

Physical Activity and Health

Ejercicio Físico en el Anciano Frágil: Una Manera Eficaz de Prevenir la Dependencia

Exercise intervention in the Physically frail older adult to prevent disability

Izquierdo, M.¹, Cadore, E.L.¹, Casas Herrero, A.²

¹*Departamento de Ciencias de la Salud. Universidad Pública de Navarra.*

²*Servicio de Geriatría. Complejo Hospitalario de Navarra.*

Dirección de contacto: Mikel Izquierdo mikel.izquierdo@gmail.com

Fecha de recepción: 20 de Septiembre 2013

Fecha de aceptación: 10 de Octubre de 2013

RESUMEN

Los beneficios del ejercicio físico en el envejecimiento y, específicamente, en la fragilidad han sido objeto de reciente investigación científica. En el anciano, la práctica de actividad física regular se asocia a una disminución del riesgo de mortalidad, enfermedades crónicas, institucionalización, deterioro cognitivo y funcional. La práctica de ejercicio físico es la intervención más eficaz para retrasar la discapacidad y los eventos adversos que asocia habitualmente el síndrome de la fragilidad. De manera más concreta, el tipo de ejercicio físico más beneficioso en el anciano frágil es el denominado «entrenamiento multicomponente». Este tipo de programas combina entrenamiento de fuerza, resistencia, equilibrio y marcha, y es con el que más mejorías se ha demostrado 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 deberían centrarse, por tanto, en mejorar dicha capacidad funcional a través de mejorías en el equilibrio y la marcha, así como mediante la disminución del riesgo y del número de caídas. Para la obtención de estos objetivos, el diseño de un programa de ejercicio físico en el anciano frágil debe acompañarse necesariamente de recomendaciones sobre variables tales como la intensidad, la potencia, el volumen y la frecuencia de entrenamiento ideales en esta población.

Palabras Clave: fragilidad, entrenamiento multicomponente, potencia muscular, capacidad funcional, caídas

ABSTRACT

Aging is associated with declines in the neuromuscular and cardiovascular systems, resulting in an impaired capacity to perform daily activities. Frailty is an age-associated biological syndrome characterized by decreases in the biological

functional reserve and resistance to stressors due to changes in several physiological systems, which puts older individuals at special risk of disability. To counteract the neuromuscular and cardiovascular declines associated with aging, as well as to prevent and treat the frailty syndrome, the strength and endurance training seems to be an effective strategy to improve muscle hypertrophy, strength and power output, as well as endurance performance. The combination of strength and endurance training (i.e., concurrent training) performed at moderate volume and moderate to high intensity in elderly populations is the most effective way to improve both neuromuscular and cardiorespiratory functions. Moreover, exercise interventions that include muscle power training should be prescribed to frail elderly in order to improve the overall physical status of this population and prevent disability. A multi-component exercise intervention program that consists of strength, endurance, and balance training appears to be the best strategy for improving gait, balance, and strength, as well as reducing the rate of falls in elderly individuals and consequently maintaining their functional capacity during aging. Most of the studies demonstrating improvements in gait, balance, and fall risk have used multicomponent exercise training as intervention in their subjects.

Keywords: resistance training, frailty, power output, functional outcomes, aerobic capacity

FRAGILIDAD: EL ENVEJECIMIENTO VULNERABLE

El perfil demográfico de España ha experimentado un cambio espectacular a lo largo del pasado siglo; la población general española se duplicó, la de mayores de 65 años se multiplicó por 7 y la de octogenarios por 13. Así hemos pasado de tener un 11,24% de personas mayores de 65 años en 1981 al 16,86% en el año 2000 (Morley 2004). En dicho año había 6.842.143 personas mayores de 65 años y 1.545.994 mayores de 80 censadas en España. Las previsiones para la primera mitad del siglo no sólo no modifican la tendencia, si no que la confirman, situando el porcentaje de mayores de 65 años en un 20% en el año 2021 (Morley 2004). Esto nos convertiría en el país con mayor porcentaje de personas mayores a nivel mundial en la primera mitad del siglo XXI. Estos datos justifican la necesidad de examinar el impacto del envejecimiento y el ejercicio físico sobre la salud, con el fin de prevenir sus consecuencias indeseables, mejorar el bienestar de los ancianos y facilitar su adaptación a la sociedad en que viven.

El síndrome de la fragilidad define a los ancianos vulnerables que tienen un riesgo elevado de sufrir eventos adversos. La inactividad física que frecuentemente asocia el envejecimiento es uno de los factores fundamentales que contribuye a la aparición de sarcopenia, aspecto central de la fragilidad. Los programas de ejercicio físico multicomponente y particularmente el entrenamiento de la fuerza, constituyen las intervenciones más eficaces para retrasar la discapacidad y otros eventos adversos. Así mismo, han demostrado su utilidad en otros dominios frecuentemente asociados a este síndrome como las caídas, el deterioro cognitivo y la depresión.

El principal objetivo en la fragilidad, una vez se ha realizado una adecuada detección de la misma, es la intervención precoz con el objetivo de prevenir el deterioro funcional y la dependencia o al menos poder enlentecer o retrasar su aparición. En un síndrome donde la etiopatogenia es compleja e intervienen múltiples vías, tiene sentido que las intervenciones sean multifactoriales. En los últimos años se han desarrollado avances en intervenciones nutricionales (suplementos proteínicos, vitamina D), farmacológicas (miméticos de la ghrelina, moduladores selectivos de los receptores androgénicos-SARM, antimiotáticos y antioxidantes, creatina) aunque la intervención que mejor resultado ha conseguido es el ejercicio físico (Casas-Herrero & Izquierdo, 2012).

EJERCICIO FÍSICO EN EL ANCIANO FRÁGIL

Los beneficios del ejercicio físico en el envejecimiento y específicamente en la fragilidad ha sido objeto de reciente investigación científica. Así, se ha comprobado como una actividad física incrementada en el anciano se ha asociado con una disminución del riesgo de mortalidad, enfermedades crónicas, institucionalización, deterioro cognitivo y funcional. De manera más concreta, el tipo de ejercicio físico que más beneficioso en el anciano frágil, es el denominado entrenamiento multicomponente. Este tipo de programas combina entrenamiento de fuerza, resistencia, equilibrio y marcha y es el que más ha demostrado 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 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, 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.

