



REVISIÓN

El ejercicio físico en el anciano frágil: una actualización

Álvaro Casas Herrero^{a,*}, Eduardo L. Cadore^b, Nicolás Martínez Velilla^a y Mikel Izquierdo Redin^c^a Servicio de Geriátría, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, España^b Escuela de Educación Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil^c Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Pública de Navarra, Campus de Tudela, Tudela, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 3 de julio de 2014

Aceptado el 15 de julio de 2014

On-line el 11 de febrero de 2015

Palabras clave:

Fragilidad

Envejecimiento

Capacidad funcional

Ejercicio

Entrenamiento de fuerza

RESUMEN

El síndrome de la fragilidad se define como un estado de vulnerabilidad que conlleva un incremento en el riesgo de eventos adversos y discapacidad en los ancianos. Es una condición cuyas causas y fisiopatología resulta compleja. Con el envejecimiento, la potencia muscular se deteriora de forma más precoz que la fuerza muscular y en poblaciones frágiles la potencia se asocia de forma más significativa con la capacidad funcional que fuerza muscular. En la actualidad, incluso en los más ancianos, los programas de entrenamiento multicomponente constituyen las intervenciones más relevantes para enlentecer la discapacidad y otros eventos adversos, especialmente aquellos donde los ejercicios de fuerza se acompañan de otros ejercicios a altas velocidades dirigidos a mejorar la potencia muscular. Además, estos programas resultan intervenciones eficaces en otros dominios de la fragilidad como el deterioro cognitivo y las caídas. En el anciano frágil, el ejercicio físico debería prescribirse de forma progresiva, con un plan individualizado y con la misma exactitud que otros tratamientos médicos.

© 2014 SEGG. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Physical exercise in the frail elderly: An update

ABSTRACT

Frailty is a state of vulnerability that involves an increased risk of adverse events and disability in older adults. It is a condition with a complex etiology and pathophysiology. Skeletal muscle power decreases earlier than muscle strength with advancing age and is more strongly associated with functional capacity than muscle strength in frail elderly populations. Multicomponent exercise programs, and especially resistance exercise that includes muscle power training, are currently the most relevant interventions to slow down disability and other adverse outcomes, even in the oldest-old. Moreover, these programs are valuable interventions in other frailty domains, such as falls and cognitive decline. Physical exercise, in the frail elderly, should be prescribed with a progressive individualized plan and just like other medical treatments.

© 2014 SEGG. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La fragilidad se puede definir como una condición clínica en la cual existe un riesgo incrementado en la vulnerabilidad individual para desarrollar eventos adversos como dependencia y/o mortalidad cuando hay exposición a estresores. Un consenso internacional reciente¹ define la fragilidad física como un importante «síndrome médico con múltiples causas y contribuyentes que se caracteriza

por una disminución de fuerza, resistencia y función fisiológica que incrementa la vulnerabilidad individual para desarrollar mayor dependencia y/o muerte». La prevalencia de este síndrome es alta en mayores de 65 años (desde un 7-16%) y se aumenta con la edad^{2,3}. El consenso más establecido sobre el fenotipo diagnóstico engloba varios dominios, incluyendo el deterioro en la función física (velocidad de la marcha enlentecida, fatiga, fuerza de prensión disminuida), pérdida de peso y una baja actividad física².

Con el envejecimiento, la capacidad funcional del sistema neuromuscular, cardiovascular y respiratorio comienza a disminuir de forma progresiva lo que conlleva un riesgo aumentado de fragilidad. La disminución de la cantidad y calidad de masa muscular, el

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alvaro.casas.herrero@navarra.es (Á. Casas Herrero).

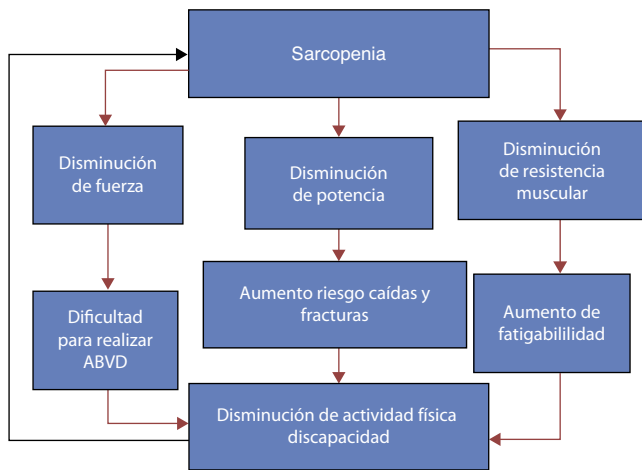


Figura 1. Modelo que explica las consecuencias funcionales de los cambios relacionados con la edad en la sarcopenia (pérdida de masa y función muscular) y el ciclo por el que se explica como la reducción de la actividad física acentúa el proceso de alteración. Modificado de Hunter et al.⁴³.

progresivo deterioro del sistema neuromuscular, las reducciones de fuerza y especialmente de potencia muscular, junto con la pérdida de función, es uno de los principales factores que influyen en la disminución de la capacidad de mantenerse independiente en la comunidad y en la génesis de la discapacidad^{4,35,41,42}. Recientemente se ha confirmado que estas características conllevan un aumento del riesgo de fragilidad. Otro factor que explica la reducción de fuerza y la masa muscular asociada al envejecimiento es la drástica reducción que se observa con el paso de los años en la cantidad y calidad de actividad física diaria. La estimación media de pérdida de masa muscular a partir de los 60 años es de 2 kg en varones y 1 kg en mujeres, pero solo 10 días de reposo en cama en un anciano puede resultar en una pérdida de 1,5 kg de masa magra (fundamentalmente en miembros inferiores) y una disminución del 15% de la fuerza de extensión de la rodilla⁵. La inmovilización además induce resistencia anabólica disfunción mitocondrial y apoptosis. El resultado de todo este proceso, como si se tratase de un círculo vicioso, origina que en la medida que disminuye la práctica de actividad física diaria, disminuye la fuerza y la masa muscular lo que a su vez genera mayor sarcopenia. La interrupción de este ciclo es de vital importancia para el mantenimiento de la funcionalidad de los ancianos (fig. 1).

