

Article

Efectos de un Programa de Entrenamiento Pliométrico de Seis Semanas sobre la Agilidad

The Effects of a 6-Week Plyometric Training Program on Agility

Michael G Miller¹, Jeremy J Herniman¹, Mark D Ricard², Christopher C Cheatham¹ y Timothy J Michael¹

¹University of Texas-Arlington, Estados Unidos.

RESUMEN

El propósito del estudio fue determinar si seis semanas de entrenamiento pliométrico podrían mejorar la agilidad de un atleta. Los sujetos fueron divididos en dos grupos, un grupo de entrenamiento pliométrico y un grupo control. El grupo de entrenamiento pliométrico realizó un programa de entrenamiento basado en el método pliométrico durante seis semanas y el grupo control no realizó ninguna técnica pliométrica de entrenamiento. Todos los sujetos participaron en dos pruebas de agilidad: el test T y la prueba de agilidad de Illinois, y en un test en placa de fuerza para medir el tiempo de reacción en el suelo, las evaluaciones fueron realizadas pre- y post-entrenamiento. Fueron conducidos test estadísticos ANCOVA univariados para analizar el cambio en los valores (pre-post) en las variables dependientes de cada grupo (entrenamiento o control) con los valores pre-entrenamiento como covariables. El ANCOVA univariado reveló un efecto significativo de grupo ($F_{2,26}=25,42$, $p=0,0000$) para la medición de agilidad del test T. También fue encontrado un efecto significativo de grupo para la prueba de agilidad de Illinois ($F_{2,26}=27,24$, $p=0,000$). El grupo de entrenamiento pliométrico obtuvo tiempos post-test menores en comparación con el grupo de control en los tests de agilidad. Fue encontrado un efecto significativo de grupo ($F_{2,26}=7,81$, $p=0,002$) para el test en placa de fuerza. El grupo de entrenamiento pliométrico redujo el tiempo de contacto en el suelo en el post-test en comparación con el grupo control. Los resultados de este estudio demuestran que el entrenamiento pliométrico puede ser una técnica de entrenamiento eficaz para mejorar la agilidad de un atleta

Palabras Clave: salto, entrenar, variables de rendimiento, rapidez

ABSTRACT

The purpose of the study was to determine if six weeks of plyometric training can improve an athlete's agility. Subjects were divided into two groups, a plyometric training and a control group. The plyometric training group performed in a six week plyometric training program and the control group did not perform any plyometric training techniques. All subjects participated in two agility tests: T-test and Illinois Agility Test, and a force plate test for ground reaction times both pre and post testing. Univariate ANCOVAs were conducted to analyze the change scores (post - pre) in the independent variables by group (training or control) with pre scores as covariates. The Univariate ANCOVA revealed a significant group effect $F_{2,26} = 25.42$, $p=0.0000$ for the T-test agility measure. For the Illinois Agility test, a significant group effect $F_{2,26} = 27.24$, $p = 0.000$ was also found. The plyometric training group had quicker posttest times compared to the control group for the agility tests. A significant group effect $F_{2,26} = 7.81$, $p = 0.002$ was found for the Force Plate test. The plyometric

training group reduced time on the ground on the posttest compared to the control group. The results of this study show that plyometric training can be an effective training technique to improve an athlete's agility.

Keywords: Jumping, training, performance variables, quickness

INTRODUCCION

La pliometría abarca técnicas de entrenamiento usadas por los atletas en todos los tipos de deportes para aumentar la fuerza y la explosividad (Chu, 1998). La misma consiste en estirar rápidamente un músculo (acción excéntrica), lo cual es seguido inmediatamente por una acción concéntrica o de acortamiento del mismo músculo y tejido conectivo (Baechle y Earle, 2000). La energía elástica almacenada dentro del músculo se utiliza para producir más fuerza de la que puede ser proporcionada por una acción concéntrica aislada (Asmussen y Bonde-Peterson, 1974; Cavagna, 1977; Komi, 1992; Miller, et al., 2002; Pfeiffer, 1999; Wathen, 1993). Los investigadores han demostrado que el entrenamiento pliométrico, cuando es utilizado dentro de un programa de entrenamiento de la fuerza periodizado, puede incrementar el rendimiento en el vertical del salto, la aceleración, la fuerza de los miembros inferiores, la potencia muscular, incrementar la conciencia articular, y propiocepción general (Adams, et al., 1992; Anderst et al., 1994; Behi et al., 1987; Bobbert, 1990; Brown et al., 1986; Clutch et al., 1983; Harrison and Gaffney, 2001; Hennessy and Kilty, 2001; Hewett et al., 1996; Holcomb et al., 1996; Miller et al., 2002; Paasuke et al., 2001; Potteiger et al., 1999; Wilson et al., 1993).