Los programas de entrenamiento en el anciano frágil deberán seguir los mismos principios básicos de entrenamiento que los diseñados para jóvenes o deportistas: 1) principio de la sobrecarga, 2) de la progresión, 3) de la especificidad y la individualidad del entrenamiento, y 4) el principio del desentrenamiento o reversibilidad. Así, este tipo de programa de entrenamiento deberá producir un estímulo lo suficientemente intenso, por encima del que suponen las actividades regulares de la vida diaria, como para producir la respuesta de adaptación deseada (principio de sobrecarga), pero sin llegar a producir agotamiento o esfuerzo indebido. Una vez que el organismo se adapte a este estímulo será necesario que se modifique y/o incremente, para que se continúe progresando (principio de la progresión). Si las cargas de entrenamiento no se incrementan progresivamente (entrenamiento de fuerza progresivo), los músculos se adaptarán al nivel de fuerza solicitado y se mantendrán los mismos niveles de fuerza hasta que no se someta al sistema neuromuscular a un estímulo mayor. Cuando una persona deja de entrenar, se producirá la regresión de las adaptaciones conseguidas. En los siguientes puntos se muestra los efectos de los distintos programas de ejercicio físico en el anciano frágil.

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 sólo en personas jóvenes, sino también en las mayores. Los incrementos iniciales de la fuerza pueden llegar a ser de hasta un 10-30% (o incluso más) durante las primeras semanas ó 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 si mismos la medida preventiva más eficaz para retrasar la aparición de sarcopenia y/o fragilidad (Izquierdo 2001, 2004). 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 (Häkkinen et al., 1998; Izquierdo et al., 2001; Liu & Latham 2009,, Izquierdo and Cadore 2014), además de mejorar parámetros objetivos del síndrome de fragilidad tales como la velocidad de la marcha y el tiempo de levantarse de una silla (Liu & Latham 2009). Aunque inicialmente sus resultados sobre la mejoría función no eran claros, la reciente revisión sistemática realizada por Liu & Latham (2009) ha demostrado que es una intervención eficaz para mejorar la función física en ancianos y retrasar por lo tanto la discapacidad que es el principal evento adverso de la fragilidad.

Durante el envejecimiento, la potencia se deteriora más rápida y precozmente que la fuerza (Häkkinen et al., 1998; Izquierdo et al., 1999). Es más, la potencia muscular tiene una relación más significativa con la capacidad funcional del anciano que la fuerza (Tschopp et al., 2001). Además del efecto del envejecimiento sobre la potencia muscular, existen cambios a nivel del sistema nervioso, como el deterioro en la activación neuromuscular voluntaria, que pueden contribuir a reducir la potencia (Häkkinen et al., 1998; Izquierdo et al., 1999). En los ancianos (incluso en los más viejos) se puede mejorar la potencia mediante el entrenamiento al 60 % de 1RM y con la máxima velocidad a esta resistencia (p.e: tan rápido como sea posible) que estará entre el 33-60% de la velocidad máxima sin resistencia (Frontera et al., 1998; Häkkinen et al., 1998; Izquierdo et al., 1999).

Las adaptaciones producidas por un programa de entrenamiento de fuerza en mayores serán diferentes entre las personas y vendrán determinadas por su nivel de entrenamiento previo, situación funcional y comorbilidad asociada (Pedersen & Saltin 2006). Un anciano vigoroso con funcionalidad conservada, sin comorbilidad asociada y con un nivel de actividad física previa elevado, necesitará un tipo de entrenamiento más exigente que aquel que sea frágil y presente patologías asociadas que afecten a su función, que deberá comenzar el programa con un estímulo menor. En la actualidad, las recomendaciones realizadas por algunas instituciones y autores (Colegio Americano de Medicina del Deporte) suelen ser demasiado intensas y fatigantes y no están específicamente diseñadas para el anciano frágil. Pueden inducir un aumento del riesgo de lesión, abandono y sobreentrenamiento, además de no favorecer en mayor medida el desarrollo de la fuerza y masa muscular que los efectos que pudieran surtir de utilizar intensidades inferiores.

Recomendaciones de prescripción de entrenamiento de fuerza y potencia muscular

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 que pudiésemos realizar 20 repeticiones máximas (20RM) o más y no sobrepasar la realización de 4-6 repeticiones por serie con un peso que pudiésemos realizar 15RM. 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 frágil. 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 compra.

En el anciano el entrenamiento combinado de fuerza máxima y potencia muscular con duraciones desde 10 hasta 48 semanas, permite mejorar significativamente la fuerza máxima dinámica. Estudios en ancianos jóvenes no frágiles (media de 64 años) comparativamente con adultos de mediana edad, han objetivado similares mejorías en términos de potencia muscular tras cuatro meses de entrenamiento, lo que supone recuperar hasta 20 años de edad funcional en términos de potencia muscular.

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

	Frecuencia semanal (número veces/semana)	Volumen (sesiones X repeticiones)	Intensidad (% de 1RM)	Efectos adversos
Fiatatone y cols	3	3x8	80% 1RM	No
Hauer y cols	3	3x10	70-90% 1RM	No
Binder y cols	3	1:1-2x6-8 2:3x8-12	1: 65%1 RM 2:85-100% 1RM inicial	1 sujeto abandonó por problemas médicos relacionados con el estudio
Sullivan y cols	2	3x8	10-20% vs 20-80% 1RM	No
Hagedom y Holm	2	3x10-15RM	No mencionado, repeticiones hasta fallo	No
Villareal y cols	3	1-3x8-12	65%-80%1 RM	1 participante presentó dolor en el hombro
Serra-Rexach y cols	3	2-3 x 8-10	30% progresando a 70%1 RM	No
Henesey y cols	3	3x8	20% progresando a 90% 1RM	No
Izquierdo y cols	2	1-3x8-10	40% progresando 60% 1RM	No

1 RM- una repetición máxima

En relación a lo expuesto anteriormente, podría plantearse que el entrenamiento basado en la potencia muscular (altas velocidades) podría ser más beneficioso en términos de mejorías funcionales que los programas de resistencia (bajas velocidades). Un reciente metaanálisis (Tschopp et al., 2011) que revisa 11 estudios y analiza esta hipótesis, llega a la conclusión que parece haber beneficios funcionales en entrenamientos a altas velocidades pero no resultan clínicamente relevantes. En un reciente estudio, sin embargo, se ha observado que 12 semanas de entrenamiento multi-componente formado por ejercicios de marcha y equilibrio, además de ejercicios de fuerza ejecutados a velocidades elevadas y con énfasis en producción de potencia muscular, han mejorado la fuerza, potencia y la masa muscular de ancianos frágiles.

