

Original

Efecto de un mesociclo de fuerza máxima sobre la fuerza, potencia y capacidad de salto en un equipo de voleibol de superliga

M. E. Da Silva-Grigoletto^a, J. R. Gómez-Puerto^a, B. H. Viana-Montaner^a, J. B. Beas-Jiménez^a,
R. Centeno-Prada^a, C. Melero^a, D. Vaamonde^b, C. Ugrinowitsch^c y J. M. García-Manso^d

^aCentro Andaluz de Medicina del Deporte. España.

^bDepartamento de Ciencias Morfológicas. Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba. España.

^cGrupo de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força. Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. Brasil.

^dDepartamento de Educación Física. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias. España.

Historia del artículo:

Recibido el 20 de febrero de 2008

Aceptado el 15 de mayo de 2008.

Palabras clave:

Capacidad de salto.

Voleibol.

Periodización.

Fuerza muscular.

Potencia muscular.

RESUMEN

Objetivo. Verificar el efecto de un mesociclo de fuerza (F) máxima en las siguientes variables: fuerza dinámica máxima (Fdm), potencia máxima media (Pmm), y capacidad de salto vertical; y secundariamente analizar su efecto en los miembros superiores en jugadoras profesionales de voleibol.

Método. Once jugadoras de voleibol (Superliga) participaron en este estudio longitudinal. Con el objetivo de analizar la performance muscular se han realizado tests de salto (Counter Movement Jump [CMJ]), de Fdm (4 RM) y de Pmm, antes y después de la realización de mesociclo de F máxima. Fueron utilizados ejercicios tradicionales para el desarrollo de F máxima de miembros inferiores y superiores.

Resultados. Los valores pre y post-test del CMJ no presentaron diferencias significativas ($38,12 \pm 2,63$ frente a $38,25 \pm 2,78$ cm; $p > 0,05$). Por otra parte, la Fdm y Pmm de los miembros inferiores presentaron incrementos estadísticamente significativos del 8,15% ($103,15 \pm 18,02$ frente a $112,30 \pm 17,80$ kg; $p < 0,05$) y 2,22% ($979,88 \pm 89,62$ frente a $1.002,14 \pm 109,31$; $p < 0,05$), respectivamente. Se han verificado incrementos estadísticamente significativos del 10,63% ($41,61 w \pm 5,75$ frente a $46,56 \pm 4,99$ kg; $p < 0,05$) y 9,16% ($200,88 \pm 33,76$ frente a $221,13 \pm 43,76$ w; $p < 0,05$) en la Fdm y Pmm de los miembros superiores, respectivamente.

Conclusiones. El empleo a corto plazo de un mesociclo de F máxima al inicio de la temporada puede mejorar la Fdm y la Pmm, sin afectar la capacidad de salto en jugadoras de voleibol profesional.

© 2008 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Effect of a maximal strength mesocycle on muscle strength, muscle power and jump ability in a superleague volleyball team

Objective. To verify the effect of a maximal strength mesocycle on the following variables: muscle strength, muscle power, and vertical jump ability; secondarily, its effect on the upper body of professional volleyball players was analyzed.

Methods. Eleven professional volleyball players (Superleague) participated in this longitudinal study. Muscle performance was assessed through jump (CMJ), muscle strength (4 RM) and muscle power tests both before and after a maximal strength mesocycle. Traditional exercises for lower body (half squat, calf raises) and upper body (bench press and pullover) strength development were used.

Results. There were no significant differences for CMJ values between pre-test and post-test (38.12 ± 2.63 vs. 38.25 ± 2.78 cm; $P > 0.05$). On the other hand, lower body muscle strength and muscle power experienced a statistically significant increase: 8.15% (103.15 ± 18.02 vs. 112.30 ± 17.80 kg; $P < 0.05$) and 2.22% (979.88 ± 89.62 vs. $1.002.14 \pm 109.31$; $P < 0.05$), respectively. Likewise, statistically significant improvements have been observed for the upper body: 10.63% ($41.61 w \pm 5.75$ vs. 46.56 ± 4.99 kg; $P < 0.05$) for muscle strength, and 9.16% (200.88 ± 33.76 vs. 221.13 ± 43.76 w; $P < 0.05$), for muscle power.

Conclusions. The use of a short-term maximal strength mesocycle during a season may improve muscle strength and power with no detrimental effect on the jump ability of professional volleyball players.

© 2008 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

M. E. Da Silva-Grigoletto.

Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

Pl. de Vista Alegre, s/n.

