PubliCE, (PubliCE) 2001

Revision of Literature

Prescripción del Entrenamiento de la Fuerza para Poblaciones Sanas

Christopher J Hass[1,2], Matthew S Feigenbaum[3] y Barry A Franklin[4]

[3]*Department of Health and Exercise Science, Furman University, Greenville, South Carolina, USA.*
[4]*Cardiac Rehabilitation Department, William Beaumont Hospital, Royal Oak, Michigan, USA.*

RESUMEN

Aunque existen beneficios de protección de la salud documentados, conferidos a la actividad física regular, la mayoría de los individuos de todas las edades no son físicamente activos a un nivel suficiente para el mantenimiento de la salud. Consecuentemente, un gran objetivo de salud pública es mejorar los niveles colectivos de salud y aptitud física de todos los individuos. El American Collage of Sport Medicine (ACSM) y otras organizaciones internacionales han establecido pautas de programas de ejercicios compuestos de entrenamiento aeróbico, de flexibilidad y de fuerza. El entrenamiento de la fuerza es el método disponible más efectivo para mantener e incrementar la masa corporal magra y mejorar la fuerza y resistencia muscular. Además, hay una gran cantidad de evidencia que sugiere que el entrenamiento de la fuerza puede mejorar significativamente muchos factores de salud asociados con la prevención de enfermedades crónicas. Estos beneficios sobre la salud pueden ser con toda seguridad obtenidos por la mayoría de los segmentos de la población, cuando se prescriben programas apropiados de entrenamiento de la fuerza. Los mismos deberían ser adaptados para satisfacer las necesidades y objetivos de los individuos y deberían incorporar una variedad de ejercicios, realizados a una intensidad suficiente para incrementar el desarrollo y el mantenimiento de la fuerza y la resistencia muscular, y la masa corporal magra. Los participantes sanos de todas las edades deberían realizar un mínimo de 1 serie en 8 a 10 ejercicios (multiarticulares y uniarticulares) que involucren la mayoría de los grupos musculares, de 2 a 3 veces por semana. El entrenamiento más técnico y avanzado, incluyendo a los regímenes de series múltiples periodizadas y/o a los ejercicios avanzados, pueden ser más apropiados para los individuos cuyo objetivo constituye ganancias máximas de fuerza y masa corporal magra. Sin embargo, la literatura existente apoya a los lineamientos, como son esbozados en este artículo, para niños y adultos de todas las edades destacando los beneficios para la salud y la aptitud física asociados con el entrenamiento de la fuerza.

Palabras Clave: sedentarismo, salud, entrenamiento con sobrecarga, aptitud física

INTRODUCCIÓN

Ha sido demostrado que el ejercicio físico diario y la participación en programas de actividad física que incorporen ejercicios de resistencia y de entrenamiento de la fuerza, reducen el riego de padecer varias enfermedades crónicas (ejemplo: enfermedad cardio-coronaria, obesidad, diabetes mellitus, osteoporosis) (1). Sin embargo, a pesar de los beneficios de protección de la salud, la mayoría de los individuos de todas las edades no son físicamente activos (2). Entre los niños y adolescentes de 6 a 17 años de edad, menos de la mitad se ejercitan a un nivel considerado suficientemente vigoroso para alcanzar beneficios para la salud y la aptitud física. Además, aproximadamente la mitad de los hombres y 2 tercios de la mujeres de 12 a 21 años no participan regularmente en actividades de entrenamiento de fuerza (o sea, lagartijas, dominadas, entrenamiento con pesas) lo que puede explicar, en parte, porque menos de la mitad de los jóvenes

en la actualidad no puede realizar un sola dominada o flexión de brazos en barra (2, 4). Con respecto a los adultos jóvenes y de mediana edad, el Reporte Médico General sobre Actividad Física y Salud (2) indicó que solo el 22 % de los adultos se ejercita sobre una base regular y que un 25 % lleva un estilo de vida esencialmente sedentario. Finalmente, los ancianos experimentan frecuentemente enfermedades/incapacidades por la edad e inactividad, asociados a declinaciones en la masa corporal magra y en la capacidad funcional, que pueden ser largamente compensadas con la participación regular en programas de entrenamiento de la fuerza (5). Consecuentemente, la percepción general entre las más grandes organizaciones de salud, es que la mayoría de los individuos de todas las edades están por debajo de los niveles de actividad y aptitud física necesarios para una protección óptima contra las enfermedades crónicas. No es sorprendente, que mejorar los niveles colectivos de salud y aptitud física de todos los individuos sea un gran objetivo de salud pública. El American Collage of Sport Medicine (ACSM) y otras organizaciones nacionales e internacionales han establecido lineamientos para mejorar la salud y la aptitud física de la población predominantemente sedentaria (Tabla 1).

El entrenamiento de la fuerza, también conocido como entrenamiento de pesas, esta bien establecido como un método efectivo para el desarrollo de la aptitud músculo-esquelética y es actualmente prescripto por muchas de las principales organizaciones de salud para mejorar los niveles de salud y/o para la prevención y rehabilitación de lesiones ortopédicas (6, 7, 9-14). Además, ha sido demostrado que la participación en programas de entrenamiento de la fuerza reduce el producto de la tasa de presión cuando se levanta cualquier carga dada (13). Así, el entrenamiento de la fuerza puede disminuir las demandas cardiacas durante el rendimiento en las actividades diarias, tal como llevar cargas o levantar objetos de peso moderado a alto (15). Los altos niveles de fuerza están acompañados por una mayor capacidad de realizar actividades de la vida diaria, por medio del incremento del estado funcional, el mantenimiento de la independencia y la prevención de la incapacidad (16). Hasta tiempos recientes, los efectos del entrenamiento de la fuerza sobre el estado de salud a largo plazo y el rol que el entrenamiento de la fuerza puede jugar en la prevención de enfermedades crónicas, habían sido pasados por alto considerablemente. Una cantidad incrementada de evidencia sugiere que el entrenamiento de la fuerza juega un rol significativo en la mejora de muchos factores asociados con la prevención de enfermedades crónicas (ver Tabla II) (1, 17). Estos beneficios de salud pueden ser fácilmente obtenidos por la mayoría de los segmentos de la población cuando se prescriben programas de entrenamiento de la fuerza apropiados (18). Cuando se prescribe un programa de entrenamiento de la fuerza, el clínico, entrenador o instructor de aptitud física, debería considerar el estado individual actual de salud y aptitud física, los objetivos, el acceso al equipo apropiado y el tiempo disponible para el entrenamiento. Los programas de entrenamiento prescriptos para atletas competitivos, los cuales frecuentemente incluyen ejercicios específicamente diseñados para mejorar la fuerza explosiva (como, levantamientos olímpicos, pliometría) no son generalmente apropiados para niños, adultos desentrenados, personas ancianas o pacientes con enfermedades crónicas.

