

Efectos del Entrenamiento de Resistencia sobre la Presión Arterial de Añosos

Andréia Cristiane Carrenho Queiroz, Hécio Kanegusuku, Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz

Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora - Escola de Educação Física e Esporte - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil

El proceso de envejecimiento reduce drásticamente la masa, la fuerza y la potencia muscular, disminuyendo la capacidad de ejecución de las actividades de la vida diaria. La práctica de ejercicios de resistencia puede revertir ese cuadro, auxiliando en la manutención de la masa muscular y mejorando su fuerza y resistencia. Mientras tanto, el envejecimiento ocasiona alteraciones cardiovasculares, que pueden resultar en aumento en los niveles de presión arterial de reposo, siendo importante analizar los efectos del ejercicio de resistencia sobre la presión arterial de individuos añosos. El objetivo de este estudio es evaluar el conocimiento científico existente sobre la respuesta de la presión arterial a los ejercicios de resistencia y sus mecanismos en añosos. Para esto, se realizó una revisión bibliográfica basada en la literatura portuguesa e inglesa relacionadas al tema. Con base en los estudios encontrados, el corpus actual, a pesar de ser escaso y controvertido, sugiere que, de forma crónica, los ejercicios de resistencia pueden tener efecto hipotensor en individuos añosos. Entre tanto, este efecto ocurre, principalmente en añosos normotensos y con entrenamiento de baja intensidad. Los mecanismos envueltos en esa respuesta hipotensora todavía precisan ser elucidados. Aunque el entrenamiento con resistencia esté siendo recomendado para añosos y haya algunos indicativos de que pueda tener efecto hipotensor crónico, todavía hay carencia de datos científicos y muchas controversias en el asunto, lo que evidencia que éste todavía es un campo abierto a la investigación

Introducción

La mejora de las condiciones de vida y los avances de la medicina, surgidos del progreso de la sociedad, tienen como resultado del aumento de la expectativa de vida, principalmente en los países en desarrollo¹, aumentando significativamente la cantidad de personas que alcanzan los 60 años². En el Brasil, la Organización de las Naciones Unidas³ (ONU) estimaba para 2005 un número superior a 16 millones para la población añosa.

Palabras clave

Presión arterial, envejecimiento, ejercicio.

El proceso de envejecimiento puede ser definido, entre otros conceptos, como la suma de alteraciones biológicas, psicológicas y sociales que llevan a la reducción gradual de la capacidad de adaptación y desempeño del individuo⁴, volviéndolo más vulnerables a procesos patológicos. A pesar de los avances citados anteriormente, el proceso de envejecimiento hace que, después de la sexta década de vida, haya una acentuada pérdida de la masa, fuerza y potencia musculares⁵. Tales modificaciones reducen sustancialmente la capacidad de ejecución de las actividades de la vida diaria, aumentando el grado de deficiencia de los añosos⁶. Como consecuencia, se verifica aumento en el número de caídas en esa fase de la vida, lo que comúnmente resulta en fracturas. De hecho, más de 90% de las fracturas^{7,8} en añosos son consecuencia de caídas, responsable por 70% de las muertes accidentales en persona con 75 años o más⁹.

Para prevenir ese cuadro, es fundamental adoptar conductas que mantengan la fuerza muscular, ya que, aún en los añosos, el sistema neuromuscular todavía conserva parte de su plasticidad, pudiendo adaptarse en respuesta a estímulos físicos¹⁰. Así, el ejercicio con resistencia ha surgido como una buena solución.

Diversos estudios¹¹⁻¹³ han relatado importantes beneficios musculares de ese entrenamiento en la población añosa, como la manutención de la masa muscular y el aumento expresivo de la fuerza y potencia musculares. Por ese motivo, el ejercicio con resistencia viene siendo considerado una intervención promisoriosa para impedir o revertir, por lo menos en parte, las pérdidas resultantes del envejecimiento. Ha sido fuertemente recomendado para la tercera edad¹⁴, resultando en mejora de las habilidades funcionales, el estado de salud, de la calidad de vida y de la independencia de los añosos¹⁵.