Los beneficios del ejercicio físico en el envejecimiento y específicamente en la fragilidad han sido objeto de reciente investigación científica. Así, se ha comprobado que una actividad física incrementada en el anciano se ha asociado con una disminución del riesgo de mortalidad, del riesgo de enfermedades crónicas prevalentes en el envejecimiento (cardiovasculares, osteoarticulares, neurodegenerativas...), institucionalización, y de deterioro funcional. De manera más concreta, el tipo de ejercicio físico más beneficioso en el anciano frágil es el denominado multicomponente⁶. Este tipo de programas combina entrenamiento de fuerza, resistencia, equilibrio y marcha y es el que ha demostrado más mejorías en la capacidad funcional, que es un elemento fundamental para el mantenimiento de la independencia en las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) de los ancianos. Los objetivos a la hora de pautar ejercicio físico en el anciano frágil deberían centrarse, por lo tanto, en mejorar dicha capacidad funcional a través de mejorías en el equilibrio y la marcha y la disminución del riesgo y número de caídas. Para la obtención de estos objetivos, es necesario que el diseño de un programa de ejercicio físico en el anciano frágil deba acompañarse necesariamente de

recomendaciones sobre variables tales como la intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento ideales en esta población⁶.

Entrenamiento de fuerza en el anciano frágil

En las últimas décadas se ha propugnado que el entrenamiento de fuerza en personas mayores podría prevenir o retardar la pérdida de fuerza. Diversos estudios han mostrado que la realización de un entrenamiento sistemático de la fuerza máxima se acompaña de incrementos significativos en la producción de fuerza, no solo en personas jóvenes, sino también en las mayores^{7,8,10}. Los incrementos iniciales de la fuerza pueden llegar a ser de hasta un 10-30% (o incluso más) durante las primeras semanas o 1-2 meses de entrenamiento, tanto en personas de mediana edad y en ambos sexos como en ancianos.

Los programas de entrenamiento de fuerza en mayores probablemente constituyen por sí mismos la medida preventiva más eficaz para retrasar la aparición de sarcopenia y/o fragilidad^{7,8}. Varios estudios y revisiones sistemáticas han demostrado que incluso en los ancianos más viejos y frágiles el entrenamiento de fuerza aumenta la masa muscular, la potencia y la fuerza muscular^{7,9,10,20}, además de mejorar parámetros objetivos del síndrome de fragilidad tales como la velocidad de la marcha y el tiempo de levantarse de una silla⁹. Aunque inicialmente sus resultados sobre la mejoría de esta función no eran claros, la reciente revisión sistemática realizada por Liu y Latman⁹ ha demostrado que es una intervención eficaz para mejorar la función física en ancianos y retrasar la discapacidad.

Recomendaciones de prescripción de entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza, cuando se realiza en personas sedentarias o de edad avanzada, especialmente si son frágiles, debería comenzar realizando 8-10 repeticiones por serie con un peso con el que pudiésemos realizar 20 repeticiones máximas (20 RM) o más y no sobrepasar la realización de 4-6 repeticiones por serie con un peso con el que pudiésemos realizar 15 RM. Con respecto a la frecuencia idónea de entrenamiento parece que la mayoría de estudios realizados en ancianos frágiles la sitúa en 2-3 días por semana. En la tabla 1 se resumen los principales estudios con programas de entrenamiento de fuerza realizados en el anciano frágil³⁵. Para optimizar la capacidad funcional, los ejercicios de fuerza deberán ser específicos para los grupos musculares más utilizados y con transferencia directa (principio de especificidad) a actividades de la vida diaria como, por ejemplo, levantarse y sentarse de una silla o sostener una bolsa de la compra⁶.

Entrenamiento de fuerza basado en la potencia

La fuerza máxima y explosiva (potencia) es necesaria para poder realizar muchas tareas de la vida diaria como subir escaleras, levantarse de una silla o pasear y su deterioro es un marcador más precoz de deterioro en la capacidad funcional que la fuerza^{6,35}. De hecho, recientemente se ha descrito como existen asociaciones muy significativas entre la potencia y los parámetros funcionales, incluso en ancianos muy viejos institucionalizados¹¹. En estudios recientes, se ha observado como el aumento de la potencia se asocia con una disminución de la incidencia de caídas¹¹⁻¹³. Basados en estos resultados, se ha sugerido que la capacidad funcional de los ancianos frágiles puede mejorarse mediante la realización de ejercicio de fuerza con un estímulo de carga a altas velocidades (tan rápido como sea posible) que optimice la potencia muscular^{35,40}. Recientemente, se ha descrito en ancianos frágiles nonagenarios como programas de 12 semanas de ejercicio multicomponente que incluían entrenamiento explosivo de fuerza, mejoraban la potencia

Tabla 1
Características de los programas de entrenamiento de fuerza en el anciano frágil