Los ejercicios pliométricos implican generalmente parar, comenzar, y realizar cambios de dirección de manera explosiva. Estos movimientos son los componentes que pueden contribuir al desarrollo de la agilidad (Craig, 2004; Miller et al., 2001; Parsons et al., 1998; Yap et al., 2000; Young et al., 2001). La agilidad es la capacidad de mantener o controlar la posición del cuerpo mientras se cambia rápidamente de dirección durante una serie de movimientos (Twist y Benickly, 1995). Al parecer, el entrenamiento de la agilidad constituye un reforzamiento del programa motor a través del acondicionamiento neuromuscular y la adaptación neural de los husos musculares, de los órganos tendinosos de Golgi, y de los propioceptores articulares (Barnes y Attaway, 1996; Craig, 2004, Potteiger et al., 1999). Por medio de la mejora del equilibrio y el control de las posiciones del cuerpo durante el movimiento, en teoría la agilidad debería mejorar.

Se ha sugerido que los aumentos en la potencia y la eficiencia debido a los ejercicios pliométricos pueden aumentar el rendimiento de agilidad (Stone y O'Bryant, 1984) y las actividades pliométricas se han utilizado en deportes como fútbol, tenis u otros deportes en los que utilizar la agilidad puede ser útil para los deportistas (Parsons y Jones, 1998; Renfro, 1999; Robinson y Owens, 2004; Roper, 1998; Yap y Brown, 2000). Aunque ha sido demostrado que el entrenamiento pliométrico incrementa variables de rendimiento, hay poca información científica disponible para determinar si el mismo verdaderamente incrementa la agilidad. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico de seis semanas sobre la agilidad.

METODOS

Sujetos

Veintiocho sujetos se ofrecieron voluntariamente a participar en el estudio. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a dos grupos, un grupo de entrenamiento pliométrico y otro grupo control (Tabla 1). Los sujetos tenían por lo menos de 18 años de edad, estaban libres de lesiones en sus extremidades inferiores, y no estaban implicados en ningún tipo de entrenamiento pliométrico en el momento del estudio.

Tabla 1. Datos demográficos. Los datos son presentados como valores medios±DS.

	Grupo Control n=14 ($\bar{x}=10$, $s=4$)	Grupo de Entrenamiento n=14 ($\bar{x}=9$, $s=5$)
Edad (años)	24,2±4,8	22,3±3,1
Talla (m)	1,70±0,10	175,4±8,6
Masa Corporal (kg)	81,2±21,1	80,1±14,9

Procedimientos

Todos los sujetos acordaron en no cambiar o no aumentar sus hábitos de ejercicio durante el curso del estudio. El grupo de entrenamiento pliométrico participó de un programa de entrenamiento de seis semanas realizando diferentes ejercicios diseñados para los miembros inferiores (Tabla 2), mientras que el grupo de control no realizó ningún ejercicio pliométrico. Todos los sujetos fueron instruidos para no comenzar ningún programa de entrenamiento de la fuerza para los miembros inferiores durante el período de seis semanas y para realizar solamente actividades de la vida diaria normal. Antes del estudio, los procedimientos y lineamientos fueron presentados en forma oral y escrita. Los sujetos que aceptaron participar firmaron un formulario de consentimiento aprobado institucionalmente.

Tabla 2. Protocolo de entrenamiento pliométrico de 6 semanas.