Además de los perjuicios musculares, el envejecimiento también ocasiona alteraciones decretales en la función cardiovascular, las cuales, con el avance de la edad¹⁶, resultan en aumento progresivo de la tensión arterial. Tales alteraciones pueden influir en las respuestas cardiovasculares al entrenamiento con resistencia. Es interesante observar que, aún en individuos jóvenes y de mediana edad, los efectos del entrenamiento con resistencia sobre la función cardiovascular son controvertidos^{17,18}. Como está siendo recomendado para añosos que, pueden presentar alteraciones en la función cardiovascular, se vuelve importante investigar los efectos de ese entrenamiento en la presión arterial de estos individuos.

El objetivo de este artículo fue realizar una revisión narrativa sobre ese asunto, discutiendo el conocimiento científico actual acerca de la respuesta de la presión arterial y sus posibles mecanismos reguladores, hemodinámicos y neurales, después

Correspondencia: Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz •

Av. Prof. Mello Moraes, 65 - Butantã - 05508-030, São Paulo, SP - Brasil
E-mail: cforjaz@cardiol.br, cforjaz@usp.br

Artículo recibido el 29/10/08; revisado recibido el 18/02/09; aceptado el 17/06/09.

de un período de entrenamiento con resistencia en individuos añosos. A lo largo del texto, serán abordadas inicialmente las alteraciones de la presión arterial y sus mecanismos en relación al envejecimiento y, posteriormente, el efecto del entrenamiento con resistencia sobre tales parámetros.

Fueron realizadas búsquedas en bibliotecas del área de ciencias biológicas, revistas electrónicas y bases de datos virtuales como MEDLINE, PUBMED y SCIELO, en los últimos 20 años, a fin de identificar, principalmente ensayos clínicos controlados y randomizados que hayan evaluado los efectos crónicos del ejercicio con resistencia sobre la presión arterial de individuos añosos. Fueron utilizadas en la búsqueda de las siguientes palabras clave: presión arterial, envejecimiento, ejercicio de resistencia/fuerza, entrenamiento de resistencia/fuerza y sus respectivas traducciones a la lengua inglesa.

Sistema cardiovascular y envejecimiento

El envejecimiento se asocia a varias alteraciones que culminan con un aumento expresivo de enfermedad del sistema cardiovascular¹⁹. Entre las alteraciones más notables que acompañan al envejecimiento, destacamos el aumento de la presión arterial, resultado de modificaciones estructurales y funcionales en el corazón y los vasos, además de alteraciones en el sistema nervioso autónomo²⁰⁻²³.

Con el pasar de los años, la arteria aorta y el árbol arterial sufren reducción de su complacencia y su distensibilidad, volviéndose más rígidas. Esas modificaciones llevan al aumento de la presión arterial sistólica lo que impone una sobrecarga al corazón^{20,21,24}, resultando en la depósito de colágeno y el aumento del espesor de las paredes del ventrículo izquierdo, aumentando también la rigidez cardíaca^{24,25}. Mientras tanto, aún con tales alteraciones estructurales cardíacas, la función sistólica se mantiene inalterada, al paso que la complacencia ventricular disminuye, perjudicando la función diastólica y causando un aumento del tiempo de relajamiento ventricular^{20,24}.

Con el envejecimiento, la circulación periférica también sufre alteraciones, tanto morfológicas como funcionales, como la reducción de la relación capilar-fibra en el músculo y disminución del diámetro capilar²². Además de eso, hay reducción en la liberación de óxido nítrico y menor respuesta vasodilatadora dependiente del endotelio²⁴, resultando en menor respuesta vascular a los estímulos neurohumorales de vasodilatación. De esta forma, la resistencia vascular periférica total aumenta, pudiendo llevar también al aumento de la presión arterial diastólica y media^{22,26}.

El proceso de envejecimiento también promueve alteración de la modulación de la función cardíaca por el sistema nervioso autónomo. Hay reducción de la variabilidad de la frecuencia cardíaca^{23,27,28}, con aumento del componente de baja frecuencia y reducción del componente de alta frecuencia, lo que indica un aumento de la modulación simpática y una disminución de la parasimpática para el corazón, explicando la elevación de la frecuencia cardíaca con el aumento de la edad.