14003 Córdoba.

Correo electrónico:

pit_researcher@yahoo.es

Introducción

La fuerza muscular (F) es un objetivo tradicional en el entrenamiento de casi todas las modalidades deportivas. Concretamente en el voleibol, las características del juego hacen que los jugadores deban incorporar, en sus rutinas de entrenamiento, elementos específicos para aumentar esta capacidad. Durante el partido, los jugadores necesitan hacer potentes saltos que requieren que la F de los miembros inferiores esté bien desarrollada¹⁻⁴. Sin embargo, en España, muchas jugadoras de voleibol de nivel nacional (1ª y 2ª división) ni muestran elevados niveles de F ni, en muchas ocasiones, están habituadas a entrenar de forma sistemática e intensa esta capacidad física⁵.

La F en el voleibol se manifiesta principalmente a través de las diferentes acciones técnicas (saques, remates y bloqueos). El número de saltos varía según la función del jugador, con las nuevas reglas (*rally point*) no suelen sobrepasar los 100⁶. Conseguir la óptima altura eficaz es fundamental para garantizar un elevado rendimiento en esta modalidad deportiva. Para ello es necesario obtener, de forma rápida, los niveles de F adecuados durante la batida de cada salto. Häkkinen⁷ señala que la F y la potencia muscular (P) son imprescindibles para aumentar el salto vertical en cualquier deportista, y muy especialmente en los jugadores de voleibol. No obstante, la capacidad de salto por sí sola resulta insuficiente para optimizar una acción técnica en voleibol⁸; también es preciso conjugar con el componente físico una correcta acción técnica y un momento de ejecución adecuado⁹. Dicho de otra manera, una mayor altura de ataque aumenta el ángulo de incidencia del mismo, lo que incrementa la probabilidad de acierto¹⁰. Lograr esta altura óptima de salto supone planificar correctamente una secuencia lógica de tareas que, por su efecto acumulativo, permita alcanzar el objetivo de mejorar el rendimiento.

La secuencia más habitual de planificación en el voleibol consiste en comenzar el proceso con un trabajo de acondicionamiento estructural y funcional sobre el que desarrollar la F (adaptación de F), continuar con un trabajo de desarrollo de la F útil de los principales grupos musculares implicados en el gesto (desarrollo de F) y finalizar con un trabajo de transformación de las ganancias de F en F explosiva (transformación de F)¹¹. En la fase de desarrollo de F se suelen emplear dos tipos de tareas. Una tiene carácter extensivo, con cargas moderadas y elevado volumen, que sirve de continuación de la etapa de adaptación y permitiría conseguir una adecuada preparación (moderada hipertrofia funcional) de los principales músculos que intervienen en el salto. El otro tipo de tareas es de carácter intensivo (entrenamiento dirigido a la ganancia de F máxima), en el que se emplean cargas más elevadas y menor volumen de trabajo, tratando de lograr los niveles de F necesarios (F útil) sobre los que trabajar la F explosiva (entrenamiento dirigido a la ganancia de P)¹².

A pesar de lo anteriormente expuesto, el entrenamiento de F máxima también parece ser eficiente para el desarrollo de la P^{13,14}. Este entrenamiento está caracterizado por la utilización de cargas elevadas (entre 80 y 100% de 1 repetición máxima [RM]) y bajo número de repeticiones (entre 2 y 4)¹⁵, y en consecuencia, la velocidad de ejecución es más baja que en el entrenamiento de F explosiva¹⁶.

Aún actualmente la mayoría de los entrenadores consideran que el entrenamiento de F máxima es perjudicial para la capacidad de salto y por lo tanto no suelen incluir microciclos de estas características cerca o dentro del periodo competitivo, a pesar de que varios estudios científicos son contrarios a dicha opinión¹⁷⁻¹⁹. De esta forma, los datos de la literatura indican que no existe un efecto negativo del entrenamiento de F máxima sobre la capacidad de salto, incluso la mejoran. También hay

que resaltar que desde un punto de vista práctico, los entrenadores no suelen incluir dentro de microciclos de F máxima sesiones específicas de pliometría, por entender que los deportistas, por su nivel, ya hacen un número suficiente de saltos durante el entrenamiento técnico-táctico⁵.