Varias de las principales organizaciones de salud han reconocido la necesidad de desarrollar pautas para el entrenamiento de la fuerza para segmentos específicos de la población (Tabla 1). Este artículo proporciona lineamientos fundamentales de programas de entrenamiento de la fuerza para poblaciones no atléticas sanas, en un rango de edad desde la prepubertad hasta la tercera edad. Además, esta revisión le permite al lector hacer comparaciones entre los rangos de edades y provee información con respecto a la progresión del programa de ejercicios una vez que es alcanzado un nivel inicial de aptitud física.

Referencia	Frecuencia	Intensidad	Duración	Modo	Entrenamiento de la Fuerza	Entrenamiento de Flexibilidad
Adultos sedentarios/sanos						
ACSM 1998 (6)	3-5 d/semana	55/65-90 % HR máx. o 40/50-85 % del VO_2 máx. o HR máx. de reserva	20-60 min.	Actividades aeróbicas	1 serie de 8-12 reps, principales grupos musculares, 2 d/semana	Estática y dinámica en los principales grupos musculares, 2-3 d/semana
Lineamientos 2000 ACSM	3-5 d/semana	55/65-90 % HR máx. o 40/50-85 % del VO_2 máx. o HR máx. de reserva	20-60 min. continuos, 20-30 min. mínimo	Actividades aeróbicas	1 serie de 8-12 reps, principales grupos musculares, 2 d/semana	Estática y dinámica en los principales grupos musculares, 2-3 d/semana

Declaración de Salud Pública CDC/ACSM 1995 (8)	Diariamente	Moderada	Acumular 30 min./día	Actividades de promoción de la salud	No especificados	
Personas Adultas						
Pollock el al. (9)	3-5 d/semana	50-85 % VO_2 máx. o 40-80 % de la HR máx. de reserva	30-60 min. continuos	Actividades aeróbicas de bajo impacto	1 serie de 8-12 reps, 8-10 a ejercicios de los principales grupos musculares, 2 d/semana	
Pacientes Cardíacos						
Criterios de Ejercicio AHA 1995 (10)	Mínimo 3 d/semana	50-60 % VO_2 máx. o HR máx. de reserva	Mínimo de 30 minutos	Actividades de promoción de la salud	1 serie de 10-15 reps, 8-10 ejercicios, 2-3 d/semana	
Lineamientos AACVPR 1999 (11)	3-5 d/semana	50-60 % VO_2 máx. o HR máx. de reserva	30-45 min. continuos/ intermitentes (expandido)	Actividades aeróbicas	1 serie de 10-15 reps, principales grupos musculares, 2-3 d/semana	

Tabla 1. *Modelos, lineamientos y declaraciones de opinión con respecto a la actividad física para adultos.* ***AACVPR:*** *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation;* ***ACSM:*** *American Collage of Sport Medicine;* ***AHA:*** *American Heart Association;* ***CDC:*** *Centres for Control and Prevention; d: días;* ***HR máx.:*** *frecuencia cardiaca máxima;* ***reps.:*** *repeticiones;* ***VO_2 máx.:*** *máximo consume de oxígeno*

Variable	Ejercicios Aeróbicos	Ejercicios de Fuerza
Densidad mineral ósea	↑↑	↑↑
Riesgo de Caídas	←→↓	↓
Osteoartritis	↓	↓
% de grasa	↓↓	↓
LBM	←→	↑↑
Fuerza	←→	↑↑↑
Resistencia muscular local	↑↑	↑↑↑
Metabolismo de la glucosa		
Respuesta de la insulina a los cambios de glucosa	↓↓	↓↓
Sensibilidad a la insulina	↑↑	↑↑
Niveles basales de insulina	↓	↓

Lípidos séricos		
HDL	↑↑	↑←→
LDL	↓↓	↓←→
Frecuencia cardiaca de reposo	↓↓	←→
Volumen sistólico	↑↑	←→
Presión sanguínea en reposo		
Sistólica	↓↓	←→
Diastólica	↓↓	↓←→
VO_2 máx.	↑↑↑	↑
Tiempo de resistencia	↑↑↑	↑↑
Función física	↑↑	↑↑↑
Vida/movilidad independiente	↑↑	↑↑↑
Metabolismo basal	↑	↑↑

Tabla 2. *Comparación de los efectos del entrenamiento aeróbico y de fuerza sobre variables de salud y aptitud física (a partir de Pollock & Vincent (1), con autorización).* ***HDL:*** *Lipoproteínas de alta densidad;* ***LBM:*** *masa corporal magra;* ***LDL:*** *lipoproteínas de alta densidad;* ***VO_2 máx.:*** *máximo consumo de oxígeno;* ***% de Grasa:*** *porcentaje de grasa corporal; ↑: incremento; ↑↑: incremento marcado; ↑↑↑: incremento muy marcado; ↓: disminución; ↓↓: disminución marcada; ←→: sin cambios.*

REVISIÓN DE LOS LINEAMIENTOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

El entrenamiento de la fuerza es el método disponible más efectivo para mantener e incrementar la masa corporal magra y mejorar la fuerza y la resistencia muscular. Estas mejoras son desarrolladas por medio de la utilización del principio de sobrecarga progresiva (o sea, incrementar gradualmente el estrés impuesto al cuerpo durante el entrenamiento). La sobrecarga progresiva puede ser introducida dentro de un programa de entrenamiento de la fuerza por medio del incremento de la frecuencia de la duración de la actividad, alterando la velocidad de las repeticiones, los períodos de descanso o por medio del incremento de la carga y el volumen. Una sobrecarga consistente va a resultar en el desarrollo de la fuerza, pero las cargas máximas o cerca del máximo (mayor intensidad) y/o volúmenes incrementados de entrenamiento van a provocar mayores incrementos (13, 19). La intensidad de un ejercicio, o la cantidad de carga usada, es frecuentemente estimada como el porcentaje de 1 repetición máxima (1 RM). El término RM se refiere al máximo número de veces que una carga puede ser levantada usando una buena técnica. Ha sido demostrado que las cargas mayores al 50 % de 1 RM incrementan la fuerza muscular en individuos previamente desentrenados (20, 22). Sin embargo, son frecuentemente requeridos entrenamientos más intensos para producir adaptaciones sobre levantadores experimentados (23, 24). El volumen del entrenamiento es el producto del número de series realizadas en cada ejercicio y el número de repeticiones realizadas en cada serie (25). Ha sido demostrado que el volumen de entrenamiento afecta las respuestas y adaptaciones neurales (23, 24), hipertróficas (26) metabólicas (27) y hormonales (28, 29) al entrenamiento de la fuerza.

