOS

En general, los sujetos en el grupo de 4 semanas eran más jóvenes y magros que los sujetos del grupo de 7 semanas. Hubo una diferencia significativa en la edad entre los 2 grupos (grupo 4 semanas, 20.4±1.6 años vs. grupo de 7 semanas, 22.7±3.1 años). Los resultados de la composición corporal y la masa corporal son presentados en la Tabla 2. Hubo también una diferencia significativa en el porcentaje de grasa corporal entre los 2 grupos al comienzo del estudio. No hubo diferencias significativas en la masa corporal entre los grupos luego del entrenamiento. Sin embargo, hubo una diferencia significativa dentro de los dos grupos. El grupo de 4 semanas experimentó un incremento del 1.1% en la masa corporal desde PRE hasta POST. El grupo de 7 semanas experimentó un incremento de 1.1% en la masa corporal desde PRE a POST y un incremento de 1.9% desde PRE a POST-4.

Los resultados de la altura del salto vertical son presentados en la Tabla 3. La altura del salto vertical disminuyó en ambos grupos desde PRE a POST entrenamiento. Hubo una disminución significativa de 3.5% para el grupo de 4 semanas y una disminución de 0.3% para el grupo de 7 semanas. Sin embargo, ambos grupos experimentaron incrementos significativos desde POST a POST-4. EL grupo de 4 semanas incrementó la altura del salto vertical en un 6.5% desde POST a POST-4, mientras que el grupo de 7 semanas incrementó la altura del salto vertical en un 4.4% desde POST a POST-4. En general, ambos grupos experimentaron incrementos significativos en la altura del salto vertical cuando esta se midió desde PRE a POST-4. El grupo de 4 semanas tuvo un incremento medio de 1.9cm. o 2.8%, mientras que el grupo de 7 semanas tuvo un incremento medio de 2.6cm. o 4.0%. No hubo diferencias significativas entre los 2 grupos para la altura del salto vertical.

Los resultados para la potencia del salto vertical son presentados en la Tabla 3. La potencia del salto vertical disminuyó significativamente desde PRE a POST en el grupo de 4 semanas, mientras que no hubo ningún cambio en la potencia del salto vertical desde PRE a POST en el grupo de 7 semanas. Ambos grupos tuvieron incrementos significativos desde POST a POST-4; hubo incrementos de 3.0% para el grupo de 4 semanas y de 2.3% para el grupo de 7 semanas. Ambos grupos también experimentaron incrementos en la potencia del salto vertical cuando la misma fue medida desde PRE a POST-4. El grupo de 4 semanas tuvo un incremento significativo de 1.5%, y el grupo de 7 semanas tuvo un incremento de 2.6%. No hubo diferencias significativas entre los dos grupos para la potencia del salto vertical.

Los resultados de la potencia anaeróbica son presentados en la Tabla 3. La potencia, como fue medida por el test en escalera de Margaria, se incrementó en ambos grupos desde PRE a POST, pero solo significativamente dentro del grupo de 7 semanas. Ningún grupo experimentó incrementos significativos en la potencia cuando la misma fue medida desde POST a POST-4. Sin embargo, en ambos grupos de entrenamiento, la producción de potencia se incrementó significativamente cuando se midió desde PRE a POST-4. El grupo de 4 semanas tuvo un incremento de 5.8% en la producción de potencia anaeróbica, y el grupo de 7 semanas tuvo un incremento de 8.0%. No hubo diferencias significativas entre los 2 grupos para la producción de potencia anaeróbica.

	PRE	POST	POST-4
Masa Corporal (kg)			
4 semanas	73.4±7.5	74.2±7.7 *	75.0±6.5
7 semanas	80.1±12.5	80.9±12.9 *	81.6±13.2 *†
% de Grasa			
4 semanas	8.8±3.2	8.6±3.2	8.5±2.7
7 semanas	11.6±4.3	11.7±4.2	11.9±4.3

Tabla 2. *Masa corporal y composición corporal en los grupos de 4 semanas (n=19) y de 7 semanas (n=19) antes y luego del entrenamiento pliométrico (los valores son presentados como medias±desvío estándar). * Significativamente diferente con respecto a PRE; † Significativamente diferente con respecto a POST.*

	PRE	POST	POST-4
Altura del Salto Vertical (cm)			
4 semanas	67.8±7.9	65.4±7.8 *	69.7±7.6 *†
7 semanas	64.6±6.2	64.4±8.8	67.2±7.6 *†
Potencia del Salto Vertical (W)			
4 semanas	8660.0±546.5	8541.6±557.4 *	8793.6±541.4 *†
7 semanas	8702.8±527.4	8729.6±598.4	8931.5±537.6 *†
Potencia en el test de Margaria (W)			
4 semanas	1070.6±107.6	1110.4±133.1	1132.5±151.0 *
7 semanas	1121.9±174.7	1192.2±189.1 *	1211.9±172.6 *