Por otra parte, la teoría del entrenamiento deportivo plantea que la duración de cada secuencia debe ser lo suficientemente prolongada como para permitir una adecuada optimización de las potencialidades de que se disponen y el logro de respuestas adaptativas en cadena que nos permita desarrollar elevados niveles de F en cortos periodos de tiempo²⁰. Sin embargo, la realidad del deporte profesional, por su calendario de competiciones y los cortos plazos de tiempo de que dispone el cuerpo técnico, torna difícil lograr esos objetivos. En el voleibol femenino español, los largos periodos transitorios (3-4 meses) y los largos periodos competitivos (7-8 meses) limitan los tiempos que duran las pretemporadas. En el periodo transitorio, aquellas jugadoras que no son llamadas por su selección nacional permanecen durante demasiado tiempo con bajos niveles de actividad. Dado que el voleibol es un deporte de largo periodo competitivo y con el sistema de todos contra todos en la competición principal, donde todos los resultados son importantes, esto obliga a los equipos a iniciar la temporada con un aceptable nivel de rendimiento que evite derrotas que puedan condicionar el resultado final de la competición⁵. Esto determina aún más la planificación de la temporada y reduce, de forma considerable, el tiempo que dura cada fase de la preparación durante la pretemporada.

El objetivo del presente estudio ha sido verificar, en jugadoras profesionales de voleibol, el efecto de un mesociclo corto de F máxima, durante el periodo preparatorio, sobre las siguientes variables: fuerza dinámica máxima (Fdm), potencia máxima media (Pmm), y capacidad de salto vertical; y secundariamente analizar su efecto en los miembros superiores.

Métodos

Muestra

Once jugadoras, pertenecientes a la plantilla de un equipo profesional de voleibol de la Superliga Española (1ª división), fueron estudiadas durante la temporada 2005-2006. Las características básicas de la muestra se presentan en la tabla 1.

Procedimientos

Se ha realizado un estudio longitudinal, evaluando a las integrantes del equipo antes y después de la realización de un mesociclo corto de F máxima, compuesto por dos microciclos de F máxima, con duración de una semana cada uno, ubicados al final de la pretemporada (fig. 1). Los ejercicios utilizados para el desarrollo de F máxima, tanto de miembro inferior como superior (carga, número de repeticiones, intervalo de recuperación), son mostrados en la tabla 2.

Tabla 1
Características básicas de la muestra (n = 11)

VARIABLES	Media	DE
Peso (kg)	69,9	7,59
Edad (años)	22,7	2,13
Estatura (cm)	181,9	7,52
Envergadura (cm)	181,1	7,40

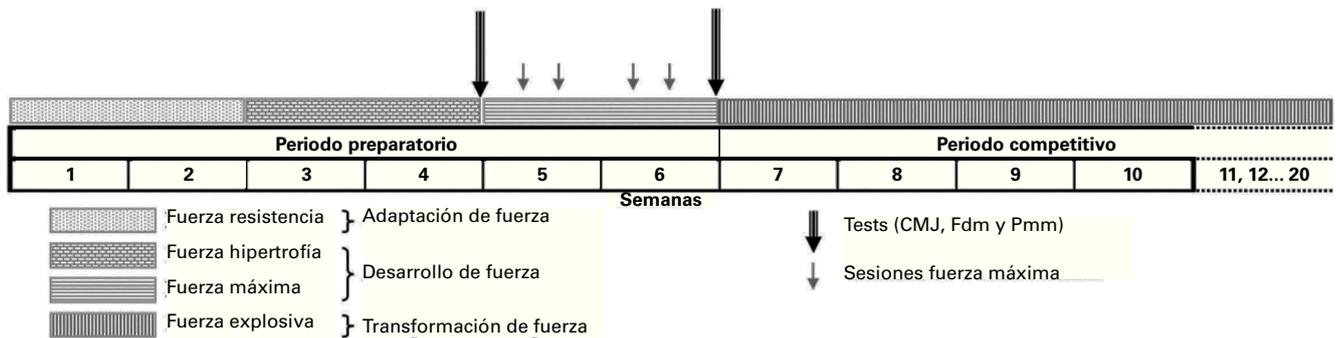


Fig. 1. Secuencia de planificación del entrenamiento utilizada por el equipo para el acondicionamiento estructural y funcional durante el periodo preparatorio. Los tests son: *Counter Movement Jump* (CMJ), fuerza dinámica máxima (Fdm) y potencia máxima media (Pmm).

Tabla 2

Descripción de la sesión de entrenamiento usada durante el mesociclo de fuerza máxima

Ejercicio principal	Series ^a	Repeticiones	Intensidad
Media sentadilla ^b	4	4	4 RM
Elevación de talones ^b	4	4	4 RM
Press banca	4	4	4 RM
Pull over	4	4	4 RM

^a La recuperación utilizada entre cada serie fue de 3-4 min.