Autores	Frecuencia semanal (número veces/semana)	Volumen (sesiones X repeticiones)	Intensidad (% de 1 RM)	Efectos adversos
Fiatatone et al. ²⁷	3	3 × 8	80% 1 RM	No
Hauer et al. ²⁸	3	3 × 10	70-90% 1 RM	No
Binder et al. ²⁹	3	1:1-2 × 6-8 2:3 × 8-12	1: 65% 1 RM 2:85-100% 1 RM inicial	1 sujeto abandonó por problemas médicos relacionados con el estudio
Sullivan et al. ³⁰	2	3 × 8	10-20 vs. 20-80% 1 RM	No
Hagedorn y Holm ³¹	2	3 × 10-15 RM	No mencionado, repeticiones hasta fallo	No
Villareal et al. ³²	3	1-3 × 8-12	65-80% 1 RM	1 participante presentó dolor en el hombro
Serra-Rexah et al. ³³	3	2-3 × 8-10	30% progresando a 70% 1 RM	No
Henesey et al. ³⁴	3	3 × 8	20% progresando a 90% 1 RM	No
Cadore et al. ¹⁴	2	1-3 × 8-10	40% progresando 60% 1 RM	No

1 RM: una repetición máxima.

muscular (96-116%), fuerza (24-114%), el área seccional muscular y la infiltración grasa (mejoría de la calidad muscular), la incidencia de caídas y otros parámetros funcionales como la realización de pruebas duales¹⁴ (fig. 2).

En otro grupo de ancianos frágiles institucionalizados con demencia, se realizó un programa multicomponente progresivo (primeras 4 semanas entrenamiento aeróbico, equilibrio y cognitivo, posteriormente se añadió otras 4 semanas entrenamiento de fuerza altas velocidades). En las primeras 4 semanas, solo mejoró el equilibrio mientras que en las semanas posteriores se objetivaron mejorías en la mayoría de parámetros funcionales (fuerza, potencia, equilibrio, incidencia de caídas). A los 12 y 24 meses de finalizar el programa, se produjo un deterioro en la capacidad funcional de estos ancianos por debajo incluso de los niveles previos antes de comenzar el entrenamiento¹⁵ (fig. 3).

Estos estudios recientes ponen de manifiesto la importancia de incluir el entrenamiento basado en la potencia para mejorar la capacidad funcional y prevenir eventos adversos en los ancianos frágiles. La tabla 2 resume los métodos y resultados obtenidos de los

principales programas en acianos prefrágiles, frágiles o con movilidad reducida donde se ha utilizado el entrenamiento de fuerza explosivo^{14,15,35}.

Entrenamiento de resistencia cardiovascular

Con el envejecimiento existen cambios en la función cardiaca fundamentalmente en la función diastólica y que resultan especialmente evidentes durante el ejercicio. Mientras que la función sistólica está relativamente bien preservada, la función diastólica se afecta de manera significativa (hasta un 50% con respecto a los adultos jóvenes)⁴². Los mecanismos que subyacen están relacionados con un llenado del ventrículo izquierdo alterado, poscarga aumentada y una disponibilidad prolongada del calcio intracelular. Con el envejecimiento, existe una respuesta disminuida a la estimulación de los receptores B-adrenérgicos que explica la limitación a aumentar la frecuencia y la contractilidad cardiaca en respuesta al ejercicio físico. Es más, hay multitud de estudios que han demostrado que el VO₂ pico (volumen de oxígeno

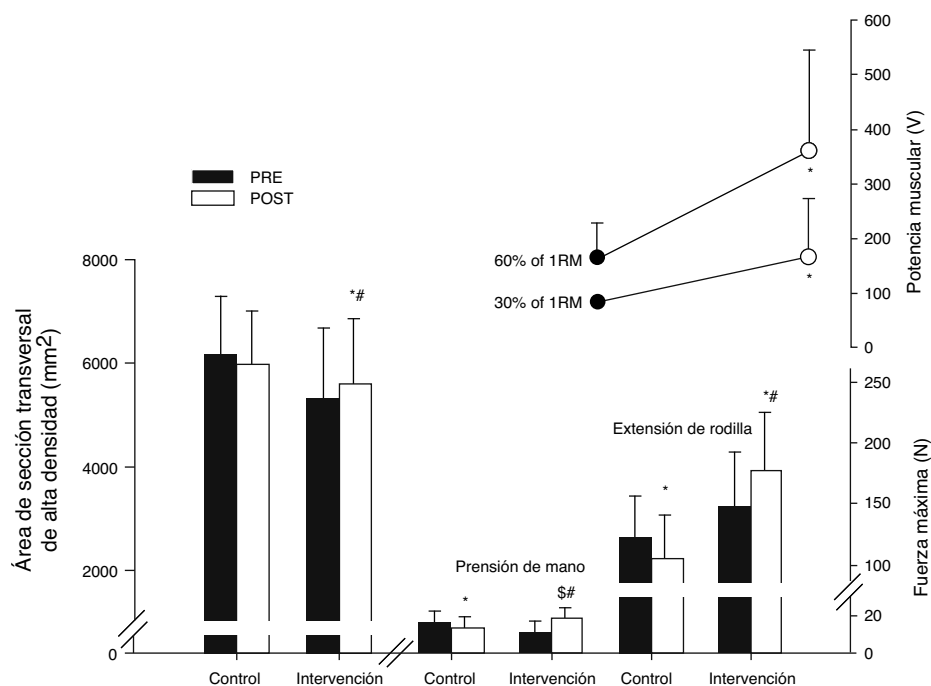


Figura 2. Área de sección transversal de alta densidad del cuádriceps femoral (mm²), fuerza máxima de prensión de mano y extensión de rodilla (N), potencia muscular (W) al 30 y 60% de la fuerza máxima (1 RM) (media + SD). Diferencias significativas con respecto al valor de pre-entrenamiento: *p < 0,05. Interacción significativa tiempo vs. Grupo: #p < 0,05. Diferencias significativas entre grupos después de la intervención: \$p < 0,01. Modificado de Cadore et al.¹⁴.