Tabla 3.*Altura del salto vertical, potencia del salto vertical y potencia en el test de Margaria en los grupos de 4 semanas (n=19) y de 7 semanas (n=19), antes y después del entrenamiento pliométrico (los valores son presentados como medias±desvío estándar). * Significativamente diferente con respecto a PRE; † Significativamente diferente con respecto a POST.*

DISCUSIÓN

La pliometría es una forma popular de entrenamiento para mejorar el rendimiento en el salto vertical y la potencia anaeróbica. Sin embargo, poco es conocido acerca de la efectividad de diferentes duraciones de entrenamiento sobre estos parámetros. Como con otras formas de entrenamiento, es importante entender la duración necesaria para emplear con el objeto de incurrir resultados óptimos y evitar el sobreentrenamiento. Ningún estudio ha examinado la influencia del tiempo

de recuperación antes de la competición luego de este tipo de programa.

En el presente estudio, los programas de entrenamiento pliométrico de duraciones de 4 y 7 semanas, equiparados para el volumen de entrenamiento, resultaron en incrementos significativos en la altura del salto vertical, la potencia del salto vertical, y la potencia medida por medio del test en escalera de Margaria. Sin embargo, con la excepción del test de Margaria del grupo de 7 semanas, los incrementos significativos solo fueron observados cuando el programa de entrenamiento fue usado en conjunto con un período de recuperación de 4 semanas. Cuando la altura del salto vertical, la potencia del salto vertical y la potencia anaeróbica fueron medidas inmediatamente después de de la cesación del programa de entrenamiento pliométrico no fueron observados cambios y en algunos casos fueron observadas disminuciones.

El uso de entrenamiento pliométrico ha sido recomendado por varios años como un medio para mejorar el rendimiento en deportes y actividades en las cuales la potencia del tren inferior juega un rol clave en el éxito (6). Durante un movimiento pliométrico, los músculos experimentan un cambio muy rápido desde la fase excéntrica hasta la fase concéntrica. Este ciclo estiramiento-acortamiento disminuye el tiempo de la fase de amortiguación que permite una producción de potencia mayor a la normal (12, 19). La energía elástica almacenada en los músculos y la respuesta del reflejo de estiramiento son esencialmente explotadas de esta manera, permitiendo que sea hecho más trabajo por el músculo durante la fase concéntrica del movimiento (11, 12). Ha sido demostrado que los programas de entrenamiento que utilizan ejercicios pliométricos afectan positivamente el rendimiento en movimientos relacionados a la potencia como los saltos (4, 5, 12, 14) y la carrera de velocidad (2, 7, 20). En el presente estudio, fueron observadas mejoras en la altura del salto vertical, potencia del salto vertical, y en potencia en el test de Margaria, lo cual apoya a estos estudios anteriores.

Los incrementos en la potencia luego de un programa de entrenamiento pliométrico podrían deberse en parte a incrementos en el tamaño de las fibras musculares. Las mejoras en la producción de fuerza muscular han sido asociadas con incrementos en el tamaño de las fibras musculares (9, 21). Aunque no fue medido en el presente estudio, trabajos anteriores en nuestro laboratorio han mostrado que el entrenamiento pliométrico puede resultar en incrementos significativos tanto en el área de las fibras musculares Tipo I y Tipo II (19). El incremento potencial en el tamaño de las fibras musculares podría explicar los incrementos observados en la masa corporal dentro de los grupos, ya que no hubo cambios en el porcentaje de grasa corporal dentro de ninguno de los grupos durante el programa.

La mejora del rendimiento muscular debido a un programa de entrenamiento pliométrico puede también ocurrir debido en parte a un incremento del funcionamiento de las unidades motoras. Estudios previos han indicado que las adaptaciones neuromusculares como el incremento de la inhibición de los músculos antagonistas así como la mejor activación y co-contracción de los músculos pueden explicar las mejoras en la producción de potencia (13, 16). Esto pude explicar parcialmente las diferencias observadas en las mediciones POST entre los grupos. Ambos grupos experimentaron una disminución en la altura del salto vertical en POST, pero solo la disminución en el grupo de entrenamiento de 4 semanas fue significativa. El grupo de 4 semanas también experimentó una disminución significativa en la potencia del salto vertical en POST, mientras que el grupo de 7 semanas experimentó un incremento, aunque no estadísticamente significativo. Además, ambos grupos experimentaron un incremento en la potencia, la cual fue medida a través del test de Margaria, pero el incremento en el grupo de 7 semanas fue significativo, mientras que el incremento en el grupo de 4 semanas no lo fue. Las 3 semanas de tiempo de entrenamiento adicionales promovieron mayores adaptaciones neuromusculares en el grupo de 7 semanas, lo cual no fue posible en el período de entrenamiento más corto experimentado por el grupo de 4 semanas.