Además, los ancianos nonagenarios frágiles que participaron en este estudio mejoraron significativamente su capacidad funcional, incluyendo mejoras en pruebas funcionales con demanda cognitiva y reduciendo la incidencia de caídas (Datos no publicados). Además de los importantes incrementos en la capacidad física de ancianos frágiles, ese estudio ha demostrado que el entrenamiento de potencia es perfectamente aplicable en ancianos con fragilidad.

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). Los mecanismos que subyacen están relacionados con un llenado del ventrículo izquierdo alterado, postcarga 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 cardíaca en respuesta al ejercicio físico. Es más, hay multitud de estudios que han demostrado que el VO₂pico (volumen de oxígeno consumido durante ejercicio aeróbico máximo) se deteriora progresivamente con la edad. Para contrarrestar estos cambios, el entrenamiento de resistencia aeróbica produce adaptaciones centrales y periféricas que van encaminadas a mejorar el VO₂pico y la capacidad de generar energía del músculo esquelético vía metabolismo oxidativo. Además, se ha demostrado como la capacidad cardio-respiratoria se asocia positivamente con la fuerza y potencia muscular. 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.e, diferentes volúmenes e intensidades). Ejemplos de este tipo de ejercicios incluyen caminar en distintas direcciones, cinta rodante, subir escaleras y bicicleta estática. Se puede comenzar por duraciones de 5-10 minutos en las primeras semanas y progresar a 15-30 minutos las semanas restantes del programa. 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. Este tipo de ejercicios debe seguir las normas básicas de entrenamiento progresivo en cuanto a intensidad, duración y volumen siempre teniendo en cuenta la comorbilidad y situación funcional del anciano frágil

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia

Recientemente, el deterioro de la potencia muscular asociado al envejecimiento se ha convertido en un importante factor predictivo de limitación funcional en el anciano frágil. Para contrarrestar este efecto la combinación de fuerza y resistencia (entrenamiento combinado) es una estrategia efectiva en la mejoría de la función neuromuscular y cardiorespiratoria y consecuentemente en el mantenimiento de la capacidad funcional.

El entrenamiento de fuerza y el de resistencia aeróbica se caracteriza por adaptaciones neuromusculares y cardiovasculares específicas ya abordadas en capítulos previos. En resumen, el entrenamiento de fuerza produce hipertrofia muscular celular, reclutamiento máximo de unidades motoras, aumento de la excitabilidad de las motoneuronas espinales y de la respuesta motora eferente. Es más, el entrenamiento de fuerza provoca adaptaciones cardiovasculares con una intensidad menor que el entrenamiento de resistencia aeróbica. En contraposición, el entrenamiento de resistencia aeróbica induce adaptaciones centrales y periféricas que estimulan el VO₂pico y la capacidad de las células musculares para producir energía vía metabolismo oxidativo. Sus efectos sobre la hipertrofia muscular son pequeños o escasos.

Algunos estudios han señalado que el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia produce menores ganancias en potencia y fuerza cuando se compara sólo con el entrenamiento de fuerza y se conoce como "efecto interferencia". Los resultados de estos trabajos muestran que entrenamientos de 10 a 12 semanas de duración, con una frecuencia semanal comprendida entre 4 y 11 sesiones, a intensidades comprendidas entre el 60 y el 100 % de VO₂max en bicicleta, y a intensidades comprendidas entre el 40 y el 100 % de 1RM en el trabajo de fuerza, se acompañaron de un aumento del 6 al 23 % del VO₂max y del 22 al 38 % de la fuerza máxima (Leveritt et al., 1999). En la mayoría de estos trabajos, la magnitud del incremento observado en la fuerza máxima del miembro inferior fue superior en el grupo que realizaba exclusivamente el entrenamiento de fuerza máxima, que la observada en el grupo que realizaba un programa combinado de fuerza y resistencia aeróbica. Los mecanismos que pueden explicar la inhibición del desarrollo de la fuerza muscular después de participar en un programa combinado de fuerza y resistencia, en comparación cuando sólo se realiza un programa de entrenamiento de fuerza, no están del todo definidos aunque se postulan determinadas hipótesis como el sobreentrenamiento y la falta de adaptación metabólica y morfológica del músculo esquelético al entrenamiento combinado.

Efectos del entrenamiento combinado en la fuerza muscular y en la potencia

El volumen y la frecuencia de entrenamiento juegan un papel fundamental en las adaptaciones musculares del entrenamiento combinado en ancianos frágiles. La mayoría de estudios señalan que el entrenamiento combinado induce similares adaptaciones en la fuerza usando 2 sesiones de cada modalidad en días separados por semana cuando se compara con el entrenamiento de fuerza aislado. En un trabajo realizado en nuestro laboratorio se examinó en 31 hombres sanos (65-74 años) el efecto del entrenamiento (2 veces por semana durante 16 semanas) exclusivo de fuerza (S), exclusivo de resistencia (E) o combinado (SE) (1 sesión/semana S + 1 sesión/semana E) sobre la fuerza máxima del miembro inferior, el área de sección transversal del cuádriceps femoral y la potencia máxima alcanzada durante un test progresivo hasta el agotamiento en cicloergómetro. Los resultados sugirieron que un programa de entrenamiento combinado de fuerza y resistencia en personas mayores produce incrementos similares en la fuerza y la masa muscular que un programa exclusivo de entrenamiento de fuerza e incrementos similares en la potencia máxima aeróbica que los cambios producidos por un programa exclusivo de entrenamiento de la resistencia cardiovascular.

Sin embargo, el aumentar a tres sesiones semanales de entrenamiento combinado en el anciano frágil puede desencadenar el “efecto interferencia” ya que en la mayoría de trabajos muestran mayores ganancias de fuerza en el entrenamiento aislado de fuerza frente al combinado. Resulta necesario por lo tanto, ajustar el volumen y la frecuencia de entrenamiento para minimizar el “efecto interferencia”. Además, estudios recientes han demostrado que la secuencia del ejercicio dentro de la sesión puede resultar fundamental; así realizar el entrenamiento de fuerza previo al de resistencia puede mejorar las adaptaciones neuromusculares, la ganancia de fuerza y funcional en este grupo poblacional (Tabla 2).