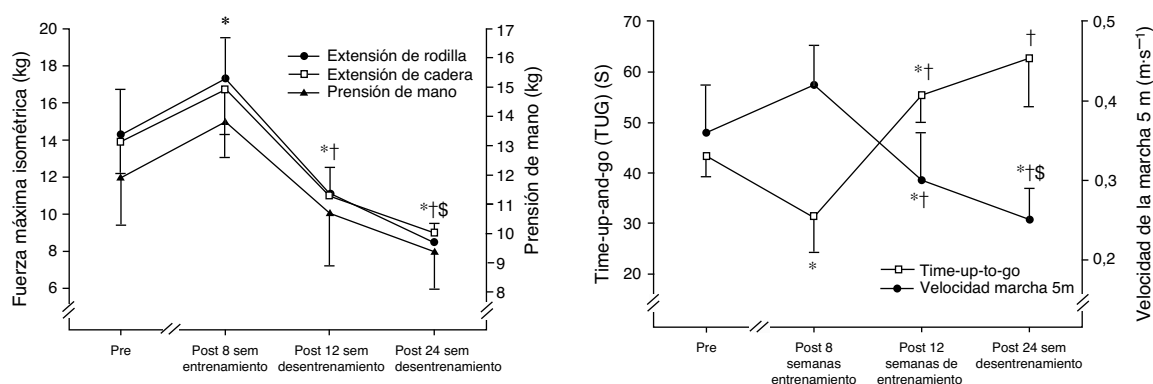


Figura 3. Time-up-and-go (TUG) (s) y velocidad de marcha (metros por segundo) (A) y fuerza máxima de extensión de rodilla, prensión de mano y flexión isométrica (Kgf) (media + DE) (B), pre, post-8 semanas de entrenamiento, post 12-semanas de parada de entrenamiento y post 24-semanas de parada de entrenamiento. Diferencias significativas con respecto al valor basal * ($p < 0,05$) y diferencias significativas con respecto a las 8 semanas de entrenamiento, † $p < 0,05$; \$ diferencias significativas tras 12 semanas de detraining. Modificado de Cadore et al.¹⁵.

consumido durante ejercicio aeróbico máximo) se deteriora progresivamente con la edad⁴². Para contrarrestar estos cambios, el entrenamiento de resistencia aeróbica produce adaptaciones centrales y periféricas que van encaminadas a mejorar el VO_2 pico y la capacidad de generar energía del músculo esquelético vía metabolismo oxidativo. Además, se ha demostrado como la capacidad cardiorrespiratoria se asocia positivamente con la fuerza y potencia muscular⁴². Existen pocos estudios en ancianos frágiles con este tipo de intervenciones ya que la mayoría se han realizado como parte de un programa multicomponente y no existen estudios que comparen la eficacia de diferentes programas de entrenamiento de resistencia cardiovascular (p. ej., diferentes volúmenes e intensidades). Ejemplos de este tipo de ejercicios incluyen caminar en distintas direcciones, cinta rodante, subir escaleras y bicicleta estática. Además, puede ser necesario realizar ejercicios de fuerza antes

de iniciar este tipo de entrenamiento para conseguir las adaptaciones cardiovasculares. En definitiva, el entrenamiento aeróbico debe formar parte de los programas de ejercicio de los ancianos frágiles, probablemente como elemento dentro de un programa multicomponente.

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia

Durante las últimas décadas se ha prestado una especial atención a la combinación del entrenamiento de fuerza muscular y resistencia aeróbica. Los resultados de estos trabajos muestran que entrenamientos de 10-12 semanas de duración, con una frecuencia semanal comprendida entre 4-11 sesiones, a intensidades comprendidas entre el 60-100% de $\text{VO}_{2\text{max}}$ en bicicleta, y a intensidades comprendidas entre el 40-100% de 1 RM en el trabajo de fuerza, se

Tabla 2

Efectos del entrenamiento de fuerza, incluyendo ejercicios de potencia muscular, sobre parámetros físicos y funcionales en ancianos frágiles, pre-frágiles o con movilidad limitada. Adaptada de Izquierdo et al.³⁵

Autores	Edad y características	Intervención	Resultados
Katula et al. ³⁶	Participantes con alteración en la función del miembro inferior (77 ± 7 años)	EFAV o EF tradicional 3/sem, 12 sem	↑ Autoconfianza en ambos grupos ↑ Satisfacción con fx física sólo en EFAV ↑ Satisfacción con escala calidad vida solo EFAV
Marsh et al. ³⁷	Participantes con alteración en la función del miembro inferior (77 ± 7 años)	EFAV o EF tradicional 3/sem, 12 sem	↑ Parámetros de fuerza en ambos grupos ↑ Potencia en ambos grupos pero más en EFAV ↑ SPPB en ambos grupos
Bean et al. ³⁸	Participante comunitarios con movilidad limitada (75 ± 7 años)	EP específico dirigido vs EF tradicional 3/sem, 16 sem	↑ Fuerza en ambos grupos (20%) ↑ Potencia solo grupo EP (10%) ↑ SPPB en ambos grupos
Zech et al. ³⁹	Participantes comunitarios pre-frágiles (77 ± 7 años)	PEMC incluyendo EFAV o EF tradicional 2/sem, 12 sem	↑ SPPB en ambos grupos Mayor efecto residual en EFAV después de 36 sem de finalización entrenamiento
Cadore et al. ¹⁴	Participantes frágiles institucionalizados (93 ± 3 años)	PEMC: EVAV + EE, 2/sem, 12 sem	↑ Fuerza (23-144%) ↑ Potencia (68-96) ↑ Fibras alta densidad mitad muslo 3-7% (mejor calidad muscular) ↓ Incidencia de caídas ↑ realización TUG con/sin pruebas duales ↑ levantarse de la silla
Cadore et al. ¹⁵	Participantes frágiles institucionalizados con demencia después del uso prolongado de restricciones (88 ± 5)	PEMC: 4 sem EM, EE y EC + 4 sem EM, EE, CE + EFAV 2/sem, 8 sem total	↑ Equilibrio tras primeras 4 sem ↑ Parámetros de fuerza solo después de EFAV (16-30%) ↑ realización TUG sólo después de EFAV ↓ Incidencia de caídas Solo después de EFAV Perdida ganancia funcional 12 semanas posfinalización. 24 semanas peor funcionalidad que preintervención