Otra posible razón para la disminución observada en las distintas mediciones POST en el grupo de entrenamiento de 4 semanas es que los sujetos estaban más probablemente en un estado de sobreentrenamiento. Además de las adaptaciones neuromusculares potencialmente mayores, el grupo de entrenamiento de 7 semanas no experimentó disminuciones (y en algunos casos incrementos) debido a que había un menor estado de sobreentrenamiento. Esto es probablemente debido al hecho de que más trabajo fue hecho en menos tiempo en el grupo de entrenamiento de 4 semanas.

Este estudio demostró la importancia que tiene un período de recuperación luego de un programa de entrenamiento pliométrico. Ningún grupo exhibió una mejora directamente después del período de entrenamiento, y el grupo de 4 semanas en realidad disminuyó su rendimiento. De este modo, el período de recuperación de 4 semanas usado en este estudio tuvo un fuerte efecto sobre el rendimiento. Este estudio no examinó la cantidad exacta de tiempo de recuperación necesario cuando tomamos mediciones solo en la condición post-entrenamiento y 4 semanas post-entrenamiento. No está claro si los resultados hubieran sido mejores con 1, 2, 3 o incluso más semanas de recuperación que las que fueron dadas. Sin embargo, está claro que el período de recuperación debería estar incluido luego del entrenamiento pliométrico. Además, cuando se diseña un programa pliométrico, la duración y el volumen de entrenamiento deberían determinar el período de recuperación.

El volumen total de trabajo para cada programa fue igualado por medio del control del número total de repeticiones

realizadas para cada actividad de saltabilidad y el número total de metros cubiertos durante las sesiones de saltos con carrera. Aunque el volumen de trabajo total fue considerado, controlar el nivel de intensidad fue más difícil. Los ejercicios pliométricos requieren un esfuerzo máximo con cada salto. La percepción del esfuerzo máximo es subjetiva. Fue usado aliento verbal en un intento de asegurar que los sujetos realizaran esfuerzos máximos a través de la duración del programa, pero está prohibida la medición objetiva del esfuerzo máximo en este tipo de investigaciones.

También debería ser destacado que no fue utilizado un grupo control para la actividad de los sujetos durante el período de recuperación de 4 semanas. Aunque los sujetos fueron instruidos para no realizar ningún entrenamiento pliométrico durante la recuperación, a los sujetos se les permitió retornar a sus actividades normales. Nosotros asumimos que los sujetos retornaron a sus actividades físicas normales, las cuales incluían al entrenamiento de la fuerza.

Finalmente, ya que los criterios requerían solo 3 meses consistentes de entrenamiento de la fuerza antes de la inclusión en el estudio, los niveles de aptitud física de los sujetos no fueron homogéneos. Estas diferencias podrían haber afectado los niveles de cambio observado durante el estudio. Es posible que los sujetos con niveles de entrenamiento similares puedan experimentar diferentes efectos de los que fueron observados en este estudio. Sería interesante ver futuros estudios en esta área conducidos con una población de muestra menos diversa.

Aplicaciones Prácticas

Desde una perspectiva de entrenamiento, es importante determinar una duración de entrenamiento y recuperación post-entrenamiento apropiadas para facilitar el rendimiento pico. Alcanzar máximas producciones de potencia es el objetivo de los atletas que participan en las competiciones de velocidad y potencia. Se ha demostrado que los programas de entrenamiento pliométrico incrementan la producción de potencia anaeróbica de un atleta. El presente estudio provee al atleta y al entrenador con una idea acerca de la utilización del entrenamiento pliométrico como un medio de incrementar la potencia anaeróbica. Estos datos indican que un programa de entrenamiento pliométrico de 4 semanas puede ser tan efectivo como un programa de entrenamiento de 7 semanas para mejorar el rendimiento del salto vertical, la potencia del salto vertical, y la potencia anaeróbica cuando es utilizado un período de recuperación de 4 semanas. Sin embargo, un programa de 4 semanas puede no ser tan efectivo como un programa de 7 semanas si no es incorporado un período de recuperación. De hecho, un alto volumen de entrenamiento en un corto período de tiempo, como el que experimentó el grupo de 4 semanas, disminuyó significativamente el rendimiento cuando no fue empleado un período de recuperación. De este modo, en la implementación de un programa de entrenamiento pliométrico de 4 a 7 semanas debería ser considerado el tiempo de recuperación post-entrenamiento disponible antes de la competición.