Todas las alteraciones expuestas anteriormente aumentan las probabilidades de desarrollar hipertensión arterial en el individuo añoso¹⁶, imponiendo una sobrecarga al sistema cardiovascular ya envejecido. De hecho, la prevalencia

de hipertensión arterial aumenta con la edad²⁹, llegando a 60% en los añosos¹⁶. El aumento de la presión arterial la tercera edad tiene una relación fuerte y directa con la mortalidad vascular³⁰, siendo uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades, tales como la insuficiencia coronaria, la insuficiencia cardíaca y de accidente cerebrovascular encefálico¹⁶. La prevención de la elevación de la presión arterial en la población añosa, por lo tanto, es de suma importancia.

En el escenario de la función cardiovascular, el ejercicio aeróbico se destaca como importante intervención para la prevención de enfermedades. Eso ocurre en función de la existencia de inúmeros estudios que comprueban sus beneficios crónicos sobre la estructura y función cardiovascular, principalmente en la reducción de la presión arterial y en la prevención de hipertensión arterial³¹. Por otro lado, hasta hace poco tiempo, el ejercicio con resistencia era contraindicado para individuos con enfermedades cardiovasculares, por promover una gran sobrecarga de presión al corazón durante su ejecución³². De ese modo, por muchas décadas, pocos estudios fueron realizados respecto a los efectos de ese tipo de ejercicios sobre el sistema cardiovascular. Con el aumento del interés y de la aplicación del ejercicio con resistencia en individuos añosos, sus efectos sobre la función cardiovascular pasaron a ser investigados. Así más recientemente algunas instituciones de salud, como el *American College of Sports Medicine (ASCM)*³³ y el *American Heart Association (AHA)*¹⁸ pasaron a recomendar el entrenamiento con resistencia, como complemento del aeróbico, para individuos con problemas cardiovasculares, sobre todo mujeres y añosos, debido a sus comprobados beneficios osteomusculares³¹ y a los actuales indicativos de sus posibles beneficios sobre algunos factores de riesgo cardiovascular¹⁸.

Efecto del ejercicio de resistencia en la presión arterial

Considerando los efectos del entrenamiento con resistencia sobre la presión arterial, un metaanálisis³⁴ inicial, publicado en 2000, incluyó 11 estudios y observó reducción de -2 y -4% en las presiones arteriales sistólica y diastólica, respectivamente. De modo semejante, otra investigación más reciente³⁵, publicada en 2005, incluyó 9 estudios controlados y aleatorios, y verificó caída de -3,2 mmHg y -3,5 mmHg en las presiones arteriales sistólica y diastólica respectivamente, después de tratamiento con resistencia. Mientras tantos esos metaanálisis incluyeron pocos estudios, y éstos involucraron poblaciones y protocolo de entrenamiento con diferentes características. En la presente revisión, fueron levantados solamente los estudios que incluyeron individuos añosos. Los principales resultados pueden verse en la tabla uno.

La reducción de la presión arterial de reposo después del entrenamiento con resistencia fue observada en 10 estudios^{15,36-44}. En 4 estudios⁴⁵⁻⁴⁸ no hubo alteraciones. Tales estudios sugieren que el entrenamiento con resistencia también puede tener un efecto hipotensor en el año. Mientras tanto, la magnitud de modificación de la presión arterial fue diferente entre los estudios, lo que sugiere que factores relacionados a las características de la población

Artículo de Revisión

Tabla 1 - Principales resultados de los estudios sobre el efecto del entrenamiento de resistencia en la presión arterial de añosos