Semana de Entren.	Vol. de Entren. (contactos de los pies)	Ejercicio Pliométrico	Series x Rep.	Int. de Entren.
Semana 1	90	Salto con los tobillos de un lado al otro	2 X 15	Baja
		Salto y alcanzar en el lugar	2 X 15	Baja
		Salto frontales a los conos	5 X 6	Baja
Semana 2	120	Salto con los tobillos de un lado al otro	2 X 15	Baja
		Salto en largo sin impulso	5 X 6	Baja
		Salto laterales sobre una barrera	2 X 15	Media
		Salto con dos piernas	5 X 6	Media
Semana 3	120	Salto con los tobillos de un lado al otro	2 X 12	Baja
		Salto en largo sin impulso	4 X 6	Baja
		Salto laterales sobre una barrera	2 X 12	Media
		Salto con dos piernas	3 X 8	Media
		Salto laterales a los conos	2 X 12	Media
Semana 4	140	Salto diagonales a los conos	4 X 8	Baja
		Salto en largo sin impulso con esprint lateral	4 X 8	Media
		Salto laterales a los conos	2 X 12	Media
		Salto con una sola pierna	4 X 7	Alta
		Salto laterales con una sola pierna	4 X 6	Alta
Semana 5	140	Salto diagonales a los conos	2 X 7	Baja
		Salto en largo sin impulso con esprint lateral	4 X 7	Media
		Salto laterales a los conos	4 X 7	Media
		Salto a los conos con giro de 180 grados	4 X 7	Media
		Salto con una sola pierna	4 X 7	Alta
		Salto laterales con una sola pierna	2 X 7	Alta
Semana 6	120	Salto diagonales a los conos	2 X 12	Baja
		Salto hexagonal	2 X 12	Baja
		Salto a los conos con esprint con cambio de dirección	4 X 6	Media
		Salto con dos piernas	3 X 8	Media
		Salto laterales con una sola pierna	4 X 6	Alta

El programa pliométrico de 6 semanas fue desarrollado usando dos sesiones de entrenamiento por semana. El programa de entrenamiento fue basado en recomendaciones respecto de la intensidad y el volumen de Piper y Erdmann (1998)

usando ejercicios, series y repeticiones similares. Desde un punto de vista fisiológico y psicológico, cuatro a seis semanas de entrenamiento de la potencia de alta intensidad constituye un período de tiempo óptimo para que el SNC sea estresado, sin un esfuerzo o fatiga excesiva (Adams et al., 1992). Algunos fisiólogos del deporte creen que las adaptaciones neuromusculares que contribuyen a la potencia explosiva ocurren inicialmente en el ciclo de la potencia de la fase de periodización del entrenamiento (Adams et al., 1992). Los ejercicios pliométricos fueron realizados solamente dos veces por semana para proporcionar un período de recuperación suficiente entre los entrenamientos, según lo recomendado por algunos investigadores (Adams et al., 1992).

El volumen del entrenamiento estuvo entre los 90 a los 140 contactos de los pies por sesión, mientras que la intensidad de los ejercicios se incrementó por cinco semanas antes de la disminución de la misma durante la semana seis, según lo recomendado por Piper y Erdmann (1998) y lo utilizado previamente en otro estudio (Miller et al., 2002). La intensidad del entrenamiento fue disminuida de modo que la fatiga no fuera un factor limitante durante el post-test. Durante el estudio el grupo de entrenamiento pliométrico entrenó a la misma hora, dos días a la semana. Durante el entrenamiento, todos los sujetos estuvieron bajo supervisión directa y fueron instruidos acerca de como realizar cada ejercicio.

Procedimientos de Evaluación

Para determinar la agilidad fueron realizados tres test, pre- y post-entrenamiento. El test T (Figura 1) fue utilizado para determinar la velocidad con cambios direccionales, tales como esprints hacia adelante, desplazamiento hacia la izquierda y derecha, y hacia atrás. La prueba de agilidad de Illinois (Figura 2) fue utilizada para determinar la capacidad de acelerar, desacelerar, girar en diversas direcciones y correr en diferentes ángulos. Estas tests fueron seleccionadas en base a datos de criterios establecidos para hombres y mujeres y debido a la validez y reproducibilidad reportadas (Pauole et al., 2000; Roozen, 2004). Finalmente fue utilizado un test en placa de fuerza (Figura 3) para medir la explosividad y la potencia (tiempo de contacto en el suelo durante el salto). Este test fue creado para imitar el ejercicio que requiere un atleta para mantenerse equilibrado con el objetivo de desplazar su peso corporal en diferentes direcciones.