Tabla 2. Aspectos clave para prescribir entrenamiento de fuerza y resistencia de forma simultánea.

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 40-50% de 1RM, progresando 70-80% de 1RM. Si se obtiene el método de la repetición máxima, el entrenamiento debería comenzar con 18-20 RM, progresando a 6-8RM	Debería realizarse antes del entrenamiento de fuerza
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 V02)progresando 100% de VT2(80% de pico V02)	Debería realizarse antes del entrenamiento de fuerza

1RM, una repetición máxima, VT2 segundo umbral ventilatorio, pico V02 captación pico de O₂

Efectos del entrenamiento combinado en la función cardiovascular

Diversos autores han mostrado que la fuerza y la potencia son también elementos importantes en el entrenamiento de resistencia aeróbica en ancianos. La combinación de fuerza y resistencia es una estrategia más adecuada en la mejoría de la función cardiovascular cuando se compara con el entrenamiento de fuerza aislado. Es más, la realización de un entrenamiento de fuerza de forma simultánea a un programa de resistencia no produce deterioro de las adaptaciones cardiovasculares que se asocian al entrenamiento aislado de resistencia aeróbica. En un estudio realizado por nuestro grupo de investigación se observó que los beneficios en cuanto a captación pico de O₂, carga máxima en el ciclo-ergómetro y en la carga en el segundo umbral ventilatorio fueron similares en aquellos que realizaban entrenamiento de fuerza antes que el de resistencia y viceversa. Sin embargo, se observaron mejorías intrasesión en la carga en el primer límite ventilatorio en aquellos que entrenaban la fuerza antes de la resistencia. La mayoría de estos estudios no se han realizado en ancianos frágiles. No obstante, el hecho de que la mayoría de las actividades básicas de la vida diaria se realicen con intensidades aeróbicas bajas podría hacer recomendable entrenar previamente la fuerza antes que la resistencia con el objetivo de mejorar la capacidad funcional de los ancianos frágiles.

Efectos del entrenamiento combinado en la capacidad funcional

En ancianos y particularmente en frágiles, son poco conocidos los efectos de un programa combinado de fuerza y resistencia aeróbica sobre la capacidad funcional. 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. No obstante, recientemente estudios realizados en población frágil que combinan actividad aeróbica y ejercicio de fuerza, han demostrado mejorías parámetros funcionales de la fragilidad y directamente relacionados con la fuerza y la función del miembro inferior, tales como la velocidad de la marcha y valores de la Short Physical Performance Battery (SPBB) (Binder et al., 2004).

En vistas a mejorar la capacidad funcional de los ancianos frágiles en un entrenamiento combinado, debería tenerse en cuenta el papel de la potencia muscular. Como se ha mencionado previamente, la potencia se deteriora más rápidamente que la fuerza en el envejecimiento y tiene una relación más significativa con la capacidad funcional que la fuerza. La mayoría de estudios realizados en ancianos no frágiles han demostrado que el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia no compromete la ganancia de potencia, por lo que el entrenamiento de fuerza que combina bajas y altas velocidades debería formar parte de la prescripción del entrenamiento combinado

PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO MULTICOMPONENTE

Tradicionalmente se conoce a los programas que engloban ejercicios de resistencia, flexibilidad, equilibrio y fuerza, constituyen las intervenciones más efectivas en la mejoría 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, morbi-mortalidad y previenen el deterioro funcional y la discapacidad que son los principales eventos adversos de la fragilidad. Las mejorías 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. Es conocido que los programas de fuerza se recomiendan para mejorar la función neuromuscular y los de resistencia aeróbica su beneficio fundamental es la mejoría 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 mejorías 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. Es más, este tipo de programas puede aplicarse con más énfasis dependiendo de cuál sea el objetivo específico (p.e fuerza en ancianos sarcopénicos, o entrenamiento del equilibrio y Tai-chi en ancianos con caídas de repetición) (Chin et al., 2008, Daniels et al., 2008).

Existen tres revisiones sistemáticas recientes que analizan el beneficio de estos programas en frágiles. En la revisión de Chin et al. (2008) examinaron 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. (2008) 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 - sesión, parece que mostraban una mayor beneficio en términos funcionales. Hay que destacar que de los 4062 estudios seleccionados sólo 10 cumplieron criterios de inclusión por problemas metodológicos en cuanto a criterios de inclusión, fundamentalmente porque no se especificaba que criterios usaban para definir fragilidad. Más recientemente, en la revisión sistemática de Cadore et al. (2013) se observó que un 70% de los estudios analizados han observado reducción en la incidencia de caídas, 54% han observado mejora en la velocidad de marcha, 80% han presentado mejora en el equilibrio y 70% de los estudios han enseñado aumentos en la fuerza de ancianos frágiles que han practicado algún programa de ejercicio de fuerza, equilibrio y sobretodo, multicomponente.

En un estudio reciente (Cadore et al., 2014), se observó que después de realizar un entrenamiento específico durante 12 semanas, personas mayores de 90 años mejoraron su fuerza, potencia y masa muscular, lo que se reflejó en un aumento de la velocidad al caminar, mayor habilidad para levantarse de la silla, mejora del equilibrio, reducción significativa de la incidencia de caídas y mejora significativa de la potencia y masa muscular en las extremidades inferiores. En este estudio investigación participaron 24 personas de entre 91 y 96 años, once de ellas en el grupo experimental y 13 en el de control. Dos días a la semana, durante 12 semanas, realizaron entrenamiento multicomponente: un programa de diferentes ejercicios, diseñado específicamente para ellos, que combinaba el entrenamiento de fuerza y ejercicios para la mejora del equilibrio. El programa de entrenamiento mejoró la capacidad funcional, la reducción del riesgo de caídas y potencia muscular. Además de los importantes incrementos en la capacidad física de los ancianos frágiles, el estudio demostró que el entrenamiento de potencia es perfectamente aplicable en ancianos con fragilidad. Desde un punto de vista práctico, los resultados del estudio sugieren la importancia de implementar programas de ejercicio en este tipo de pacientes, ejercicios para desarrollar la fuerza muscular, el equilibrio y la marcha. Aplicar este tipo de ejercicios en ancianos vulnerables será de gran interés con el fin de prevenir el impacto del envejecimiento, mejorar su bienestar y facilitar su adaptación a la sociedad en que viven (Figura 1).