La intensidad y el volumen de los ejercicios pueden ser manipulados por medio de la variación de la carga, del número de repeticiones y series completadas, de los intervalos de descanso entre las series y los ejercicios, o de combinaciones de los mismos. La incógnita continúa acerca de cuales son las intensidades y los volúmenes suficientes para provocar un efecto de entrenamiento (fisiológicos y/o psicológicos), sin disuadir la conformidad, con el programa y/o resultar en un riesgo de lesión incrementado. La especificidad en el entrenamiento de la fuerza se refiere a la idea de que las adaptaciones al entrenamiento son específicas al estímulo aplicado. Aunque hay algún remanente en el efecto de entrenamiento, las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento son específicas a las acciones musculares involucradas (30), los músculos entrenados, el recorrido o extensión del movimiento (31) y los sistemas de energía utilizados (32, 33).

Número de Repeticiones

La fuerza y la potencia muscular son mejor desarrolladas usando cargas más pesadas (que requieren un desarrollo de tensión máximo o cerca del máximo) con pocas repeticiones, mientras que la resistencia muscular es incrementada usando pesos más livianos con un mayor número de repeticiones. En cierta medida, ambas, la fuerza y la resistencia muscular son desarrolladas bajo cada condición, pero cada esquema de carga favorece un tipo de desarrollo neuromuscular más específico (13, 19). Así, 8 a 12 repeticiones/serie son generalmente recomendadas para provocar incrementos en ambas la fuerza y la resistencia muscular, así como la hipertrofia muscular (6, 7, 13). Las lesiones ortopédicas pueden ocurrir en participantes ancianos (> 65) o más débiles cuando realizan esfuerzos hasta la fatiga volitiva usando un régimen de entrenamiento de alta intensidad y de bajas a moderadas RM. De este modo, es generalmente recomendada la realización de 10 a 15 repeticiones o RM's para esta población (6, 7, 12).

Número de Series

3 o más series de 6 a 12 repeticiones por ejercicio realizadas 3 días/semana como parte de un programa periodizado es una prescripción tradicional de un entrenamiento de la fuerza para muchos programas atléticos para alumnos de secundaria, universidad y profesionales. La periodización es el proceso sistemático de variaciones planificadas en un programa de entrenamiento de la fuerza a través de un ciclo específico de entrenamiento (14). Específicamente, ha sido demostrado que variar el volumen y la intensidad de los ejercicios es vital para la optimización de las adaptaciones al entrenamiento en los atletas (34). Sin embargo, el número mínimo y óptimo de series requeridas para provocar ganancias significativas en los parámetros de salud es substancialmente menor para los no atletas (35). Desafortunadamente, hay una falta de estudios clínicos bien controlados reportados en la literatura que comparen programas de entrenamiento de la fuerza de series únicas versus series múltiples.

Los lineamientos de entrenamiento de la fuerza existentes, del ACSM (6, 7), American Heart Association (AHA) (10) y American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR) (11), con respecto al número de series que deben ser realizadas, están claramente dirigidos a la aptitud física de los adultos y a las poblaciones clínicas, y reflejan las investigaciones empíricas conducidas para determinar los niveles mínimos y óptimos de ejercicio necesarios para inducir adaptaciones relacionadas a la salud y a la aptitud física. Parte del fundamento de los lineamientos actuales es que la eficiencia del tiempo de los programas de una sola serie frecuentemente se traduce en una mejor conformidad con el programa, ya que las sesiones de los programas de ejercicio que duran más de una hora, están asociadas con tasas de abandono más altas (36, 37). Considerando las similitudes en las ganancias de la fuerza para programas uni y multiseries durante el período de entrenamiento inicial, los programas de una sola serie son recomendados para poblaciones clínicas y de personas no deportistas sanas.

Frecuencia de Entrenamiento

La frecuencia de entrenamiento, es decir, el número de sesiones de entrenamiento por semana, son también componentes importantes de una prescripción de ejercicios de fuerza (13, 38). El período de descanso debe ser suficiente para permitir la recuperación y el desarrollo muscular mientras se disminuye el potencial para el sobreentrenamiento; sin embargo; períodos prolongados entre sesiones pueden resultar en desentrenamiento. La frecuencia de entrenamiento depende de varios factores incluyendo el número de grupos musculares entrenados por sesión de trabajo, el nivel de acondicionamiento, la intensidad de ejercicio, el volumen y la duración. Es generalmente recomendado un período de descanso de 48 horas entre sesiones de entrenamiento concurrentes (6, 13), lo cual concuerda con los lineamientos de frecuencia de entrenamiento de 3 días/semana para los grupos musculares individuales. Aunque los clínicos y los entrenadores saben considerar las necesidades y objetivos específicos de los participantes (o sea, tiempo necesario para recuperarse de una sesión de entrenamiento), son apropiados los lineamientos que proponen una frecuencia de entrenamiento de un mínimo de 2 días/semana. El programa de 2 días/semana también parece provocar el 80 al 90 % de los beneficios sobre la fuerza, que son alcanzados con programas más frecuentes, en las personas desentrenadas que se inician (38). Interesantemente, los beneficios actuales, conferidos por el entrenamiento de la fuerza, pueden ser aparentemente mantenidos, realizando sesiones de entrenamiento de la fuerza una vez a la semana (39, 49) y aún uno cada dos semanas. Los participantes que tienen el tiempo y quieren alcanzar aún más beneficios, pueden elegir entrenar 3 días/semana. Sin embargo, los lineamientos de una frecuencia de un mínimo de 2 días/semana permiten más tiempo para la recuperación, consumen menos tiempo y así pueden incrementar la adherencia.