Antes del entrenamiento fue valorada la condición inicial para la agilidad de todos los sujetos, usando para esto los tres tests previamente mencionados. La sesión de prueba total duraba aproximadamente una hora para cada sujeto e incluía el calentamiento, diez minutos de descanso entre los tests y aproximadamente tres minutos entre cada repetición. Se dio una explicación y una demostración acerca de cada test. Antes de realizar los tests, se les permitió a los sujetos realizar pruebas de práctica para que se familiarizaran con los procedimientos de los test. Todos los tests fueron compensados en los pre- y post-test para asegurar que los efectos de evaluación fueran minimizados. Los sujetos realizaron cada test 3 veces y los resultados fueron promediados.

Análisis Estadísticos

Los valores pre y post para las variables dependientes fueron analizados para determinar si las distribuciones eran normales usando el test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov y el test de Normalidad de Shapiro-Wilk. El cambio en los valores (pre y post) fue calculado para cada una de las variables dependientes: agilidad en el test T, Test de Agilidad de Illinois y test en placa de fuerza. El test ANCOVA de un solo factor fue utilizado para determinar las diferencias entre los grupos (control y entrenamiento pliométrico) para los valores de las variables dependientes usando los valores de la pre-test como covariable. El nivel alfa fue establecido a priori en $p < 0.05$. Para realizar los cálculos estadísticos fue utilizado el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (version 11.0: Chicago, Ill).

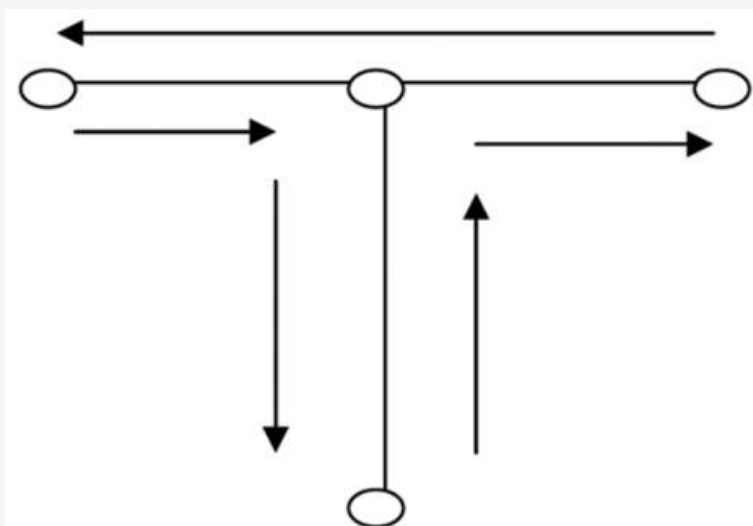


Figura 1. Procedimientos del test T. Los conos son colocados separados por 5 metros sobre una línea recta. Un cuarto cono es colocado 10 metros con respecto al cono del medio de modo que los conos formen una T: a) El atleta comienza en la base de la T, b) El evaluador da la señal para comenzar y cuando el atleta cruza la fotocélula se inicia el tiempo, c) El atleta corre hasta el cono del medio y lo toca, d) El atleta da pasos de costado 5 metros hacia el cono de la derecha y lo toca, e) El atleta da pasos de costado 5 metros de vuelta hacia el cono del medio y lo toca, f) El atleta corre 10 metros hacia atrás y toca el cono en la base de la T, g) El tiempo se detiene cuando el atleta cruza la fotocélula.