Autor	Población	Entrenamiento	Ejercicio	PAS clínica	PAD clínica	MAPA 24h
Anton et al ⁴⁸	Media Edad y Añosos NT	13 semanas 3x semana	9 ejercicios SDS, 12 rep 75%1RM	→	→	NE
Castaneda et al ³⁶	Añosos DM - NT y HT	16 semanas 3x semana	5 ejercicios 3 s/ 8 rep 60-80%1RM	↓	→	NE
Cononie et al ⁴⁵	Añosos NT e HT	6 meses 3x semana	8 ejercicios 1 s/ 8-12 rep SDI	→	→	NE
Delmonico et al ³⁷	Añosos NT	23 semanas 3x semana	6-8 ejercicios 1-2 s/ 15 RM	↓	↓	NE
Dunstan et al ⁴⁶	Añosos DM - NT e HT	6 meses 3x semana	9 ejercicios 3 s/ 8-10 rep 50-85%1RM	→	→	NE
Martel et al ³⁸	Añosos NT limítrofes	24 semanas 3x semana	7 ejercicios 1-2 s/ 15 RM	↓	↓	NE
Sallinen et al ³⁹	Adultos + Añosos NT	21 semanas 2x semana	6-8 ejercicios 1 s/ 5-15 rep 40-80% de 1RM	↓	↓	NE
Simons & Andel ¹⁵	Añosos NT	16 semanas 2x semana	6 ejercicios 1 s/ 10 rep 75% de 1RM	↓	→	NE
Stewart et al ⁴⁰	Añosos NT e HT	26 semanas 3x semana	8 ejercicios 2 s/ 10-15 rep 50%1RM + 45 min aeróbico 60-90%FC máxima	→	↓	NE
Taaffe et al ⁴¹	Añosos NT	20 semanas 2x semana	7 ejercicios 1 s/ 8 RM 3 s/ 8 RM	→ →	↓ ↓	NE NE
Terra et al ⁴³	Añosos HT	12 semanas 3x semana	10 ejercicios 3 s/ 12-8 rep 60-80% de 1RM	↓	→	NE
Thomas et al ⁴⁴	Añosos NT e HT DM, Obesos	1 año 3x semana	7 ejercicios 1 s/ 30 rep Baja intensidad	↓	→	NE
Tsutsumi et al ⁴²	Añosos NT	12 semanas 3x semana	12 ejercicios 2 s/ 12-16 rep 55-65% de 1RM 2 s/ 8-12 rep 75-85% de 1RM	↓ ↓	↓ →	NE NE
Wood et al ⁴⁷	Añosos NT	12 semanas 3x semana	8 ejercicios 1-2 s/ 8-15 rep 75% de 5RM	→	→	NE

PAS - presión arterial sistólica; PAD - presión arterial diastólica; MAPA 24h - presión arterial evaluada por monitoreo ambulatorio; HT - hipertensos; NT - normotensos; DM - diabetes; EAC - enfermedad de la arteria coronaria; NE - no evaluó; FC - frecuencia cardíaca; s - series; rep - repeticiones; SDS - sin datos del número de serie; SDI - sin datos de intensidad; 1RM - una repetición máxima; → mantención; ↓ reducción.

estudiada y/o del protocolo de entrenamiento realizado puedan haber influido en esta magnitud.

Considerando la población examinada, los estudios citados involucraron individuos normotensos, e hipertensos y/o diabéticos. En la población hipertensa, de los 6 estudios que incluyeron estos individuos, 4 observaron reducción de la presión arterial^{36,40,43,44}, mientras otros 2 no verificaron alteraciones^{45,46}. Mientras tanto, es importante destacar que entre los 4 estudios que evidenciaron caída de la presión arterial, la muestra también incluyó individuos normotensos.

Además de eso, en uno de esos estudios, el entrenamiento aeróbico fue realizado concomitantemente al de resistencia, de modo que el efecto hipotensor puede deberse al estímulo aeróbico⁴⁰. En otros dos estudios, los individuos también poseían otras enfermedades metabólicas concomitantes, siendo que la presencia de estas enfermedades también puede haber influido en los resultados^{36,44}. Para finalizar, en el único estudio que envolvió solamente añosos hipertensos⁴³, los pacientes estaban en uso de diferentes medicaciones antihipertensivas, lo que no permitió determinar el efecto

aislado del entrenamiento de resistencia sobre la presión arterial. En los estudios envolviendo apenas individuos normotensos, sólo 2 no verificaron reducción de la presión arterial clínica^{47,48}, en cuanto otros 6 constataron caída de esa presión^{15,37-39,41,42}. Tales resultados sugieren que el entrenamiento con resistencia es efectivo para reducir la presión arterial de añosos normotensos, pero su efecto en hipertensos todavía precisa ser mejor aclarado. Es importante destacar también que ningún estudio evidenció que el entrenamiento con resistencia pueda aumentar la presión arterial, ni en individuos normotensos ni en hipertensos.