Modalidad de Ejercicio

La fuerza y resistencia muscular pueden ser desarrolladas por medio de ejercicios estáticos (isométricos) o dinámicos (isotónicos o isokinéticos). Aunque cada tipo de entrenamiento tiene sus ventajas y limitaciones, los ejercicios de fuerza dinámicos son generalmente recomendados ya que imitan mejor las actividades de la vida diaria. Desde un punto de vista seguro, son generalmente recomendadas las máquinas de resistencia variable con lingotes (41). Además, las máquinas

requieren generalmente menos tiempo en comparación con los ejercicios de pesos libres, permitiendo al participante contar con tiempo adicional para realizar actividades aeróbicas y ejercicios de flexibilidad, complementarios. Sin embargo, los ejercicios con pesos libres imitan más frecuentemente los requerimientos de movimiento de tareas específicas y permiten una retroalimentación propioceptiva en una forma similar a los movimientos atléticos y actividades de la vida diaria (42). Por otra parte, los pesos libres son frecuentemente más baratos y pueden ofrecer más variedad en un programa de entrenamiento de la fuerza, conduciendo a una mayor adherencia al programa de entrenamiento. Ambos, los ejercicios uni y multiarticulares son efectivos para incrementar la fuerza muscular y ambos deberían ser incorporados dentro de un programa de entrenamiento de la fuerza (23, 43, 44). Los ejercicios uniarticulares son más frecuentemente usados para aislar grupos musculares específicos mientras que los ejercicios multiarticulares son generalmente considerados como más efectivos para incrementar la fuerza muscular total.

La habilidad para completar un programa de ejercicios general dentro de 45 a 60 minutos, 2 a 3 días/semana, facilitaría un mayor conformismo con el programa de entrenamiento mientras induce adaptaciones favorables e incrementos en múltiples sistemas de órganos (e.g., cardiorrespiratorio, músculo-esquelético, endocrino, inmune). Por consideraciones de seguridad y tiempo, la mayoría de los programas de entrenamiento de la fuerza deberían incorporar una combinación de equipos de fuerza variable, pesos libres y ejercicios de calistenia tradicionales y de flexibilidad. La intensidad debería comenzar siendo baja, y progresar lentamente, otorgando el tiempo para provocar adaptaciones fisiológicas. Los ejercicios deberían ser rítmicos, realizados a una velocidad controlada, de moderada a lenta, a través de un recorrido de movimientos libre de dolor, con un patrón de respiración normal durante los movimientos de levantamiento. Los ejercicios de fuerza de alta intensidad pueden causar incrementos agudos y dramáticos, en ambas, la presión sanguínea sistólica y diastólica, especialmente cuando es evocada una maniobra de Valsalva, y no es generalmente recomendado para poblaciones con enfermedades crónicas (45, 46). Si es administrado un test de 1 RM para los propósitos de evaluar la fuerza muscular al comienzo de un programa de entrenamiento de la fuerza, entonces deberían ser usados un 30 a 40 % de 1 RM para el tren superior y un 50 a 60 % de 1 RM para la cadera y las piernas, como el peso de iniciación para la sesión de entrenamiento inicial.

Aunque son frecuentemente usados mayores porcentajes de 1 RM en el marco de la investigación, es nuestra opinión que las recomendaciones presentadas aquí, le proporcionan al principiante la oportunidad de aprender la forma y la técnica apropiadas, proveen éxito inmediato y reducen la posibilidad de padecer dolor muscular. Los cuales pueden conducir a una adherencia incrementada. Cuando el participante puede levantar cómodamente el peso para 12 repeticiones, usando una buena forma y percibe que la misma está liviana a algo pesada [12 o 13 en la escala de Borg de Esfuerzo Percibido (RPE) (47)], puede ser adicionado un 5 % de peso a la siguiente sesión de entrenamiento. Aunque el objetivo inicial es completar la serie de 8 a 12 repeticiones a un nivel cómodamente duro (RPE = 12 a 13), el participante sano puede esforzarse para progresar a una mayor intensidad (RPE = 15 a 17; muy duro). Ya que el nivel de intensidad es un factor importante para conseguir beneficios máximos, ejercitarse con mayor esfuerzo da los mejores resultados. A este nivel de entrenamiento más alto, la progresión a una carga más pesada debería ocurrir cada 1 o 2 semanas. Si un individuo no puede levantar el peso un mínimo de 8 veces, el peso debería ser reducido para la próxima sesión de entrenamiento.

LINEAMIENTOS PARA LOS ADULTOS DESENTRENADOS QUE SE INICIAN EN EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Las recomendaciones actuales para los adultos desentrenados principiantes, la constituyen la realización de 1 serie en 8 a 12 repeticiones hasta la fatiga volitiva, de 8 a 10 ejercicios realizados 2 a 3 veces/semana para individuos por debajo de 50 años de edad, el mismo régimen usando de 10 a 15 repeticiones es recomendado para personas de más de 50 años de edad (6). Las investigaciones sugieren que el 80 a 90 % de las ganancias de fuerza pueden ser provocadas usando este régimen durante el período de entrenamiento inicial (o sea, hasta los primeros 4 meses) en comparación con los programas de entrenamiento de volúmenes más altos. Los fundamentos de las recomendaciones actuales, con respecto a los lineamientos de los programas de entrenamiento de la fuerza han sido revisados previamente (25, 35, 36).

Para los adultos desentrenados sanos, parece que los programas multiseries proporcionan poco, a ningún estímulo adicional durante el período de entrenamiento inicial para incrementar el ritmo de adaptaciones fisiológicas durante el período inicial de entrenamiento, cuando se los compara con los programas de una sola serie. Por ejemplo, Starkey et al. (48) comparo los efectos de 1 serie versus 3 series de ejercicios de alta intensidad de extensión y flexión de piernas sobre la fuerza muscular isométrica y el tamaño muscular luego de un período de entrenamiento de 14 semanas. La fuerza muscular se incremento significativamente y de manera similar para ambos grupos para los ejercicios evaluados. Las mediciones ultrasónicas del grosor muscular se hicieron a partir de 10 sitios representativos sobre el muslo anterior y posterior, revelando incrementos comparables y significativos para ambos grupos. En contraste a los regimenes de

entrenamiento recomendados para los adultos desentrenados principiantes, hay fuertes evidencias para la realización de programas de repeticiones múltiples, usando regimenes de periodización, para los atletas/levantadores más serios, cuyo objetivo es maximizar el tamaño y la fuerza muscular (14). Sin embargo, hay crecientes evidencias acerca de que la mayoría de los individuos comprometidos en regimenes de entrenamiento de la fuerza son más propensos a adherirse a las recomendaciones actuales de la ACSM, en las cuales el entrenamiento de la fuerza es uno de los componentes del programa de ejercicio (36, 37).