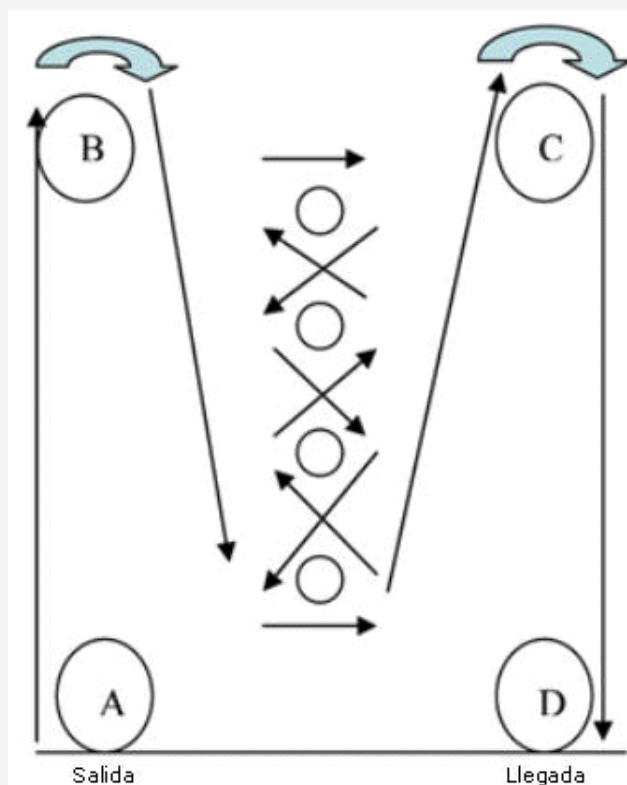


Figura 2. Procedimientos del Test de Agilidad de Illinois. El test se realiza con 4 conos que forman el área de agilidad (10 metros de largo x 5 metros de ancho). El cono en el punto A marca la salida. a) Los conos en B y C marcan los puntos de giro, b) El cono en el punto D marca el final del test, c) Colocar 4 conos en el centro del área de evaluación separados por 3,3 metros, d) Comenzar acostado con la cara hacia abajo con las manos a la altura de los hombros, e) Ante la orden "salida", el atleta comienza el test y el tiempo se inicia cuando se cruza la fotocélula, f) El atleta debe levantarse y correr por el camino establecido (de izquierda a derecha o de derecha a izquierda), g) En los puntos de giro B y C, hay que asegurarse de tocar los conos con la mano, h) La prueba se completa cuando se cruza la línea de llegada y cuando no es volteado ningún cono.

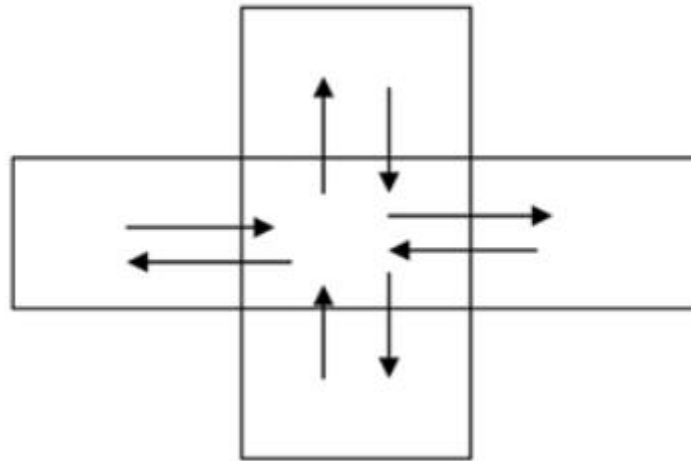


Figura 3. Procedimientos de agilidad en la placa de fuerza. Placa de Fuerza - yendo en sentido de las agujas del reloj sobre el pie dominante. a) El atleta comienza en el centro de la placa de fuerza, b) El atleta se equilibra sobre la pierna dominante, c) El atleta salta desde el centro hacia delante y hacia atrás al centro, d) Luego hacia al derecha y nuevamente hacia el centro, e) Luego hacia atrás y nuevamente hacia el centro, f) Luego hacia la izquierda y nuevamente hacia el centro.