EC: ejercicios cognitivos; EE: entrenamiento equilibrio; EF: entrenamiento de fuerza; EFAV: entrenamiento de fuerza altas-velocidades; EM: entrenamiento marcha; EP: entrenamiento de potencia; PEMC: programa de entrenamiento multicomponente; sem: semanas; SPPB: Short Physical Performance Battery; TUG: Time up and Go test; ↑ aumento; ↓ descenso.

Tabla 3Aspectos clave para prescribir entrenamiento de fuerza y resistencia de forma simultánea. Adaptada de Cadore et al.⁴⁰

Tipo de entrenamiento	Frecuencia semanal	Volumen	Intensidad	Secuencia de ejercicio
Entrenamiento de fuerza	Comenzar con una sesión, progresando 2-3 sesiones durante 8 semanas	Comenzar 2-3 sesiones de 15-20 repeticiones para cada ejercicio	Comenzar con 30-50% de 1 RM, progresando 70-80% de 1 RM. Si se obtiene el método de la repetición máxima, el entrenamiento debería comenzar con > 20-18-20 RM, progresando a 6-8 RM	Debería realizarse antes del entrenamiento de resistencia
Entrenamiento de resistencia	Comenzar con una sesión, progresando a 2-3 sesiones después de 8 semanas	Comenzar con 20-30 minutos, progresando a 40-60 minutos	Comenzar con 80% de VT2 (50-60% de pico $\dot{V}O_2$) progresando 100% de VT2 (80% de pico $\dot{V}O_2$)	Debería realizarse después del entrenamiento de fuerza

1 RM: una repetición máxima; pico $\dot{V}O_2$: captación pico de O_2 ; VT2: segundo umbral ventilatorio.

acompañaron de un aumento del 6-23% del $\dot{V}O_{2\max}$ y del 22-38% de la fuerza máxima^{16,40}. En la mayoría de estos trabajos, la magnitud del incremento observado en la fuerza máxima del miembro inferior fue superior que la observada en el grupo que realizaba un programa combinado de fuerza y resistencia aeróbica en el grupo que realizaba exclusivamente el entrenamiento de fuerza máxima. En ancianos y particularmente en frágiles son poco conocidos los efectos de un programa combinado de fuerza y resistencia aeróbica. La mayoría de estos trabajos se han realizado en ancianos sanos y muestran que las mejoras observadas en la fuerza máxima del miembro inferior en el grupo que realiza un entrenamiento exclusivo de fuerza no son diferentes a las observadas en el grupo que realiza un programa combinado de fuerza y resistencia^{8,40}. No obstante, recientemente, estudios realizados en población frágil que combinan actividad aeróbica y ejercicio de fuerza, han demostrado mejoras en parámetros funcionales de la fragilidad tales como la velocidad de la marcha y valores de la Short Physical Performance Battery (SPPB)¹⁷. La [tabla 3](#) resume los aspectos importantes a la hora de prescribir entrenamiento de fuerza y resistencia de forma simultánea⁴⁰.

Entrenamiento multicomponente

Tradicionalmente, se conoce que los programas que engloban ejercicios de resistencia, flexibilidad, equilibrio y fuerza constituyen las intervenciones más efectivas en la mejora de la condición física global y el estado de salud global de los ancianos frágiles. Estas intervenciones reducen la incidencia y el riesgo de caídas, morbilidad y previenen el deterioro funcional y la discapacidad que son los principales eventos adversos de la fragilidad. Las mejoras de la capacidad funcional son más evidentes cuando la intervención está dirigida a más de un componente de la condición física (fuerza, resistencia y equilibrio) comparado con un único tipo de ejercicio físico^{6,41}. Es conocido que los programas de fuerza se recomiendan para mejorar la función neuromuscular y el beneficio fundamental de los de resistencia aeróbica es la mejora de la capacidad cardiovascular mientras que el entrenamiento del equilibrio (ejercicios en posición de tándem, cambios de dirección, andar con los talones, mantenimiento unipodal, Tai-Chi) produce mejoras en el mismo. Por lo tanto, es razonable pensar que diferentes estímulos aplicados en un mismo programa pueden desencadenar mayores ganancias funcionales que aplicados individualmente. Este tipo de programas puede aplicarse con más énfasis dependiendo de cuál sea el objetivo específico (p. ej. fuerza en ancianos sarcopénicos, o entrenamiento del equilibrio y Tai-chi en ancianos con caídas de repetición). No obstante, los programas multicomponente que incluyen el entrenamiento de fuerza parecen obtener mayores beneficios globales frente a aquellos que no los incluyen, ya que este tipo de entrenamiento produce beneficios en el equilibrio y en la función cardiorrespiratoria^{20,35,40}.