LINEAMIENTOS PARA LEVANTADORES DE PESAS RECREACIONALES

En los individuos sedentarios, los incrementos en la fuerza muscular son alcanzados rápidamente y son mediados por adaptaciones neurales, así como por un incremento gradual en la hipertrofia muscular (49). El ACSM (6) reportó una mejora promedio en la fuerza muscular de un 25 a 30 % en hombres y mujeres sedentarios, jóvenes y de mediana edad, durante los primeros 6 meses de entrenamiento de la fuerza. Aunque los estudios han demostrado incrementos continuos en la fuerza con semanas de entrenamiento adicionales más allá de los 2 años de entrenamiento, la magnitud de la mejora es menor y tiende a hacer un plateau después de 3 a 6 meses (13, 50). Las críticas de los siguientes lineamientos y del entrenamiento de la fuerza sugieren que una vez que la aptitud física inicial ha sido alcanzada, son requeridas series múltiples para alcanzar mayores adaptaciones y mejoras fisiológicas. Presumiblemente, los incrementos adicionales en el rendimiento conferidos por los programas de series múltiples sobrepasarían las ventajas relacionadas al tiempo, de los regimenes de entrenamiento de series únicas. Sin embargo, los estudios recientes sugieren que los programas de series únicas son eficaces y que conducen a incrementos similares en la fuerza comparados con los programas de series múltiples no periodizados en levantadores de pesas recreacionales.

Los levantadores de pesas recreacionales son aquellos individuos con experiencia en entrenamiento de la fuerza, cuyos objetivos de entrenamiento son mejorar la fuerza y la salud (i.e., fuerza muscular, resistencia y composición corporal). De manera opuesta a los objetivos de la mayoría de los atletas, estos individuos se ejercitan principalmente por la asociación de objetivos estéticos, para incrementar el rendimiento y la resistencia en actividades recreacionales, y actividades de la vida diaria, y para la salud general y el bienestar. Hass et al. (37) investigó los efectos de un volumen incrementado de 1 a 3 series, sobre la fuerza y la resistencia muscular, y la composición corporal en levantadores recreacionales con largo tiempo de entrenamiento. Al final del protocolo de entrenamiento de 13 semanas de duración, los resultados demostraron que realizar series adicionales de ejercicios de fuerza de alta intensidad, no condujo a incrementos significativamente mayores en la fuerza y la resistencia muscular o la composición corporal en comparación con el entrenamiento que uso una sola serie como parte de un programa de ejercicio. Ambos, los grupos de 1 y 3 series experimentaron mejoras significativas y similares, con el grupo de 3 series demostrando solo un incremento un 2 % mayor en la fuerza. Interesantemente, todos los pacientes que abandonaron el estudio fueron del grupo de series múltiples.

Con un estudio similar, Ostrowski et al. (51) demostró que 1 serie por ejercicio fue igual de efectiva que 2 a 4 series, para incrementar el tamaño muscular, y la fuerza y la potencia del tren superior en levantadores de pesas con varios años de experiencia de entrenamiento. Considerando las similitudes en la mejora entre el entrenamiento no periodizado de series únicas y series múltiples, una sola serie de 8 a 12 repeticiones parece representar un método válido y eficiente para lograr para lograr un desarrollo continuo en la aptitud muscular de los levantadores recreacionales. Esto es importante para los individuos que desean los beneficios sobre la salud y la aptitud física asociados con un programa de entrenamiento, pero no tienen el tiempo para dedicarse a regimenes de entrenamiento de series múltiples.

El potencial para el desarrollo de la fuerza y la magnitud y el transcurso de tiempo de las adaptaciones neuromusculares pueden diferir en levantadores de pesas novatos vs. experimentados. Sin embargo, por medio de la variación sistemática del programa de entrenamiento de la fuerza, combinando el número de repeticiones y el tipo de ejercicios realizados, pueden ser alcanzadas ganancias de fuerza significativas (13). Los levantadores de pesas recreacionales deberían incorporar estas variaciones dentro de un mínimo de 8 a 10 ejercicios (multi y uniarticulares) que se focalizen sobre los principales grupos musculares, 2 a 3/semana, para lograr mejoras continuas en la aptitud músculo-esquelética.

LINEAMIENTOS PARA PREPÚBERES Y ADOLESCENTES

Si son seguidos lineamientos del entrenamiento de la fuerza apropiados, los niños y adolescentes pueden mejorar eficazmente sus niveles de salud y aptitud física (52-54). Estas adaptaciones incluyen incrementos en la fuerza y resistencia muscular; mejoras en los perfiles de los lípidos sanguíneos y la composición corporal; incremento del

rendimiento motor; y una reducción en la incidencia de lesiones (54). También pueden ser favorecidas, a través de la participación en programas de entrenamiento de la fuerza (55, 56), la socialización y la disciplina mental, así como actitudes más favorables hacía la actividad física en general. La American Academy of Paediatrics (57), el ACSM (7) y la Nacional and Strenght and Conditioning Association (NSCA) (53), apoyan la participación de niños en programas de entrenamiento de la fuerza supervisados. La recomendación general es desarrollar un régimen de entrenamiento de la fuerza básico, que no exceda de 20 a 40 minutos por sesión, 2 a 3/semana, realizado en un ambiente bien supervisado (13). Con respecto al volumen de entrenamiento, la NSCA recomienda que los niños deberían realizar como mínimo 1 serie de 6 a 15 repeticiones, en una variedad de ejercicios para el tren superior e inferior, incorporando ambos, ejercicios aislados y multiarticulares (53).

Reconociendo que la fuerza del tren superior esta declinando en los niños y las niñas (2-4), deberían ser enfatizados los ejercicios de fuerza del tren superior, para ambos sexos. La intensidad inicial de estos programas debería ser confortablemente tolerable, pero se debe volver más estimulante a medida que el niño madura física y psicológicamente. Deberían ser usadas máquinas para niños siempre que sea posible, aunque los ejercicios con el propio peso corporal y los ejercicios asistidos por un compañero son alternativas viables. Almohadillas y tablones pueden ser usados para adaptar los equipos de tamaños estándar, si son tomadas precauciones para asegurar una alineación corporal apropiada (53).

Recientemente, los investigadores evaluaron una amplia colección de regimenes de entrenamiento (o sea, elección/orden de los ejercicios, manipulación del volumen y la intensidad) para determinar los beneficios potenciales para los adolescentes y los prepúberes. A pesar de que las cargas de mayor intensidad con menos repeticiones, conducen a mayores incrementos de la fuerza en los adultos, este no parece ser el caso en los prepúberes. Faigenbaum y cols. (52) compararon entrenamientos de una sola serie de bajas repeticiones y alta carga vs. altas repeticiones y carga moderada, en niños y niñas de 5 a 12 años de edad. Los investigadores concluyeron que en las etapas iniciales de un programa de entrenamiento de la fuerza, los niños deberían realizar una sola serie de 13 a 15 repeticiones por ejercicio. Esta recomendación estuvo basada no solo en los mayores incrementos de la fuerza muscular, sino también en la observación de que este esquema repeticiones-carga provee a cada niño la oportunidad de tener éxito y apreciar sus logros durante el entrenamiento (52).