RESULTADOS

Los promedios y desviaciones estándar para los tiempos de los grupos para los tres tests son presentados en la Tabla 3. Las pruebas de normalidad indicaron que las variables dependientes estuvieron normalmente distribuidas. El test ANCOVA de un solo factor reveló un efecto significativo de grupo ($F_{2,26}=25,42$, $p=0,000$, potencia=1,00) para el valor de cambio de la medición de agilidad del test T, al controlar las diferencias con el pre-test. Tal como se presenta en la Tabla 3, el grupo de entrenamiento pliométrico mejoró sus tiempos de agilidad del test T en $-0,62 \pm 0,24$ segundos, mientras que los tiempos del grupo control virtualmente no cambiaron, con un valor cambio de $0,01 \pm 0,14$ segundos. Para el valor de cambio en el test de agilidad de Illinois fue encontrado un efecto significativo de grupo ($F_{2,26}=27,24$, $p=0,000$, potencia=1,00), al controlar las diferencias con el pre-test. El grupo de entrenamiento pliométrico mejoró sus tiempos en la prueba de agilidad de Illinois en $-0,50 \pm 0,32$ segundos y los tiempos del grupo control cambiaron en $0,01 \pm 0,05$ segundos. Fue encontrado un efecto significativo de grupo ($F_{2,26}=7,83$, $p=0,002$, potencia=0,923) para el valor de cambio en el test en placa de fuerza, al usar los valores de la pre-test como covariable. El grupo de entrenamiento pliométrico mejoró sus tiempos en el test de agilidad en placa de fuerza en $-26,37 \pm 21,89$ milisegundos y el grupo de control logró un cambio en el tiempo de $-0,98 \pm 6,33$ milisegundos, ver la Tabla 3.

Tabla 3. Promedio (\pm desvío standard) de las 3 mediciones de agilidad. * Indica cambio significativo (pre-post) cuando se usan los valores pre-test como covariables, $p < 0.05$.

Test de Agilidad	Pre-test	Post-test
<i>Test T (s)</i>		
Entrenamiento	12,8 \pm 1,0	12,1 \pm 1,1 *
Control	12,6 \pm 1,1	12,6 \pm 1,1
<i>Test de Agilidad de Illinois (s)</i>		
Entrenamiento	17,1 \pm 1,7	16,6 \pm 1,6 *
Control	16,5 \pm 0,95	16,5 \pm 0,9
<i>Placa de Fuerza (ms)</i>		
Entrenamiento	256,9 \pm 28,2	230,5 \pm 37,2 *
Control	233,1 \pm 20,6	232,1 \pm 20,7

DISCUSION

Los tiempos fueron mejorados en un 4,86% para el test T, en un 2,93% para la prueba de agilidad de Illinois, y para el test en placa de fuerza, los sujetos lograron mejoras mayores al 10%. Encontramos diferencias significativas para los tres tests, nuestros resultados indican que el entrenamiento pliométrico mejoró los tiempos en las mediciones de los test de agilidad, debido a ya sea un mejor reclutamiento motor o adaptación nerviosa. En un estudio anterior acerca de entrenamiento pliométrico, los autores especularon en que las mejoras eran el resultado de un aumento en el reclutamiento de unidades motoras (Potteiger et al., 1999). Las adaptaciones neurales ocurren generalmente cuando los atletas responden o reaccionan como resultado de una mejora de la coordinación entre la señal del SNC y la retroalimentación propioceptiva (Craig, 2004). Sin embargo, no pudimos determinar si las adaptaciones neurales ocurren por medio de la sincronización del disparo de las motoneuronas o por una mejor facilitación de los impulsos nerviosos a través de la médula espinal, lo que también apoya las sugerencias de Potteiger y cols. (1999). De este modo son necesarios más estudios para determinar las adaptaciones neurales que se producen como resultado del entrenamiento pliométrico y como afectan a la agilidad.

Elegimos utilizar un test en placa de fuerza para determinar el tiempo de contacto en el suelo cuando el sujeto se prepara para cambiar de dirección, el cual es un componente importante de la agilidad y una ventaja del entrenamiento pliométrico. Roper (1998) utilizó un ejercicio con cuatro puntos, el cual era muy similar al test que implementamos con la placa de fuerza, ya que los patrones de movimiento requerían cambios de dirección hacia delante, hacia atrás y laterales en una sucesión rápida. Este investigador señaló que la relación entre el ejercicio pliométrico y el incremento del rendimiento en los tests de agilidad puede ser alta, debido a sus patrones de movimiento similares para facilitar la potencia y eficiencia de movimientos, por el cambio inmediato en la dirección luego del contacto en el suelo. Nuestros resultados, usando un test en placa de fuerza, apoyan las afirmaciones de Roper acerca de que un programa de entrenamiento pliométrico puede disminuir los tiempos de reacción en el suelo, debido al incremento en la potencia y eficiencia de movimiento muscular.