Existen varias revisiones sistemáticas recientes que analizan el beneficio de estos programas en ancianos frágiles. En la revisión de Chin et al.¹⁸ se examinó el efecto del ejercicio en la capacidad funcional de los ancianos frágiles. Su conclusión principal es que tanto los programas de fuerza como los multicomponente eran intervenciones que mejoraban la capacidad funcional de esta población. Posteriormente Daniels et al.¹⁹ analizaron las intervenciones que prevenían discapacidad en ancianos frágiles de la comunidad. Los estudios de intervención de ejercicio revisados mostraron una mayor superioridad de los programas multicomponente frente al entrenamiento de fuerza aislado de la extremidad inferior, particularmente en los moderadamente frágiles. Aquellas intervenciones cuya duración era mayor (> 5 meses), con una frecuencia de 3 veces por semana, 30-45 minutos por sesión, parece que mostraban una mayor beneficio en términos funcionales²⁰. Hay que destacar que de los 4.062 estudios seleccionados solo 10 cumplieron criterios de inclusión por problemas metodológicos en cuanto a criterios de inclusión, fundamentalmente porque no se especificaba qué criterios usaban para definir fragilidad. Más recientemente, en la revisión sistemática de Cadore et al.²⁰ se observó que un 70% de los estudios analizados observaron reducción en la incidencia de caídas, 54% mejoraron en la velocidad de marcha, 80% presentaron mejora en el equilibrio y 70% de los estudios demostraron aumentos en la fuerza de ancianos frágiles que habían practicado algún programa de ejercicio de fuerza, equilibrio y sobre todo, multicomponente.

Efectos del ejercicio físico sobre los dominios de la fragilidad

Actualmente el concepto de fragilidad es muy amplio y dinámico y engloba otros dominios que están interrelacionados tanto en su etiopatogenia como en su vulnerabilidad para padecer eventos adversos. A destacar los siguientes, en los que el ejercicio físico puede constituir una intervención predominante

-**Caídas.** Habitualmente interrelacionadas con el síndrome de fragilidad constituyendo un motivo de consulta y evento adverso extraordinariamente frecuente en el paciente frágil. Su abordaje resulta complejo y las intervenciones habitualmente deben ser multifactoriales. El ejercicio físico quizás sea la intervención más probada y testada en la prevención de caídas. Es conocido que resulta una intervención eficaz para reducir el riesgo y la tasa de caídas tanto en población comunitaria como residencial^{21,22}. Los ejercicios en grupo multicomponente (equilibrio, fortalecimiento, fuerza y resistencia) y el Tai Chi como ejercicio grupal parecen reducir la tasa y el riesgo de caídas y son especialmente beneficiosos en población anciana frágil con caídas²³.

-**Deterioro cognitivo.** La relación entre el deterioro cognitivo y la fragilidad es íntima y probablemente biyectiva ya que comparten bases fisiopatológicas comunes y resultados a corto y medio

Tabla 4

Guía de prescripción de ejercicio en ancianos

Beneficios	Modalidad de ejercicio	Prescripción
Mejora de la resistencia cardiovascular	Caminar Pedalear	60-80% FCmax (40-60% VO ₂ max) 5-30 min/sesión 3 días/semana
Aumento de masa muscular y fuerza	Pesos libres Máquinas resistencia variable	8-10 repeticiones por serie con un peso que pudiésemos realizar 20 repeticiones máximas (20 RM) o más y no sobrepasar la realización de 4-6 repeticiones por serie con un peso que pudiésemos realizar 15 RM (30-70% 1 RM) 6-8 ejercicios Grandes grupos musculares 8-10 repeticiones 2-3 series
Potencia y capacidad funcional	Incluir ejercicios de la vida diaria (levantarse y sentarse, subir/bajar escaleras) Incluir ejercicios de potencia (a altas velocidades con pesos ligeros/moderados)	En los ancianos (incluso en los más viejos) se puede mejorar la potencia mediante el entrenamiento al 60% de 1 RM y con la máxima velocidad a esta resistencia (p. ej: tan rápido como sea posible) que estará entre el 33-60% de la velocidad máxima sin resistencia
Flexibilidad	Estiramientos Yoga/pilates	10-15 min 2-3 días semana
Equilibrio	Debería incluir ejercicios en la posición de tándem, semitándem, desplazamientos multidireccionales con pesos extra (2-4 kg), caminar con apoyo talón punta, subir escaleras con ayuda, transferencia de peso corporal (desde una pierna a la otra) y ejercicios de Tai Chi modificados	En todas las sesiones

plazo (hospitalización, caídas, discapacidad, institucionalización y mortalidad)²⁴. Esta relación se pone de manifiesto porque probablemente el sistema nervioso central y muscular comparta vías patogénicas comunes en el devenir de la discapacidad. En el estudio Toledo de envejecimiento y fragilidad²⁴, se ha observado cómo el deterioro cognitivo y la fuerza mantienen un relación directamente proporcional. La demencia comparte parcialmente los síntomas que forman parte del fenotipo de fragilidad como es la disminución de la velocidad de la marcha y disminución de la actividad. Algunos autores consideran que incluso ambos síndromes se pueden englobar dentro de una misma entidad clínica en lo que recientemente se ha denominado como «fragilidad cognitiva», definida por la presencia de fragilidad física y deterioro cognitivo (CDR=0,5) excluyendo la presencia concurrente de enfermedad de Alzheimer u otras demencias²⁵. En este sentido tiene lógica que aquellas intervenciones que resultaran eficaces en el paciente frágil pudiesen ser beneficiosas en el anciano con deterioro cognitivo y viceversa. Estudios recientes como el de Liu-Ambrose et al.²⁶ han demostrado como los programas de ejercicio de resistencia semanales durante 12 semanas, en una cohorte de ancianas, no solo provocan aumentos de la velocidad de la marcha, sino que resultan beneficiosos en la mejoría de funciones cognitivas ejecutivas, que están interesantemente relacionadas con el riesgo de caídas. Más recientemente, se ha comprobado como programas de ejercicio físico multicomponente realizados en ancianos nonagenarios frágiles a altas velocidades pueden mejorar el rendimiento en la realización de pruebas duales («dual task cost»)¹⁴. Estas pruebas duales constituyen una forma sencilla de explorar la función ejecutiva y consecuentemente el riesgo de caída. De tal forma que, un posible mecanismo que explique la disminución del riesgo de caída en pacientes frágiles con deterioro cognitivo, puede radicar en la mejoría de las funciones ejecutivas mediada por el ejercicio físico.