^b En estos ejercicios no se permitía la pérdida de contacto con el suelo al final de la extensión para evitar eventuales beneficios coordinativos en el rendimiento del salto vertical. RM: repeticiones máximas.

Tests

Con el objetivo de analizar la *performace* muscular de las jugadoras se han realizado *tests* de salto, de Fdm (4 RM) y de Pmm. Los *tests* se han llevado a cabo en el propio polideportivo de entrenamiento, los de salto en la propia cancha²¹ y los de Fdm y Pmm en el gimnasio. Todos los *tests* fueron realizados a la misma hora y las instrucciones fueron dadas por el mismo evaluador.

Counter movement jump (CMJ)

Partiendo de una posición erecta se hace un movimiento preparatorio de flexión de la rodilla antes de saltar verticalmente tan alto como sea posible. Cada deportista realizaba el contramovimiento en la ampli-

tud que consideraba más eficiente. Los saltos se llevaron a cabo sin la utilización de los movimientos de los brazos; para tal efecto se pidió que las manos fuesen colocadas sobre las caderas. La elevación del centro de gravedad sobre el suelo fue calculada (h en metros) a través del tiempo de vuelo (t_v en segundos) aplicando leyes balísticas. El tiempo de vuelo de los saltos se midió con el sistema Muscle LabTM, que posee un cronómetro digital que cuando se conecta a la plataforma estima el tiempo de vuelo a través del tiempo sin contacto con la plataforma. Se realizaron tres intentos y el mejor de ellos fue utilizado para el análisis estadístico.

Test de fuerza dinámica máxima y potencia máxima media

La Fdm y la Pmm de los miembros inferiores y superiores se evaluaron utilizando el ejercicio de media sentadilla empleando un Multipower (GervaSportTM Madrid, España), que es un aparato en el cual la barra se desplaza únicamente de manera vertical dentro de unos enganches que sirven de guía y el ejercicio de *press banca* realizado en un banco recto (GervaSportTM, Madrid, España). Las barras y discos fueron calibrados antes de la realización de los tests.

La Fdm fue estimada en ambos ejercicios a través de 4 RM y el protocolo utilizado fue el descrito previamente por Kraemer y Fry²². Para la realización del *test* de Pmm en el ejercicio de media sentadilla se colocaron los hombros en contacto con la barra y el ángulo de comienzo de ejecución del movimiento se estableció con la rodilla a 90°. Una vez dada la orden, los sujetos realizaban una extensión (músculos ex-

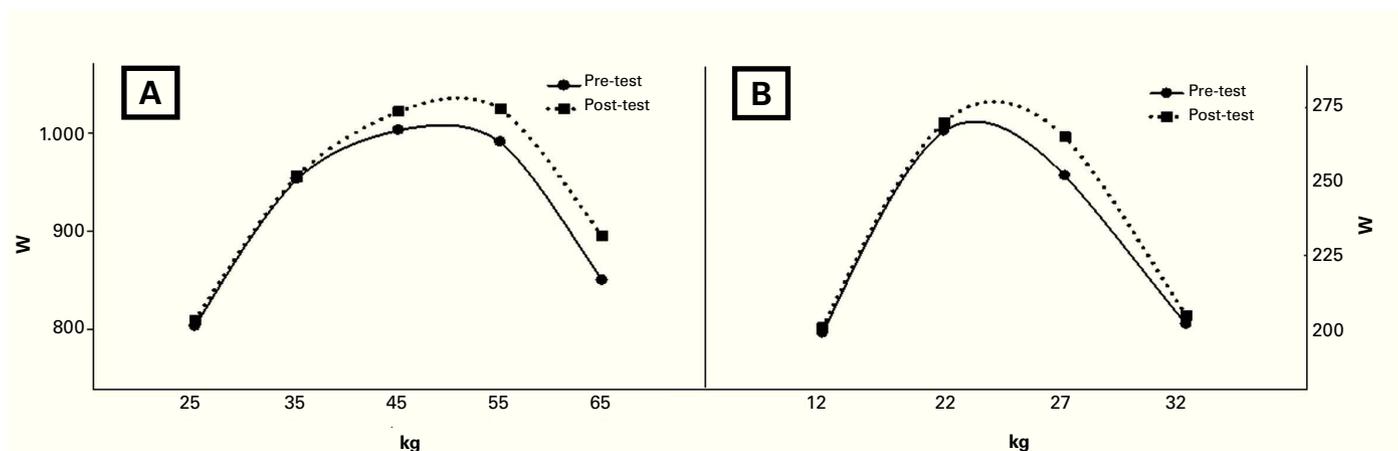


Fig. 2. Ejemplo de la obtención de la curva potencia/carga de una jugadora de voleibol de este estudio, en un test de carga progresiva de miembros inferiores (A) y de miembros superiores (B). Los valores son antes y después del mesociclo de fuerza máxima y los ejercicios utilizados en el test progresiva han sido media sentadilla y *press banca*, respectivamente.