Con relación al efecto de la intensidad del entrenamiento con resistencia, Tsutsumi et al⁴² demostraron, en añosos normotensos, que el entrenamiento realizado en menor intensidad (55-65% de 1 RM) fue capaz de reducir tanto la presión arterial sistólica cuanto la diastólica, mientras que el entrenamiento de resistencia realizado con mayor intensidad (75-85% de 1 RM) sólo disminuyó la presión arterial sistólica¹⁵.

De hecho, otros estudios realizados con intensidad elevada (75% de 1 RM) también observaron reducción apenas de la presión arterial sistólica, o aún ningún efecto hipotensor⁴⁸. Además de eso, de modo general, los estudios que envolvieron ejercicios con la intensidad clásicamente utilizada para desarrollar resistencia muscular localizada, o sea, baja intensidad (50-65% de 1 RM --15 RM), encontraron caída tanto de la presión arterial sistólica como de la diastólica^{37,38}. Por otro lado, Taaffe et al⁴¹ verificaron que los ejercicios de resistencia realizado con alta intensidad (8RM) sí fueron capaces de reducir la presión arterial diastólica, sin embargo no tuvieron efectos sobre la presión arterial sistólica. Siendo así, la mayor parte de los datos permiten suponer que el entrenamiento con resistencia realizado con menor intensidad sería más recomendado a fin de promover reducción de la presión arterial de reposo; entretanto, todavía hay controversias a este respecto.

La presión arterial evaluada por monitoreo ambulatorio de 24 horas (MAPA 24 horas) se ha mostrado más eficaz para evaluar riesgo cardiovascular que la presión arterial clínica⁴⁹, siendo interesante verificar los efectos de conductas clínicas sobre esta presión. Mientras que en añosos no hay ningún estudio que aborde ese aspecto, lo que demuestra la necesidad de investigaciones con este objetivo.

Además del posible efecto hipotensor crónico del entrenamiento de resistencia, es importante observar el efecto de cada sesión de entrenamiento sobre la presión arterial (efecto agudo). Apenas un estudio abordó la cuestión en individuos añosos e hipertensos⁵⁰. Se verificó que una única sesión de ejercicios de resistencia promovió reducción significativa de la presión arterial después de su finalización. La reducción máxima fue del orden de 8 mmHg de mercurio y la hipotensión fue observada por hasta 60 minutos post ejercicio. Por otra parte, los individuos incluidos en el estudio eran participantes de un programa de ejercicio físico supervisado, pero no tenían experiencia con el entrenamiento de fuerza, siendo importante verificar si este efecto hipotensor agudo ocurre en individuos que estén haciendo el entrenamiento de resistencia de forma regular.

Delante de lo expuesto, el corpus actual sugiere que el entrenamiento de resistencia regulada puede tener efecto

hipotensor sobre la presión arterial clínica de los añosos. Estos efectos parecen ser principalmente evidenciados en individuos normotensos y con ejercicios de menor intensidad. Como todavía hay mucha controversia y pocos estudios al respecto, éste aún es un campo bastante abierto a investigaciones científicas.

Posibles mecanismos responsables por la respuesta de la presión arterial al ejercicio de resistencia

Los mecanismos responsables por la respuesta de la presión arterial después del entrenamiento de resistencia aún no fueron esclarecidos, tanto en jóvenes o en individuos de mediana edad como en añosos. Sin embargo, algunos mecanismos que se relacionan a la regulación de la presión arterial han sido estudiados.

En relación a los efectos del entrenamiento de resistencia en la estructura cardíaca, los estudios no han demostrado modificación en la masa, el espesor de la pared ni en el tamaño de la cámara ventricular^{51,52}. Es posible que el entrenamiento de resistencia no tenga repercusiones estructurales cardíacas significativas en añosos, pero su efecto en la funcionalidad cardíaca todavía es controvertido. Algunos estudios muestran manutención de la función sistólica⁵² y del débito cardíaco después de un período de entrenamiento de resistencia. Mientras Cononie et al⁴⁵ observaron que la manutención del débito cardíaco^{45,48} ocurrió en función de que la reducción del volumen sistólico es compensada por el aumento de la frecuencia cardíaca, lo que sugiere que el entrenamiento de resistencia tiene un efecto negativo en la función del corazón.