Recomendaciones prácticas para la prescripción de ejercicio físico en el anciano frágil

El diseño de un programa de ejercicio físico en el anciano frágil debe acompañarse necesariamente de recomendaciones sobre variables tales como la intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento ideales en esta población. Debemos hacer una

evolución médica previa rigurosa a todos los ancianos en busca de patologías asociadas que contraindiquen la realización de un programa de ejercicio físico, normalmente cardiovasculares: infarto cardiaco reciente o angina inestable, hipertensión no controlada, insuficiencia cardiaca aguda y bloqueo AV completo. Así mismo hay que realizar un seguimiento de plan establecido y una adecuada monitorización de los posibles efectos secundarios (p. ej. lesión muscular, exacerbación enfermedad articular, fracturas). En resumen, la forma de prescribir ejercicio físico en el anciano frágil debería realizarse con un plan individualizado, de forma progresiva y con la misma exactitud que cualquier tipo de tratamiento farmacológico^{20,40,41}.

- El entrenamiento de fuerza debería realizarse 2-3 veces por semana, utilizando 3 series de 8-12 repeticiones con intensidades que empiecen en el 20-30% de 1 RM y progresen hasta el 70% de una 1 RM (tabla 4).
- El entrenamiento de fuerza puede empezar en máquinas para ejercicios que utilicen grandes grupos musculares, como la prensa de piernas, extensión de rodillas y prensa de banca. Sin embargo, ejercicios monoarticulares resultan en menor respuesta cardiovascular (aumento de la frecuencia cardiaca y tensión arterial) y pueden ser útiles para personas con enfermedades cardiovasculares en el inicio del entrenamiento^{20,40}.
- Para optimizar la mejora de la capacidad funcional, el programa de entrenamiento de fuerza debería incluir ejercicios que simulen actividades de la vida diaria (p. ej. levantarse y sentarse).
- El entrenamiento de la potencia muscular (altas velocidades) podría ser más beneficioso en términos de mejorías funcionales que los programas de resistencia (bajas velocidades). Este tipo de entrenamiento, por ejemplo con pesos ligeros que se mueven de manera explosiva, se deberían de empezar a incluir en un programa de ejercicio para el anciano, ya que cada vez más parecen asociarse con mejoras de la capacidad funcional^{20,35,40}.
- Un 20-30% de mejora en la fuerza máxima puede ser considerado clínicamente relevante en ancianos. Un 25% de la potencia máxima puede significar un rejuvenecimiento de 20 años en la curva de caída de la potencia máxima durante el envejecimiento⁷.
- En el entrenamiento de resistencia cardiovascular se debería incluir bloques de caminar en diferentes direcciones y ritmos,

caminar en cinta rodante, subir escalones, subir escaleras o bicicleta estática. Podría comenzar con 5-10 minutos durante las primeras semanas y progresar hasta 15-30 minutos¹⁵.

- El entrenamiento de equilibrio debería incluir ejercicios en la posición de tándem, semitándem, desplazamientos multidireccionales con pesos extra (2-4 kg), caminar con apoyo talón punta, subir escaleras con ayuda, transferencia de peso corporal (desde una pierna a la otra) y ejercicios de Tai-Chi modificados.
- Los programas multicomponentes deberían de incluir aumentos graduales de volumen, intensidad y complejidad en los ejercicios de resistencia cardiovascular, fuerza muscular y equilibrio.
- Entrenar un día a la semana la fuerza muscular y un día a la semana la resistencia cardiovascular es un excelente estímulo para mejorar la fuerza, potencia y resistencia cardiovascular en ancianos frágiles que se inician en un programa de ejercicio⁸.
- En programas que combinen la fuerza y resistencia cardiovascular, el entrenamiento de fuerza se debe de realizar antes que el entrenamiento de resistencia cardiovascular⁴⁰.
- En personas con bajo nivel de actividad física y sin histórico de práctica de ejercicio físico sistemático, un volumen inicial bajo de entrenamiento puede facilitar la adherencia al programa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en parte gracias a proyectos de investigación subvencionados por el Ministerio de Salud del Gobierno de España (Red de Envejecimiento y Fragilidad RETICEF) y el Ministerio de Competitividad y Economía con número de proyectos RD12/043/0002 y DEP2011-24105, respectivamente.