tensores de la cadera, rodilla y tobillo) comenzando desde la posición de flexión de la rodilla hasta alcanzar la extensión máxima de 180° en contra de la resistencia que venía determinada por discos de peso añadidos a los extremos de la barra. Se dieron instrucciones a los sujetos para que realizaran una acción puramente concéntrica desde la posición de inicio. Para la realización del test de Pmm en el ejercicio *press banca* los sujetos fueron instruidos igualmente para llevar a cabo una acción puramente concéntrica desde la posición inicial; también se realizaba una pequeña pausa al final del recorrido descendente (aproximadamente 1seg) para evitar la acción reactiva-balística²³. Tanto para el ejercicio de media sentadilla como para el de *press banca* se pidió a las deportistas mantener los hombros en una posición abducida a 90° para asegurar consistencia de las articulaciones del hombro durante la realización del movimiento²⁴, también se les pidió que hicieran los movimientos lo más rápido posible²⁵. Para el test de Pmm se utilizaron cinco y cuatro cargas (25, 35, 45, 55 y 65 kg, media sentadilla; 12, 22, 27, 32 kg, *press banca*), se recogieron tres intentos con cada una de las cargas y la P más alta de las repeticiones fue la seleccionada (figs. 2A y 2B). Durante los tests también se recogieron datos sobre el desplazamiento de la barra, velocidad media máxima (m/s), potencia máxima media (watts), utilizando el encoder (velocímetro) lineal del Muscle Lab™, que posee un microprocesador que trabaja con una resolución de 10- μ s. Cuando se mueve la carga, la señal del transductor óptico interrumpe el microprocesador cada 0,07 mm de desplazamiento. Los cálculos de Pmm se realizaron como lo descrito previamente por Bosco²⁶. Se calculó la velocidad máxima media y la Pmm a través del rango de movimiento usado para realizar la repetición completa.

Análisis estadísticos

Los resultados se expresaron como media y desviación estándar. La normalidad de la muestra fue calculada usando el test de Shapiro-Wilk. El efecto del entrenamiento (variable independiente) sobre el salto, la Fdm y la Pmm (variables dependientes) fue analizado a través de una prueba de la t de Student. El nivel de significación aceptado fue de $p < 0,05$. Para todas las pruebas estadísticas se ha utilizado el paquete estadístico SPSS 12.0.

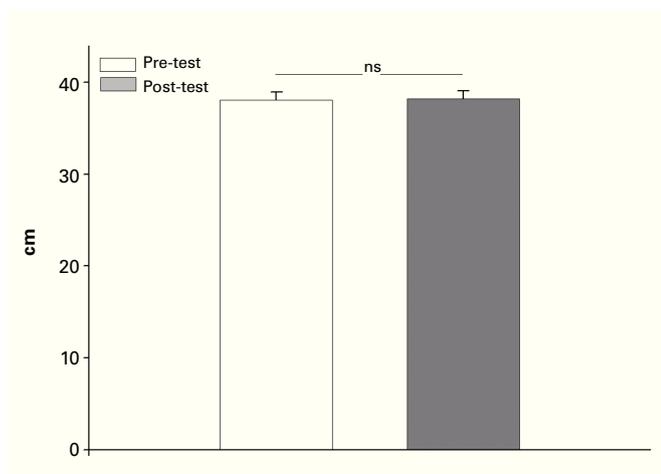


Fig. 3. Elevación del centro de gravedad sobre el suelo en el Counter Movement Jump (CMJ) antes y después del mesociclo de fuerza máxima. ns: $p > 0,05$