Los estudios previamente mencionados, reflejan el beneficio de este tipo de programas en ancianos frágiles, no obstante la progresión del entrenamiento y la inclusión de diferentes estímulos debería seguir los principios básicos del entrenamiento y realizarse de forma lenta y progresiva.

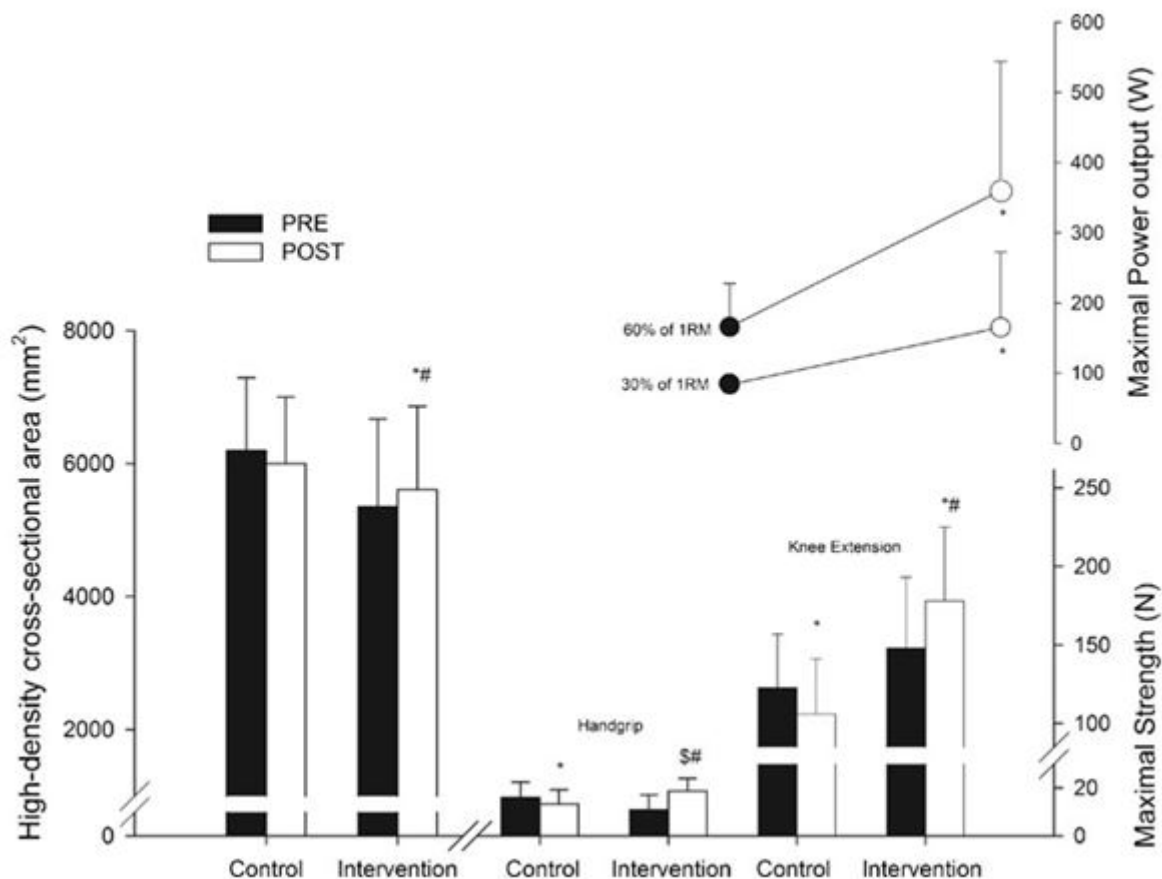


Figura 1. Area de sección transversal de alta densidad del cuádriceps femoral (mm²), fuerza máxima de prensión de mano y extensión de rodilla (N), potencia muscular (W) al 30 y 60% de la fuerza máxima (1RM) (media + SD). Diferencias significativas con respecto al valor de pre-entrenamiento: *P<0.05. Interacción significativa tiempo vs. Grupo: #P<0.05. Diferencias significativas entre grupos después de la intervención: \$P<0.01. (Modificado de CADORE EL, CASAS-HERRERO A, ZAMBOM-FERRARESI F, IDOATE F, MILLOR N, GOMEZ M, RODRIGUEZ-MAÑAS L, IZQUIERDO M. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr)*. 2014 Apr;36(2):773-85.

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LOS DOMINIOS DE LA FRAGILIDAD

El principal evento adverso de la fragilidad es el deterioro funcional y la discapacidad y dependencia. Como ya ha quedado reseñado en diversos estudios epidemiológicos la práctica regular de ejercicio físico se asocia con una disminución del riesgo de discapacidad para ABVD. No obstante, todavía no está del todo aclarado si la actividad física puede prevenir o revertir la fragilidad. En un reciente estudio observacional llevado a cabo en 2500 ancianos (donde se definió fragilidad por una Velocidad de la Marcha (VM) < 0.6 m/s y la incapacidad levantarse sin ayuda una la silla) observaron que aquellos ancianos que tenían una actividad física regular, tenían menor probabilidad de desarrollar fragilidad (Peterson et al., 2009). Además existía 3 veces más probabilidad de desarrollar fragilidad severa en sedentarios frente activos. La transición desde estadios leves de fragilidad a estadios severos era mucho más frecuente en sedentarios.

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 (American Geriatrics Society, 2011; Gillspie et al., 2009). 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 caídas (Gate et al., 2008).