Bibliografía

- Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty consensus: A call to action. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14:392-7.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al., Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M146-55.
- García-García FJ, Gutierrez Avila G, Alfaro-Acha A, Amor Andres MS, de Los Angeles De La Torre Lanza M, Escribano Aparicio MV, et al., Toledo Study Group. The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. *The Toledo Study for Healthy Aging. J Nutr Health Aging*. 2011;15:852-65.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al., European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39:412-23.
- Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, López JL, Häkkinen K. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;79:260-7.
- Casas-Herrero A, Izquierdo M. Physical exercise as an efficient intervention in frail elderly persons. *Anales Sist Sanitario Navarro*. 2012;35:69-85.
- Izquierdo M, Häkkinen K, Antón A, Garrues M, Ibañez J, Gorostiaga EM, et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol*. 2001;90:1497-507.
- Izquierdo M, Ibañez J, Häkkinen K, Kraemer WJ, Larrión JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:435-43.
- Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;CD002759.
- Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mäkiä E, et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*. 1998;84:1341-9.
- Casas-Herrero A, Cadore EL, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Martínez-Ramírez A, et al. Functional capacity, muscle fat infiltration, power output, and cognitive impairment in institutionalized frail oldest old. *Rejuvenation Res*. 2013;16:396-403.
- Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99:257-64.
- Reid KF, Fielding RA. Skeletal muscle power: A critical determinant of physical functioning in older adults. *Exerc Sport Sci Rev*. 2012;40:4-12.
- Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr)*. 2014;36:773-85.
- Cadore EL, Moneo AB, Mensat MM, Muñoz AR, Casas-Herrero A, Rodríguez-Mañas L, et al. Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. *Age (Dordr)*. 2014;36:801-11.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training: A review. *Sports Med*. 1999;28:413-27.
- Binder EF, Brown M, Sinacore DR, Steger-May K, Yarasheski KE, Schechtman KB. Effects of extended outpatient rehabilitation after hip fracture: A randomized controlled trial. *JAMA*. 2004;292:837-46.
- Chin A, Paw MJ, van Uffelen JG, Riphagen I, van Mechelen W. The functional effects of a physical exercise training in frail older people: A systematic review. *Sports Med*. 2008;38:781-93.
- Daniels R, van Rossum E, de Witte L, Kempen GI, van den Heuvel W. Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: A systematic review. *BMC Health Serv Res*. 2008;8:278.
- Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: A systematic review. *Rejuvenation Res*. 2013;16:105-14.
- Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the updated American geriatrics society/british geriatrics society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59:148-57.
- Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;15:CD007146.
- Gates S, Fisher JD, Cooke MW, Carter YH, Lamb SE. Multifactorial assessment and targeted intervention for prevention falls and injuries among older people in community and emergency care settings: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2008;336:130-3.
- García García J, Larrión Zugasti JL. Deterioro cognitivo y fragilidad. Jesús María López Arrieta. En: Francisco José García García. El anciano con demencia. Madrid: Sociedad Española de Medicina Geriátrica; 2007. p. 59-83.
- Kelaiditi E, Cesari M, Canevelli M, van Kan GA, Ousset PJ, Gillette-Guyonnet S. Cognitive frailty: Rational and definition from an (I.A.N.A./I.A.G.G.) international consensus group. *J Nutr Health Aging*. 2013;17:726-34.
- Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, Beattie BL, Ashe MC, Handy TC. Resistance training and executive functions: A 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2010;170:170-8, 25.
- Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*. 1994;330:1769-75.
- Hauer K, Rost B, Rüttschle K, Opitz H, Specht N, Bärtsch P, et al. Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49:10-20.
- Binder EF, Schechtman KB, Ehsani AA, Steger-May K, Brown M, Sinacore DR, et al. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: Results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2014.
- Sullivan DH, Roberson PK, Smith ES, Price JA, Bopp MM. Effects of muscle strength training and megesterol acetate on strength, muscle mass, and function in frail older people. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55:20-8.
- Hagedorn DK, Holm E. Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46:159-68.
- Villareal DT, Smith GI, Sinacore DR, Shah K, Mittendorfer B. Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19:312-8.
- Serra-Rexach JA, Bustamante-Ara N, Hierro Villarín M, González Gil P, Sanz Ibañez MJ, Blanco Sanz N, et al. Short-term, light- to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59:594-602.
- Hennessey JV, Chromiak JA, DellaVentura S, Reinert SE, Puhl J, Kiel DP, et al. Growth hormone administration and exercise effects on muscle fiber type and diameter in moderately frail older people. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49:852-8.
- Izquierdo M, Cadore EL. Muscle power training in the institutionalized frail: A new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. *Curr Med Res Opin*. 2014;30:1385-90.
- Katula JA, Rejeski WJ, Marsh AP. Enhancing quality of life in older adults: A comparison of muscular strength and power training. *Health Qual Life Outcomes*. 2008;6:45.
- Marsh AP, Miller ME, Rejeski WJ, Hutton SL, Kritchevsky SB. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *J Aging Phys Act*. 2009;17:416-43.
- Bean JF, Kiely DK, LaRose S, Alian J, Frontera WR. Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88:604-9.
- Zech A, Drey M, Freiburger E, Hentschke C, Bauer JM, Sieber CC, et al. Residual effects of muscle strength and muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: A randomized controlled trial. *BMC Geriatr*. 2012;12:68.

40. Cadore EL, Izquierdo M. How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity and cardiovascular gains in the elderly: An update. *Age* (Dordr). 2013;35:2329–44.
41. Izquierdo M, Cadore EL, Casas-Herrero A. Envejecimiento, fragilidad y Ejercicio físico. En Izquierdo M (Coord.). *Ejercicio Físico es Salud. Prevención y tratamiento de enfermedades mediante la prescripción de ejercicio*. Ed. BH, 2014.
42. Izquierdo M, López-Chicharro JL. Envejecimiento y Ejercicio físico: Adaptaciones neuromusculares y cardiovasculares. En: Abizanda P, Rodríguez-Mañas L, editores. *Tratado de Medicina Geriátrica*. Ed. Elsevier; 2014.
43. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *SportsMed*. 2004;34:329–48.