Dirección para Correspondencia

Jeffrey A. Potteiger ; correo electrónico: potteija@muohio.edu

REFERENCIAS

1. Adams, K., J.P. O'Shea, K.L. O'Shea, and M. Climstein (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J. Appl. Sport Sci. Res. 6:36–41*
2. Adams, T.M., D. Worley, and D. Throgmartin (1984). An investigation of selected plyometric training exercises on muscular leg strength and power. *Track Field Q. Rev. 84:36–40*
3. Baker, D (1996). Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training: A brief review. *J. Strength Cond. Res. 10:131–136*
4. Blattner, S.E., and L. Noble (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Res. Q. 50:583–588*
5. Clutch, D., M. Wilton, C. McGown, and G.R. Bryce (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Res. Q. 54:5–10*
6. Fatouros, I.G., A.Z. Jamurtas, D. Leontsini, K. Taxildaris, N. Aggelousis, N. Kostopoulos, and P. Buckenmeyer (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J. Strength Cond. Res. 14:470–476*
7. Ford, H.T., J.R. Puckett, J.P. Drummond, K. Sawyer, K. Gantt, and C. Fussell (1983). Effects of three combinations of plyometric weight training programs on selected physical fitness test items. *Percept. Motor Skills. 56:919–922*
8. Gehri, D.J., M.D. Ricard, D.M. Kleiner, and D.T. Kirkendall (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *J. Strength Cond. Res. 12:85–89*
9. Gollnick, P.D., B.F. Timson, R.L. Moore, and M. Riedy (1981). Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscles of rats. *J. Appl. Physiol. 50:936–943*
10. Harman, E.A., M.T. Rosenstein, P.N. Frykman, R.M. Rosenstein, and W.J. Kraemer (1991). Estimation of human power output from

vertical jump. *J. Appl. Sport Sci. Res. 5:116–120*
11. Hedrick, A., and J.C. Anderson (1996). The vertical jump: A review of the literature and a team case study. *J. Strength Cond. Res. 2:7–12*
12. Holcomb, W.R., J.E. Lander, R.M. Rutland, and G.D. Wilson (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *J. Strength Cond. Res. 10:89–92*
13. Komi, P.V (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc. Sport Sci. Rev. 12:81–121*
14. Lachance, P.F (1995). Plyometric exercise. *J. Strength Cond. Res. 8:16–23*
15. Lohman, T.G., A.F. Roche, and R. Martorell (1988). Anthropometric Standardization Reference Manual. *Champaign, IL: Human Kinetics*
16. Lyttle, A.D., G.J. Wilson, and K.J. Ostrowski (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *J. Strength Cond. Res. 10:173–179*
17. MacDougall, J.D., H.A. Wenger, and H.J. Green (1999). Physiological Testing of the High-Performance Athlete.
18. Maffiuletti, N.A., S. Dugnani, M. Folz, E. Di Peirno, and F. Mauro (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med. Sci. Sports Exerc. 34:1638–1644*
19. Potteiger, J.A., R.H. Lockwood, M.D. Haub, B.A. Dolezal, K.S. Almuzaini, J. Schroeder, and C.J. Zebas (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *J. Strength Cond. Res. 13:275–279*
20. Rimmer, E., and G. Sleivert (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *J. Strength Cond. Res. 14:295–301*
21. Thorstensson, A., B. Hulten, W. von Dobeln, and J. Karlsson (1976). Effect of strength training on enzyme activities and fibre characteristics in human skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand. 96:392–398*
22. Wagner, D.R., and M.S. Kocak (1997). A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *J. Strength Cond. Res. 11:251–255*
23. Wilson, G.J., A.J. Murphy, and A. Giorgi (1996). Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Can. J. Appl. Physiol. 21:301–315*
24. Wilson, G.J., R.U. Newton, A.J. Murphy, and B.J. Humphries (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc. 25:1279–1286*

Cita Original

Luebbers Paul E., Jeffrey A. Potteiger, Mathew W. Hulver, John P. Thyfault, Michael J. Carper y Robert H. Lockwood. Effects of Plyometric Training and Recovery on Vertical Jump Performance and Anaerobic Power. J Strength Cond Res; Vol. 17, No. 4, pp. 704-709, 2003.