- 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 medios plazo (hospitalización, caídas, discapacidad, institucionalización y mortalidad) (García-García et al., 2007). 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 fragilidad (García-García et al., 2007), se ha observado como 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 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. (2010) han demostrado cómo 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. 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. En un análisis secundario este grupo de autores han corroborado esta hipótesis mostrando cómo mejorías en la función ejecutiva se asocian con incrementos en la velocidad de la marcha y en la fuerza muscular del cuádriceps. El síndrome de fragilidad —habitualmente presente en los ancianos con demencia— puede acelerar la trayectoria de deterioro de estas personas. Las intervenciones con ejercicio físico (fuerza, caminar y ejercicios de equilibrio) que están diseñadas para mejorar dominios físicos del síndrome de fragilidad pueden beneficiar también a los ancianos con demencia. De forma adicional, el ejercicio físico de fuerza y resistencia ha demostrado mejorar la función cognitiva de los pacientes con demencia.
- En un reciente estudios en el que participaron 24 ancianos frágiles con demencia de entre 88 y 94 años se examinó el efecto de un programa multicomponente en la capacidad funcional y la función cognitiva en ancianos frágiles con demencia después de un periodo prolongado de restricción física. Estos sujetos realizaron dos días a la semana, durante 12 semanas, un programa de entrenamiento multicomponente, que combinaba el entrenamiento de fuerza muscular y ejercicios para la mejora del equilibrio y la marcha. Los principales resultados fueron que personas mayores de 88 años, frágiles, con demencia y que habían estado sometidas a un largo periodo de restricción física en silla de ruedas, mejoraron su fuerza y potencia muscular tras realizar un programa de entrenamiento específico. Pudieron aumentar su velocidad al caminar, tuvieron mayor habilidad para levantarse de la silla y mejorar el equilibrio, y redujeron significativamente la incidencia de caídas. Además de esas mejoras, el estudio ha demostrado que el entrenamiento de potencia es perfectamente aplicable en ancianos frágiles con demencia y restricción física. El estudio valoró también la situación de los ancianos 24 semanas después de finalizar las sesiones de entrenamiento y se comprobó que hubo “una disminución abrupta en casi todos los logros físicos obtenidos”. Al no seguir realizando los ejercicios, se perdió todo lo conseguido y los ancianos volvieron a la situación previa de restricción física. Se concluyó que sería beneficioso aplicar de manera continuada este tipo de ejercicios en ancianos vulnerables, incluso en aquellos con demencia o que han sido sometidos a periodos prolongados de restricción física en sillas de ruedas, con el fin de prevenir el impacto del envejecimiento, mejorar su bienestar y facilitar su adaptación a la sociedad en que viven (Cadore et al. 2014)(Figure 2)

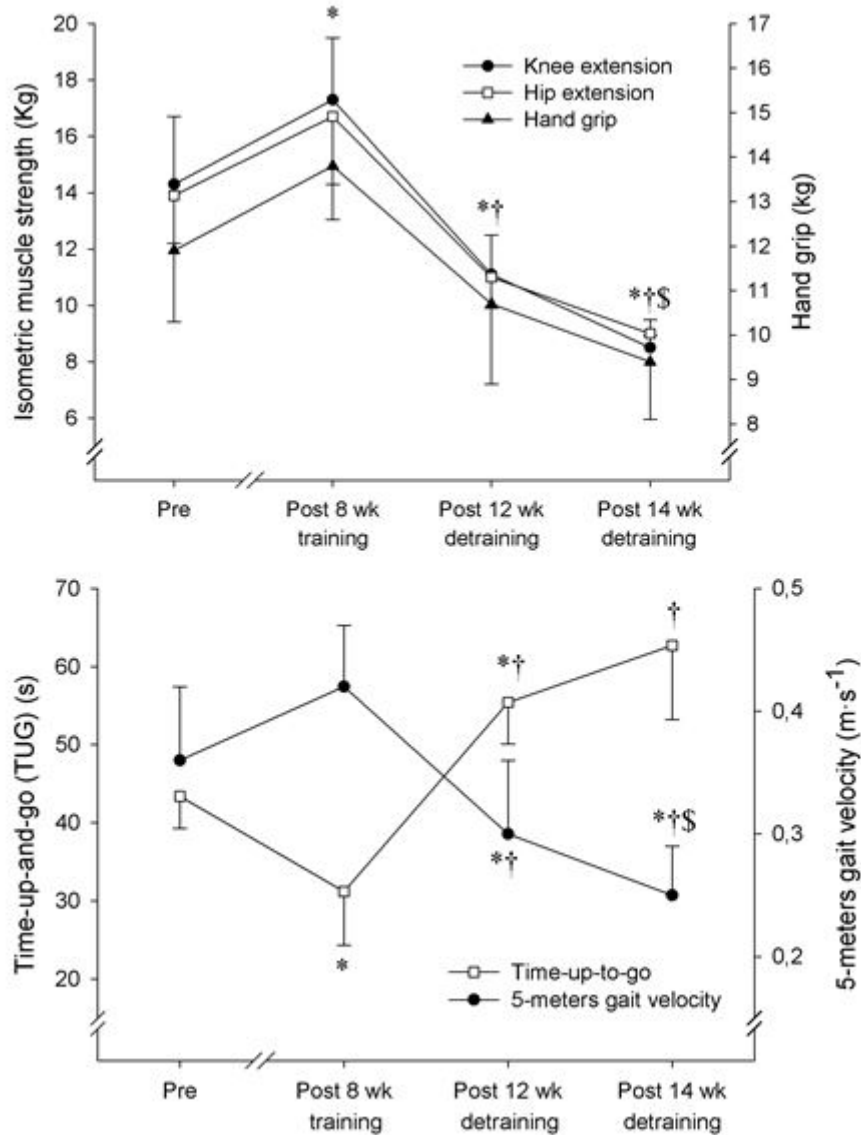


Figura 2. Time-up-and-go (TUG) (s) y velocidad de marcha (metros por segundo) (A) y fuerza máxima de extensión de rodilla, prensión de mano y flexión isométrica (Kgf) (media +DE) (B), pre, post-8 semanas de entrenamiento, post 12-semanas de parada de entrenamiento y post 14-semanas de parada de entrenamiento. Diferencias significativas con respecto al valor basal $(P < 0.05)$ y diferencias significativas con respecto a las 8 semanas de entrenamiento, $\dagger P < 0.05$ (Modificado de Cadore EL, Moneo AB, Mensat MM, Muñoz AR, Casas-Herrero A, Rodríguez-Mañas L, Izquierdo M. Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. *Age (Dordr)*. 2014 Apr;36(2):801-11.