En nuestro estudio, los sujetos que realizaron el entrenamiento pliométrico fueron capaces de mejorar sus tiempos significativamente, tanto en el test T como en el test de agilidad de Illinois. De este modo, encontramos una relación positiva entre el entrenamiento pliométrico y ambos tests de agilidad. La mejora de la agilidad es beneficiosa para los atletas que requieren movimientos rápidos mientras realizan sus deportes y apoya los resultados de otros estudios. En un estudio con jugadores de tenis, los autores usaron un test T y un test con ejercicios por puntos para determinar la velocidad y la agilidad (Parsons y Jones, 1998). Los autores hallaron que los jugadores se volvieron más rápidos y ágiles, lo que les permitió llegar a más pelotas y ser jugadores de tenis más efectivos. Renfro (1999) midió la agilidad usando el test T con entrenamiento pliométrico mientras que Robinson y Owens (2004) usaron saltos pliométricos verticales, laterales y horizontales y demostraron mejoras en la agilidad.

Conclusiones

Los resultados de nuestro estudio son muy alentadores y demuestran los beneficios que el entrenamiento pliométrico puede tener sobre la agilidad. Los atletas pueden usar los ejercicios pliométricos no solo para romper la monotonía del entrenamiento, sino también para mejorar su fuerza y explosividad, mientras entrenan para ser más ágiles. Además, nuestros resultados apoyan la idea de que las mejoras en la agilidad pueden ocurrir en un período tan corto como 6

semanas de entrenamiento pliométrico, el cual puede ser útil para los atletas durante la última fase preparatoria antes de las competiciones de la temporada.

Puntos Clave

El entrenamiento pliométrico puede mejorar la agilidad de los atletas.

6 semanas de entrenamiento pliométrico pueden mejorar la agilidad de los atletas.

Los tiempos de reacción en el suelo disminuyen con el entrenamiento pliométrico.

Dirección para el Envío de Correspondencia

Michael G. Millar. Correo electrónico: michael.g.millar@wmich.edu

REFERENCIAS

1. Adams, K., O'Shea, J.P., O'Shea, K.L. and Climstein, M (1992). The effects of six weeks of squat, plyometrics, and squat plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports Science Research* 6, 36-41
2. Anderst, W.J., Eksten, F. and Koceja, D.M. (1994). Effects of plyometric and explosive resistance training on lower body power. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 226, S31
3. Asmussen, E. and Bonde-Peterson, F (1974). Apparent efficiency and storage of elastic energy in human muscles during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* 92, 537-545
4. Baechle, T.R. and Earle, R.W (2000). Essentials of strength training and conditioning. 2nd edition. Champaign, IL: National Strength and Conditioning Association
5. Barnes, M. and Attaway, J (1996). Agility and conditioning of the San Francisco 49ers. *Strength and Conditioning* 118, 10-16
6. Bebi, J., Cresswell, A., Engel, T. and Nicoi, S (1987). Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 558, 11-15
7. Bobbert, M (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine* 99, 7-22
8. Brown, M.E., Mayhew, J.L. and Boleach, L.W (1986). Effects of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 26, 1-4
9. Buttifant, D., Graham, K. and Cross, K (1999). Agility and speed of soccer players are two different performance parameter. *Journal of Sports Science* 117, 809
10. Cavagna, G (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sports Sciences Reviews* 5, 89-129
11. Chu, D.A (1998). Jumping into plyometrics. Champaign, IL: Human Kinetics
12. Clutch, D., Wilton, B., McGown, M. and Byrce, G.R (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 554, 5-10
13. Craig, B.W (2004). What is the scientific basis of speed and agility?. *Strength and Conditioning* 226(3), 13-14
14. Draper, J.A. and Lancaster, M.G (1985). The 505 Test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 117, 15-18.
15. Harrison, A.J. and Gaffney, S (2001). Motor development and gender effects on stretch-shortening cycle performance. *Journal of Science and Medicine in Sport* 4, 406-415
16. Hennessy, L. and Kilty, J (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to spring performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15, 326-331
17. Hewett, T.E., Stroupe, A.L., Nance, T.A. and Noyes, F.R (1996). Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *American Journal of Sports Medicine* 24, 765-773
18. Holcomb, W.R., Lander, J.E., Rutland, R.M. and Wilson, G.D (1996). A biomechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research* 110, 83-88
19. Komi, P.V (1992). The stretch-shortening cycle. In: Strength and power in sport. Boston, Mass: Blackwell Scientific. 169-179
20. Mayhew, J., Piper, F., Schwegler, T.M. and Ball, T.E (1989). Contributions of speed, agility and body composition to anaerobic power measurements in college football players. *Journal of Applied Sports Science Research* 33, 101-106
21. Miller, J.M., Hilbert, S.C. and Brown, L.E (2001). Speed, quickness, and agility training for senior tennis players. *Strength and Conditioning* 223(5), 62-66
22. Miller, M.G., Berry, D.C., Bullard, S. and Gilders, R (2002). Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *Journal of Sports Rehabilitation* 111, 269-283
23. Paasuke, M., Ereline, J. and Gapeyeva, H (2001). Knee extensor muscle strength and vertical jumping performance characteristics in pre and post-pubertal boys. *Pediatric Exercise Science* 113, 60-69
24. Parsons, L.S. and Jones, M.T (1998). Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. *Strength and Conditioning* 220(3), 14-19
25. Pauole, K., Madole, K. and Lacourse, M (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power and leg speed in college aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14, 443-450