Los mismos estudios^{45,48} que observaron manutención del débito cardíaco después del entrenamiento de resistencia también constataron manutención de la resistencia vascular periférica, lo que explica la conservación de los niveles de presión arterial. Mientras, aunque la resistencia vascular total no se modifica con el entrenamiento, Anton et al⁴⁸ verificaron aumento del flujo y conductancia vasculares en la región de los miembros inferiores, sugiriendo que el entrenamiento de resistencia puede tener efectos periféricos importantes.

Un mecanismo importante relacionado al control de la presión arterial es la integridad de la estructura y función del sistema vascular. Estudios envolviendo individuos jóvenes y de mediana edad han relatado aumento de la rigidez arterial después de entrenamiento de resistencia^{53,54}. Ese aumento fue evidenciado tanto en arterias elásticas centrales como arterias periféricas musculares, aún cuando hubo reducción de la presión arterial media post entrenamiento⁵³. Sin embargo, eso no son hallazgos unánimes, una vez que algunos autores⁵⁵⁻⁵⁷ no demostraron alteración de la rigidez arterial con el entrenamiento de resistencia en adulto joven. El posible aumento de la rigidez arterial tiene importantes implicancias clínicas, pues se asocia al aumento de la mortalidad⁵⁸. Es un hecho especialmente importante en añosos, que ya presentan aumento de la rigidez como consecuencia de la edad⁵⁹. Apenas un estudio, el de Maeda et al⁶⁰ evalúa el efecto del entrenamiento de resistencia en la rigidez arterial de los añosos -no hubo ninguna alteración significativa.

Artículo de Revisión

En relación al sistema nervioso autónomo, algunos estudios llegaron a la conclusión de que este tipo de entrenamiento no altera la actividad nerviosa simpática. Eso fue observado cuando la actividad fue medida por el análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca^{61,62}, así como cuando fue evaluada por los niveles plasmáticos de norepinefrina^{45,56} o medida por la técnica de microneurografía⁶³. Sin embargo, otros estudios^{48,64} observan aumento en los niveles plasmáticos de norepinefrina, sugiriendo un posible aumento de la actividad nerviosa simpática por el entrenamiento de resistencia en individuos añosos.

Delante de lo expuesto, queda claro que los efectos del entrenamiento de resistencia sobre los mecanismos reguladores de la presión arterial todavía son muy controvertidos y precisan ser investigados con atención en el futuro.

Consideraciones finales

El corpus actual sugiere que el entrenamiento de resistencia puede reducir la presión arterial de reposo de individuos añosos. Los datos, sin embargo, todavía son escasos y los efectos del entrenamiento fueron evidenciados, principalmente, en añosos normotensos y con ejercicios de menor intensidad. Los mecanismos responsables por la respuesta de presión arterial después de un periodo de entrenamiento de resistencia

fueron poco investigados y permanecen desconocidos en añosos. Aunque el entrenamiento de resistencia esté siendo recomendado para añosos y haya algunos indicativos de que pueda tener efecto hipotensor crónico, todavía hay carencia de datos científicos y mucha controversia sobre este asunto, lo que evidencia que éste todavía es un campo abierto a la investigación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)*.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiamiento

El presente estudio fue financiado por la *Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo*.

Vinculación Académica

Este artículo es parte de disertación de Maestrado de Andréia Cristiane Carrenho Queiroz por la Escuela de Educación Física y Deporte de la Universidad de São Paulo.