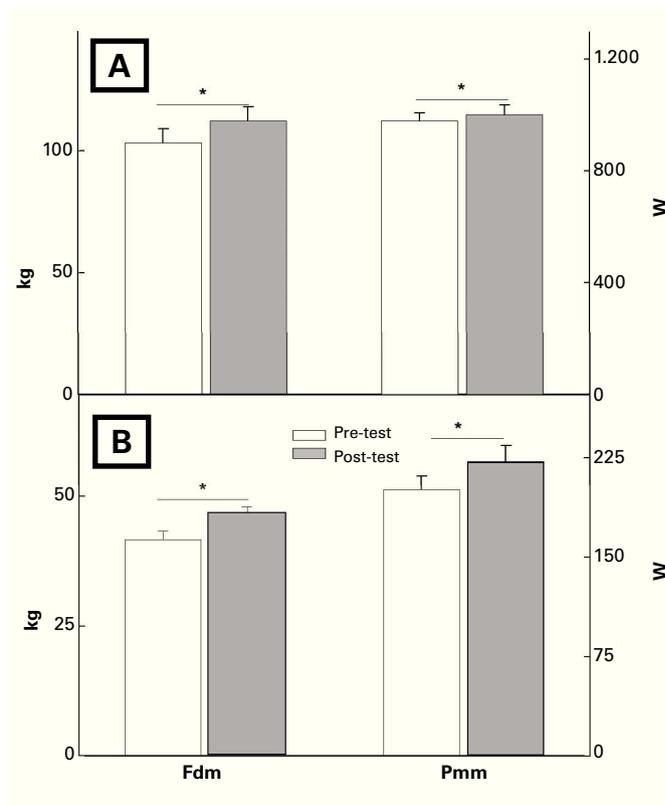


Fig. 4. Valores de fuerza dinámica máxima (Fdm) y potencia máxima media (Pmm) de los miembros inferiores (A) y superiores (B) antes y después del mesociclo de fuerza máxima. *: $p > 0,05$

Resultados

Capacidad de salto, Fdm y Pmm de los miembros inferiores

Después de un mesociclo de F máxima, los valores pre y pos-test del CMJ no presentaron diferencias estadísticamente significativas (fig. 3). Por otra parte, la Fdm y Pmm de los miembros inferiores presentaron incrementos estadísticamente significativos del 8,15% ($p < 0,05$) y 2,22% ($p < 0,05$), respectivamente (fig. 4A).

Fdm y Pmm de los miembros superiores

Se han observado incrementos estadísticamente significativos en la Fdm y Pmm de los miembros superiores del 10,63% ($p < 0,05$) y 9,16% ($p < 0,05$), respectivamente (fig. 4B).

Discusión

Dos semanas de entrenamiento de F máxima, en jugadoras de voleibol experimentadas y de buen nivel de rendimiento, resultaron ser suficientemente eficaces para conseguir una mejora significativa en la Fdm y la Pmm, tanto de miembros inferiores como superiores; esta mejora se produjo sin alteración de la capacidad de salto.

Estas ganancias observadas pueden ser debidas a respuestas adaptativas del sistema nervioso (adaptaciones neuromusculares). En la literatura científica, la ganancia en Fdm a partir de un mesociclo de F máxima de ocho semanas de duración se encuentra bien fundamentada y se relaciona con factores tales como: a) maximización del reclutamiento de

las unidades motoras, b) aumento de la frecuencia de reclutamiento y c) desarrollo de la coordinación intermuscular²⁷. Sin embargo, la realidad de la pretemporada del voleibol español (máximo 6 semanas) tornan inviables mesociclos de F máxima con duraciones superiores a 2 ó 3 semanas.

Aunque varios autores²⁸⁻³⁰ han analizado los efectos del trabajo sistemático de F sobre la capacidad de salto, éste es a nuestro entender, el primer trabajo que analiza el efecto de un mesociclo de F máxima de corta duración sobre la Fdm, la Pmm y la capacidad de salto, en jugadoras profesionales de voleibol.

El hecho de que, en el presente estudio, las mejoras se manifiesten en la Fdm y la Pmm, pero no en la capacidad de salto, puede deberse a los siguientes motivos: a) la muestra se compone de jugadoras muy experimentadas en la ejecución de acciones técnicas que se ejecutan en salto (saques, bloqueos y remates), pero carecen de buenos niveles de F de base, lo cual hace que sean más susceptibles de conseguir ganancias importantes al iniciar un entrenamiento dirigido a la F máxima; b) el desplazamiento de la curva de P/carga muestra un aumento en la capacidad de generar P con cargas más elevadas (fig. 2), y no a costa de un incremento de la velocidad, lo que hubiera afectado más directamente la capacidad de salto; c) la duración del entrenamiento no ha sido suficiente para que los aumentos en Fdm se puedan reflejar en la capacidad de salto. Este concepto, denominado *lag time*³¹, se refiere al tiempo que se necesita para que un aumento en la Fdm sea observado en una tarea de transferencia (por ejemplo, salto), y d) para que las mejoras en la Fdm se reflejen en un aumento de la capacidad de salto hay que alterar los parámetros de control en la ejecución de la tarea³, aunque esto es poco probable ya que en deportistas experimentados en salto, como es el caso, se esperaría que este ajuste en el control debería ocurrir de forma relativamente rápida.