- Depresión. Incluida por muchos autores dentro del espectro de la fragilidad. El fenotipo de fragilidad descrito por Fried (pérdida de peso no intencionada, debilidad, disminución de actividad física, cansancio, lentitud) puede ser típico de un cuadro depresivo del anciano. Además también comparten bases etiopatogénicas inflamatorias-inmunológicas. Es conocido que el ejercicio físico mejora los síntomas depresivos a corto plazo, fundamentalmente en aquellos que están ya deprimidos. No obstante, sus efectos a largo plazo sobre síntomas depresivos y ansiosos en ancianos frágiles queda por clarificar en ensayos clínicos. Una de las posibles hipótesis que explica este potencial efecto antidepressivo y ansiolítico radica en las propiedades antiinflamatorias del ejercicio físico.

RIESGOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN EL ANCIANO FRÁGIL

Entre los problemas frecuentes del ejercicio físico en ancianos frágiles, se encuentran los relacionados con la comorbilidad, aspecto que con gran frecuencia está presente y se correlaciona con el síndrome de la fragilidad. Por sí misma no contraindica un programa de ejercicio pero sí requiere una evaluación médica cuidadosa previa al comienzo del programa. En general las contraindicaciones absolutas suelen ser cardiovasculares (infarto cardiaco reciente o angina inestable, hipertensión no controlada, insuficiencia cardiaca aguda y bloqueo auriculo-ventricular completo).

Los principales riesgos del entrenamiento aeróbico y de fuerza se resumen en la Tabla 3 donde se muestran principios generales, recomendaciones, beneficios y riesgos de ambos programas de ejercicio. Como se ha señalado previamente, en población anciana frágil se recomiendan programas más conservadores en cuanto a intensidades, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento. Cuanto más gradual sea la progresión mejor será la tolerancia y se minimizarán efectos secundarios. Hay que tener en cuenta que en muchos estudios no se señalan adecuadamente la aparición de efectos secundarios. Por último, destacar la adherencia como un problema muy habitual en los programas de ejercicio en ancianos frágiles que habitualmente no han realizado actividad física previa. Generalmente es mejor en ejercicios aeróbicos (caminar, bicicleta) frente a programas de fuerza y en ejercicios grupales frente a los realizados en domicilio (Tabla 3).

En resumen, la práctica de ejercicio físico es la intervención más eficaz para retrasar la discapacidad y los eventos adversos que asocia habitualmente el síndrome de la fragilidad. El entrenamiento de fuerza y los programas multicomponente en particular, cada vez tienen más resultados favorables en este grupo poblacional y sus efectos son más destacados en otros dominios del síndrome como las caídas y el deterioro cognitivo. En la actualidad, son necesarios más estudios aleatorizados que aclaren la utilización óptima de los componentes de un programa de fuerza y si estos resultan más beneficiosos en términos funcionales que los multicomponente.

Tabla 3. Principios generales, recomendaciones, beneficios y riesgos de un programa de entrenamiento aeróbico y de fuerza.

	Entrenamiento aeróbico	Entrenamiento de fuerza
Principios generales	Grandes grupos musculares Muchas repeticiones Baja resistencia	Contracción varios grupos musculares Pocas repeticiones Mod- alta resistencia
Recomendaciones	Ejercicio aeróbico bajo impacto Comienzo baja intensidad y corta duración (5 minutos) Calentamiento y estiramiento	Medir fuerza y potencia basal Carga inicial 40-50% Grandes músculos pareados (ag-antag) Pequeños incrementos carga
Beneficios	CV, composición corporal, metabólico Resistencia muscular Comorbilidad	↑ fuerza, potencia, masa muscular magra Rango de movilidad (flexibilidad) Función física
Riesgos	Evento cardiaco Daño musculoesquelético	Lesión muscular Fracturas, exacerbación enf.articular

RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA LA PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO EN EL ANCIANO FRÁGIL

- El entrenamiento de fuerza debería realizarse 2-3 veces por semana, utilizando 3 series de 8 a 12 repeticiones con intensidades que empiecen en el 20%-30% de 1RM y que pueden progresar hasta el 70% de una 1RM (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 mono-articulares resultan en menor respuesta cardiovascular (aumento de la frecuencia cardíaca y tensión arterial) y pueden ser útiles para personas con enfermedades cardiovasculares en el inicio del entrenamiento.
- Para optimizar la mejora de la capacidad funcional, el programa de entrenamiento de fuerza debería incluir ejercicios que simulen actividades de la vida diaria (por ejemplo, ejercicios de sentadilla, levantarse y sentarse, subir escaleras).
- El entrenamiento de la potencia muscular (altas velocidades) podría ser más beneficioso en términos de mejoras 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 frágil, ya que cada vez más parecen asociarse con mejoras de la capacidad funcional.
- 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 envejecimiento.
- En el entrenamiento de resistencia cardiovascular debería incluir bloques de caminar en diferentes direcciones y ritmos, caminar en cinta rodante, subir escalones, subir escaleras o bicicleta estática.
- El entrenamiento de resistencia aeróbica podría comenzar con 5-10 minutos durante las primeras semanas y progresar hasta 15-30 minutos.
- La intensidad del entrenamiento de resistencia aeróbica puede empezar en 40-50% y progresar hasta un 70-80% de la capacidad aeróbica máxima. Sin embargo, lo importante para un anciano frágil es empezar en una intensidad que se lo permita mantener el ejercicio por algún tiempo, así que intensidades inferiores a 40% pueden ser más indicadas para ancianos frágiles.
- El control de la intensidad del ejercicio puede ser hecho por la frecuencia cardíaca. Sin embargo, la escala de percepción del esfuerzo de BORG es un buen método alternativo para prescribir la intensidad. Utilizando esta escala se recomienda un nivel de intensidad de 12-14.
- El test de la mayor distancia en 6 minutos de marcha es una herramienta de fácil aplicación para control de la resistencia aeróbica. Monitorizar a cada 8 o 12 semanas en el inicio del entrenamiento.
- 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.
- La mejora en la habilidad de marcha es directamente relacionada con la disminución de la incidencia de caídas. El test de velocidad habitual de marcha de 5 metros puede ser una herramienta útil para el control de esa habilidad. Asimismo, el test de marcha con doble tarea, como caminar mientras se habla, cuenta, etc. puede ser otra herramienta con mayor grado de complejidad.
- Entrenar 1 día a la semana la fuerza muscular y 1 día a la semana resistencia cardiovascular es un excelente estímulo para mejorar la fuerza, potencia y resistencia cardiovascular en ancianos frágiles que se inician en un programa de ejercicio.
- En programas que combinen la fuerza y resistencia cardiovascular, el entrenamiento de fuerza se debe de realizar antes que el entrenamiento de resistencia cardiovascular, pues mayores ganancias neuromusculares y cardiovasculares son observadas en ese orden de entrenamiento.
- Programas de ejercicio físico, sobretodo el dirigido al desarrollo de la fuerza muscular y que utilice pesas, deben ser supervisados por profesionales con conocimiento y formación específica. Otros programas como por ejemplo caminar, que aumentan la cantidad de actividad física semanal, son muy beneficiosos y contribuyen en gran medida a la mejora de salud.
- 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 (Tabla 4).