Referencias

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE). Estudos e pesquisas: informação demográfica e socioeconômica: perfil dos idosos responsáveis pelo domicílio no Brasil 2000. Rio de Janeiro; 2002.
2. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Painel de Indicadores do SUS; 2006.
3. ONU. World population prospects: the 2006 revision. New York; 2007. [Acesso em 2009 jan 10]. Disponível em <http://esa.un.org/unpp>.
4. Weineck J. Biologia do Esporte. São Paulo: Manole; 1991. p. 320-51.
5. Close JC. Prevention of falls in older people. *Disability & Rehabilitation*. 2005; 27 (18): 1061-71.
6. Inouye SK, Studenski S, Tinetti ME, Kuchel GA. Geriatric syndromes: clinical, research, and policy implications of a core geriatric concept. *J Am Geriatr Soc*. 2007; 55 (5): 780-91.
7. Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2004; 52 (7): 1121-9.
8. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Myotendinous plasticity to ageing and resistance exercise in humans. *Exp Physiol*. 2006; 91 (3): 483-98.
9. Fuller GF. Falls in the elderly. *Am Fam Physician*. 2000; 61 (7): 2159-68.
10. Hakkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1998; 53 (6): B415-23.
11. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *JAMA*. 1990; 263 (22): 3029-34.
12. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*. 1988; 64 (3): 1038-44.
13. Galvao DA, Newton RU, Taaffe DR. Anabolic responses to resistance training in older men and women: a brief review. *J Aging Phys Act*. 2005; 13 (3): 343-58.
14. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007; 116 (9): 1094-105.
15. Simons R, Andel R. The effects of resistance training and walking on functional fitness in advanced old age. *J Aging Health*. 2006; 18 (1): 91-105.
16. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. *Hipertensão*. 2006; 9 (4): 121-56.
17. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2006; 113 (22): 2642-50.
18. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007; 116 (5): 572-84.
19. Zaslavsky C, Gus I. Idoso: doença cardíaca e comorbidades. *Arq Bras Cardiol*. 2002; 79 (6): 635-9.
20. Cheitlin MD. Cardiovascular physiology-changes with aging. *Am J Geriatr Cardiol*. 2003; 12 (1): 9-13.
21. Fleg JL. Alterations in cardiovascular structure and function with advancing age. *Am J Cardiol*. 1986; 57 (5): 33C-44C.
22. O'Rourke MF, Hashimoto J. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 50 (1): 1-13.
23. Singh D, Vinod K, Saxena SC, Deepak KK. Spectral evaluation of aging effects on blood pressure and heart rate variations in healthy subjects. *J Med Eng Technol*. 2006; 30 (3): 145-50.

24. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM, et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Rev Bras Med Esporte*. 1999; 5 (6): 207-11.
25. Lakatta EG, Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part II: the aging heart in health: links to heart disease. *Circulation*. 2003; 107 (2): 346-54.
26. Spirduso W, Francis KL, Mac Rae PG. Physical dimensions of aging. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2005.
27. Ferrari AU, Radaelli A, Centola M. Invited review: aging and the cardiovascular system. *J Appl Physiol*. 2003; 95 (6): 2591-7.
28. Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *J Am Coll Cardiol*. 1998; 31 (3): 593-601.
29. Vasan RS, Larson MG, Leip EP, Kannel WB, Levy D. Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*. 2001; 358: 1682-6.
30. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 2002; 360: 1903-13.
31. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*. 2005; 46 (4): 667-75.
32. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1985; 58 (3): 785-90.
33. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
34. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2000; 35 (3): 838-43.
35. Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2005; 23 (2): 251-9.
36. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002; 25 (12): 2335-41.
37. Delmonico MJ, Ferrell RE, Meerasahib A, Martel GF, Roth SM, Kostek MC, et al. Blood pressure response to strength training may be influenced by angiotensinogen A-20C and angiotensin II type I receptor A1166C genotypes in older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53 (2): 204-10.
38. Martel GF, Hurlbut DE, Lott ME, Lemmer JT, Ivey FM, Roth SM, et al. Strength training normalizes resting blood pressure in 65- to 73-year-old men and women with high normal blood pressure. *J Am Geriatr Soc*. 1999; 47 (10): 1215-21.
39. Sallinen J, Fogelholm M, Pakarinen A, Juvonen T, Volek JS, Kraemer WJ, et al. Effects of strength training and nutritional counseling on metabolic health indicators in aging women. *Can J Appl Physiol*. 2005; 30 (6): 690-707.
40. Stewart KJ, Bacher AC, Turner KL, Fleg JL, Hees PS, Shapiro EP, et al. Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2005; 165 (7): 756-62.
41. Taaffe DR, Galvao DA, Sharman JE, Coombes JS. Reduced central blood pressure in older adults following progressive resistance training. *J Hum Hypertens*. 2007; 21 (1): 96-8.
42. Tsutsumi T, Don BM, Zaichkowsky LD, Delizonna LL. Physical fitness and psychological benefits of strength training in community dwelling older adults. *Appl Human Sci*. 1997; 16 (6): 257-66.
43. Terra DF, Mota MR, Rabelo HT, Bezerra LM, Lima RM, Ribeiro AG, et al. Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. *Arq Bras Cardiol*. 2008; 91 (5): 299-305.
44. Thomas GN, Hong AW, Tomlinson B, Lau E, Lam CW, Sanderson JE, et al. Effects of Tai Chi and resistance training on cardiovascular risk factors in elderly Chinese subjects: a 12-month longitudinal, randomized, controlled intervention study. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2005; 63 (6): 663-9.
45. Cononie CC, Graves JE, Pollock ML, Phillips MI, Summers C, Hagberg JM. Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Med Sci Sports Exerc*. 1991; 23 (4): 505-11.
46. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002; 25 (10): 1729-36.
47. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favalaro-Sabatier J, Sabatier M, Matthew Lee C, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33 (10): 1751-8.
48. Anton MM, Cortez-Cooper MY, DeVan AE, Neidre DB, Cook JN, Tanaka H. Resistance training increases basal limb blood flow and vascular conductance in aging humans. *J Appl Physiol*. 2006; 101 (5): 1351-5.
49. Clement DL, De Buyzere ML, De Bacquer DA, de Leeuw PW, Duprez DA, Fagard RH, et al. Prognostic value of ambulatory blood-pressure recordings in patients with treated hypertension. *N Engl J Med*. 2003; 348 (24): 2407-15.
50. Mediano M, Paravidino V, Simao R, Pontes F, Polito M. Comportamento subagudo da pressão arterial após o treinamento de força em hipertensos controlados. *Rev Bras Med Esporte*. 2005; 11 (6): 337-40.
51. Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000; 55 (7): B336-46.
52. Haykowsky M, Humen D, Teo K, Quinney A, Souster M, Bell G, et al. Effects of 16 weeks of resistance training on left ventricular morphology and systolic function in healthy men >60 years of age. *Am J Cardiol*. 2000; 85 (8): 1002-6.
53. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens*. 2008; 22: 678-86.
54. Cortez-Cooper MY, DeVan AE, Anton MM, Farrar RP, Beckwith KA, Todd JS, et al. Effects of high intensity resistance training on arterial stiffness and wave reflection in women. *Am J Hypertens*. 2005; 18 (7): 930-4.
55. Rakobowchuk M, McGowan CL, de Groot PC, Hartman JW, Phillips SM, MacDonald MJ. Endothelial function of young healthy males following whole body resistance training. *J Appl Physiol*. 2005; 98 (6): 2185-90.
56. Casey DP, Beck DT, Braith RW. Progressive resistance training without volume increases does not alter arterial stiffness and aortic wave reflection. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2007; 232 (9): 1228-35.
57. Yoshizawa M, Maeda S, Miyaki A, Misono M, Saito Y, Tanabe K, et al. Effect of 12 weeks of moderate-intensity resistance training on arterial stiffness: a randomized controlled trial in women aged 32-59. *Br J Sports Med*. 2008. (In press).
58. Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension*. 2001; 37 (5): 1236-41.
59. Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, Seals DR. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*. 2000; 102 (11): 1270-5.
60. Maeda S, Otsuki T, Iemitsu M, Kamioka M, Sugawara J, Kuno S, et al. Effects of leg resistance training on arterial function in older men. *Br J Sports Med*. 2006; 40 (10): 867-9.
61. Van Hoof R, Macor F, Lijnen P, Staessen J, Thijs L, Vanhees L, et al. Effect of strength training on blood pressure measured in various conditions in sedentary men. *Int J Sports Med*. 1996; 17 (6): 415-22.
62. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin MM, Bennett N, et al. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. *Acta Physiol (Oxf)*. 2009; 195 (3): 339-48.
63. Carter JR, Ray CA, Downs EM, Cooke WH. Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neural activity in young normotensive subjects. *J Appl Physiol*. 2003; 94 (6): 2212-6.
64. Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol*. 1994; 76 (1): 133-7.