LINEAMIENTOS PARA ANCIANOS

El envejecimiento constituye un complejo proceso que involucra muchas variables (como, factores del estilo de vida, genética, desarrollo de enfermedades crónicas) que interactúan una con la otra e influencian enormemente la calidad de vida.

Los cambios fisiológicos que ocurren con el envejecimiento, son variables e incluyen reducciones en la masa muscular y en la fuerza muscular (sarcopenia), en la potencia muscular, en la elasticidad del tejido conectivo, y en el equilibrio y la flexibilidad (58-61). Estos cambios van en contra del rendimiento funcional requerido para la vida independiente y contribuyen a la debilidad, y a un riesgo de fracturas incrementado (61, 62). Las caídas son un origen principal de morbidez y mortalidad en los ancianos, explicando el 90 % de las fracturas de cadera (63, 64) y costos de cuidados de salud de cerca de 1,3 billones de dólares y 10 billones de dólares (valor de 1998) en el Reino Unido (65) y Estados Unidos (66), respectivamente. Ha sido demostrado que el ejercicio regular, incluyendo al entrenamiento de fuerza, es un modo efectivo de evitar los cambios relacionados a la edad en el sistema músculo-esquelético y puede ser una vía para prevenir caídas y las fracturas relacionadas a las mismas. Los estudios de investigación indican que el entrenamiento de la fuerza constituye una intervención efectiva contra la sarcopenia (67, 68), incrementa el rendimiento en resistencia (69), normaliza la presión sanguínea en sujetos con valores normales altos (70), reduce la resistencia a la insulina (71), disminuye la adiposidad corporal (72), incrementa el costo metabólico (73), reduce la pérdida de la densidad mineral ósea con la edad (74), reduce los factores de riesgo para caídas (75) y puede reducir el dolor y mejorar la capacidad funcional en sujetos con reuma articular y osteoartritis (76). Sin embargo, se debe tener cuidado con respecto a los lineamientos del entrenamiento de la fuerza en esta población, particularmente para aquellos sujetos con hipertensión, artritis y enfermedades cardiovasculares (12).

Los lineamientos de prescripción de ejercicio del ACSM (6, 7) para adultos jóvenes y de mediana edad, son también apropiados para los ancianos, con pequeñas, pero marcadas diferencias en la aplicación de los mismos (6, 9). Debido al curso natural de la declinación fisiológica relacionada a la edad, el régimen de ejercicio debería empezar a intensidades bajas, progresar lentamente y utilizar máquinas de resistencia variable con placas o lingotes de peso, incrementales, para ofrecer seguridad a los participantes. La sesión de entrenamiento debería comenzar a un nivel de intensidad bajo (10 a 15 repeticiones por serie) y progresar más lentamente (cada 2 a 4 semanas) que los programas diseñados para adultos jóvenes (cada 1 a 2 semanas), permitiendo un tiempo de adaptación (9). Si es administrado un test de 1 RM, el peso de

entrenamiento inicial debería ser de un 30 a 40 % del máximo (9). Ha sido reportado consistentemente que este tipo de régimen de entrenamiento compensa las declinaciones en la fuerza y en la masa músculo-esquelética, asociadas con la edad y la enfermedad/incapacidad, mientras mejora la capacidad funcional, la que puede aumentar la calidad de vida del individuo (12, 77). Este solo beneficio provee el fundamento para incorporar al entrenamiento de la fuerza en programas de ejercicio para personas sanas de todas las edades, así como para aquellos sujetos con enfermedades crónicas.

Ha sido demostrado que los lineamientos en entrenamiento de la fuerza para ancianos, recomendados aquí, incrementan significativamente la aptitud musculoesquelética y la salud cardiovascular. En un estudio reciente, Vincent et al. (78) demostró que una serie de entrenamiento de la fuerza es una manera efectiva de mejorar el pico de captación de oxígeno (22 % de incremento), el tiempo hasta el agotamiento en cintaergómetro (26 % de incremento), la habilidad para subir escaleras (6,5 % de disminución en el tiempo para ascender la trayectoria de las escaleras) y la protección del estrés oxidativo en hombres y mujeres ancianos de 60 a 85 años de edad. La fuerza muscular se incrementó un promedio de 17 %, mientras que la resistencia muscular local se incrementó en un 71 % para el tren superior y un 46 % para el tren inferior, luego de 6 meses de entrenamiento. Una susceptibilidad reducida al estrés oxidativo, también ha sido asociada con reducciones en la fatiga muscular, con beneficios cardioprotectores y con un riesgo de eventos cardíacos, reducido (79, 80).

La potencia muscular involucra una combinación de fuerza y velocidad muscular y es un componente común de muchas actividades de la vida diaria. En la vejez, parece haber una mayor pérdida en la potencia muscular que en la fuerza muscular (81). Las investigaciones recientes han indicado que las pérdidas en la potencia muscular están asociadas con disminuciones en la habilidad funcional, incluyendo una capacidad disminuida de subir escaleras y la habilidad de levantarse de una silla (82). Así, hay fundamentos para la inclusión de entrenamiento de la fuerza específico para el desarrollo de la potencia para ancianos sanos (83, 84). Una vez que el individuo ha progresado más allá de las etapas iniciales del régimen de entrenamiento (3 a 6 meses), debería ser incluida la realización de ejercicios uni y multiarticulares usando cargas de livianas a moderadas (40 al 60 % de 1 RM) con una alta velocidad en cada repetición. También ha sido demostrado que la progresión de los programas de entrenamiento de la fuerza para que incluyan mayores intensidades (80 % de 1 RM) y regimenes periodizados avanzados, es efectiva y segura para los ancianos cuando es realizada dentro de un programa supervisado (67, 83, 84). Sin embargo, es nuestra opinión que la progresión a estos tipos de programas de entrenamiento debería ser decidida en base al individuo, y debería ocurrir solo luego de que el participante halla alcanzado un nivel de aptitud física, y cuando la participación ocurre en un marco supervisado.