26. Pfeiffer, R (1999). Plyometrics in sports injury rehabilitation. *Athletic Therapy Today* 4(3), 5
27. Piper, T.J. and Erdmann, L.D (1998). A 4 step plyometric program. *Strength and Conditioning* 220(6), 72-73
28. Potteiger, J.A., Lockwood, R.H., Haub, M.D., Dolezal, B.A., Alumzaini, K.S., Schroeder, J.M. and Zebas, C.J (1999). Muscle power and fiber characteristic following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 113, 275-279
29. Read, M (1996). An off-season strength and conditioning program for hockey. *Strength and Conditioning* 118(6), 36-39
30. Renfro, G (1999). Summer plyometric training for football and its effect on speed and agility. *Strength and Conditioning* 21(3), 42-44
31. Robinson, B.M. and Owens, B (2004). Five-week program to increase agility, speed, and power in the preparation phase of a yearly training plan. *Strength and Conditioning* 26(5), 30-35
32. Roozen, M (2004). Illinois agility test. *NSCA's Performance Training Journal* 3(5), 5-6
33. Roper, R.L (1998). Incorporating agility training and backward movement into a plyometric program. *Strength and Conditioning* 20 (4), 60-63
34. Stone, M.H. and O'Bryant, H.S (1984). *Weight Training: A scientific approach. Minneapolis: Burgess*
35. Twist, P.W. and Benicky, D (1996). Conditioning lateral movements for multi-sport athletes: Practical strength and quickness drills. *Strength and Conditioning* 18(5), 10-19
36. Wathen, D (1993). Literature review: explosive/ plyometric exercises. *Strength and Conditioning* 115(3), 17-19
37. Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J. and Humphries, B.J (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25, 1279-1286
38. Yap, C.W. and Brown, L.E (2000). Development of speed, agility, and quickness for the female soccer athlete. *Strength and Conditioning* 22, 9-12
39. Young, W., Hawken, M. and McDonald, L (1996). Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength and Conditioning Coach* 44, 3-6
40. Young, W.B., McDowell, M.H. and Scarlett, B.J (2001). Specificity of spring and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research* 115, 315-319

Cita Original

Miller Michael G., Jeremy J. Herniman, Mark D. Ricard, Christopher C. Cheatham and Timothy J. Michael (2006). The Effects of a 6-Week Plyometric Training Program on Agility. *Journal of Sports Science and Medicine* 5, 459- 465