Sobre los incrementos en la Fdm y en la Pmm, nuestra opinión es que cuanto más elevados sean sus niveles en la musculatura extensora de miembros inferiores y superiores, más eficientes serán en las acciones propias del voleibol, más estable será su nivel de rendimiento durante el partido y/o la temporada y menos riesgos de lesión tendrán esas jugadoras.

Por otra parte, el no utilizar durante las sesiones de preparación física de este período series específicas de salto (pliometría), no supuso un elemento negativo en el proceso de entrenamiento. De esta forma se trató de no sobrecargar las estructuras tendinosas y articulares de las jugadoras que ya ven muy solicitadas esas zonas con el elevado número de saltos que realizan durante las sesiones técnico-tácticas. De hecho, la eficacia de utilizar sólo sobrecargas, sin sesiones específicas de pliometría, en el entrenamiento de jugadores de voleibol ya fue comprobada por otros autores^{18,32,33}. Por otra parte, Rodríguez³⁴ señala que centrar el entrenamiento hacia el desarrollo de la F máxima permite mejorar la Fdm, pero en un corto periodo de tiempo, no es suficiente para mejorar la capacidad de salto, ya que ese autor, en jugadoras de voleibol de alto nivel, no encuentra mejora significativa en los tests de salto (SJ, CMJ); sin embargo, sí se observan mejoras cuando el test de salto se realiza con carga añadida (*squat jump* + peso corporal).

Bajo nuestro punto de vista, las ganancias de Fdm observadas, además de crear las bases condicionales de F sobre las que más adelante poder mejorar la capacidad de salto en el juego, también permiten preparar la musculatura para las exigencias de un prolongado período competitivo. En el caso de este estudio, esto se cumplió, ya que las jugadoras consiguieron mayores capacidades de salto en los momentos claves de la temporada y disminuyeron los porcentajes de lesión respecto a tem-

poradas anteriores (datos no mostrados). Para tal efecto, se programaron sesiones específicas de F máxima (sesiones de recordatorio) a lo largo de los dos ciclos en los que se divide la temporada. En esta línea, Häkkinen²⁹ sugiere que para mantener los niveles de F explosiva en jugadoras de voleibol, se deberían mantener adecuados niveles de F a lo largo de toda la temporada, utilizando tanto cargas elevadas como moderadas, esta última para entrenar la F explosiva.

En conclusión, el empleo a corto plazo de un mesociclo de F máxima al inicio de la temporada resultó una estrategia útil para mejorar la Fdm y la Pmm de la musculatura extensora de miembros inferiores y superiores. Tal hecho permitió preparar adecuadamente a las jugadoras de cara al inicio de la temporada sin que se afectase su capacidad de salto, permitiéndoles afrontar los primeros partidos de la temporada sin disminución en la capacidad de rendimiento en el juego. Por otra parte, se aconseja a los entrenadores que, dentro de sus posibilidades, aumenten la duración del mesociclo de F máxima, sin detrimento de la duración de los otros mesociclos, durante la pretemporada, con el fin de que estas mejoras se puedan reflejar también en la capacidad de salto.