Tabla 4. Guía de prescripción de ejercicio en ancianos.

<i>Beneficios</i>	<i>Modalidad de ejercicio</i>	<i>Prescripción</i>
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 (20RM) o más y no sobrepasar la realización de 4-6 repeticiones por serie con un peso que pudiésemos realizar 15RM (30-70% 1RM) 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 1RM y con la máxima velocidad a esta resistencia (p.e. 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

REFERENCIAS

- American College of Sports Medicine Position Stand (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(6),975-991.
- Binder, E.F., Brown, M., Sinacore, D.R., Steger-May, K., Yarasheski, K.E., Schechtman, K.B. (2004). Effects of extended outpatient rehabilitation after hip fracture: a randomized controlled trial. *JAMA*, 292(7), 837-846.
- Cadore, E.L., Casas-Herrero, A., Zambón-Ferraresi, F., Idoate, F., Millor, N., Gomez, M., Rodriguez-Mañas, L., Izquierdo, M. (2014). Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr)*, 36(2), 773-785.
- Cadore, E.L., Izquierdo, M. (2014). New strategies for the concurrent strength, power and endurance training prescription in elderly. *Journal of American Medical Directors*, 14(8), 623-624.
- Cadore, E.L., Izquierdo, M. (2013a). How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity and cardiovascular gains in the elderly: An update. *AGE*, 35(6), 2329-2344
- Cadore, E.L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., et al. (2013b). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res*, 16(2), 105-114.
- Cadore, E.L., Moneo, A.B., Mensat, M.M., Muñoz, A.R., Casas-Herrero, A., Rodriguez-Mañas, L., Izquierdo, M. (2014). Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. *Age (Dordr)*, 36(2), 801-811.
- Casas-Herrero, A., Izquierdo, M. (2012). Physical exercise as an efficient intervention in frail elderly persons. *Anales Sist Sanitario Navarro*, 35(1), 69-85.

- Chin, A., Paw, M.J., van Uffelen, J.G., Riphagen, I., van Mechelen, W. (2008). The functional effects of a physical exercise training in frail older people: a systematic review. *Sports Med*, 38(9), 781-793.
- Cruz-Jentoft, A.J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F. et al. (2010). 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*, 3 (4), 412-423.
- Daniels, R., van Rossum, E., de Witte, L. et al. (2008). Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC Health Serv Res*, 30(8), 278.
- Daniels, R., van Rossum, E., de Witte, L., Kempen, G.I., van den Heuvel, W. (2008). Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC Health Serv Res*, 30(8), 278.
- Frontera, W.R., Meredith, C.N., O'Reilly, K.P., Knuttgen, H.G., Evans, W.J. (1998). Strength conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 64(3), 1038-1044.
- García García, J., Larión Zugasti, J.L. (2007). Deterioro cognitivo y fragilidad. En Jesús María Lopez Arrieta, Francisco José García García. *El anciano con demencia (pp.59-83)*. Madrid: Sociedad Española de Medicina Geriátrica.
- Gates, S., Fisher, J.D., Cooke, M.W., Carter, Y.H., Lamb, S.E. (2008). 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*, 336(7636), 130-133.
- Gillespie, L.D., Robertson, M.C., Gillespie, W.J., Lamb, S.E., Gates, S., Cumming, R.G. et al. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, 15(2), CD007146.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H. et al. (1998). Muscle CSA, force production, and Activation of leg extensor muscles during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *J Aging and Phys Activity*, 6, 232-247.
- Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Mälkiä, E. et al. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*, 84(4), 1341-1349.
- Hunter, G.R., McCarthy, J.P., Bamman, M.M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *SportsMed*, 34 (5), 329-348.
- Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., López, J.L., and Häkkinen, K. (1999a). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 79(3), 260-267.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Antón, A., Garrues, M., Ibañez, J., Gorostiaga, E.M. et al. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol*, 90(4), 1497-1507.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Gorostiaga, E.M., Garrues, M., Zúñiga, A., Antón, A., et al. (1999b). Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol Scand*, 167(1), 57-68.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Larión, J.L., Gorostiaga, E.M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc*, 36(3), 435-443.
- Izquierdo, M., Cadore, E.L. (2014). Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. *Curr Med Res Opin*, Apr 7.
- Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B.K., Logan, P.A. (1999). Concurrent strength and endurance training: a review. *Sports Med*, 28(6), 413-427.
- Liu, C.J., Latham, N.K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 8(3), CD002759.
- Liu, C.J., Latham, N.K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 8(3), CD002759.
- Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L.S., Graf, P., Beattie, B.L., Ashe, M.C., Handy, T.C. (2000). Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*, 170(2), 170-178.
- Morley, J.E. (2004). The top 10 hot topics in aging. *J Gerontol A BiolSci Med Sci*, 59(1), 24-33.
- Pedersen, B.K., Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, 16 Suppl 1, 3-63.
- Peterson, M.J., Giuliani, C., Morey, M.C. et al. (2009). Health, Aging and Body Composition Study Research Group. *Physical activity as a preventative factor for frailty: the health, aging, and body composition study. J Gerontol A BiolSci Med Sci*, 64(1), 61-68.
- Tschopp, M., Sattelmayer, M.K., Hilfiker, R. (2011). Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age and Ageing*, 40, 549-556.
- Tschopp, M., Sattelmayer, M.K., Hilfiker, R. (2011). Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age and Ageing*, 40, 549-556.