CONCLUSIÓN

La inactividad física está asociada con una susceptibilidad incrementada a enfermedades crónicas y a una calidad de vida reducida. Consecuentemente, las principales organizaciones de salud han establecido lineamientos de programas de entrenamiento comprensivos diseñados para mejorar la salud y la aptitud física de individuos de todas las edades, siendo el entrenamiento de la fuerza un componente integral de los mismos. Los programas de entrenamiento de la fuerza deberían incorporar una variedad de ejercicios (calinestésicos, máquinas y pesos libres) realizados a una intensidad suficiente para incrementar el desarrollo y el mantenimiento de la fuerza y la resistencia muscular y la masa corporal magra. Debería ser realizado un mínimo de 1 serie sobre 8 a 10 ejercicios que involucren los principales grupos musculares, 2 a 3 veces/semana para participantes sanos de todas las edades. Los regímenes multiseries periodizados y /o ejercicios avanzados pueden ser más apropiados para los individuos cuyos objetivos incluyan ganancias máximas de fuerza, masa corporal magra y rendimiento atlético. Sin embargo, la literatura existente apoya los lineamientos que son presentados en este estudio, para niños y adultos de todas las edades que busquen los beneficios de salud y aptitud física asociados con el entrenamiento de la fuerza.

Agradecimientos: Los autores no tienen agradecimientos para alguien en particular.

Correspondencia y Reimpresiones: Christopher J. Hass, Department of Health and Perfomance Sciences, Georgia Institute of Technology, 281 Ferst Drive, Atlanta, GA 30356, USA. Correo electrónico: chass@emory.edu

REFERENCIAS

1. Pollock ML, Vincent KR (1996). Resistance training for health. *Presidents Counc Phys Fitness Sports Res Dig Dec; Series 2 (8): 1-9*
2. US Department of Health and Human Services (1996). Physical activity and health: a report of the Surgeon General. *Atlanta (GA): US Dep of Health and Human Serv, Cent for Disease Cont and Prevent, Nat Cent for Chronic Disease Prevent and Health Promotion*
3. Rupnow A (1985). Upper body strength-helping kids with the battle. *J Phys Education Recreation Dance; 56: 60-3*
4. Folsom-Meek SL, Herauf J, Adams NA (1992). Relationships among selected attributes and three measures of upper body strength and endurance in elementary school children. *Percept Mot Skills; Dec; 75 (3 Pt 2): 1115-23*
5. Hurley BF, Roth SM (2000). Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *SportsMed; 30 (4): 249-68*
6. American College of Sports Medicine (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc; 30: 975-91*
7. American College of Sports Medicine (2000). ACSM s guidelines for exercise testing and prescription. *Baltimore (MD): Lipp Williams & Wilkins 6th ed*
8. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of SportsMedicine. *JAMA; 273: 402-7*
9. Pollock ML, Graves JE, Swart DL, et al (1994). Exercise training and prescription for the elderly. *SouthMed J; 87 (5): S88-95*
10. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, et al (1995). Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation; 91: 580-615*
11. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (1999). Guidelines for cardiac rehabilitation programs. *3rd ed. Champaign (IL): Human Kinetics Publishers*
12. Evans WJ (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc; 31: 12-7*
13. Fleck SJ, Kraemer WJ (1997). Designing resistance training programs. *2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics Books,*
14. Pearson D, Faigenbaum A, Conley M, et al (2000). The National Strength and Conditioning Association s basic guidelines for resistance training of athletes. *Strength Cond; 22: 14-27*
15. McCartney N, McKelvie RS, Martin J, et al (1993). Weight-training induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *J Appl Physiol; 1993; 74: 1056-60*
16. Wharburton DER, Gledhill N, Quinney A (2001). Musculoskeletal fitness and health. *Can J Appl Physiol; 26 (2): 217-37*
17. Feigenbaum MS, Gentry RK (2001). Prescription of resistance training for clinical populations. *Am J Med Sports; 3: 146-58*
18. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, et al (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription. *Circulation; 101: 828-33*
19. Sale DG (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *In: Pandolf KB, editor. Exercise and sport sciences reviews. New York (NY): MacMillan, 95-152*
20. McDonagh MN, Davies CM (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol; 52: 139-55*
21. Anderson T, Kearney JT (1982). Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. *Res Q; 53: 1-7*
22. Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, et al (1978). The effect of circuit training on strength, cardiorespiratory function and body composition of adult men. *Med Sci Sports; 10: 171-6*
23. Hakkinen K, Komi PV, Kauhanen H (1987). EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight lifters. *Eur J Appl Physiol; 56 (4): 419-27*
24. Hakkinen K, Pakarinen A, Alen M, et al (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J Appl Physiol; 65: 2406-12*
25. Feigenbaum MS, Pollock ML (1997). Strength training, rational for current guidelines for adult fitness programs. *Physician Sports Med; 25 (2): 44-64*
26. Tesch PA, Komi PV, Hakkinen K (1987). Enzymatic adaptations consequent to long term strength training. *Int J Sports Med; 8 Suppl.: 66-9*
27. Willoughby DS, Chilek DR, Schiller DA, et al (1991). The metabolic effects of three different free weight parallel squat intensities. *J Hum Mov Stud; 21: 53-67*
28. Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, et al (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol; 75: 594-604*
29. Kraemer WJ, Patton JF,Gordon SE, et al (1995). Compatibility of high intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol; 78: 976-89*
30. Hather BM, Tesch PA, Buchanan P, et al (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiol Scand; 143: 177-85*
31. Knapik JJ, Mawdsley RH, Ramos MU (1983). Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training. *J Orthop Sports Phys Ther; 5: 58-65*
32. Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, et al (1987). Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med; 8: 247-52*
33. Robergs RA, Pearson DR, Costill DL, et al (1991). Muscle glycogenolysis during different intensities of weight-resistance exercise. *J Appl Physiol; 70: 1700-6*
34. Kraemer WJ (1997). A series of studies-the physiological basis for strength training in American football: fact over philosophy. *J Strength Cond Res; 11: 131-42*