Bibliografía

- Augustsson J, Esko A, Thomeé R, Svantesson U. Weight training of the thigh muscles using closed vs. open kinetic chain exercises: a comparison of performance enhancement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(1):3-8.
- Pandy MG, Zajac FE, Sim E, Levine WS. An optimal control model for maximum-height human jumping. *J Biomech.* 1990;23(12):1185-98.
- Bobbert MF, Van Soest AJ. Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Med Sci Sport Exerc.* 1994;26(8):1012-20.
- Luhmanen P, Komi PV. Mechanical energy states during running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1978;38(1):41-8.
- FIVB Manual del Entrenador. Actas del Curso Internacional de Entrenadores de Voleibol. Nivel I. Barcelona, 2002.
- Martínez N, Abreu PP. Influencias del rally point en la preparación de los voleibolistas. *Revista digital.* Buenos Aires, 2003; 63. Disponible en: <http://www.efdeporte.com>
- Häkkinen K. Maximal force, explosive strength and speed in female volleyball and basketball players. *J Human Mov Studies.* 1989;16:291-301.
- Herrera G, Callejón D. La preparación física en voleibol. Cap. IV. En: *Voleibol.* Ed. Comité Olímpico Español; 1992. p. 93-103.
- Bulingin MA. Models for improving a volleyballers's physical qualities. *Theory and Practice of Physical Culture.* 1980;6:40-1.
- Ugrinowitsch C. Determinação de Equações Preditivas para a Capacidade de Salto Vertical através de Testes Isocinéticos em Jogadores de Voleibol. [Tesis Doctoral]. Universidade de São Paulo, USP, Brasil; 1997.
- Da Silva-Grigoletto ME, Gómez-Puerto JR, Viana-Montaner BH, Armas-Negrín JA, Ugrinowitsch C, García-Manso JM. Comportamiento de diferentes manifestaciones de la resistencia en el voleibol a lo largo de una temporada, en un equipo profesional. *Rev Andal Med Dep.* 2008;1(1):3-9.
- García-Manso JM. La fuerza: fundamentación, valoración y entrenamiento. Barcelona: editorial Gymnos, S.L.; 1999.
- Häkkinen K, Komi PV. Effects of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycles exercises. *Scand J Sport Sci.* 1985;7:65-76.
- Drezner R, Lamas L, Tricoli V, Ugrinowitsch C. Efeito de dois métodos de treinamento no desenvolvimento da força máxima e da potência muscular de membros inferiores. *Rev Bras Educ Fis Esp.* En prensa 2009.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(4):674-88.
- Kellis E, Arambatzi F, Papadopoulos C. Effects of load on ground reaction force and lower limb kinematics during concentric squats. *J Sports Sci.* 2005;23(10):1045-55.
- Wilson GJ, Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(11):1279-86.
- Clutch D, Wilton M, McGown C, Bryce R. The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Res Quart Exerc Sport.* 1983;54(1):5-10.
- Toumi H, Best TM, Martin A, F'Guyer S, Poumarat G. Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *Int J Sports Med.* 2004;25(5):391-8.
- García-Manso JM. Alto rendimiento. La adaptación y la excelencia deportiva. Barcelona: Editorial Gymnos; 1999.

21. Da Silva ME, Núñez Álvarez V, Vaamonde DM, Ibnziaten Hammadi A, Viana B, Gómez JR, et al. Diferencia de la capacidad de salto en el laboratorio y en la cancha: Un estudio Transversal. *Med Ejerc.* 2004;2:39-44.
22. Kraemer WJ, Fry AC. - **Strength testing: Development and evaluation methodology** En: Maud P, Foster C, editors. *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1995.
23. Escamilla RF, Speer KP, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR. Effects of throwing overweight and underweight baseballs on throwing velocity and accuracy. *Sports Med.* 2000;29(4):259-72.
24. Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ, Wilson GJ, Kraemer WJ, Häkkinen, K. Influence of load and stretching shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur J Appl Physiol.* 1997; 75: 333-42.
25. Sahaly R, Vandewalle H, Driss T, Monod H. Maximal voluntary force and rate of force development in humans-importance of instruction. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:345-50.
26. Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, Kellis S, et al. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur J Appl Physiol.* 1995;170:379-86.
27. Enoka RM. Neural adaptations with chronic physical activity. *J Biomech.* 1997;30(5):447-55.
28. Eisenman PA. The influence of initial strength levels on response to vertical jump training. *J Sports Med Phys Fitness.* 1978;18(3):277-82.
29. Häkkinen K. Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993;33(3):223-32.
30. Hatfield F. Strength Shoes: pain no gain? www.sportsci.org. 1997. p. 1-4.
31. Abernethy PJ, Jürimäe J. Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(9):1180-7.
32. Bosco C, Pitera C. Zur Trainingswirkung neuentwickelten Sprungübungen auf die Explosivkraft. *Leistungssport.* 1992;12(1):36-9.
33. Rodríguez D, García-Manso JM. Efecto de dos modelos de entrenamientos de fuerza especial en voleibol: Aplicación práctica de dos temporadas en el CV Gran Canaria. *Archivos de Medicina del Deporte.* 1997;57:25-30.
34. Rodríguez D. Efectos de tres modelos de entrenamiento de fuerza para la mejora de la capacidad de salto en jugadores de voleibol de máximo nivel. [Tesis Doctoral]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España; 1998.