35. Feigenbaum MS, Pollock ML (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc; 31: 38-45*
36. Pollock ML (1988). Prescribing exercise for fitness and adherence. *In: Dishman RK, editor. Exercise adherence: its impact on public health. Champaign (IL): Human Kinetics Books; 259-82*
37. Hass CJ, Garzarella L, De Hoyos DV, et al (2000). Single versus multiple sets and long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc; 32 (1): 235-42*
38. Demichele PD, Pollock ML, Graves JE, et al (1997). Effect of training frequency on the development of isometric torso rotation strength. *Arch Phys Med Rehabil; 27: 64-9*
39. Moorehouse C (1966). Development and maintenance of isometric strength of subjects with diverse initial strengths. *ResQ; 38: 449-56*
40. Graves J, Pollock M, Foster D, et al (1990). Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine; 15: 504-9*
41. Foran B (1985). Advantages and disadvantages of isokinetics, variable resistance and free weights. *NSCA J; 7: 24-5*
42. Kovaleski JE, Heitman RH, Trundle TL, et al (1995). Isotonic preload versus isokinetic knee extension resistance training. *Med Sci Sports Exerc; 27: 895-9*
43. Colliander EB, Tesch PA (1990). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiol Scand; 140: 31-9*
44. O Hagan FT, Sale DG, MacDougal JD, et al (1995). Comparative effectiveness of accommodating and weight resistance training modes. *Med Sci Sports Exerc; 27: 1210-9*
45. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, et al (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance training. *J Appl Physiol; 58: 785-90*
46. McCartney N (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc; 31: 31-7*
47. Borg GAV (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc; 14: 377-81*
48. Starkey DB, Pollock ML, Ishida Y, et al (1996). Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Med Sci Sports Exerc; 28: 1311-20*
49. Sale DG (1988). Neural adaptations to resistance training. *Med Sci Sports Exerc; 20 (5 Suppl.): S135-45*
50. McCartney N, Hicks AL, Martin J, et al (1996). A longitudinal trial of weight training in the elderly: continued improvements in year 2. *J Gerontol Biol A Biol Sci Med Sci; 51 (6): B425-33*
51. Ostrowski KJ, Wilson GJ, Weatherby R, et al (1997). The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *J Strength and Cond Res; 11 (1): 148-54*
52. Faigenbaum A, Westcott W, Loud R, et al (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics; 104 (1): e5*
53. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Cahill B, et al (1996). Youth resistance training: position statement paper and literature review. *J Strength Cond Res; Dec; 18 (6): 62-75*
54. Faigenbaum AD (1993). Strength training: a guide for teachers and coaches. *Natl Strength Cond J; 15 (5): 20-9*
55. Rians C, Weltman A, Cahill B, et al (1987). Strength training in prepubescent males: is it safe?. *Am J Sports Med; 15 (5): 483-9*
56. Westcott W (1992). A new look at youth fitness. *Am Fitness Q; 11 (1): 16-9*
57. American Academy of Pediatrics (1990). Strength training, weight and power lifting, and bodybuilding by children and adolescents. *Pediatrics; 86: 801-3*
58. Lindle R, Metter EJ, Lynch N, et al (1997). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93. *J Appl Physiol; 83: 1581-7*
59. Metter EJ, Conwit R, Tobin J, et al (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci; 52: B267-76*
60. Bell R, Hoshizaki T (1981). Relationships of age and sex with joint range of motion of seventeen joint actions in humans. *Can J Appl Sport Sci; 6: 202-6*
61. Campbell A, Borrie M, Spears G (1989). Risk factors for falls in community based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol; 44 (4): M112-7*
62. Aniansson A, Zetterberg C, Hagberg M, et al (1984). Impaired muscle function with aging: a background factor in the incidence of fractures of the proximal end of the femur. *Clin Orthop; 191: 193-200*
63. Grisso JA, Kelsey JL, Strom BL, et al (1991). Risk factors for falls as a cause of hip fractures in women. *N Engl Med J; 324 (19): 1326-31*
64. Parkarri J. Kannus P, Palvanen M, et al (1999). Majority of hip fractures occur as a result of a fall and impact on the greater trochanter of the femur: a prospective controlled hip fracture study with 206 consecutive patients. *Calcif Tissue Int; 65 (3): 183-7*
65. Torgerson DJ, Dolan P (2000). The cost of treating osteoporotic fractures in the United Kingdom female population. *Osteoporos Int; 11: 551-2*
66. Khan K, McKay H, Kannus P, et al (2001). Physical activity and bone health. *Champaign (IL): Human Kinetics Publishers*
67. Fiatarone MA, ONeil EF, Ryan ND, et al (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med; 330: 1769-75*
68. Franklin BA (1982). Pumping iron: rationale, benefits, safety, and prescription. *ACSM Health Fitness; 2: 12-5*
69. Parker N, Hunter G, Treuth M (1996). Effects of strength training on cardiovascular responses during a submaximal walk and a weight-loaded walking test in older females. *J Cardiopulm Rehabil; 16 (1): 56-62*
70. Cononie CC, Graves JE, Pollock ML (1991). Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Med Sci Sports Exerc; 23: 505-11*
71. Miller J, Pratley R, Goldberg A, et al (1994). Strength training increases insulin action in healthy 50-65 year old men. *J Appl Physiol; 77: 1122-7*
72. Treuth M, Ryan A, Pratley R, et al (1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl*

Physiol; 77: 614-20
73. Pratley R, Nicklas B, Rubin M, et al (1994). Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol; 76: 133-7*
74. Nelson M, Fiatarone M, Morganti C, et al (1994). Effects of high intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: a randomized controlled trial. *JAMA; 272: 1909-14*
75. Notelovitz M, Martin D, Probart C (1991). Estrogen therapy and variable-resistance weight training increase bone mineral in surgically menopausal women. *J Bone Miner Res; 6: 583-90*
76. Schilke JM, Johnson GO, Housh TJ, et al (1996). Effects of muscle strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. *Nurs Res; 45: 68-72*
77. Carpenter D, Nelson B (1999). Low back strengthening for health, rehabilitation, and injury prevention. *Med Sci Sports Exerc; 31: 18-24*
78. Vincent KR, Vincent HK, Braith R, et al (2000). Effects of 6 months of resistance exercise on lipid peroxidation in older adults. *Med Sci Sports Exerc; 32 (5) S105*
79. Vincent HK, Powers SK, Demirel HA, et al (1999). Exercise training protects against contraction-induced lipid peroxidation in the diaphragm. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol; Feb; 79 (3): 268-73*
80. Ji LL, Fu RG, Waldrop TG, et al (1993). Myocardial response to regional ischemia and reperfusion in vivo in rat heart. *Can J Physiol Pharmacol Oct-Nov; 71 (10-11): 811-7*
81. Rantanen T, Avela J (1997). Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *J Gerontol ABiol Sci Med Sci; 52 (4) M225-31*
82. Bassey EJ, FiatoroneMA, O'Neill EE, et al (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci (Lond)82 (3): 321-7*
83. Hakkinen K, Hakkinen A (1995). Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyogr Clin Neurophysiol; 34: 137-47*
84. Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, et al. (1998). Changes in agonistantagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol; 84: 1341-49*

Cita Original

Christopher J. Hass, Matthew S. Feigenbaum and Barry A. Franklin. Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. Sports Med; 31 (14): 953-964, 2001.