

A importância dos exercícios físicos para o envelhecimento saudável. Uma revisão da literatura

The importance of physical exercises for healthy ageing. A literature review

Janini Chen
Mariana Callil Voos
Wanda Pereira Patrocínio
Fernanda Freitag
Jecilene Rosana Costa Frutuoso
Chien Hsin Fen

RESUMO: A finalidade deste estudo é destacar o papel dos exercícios físicos no cuidado com a saúde dos idosos. Foram realizadas buscas, no PubMed, de manuscritos publicados de 2009 a 2014. Os autores incluíram os termos “strength training”, “training”, “elderly”, “endurance”. Apenas trabalhos escritos em inglês foram selecionados. De 165 artigos detectados inicialmente, foram escolhidos 39 estudos, apresentados na presente revisão. A maioria dos estudos demonstrou que os programas de fortalecimento resultam na melhora significativa da massa e da função dos músculos esqueléticos.

Palavras-chave: Envelhecimento; Saúde do idoso; Exercício.

ABSTRACT: *The present study aims to emphasize the role of physical exercises on health care in older adults. Manuscripts published between 2009 and 2014 in PubMed were included. Search terms were “strength training”, “training”, “elderly”, “endurance”. Only studies written in English were chosen. Firstly, 165 manuscripts were detected, then 39 were selected and discussed on the present review. Most of the studies demonstrated that muscle strengthening exercise resulted in significant increases in muscle function and mass gain.*

Keywords: *Ageing; Health of the elderly; Exercise.*

Introdução

A população idosa tem sido muito estudada, pois, atualmente, cerca de 11% da população brasileira tem mais de 60 anos. Essa condição vem aumentando nas últimas décadas, o que implica interesse de saúde pública em estudar medidas de promoção à saúde e melhor qualidade de vida para essa população (IBGE, 2014). Um estudo recente identificou que 62% dos idosos avaliados no estado do Rio Grande do Sul não realizavam atividade física regular, sobretudo os do gênero feminino e com menor nível socioeconômico (Souza, Fillenbaum, & Blay, 2015).

O envelhecimento é um processo multidimensional que pode estar associado a perdas cognitivas, limitações físicas, sintomas de depressão e isolamento social. A associação da deterioração dos mecanismos fisiológicos e dos déficits motores, via de regra, leva a alterações no sistema periférico e central (Frontera, & Bigard, 2002; Manini, Hong, & Clark, 2013).

A sarcopenia (diminuição da massa muscular) é uma das características decorrentes do envelhecimento e está associada à diminuição do desempenho motor e da mobilidade. Entre as principais limitações observadas nas atividades de vida diária estão dificuldade para andar, subir e descer escadas, sentar-se na cadeira e levantar-se dela, com consequente aumento do risco de quedas e fraturas (Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen, & Evans, 1988; Petrella, Kim, Tuggle, Hall, & Bamman, 2005).

Apesar de o processo, que gera a perda de massa muscular, não ser totalmente conhecido, a literatura relata que causas ambientais, mecanismos inflamatórios, anormalidades mitocondriais, alterações nas junções neuromusculares, perda de células-satélite e mudanças hormonais podem estar associados à sarcopenia (Moritani, & deVries, 1979; Walston, 2012).

Muitos estudos defendem que a atividade física deve fazer parte do cuidado da saúde nos idosos, já que perdas funcionais decorrentes do envelhecimento podem ser compensadas por meio de exercícios físicos (Fiatarone, Marks, Ryan, Meredith, Lipsitz, & Evans, 1990; Doherty, 2003; Goodpaster, *et al.*, 2006; Clark, Issac, Lane, Damron, & Hoffman, 2008; Montero-Fernández, & Serra-Rexach, 2013). Muitas revisões e estudos controlados apontam a prática regular de atividade física, mesmo quando iniciada após os 65 anos, como algo que favorece a longevidade.

Exercícios físicos também se associam à redução das taxas gerais de mortalidade e do número de medicamentos prescritos, prevenção do declínio cognitivo, manutenção de independência funcional, redução da frequência de quedas e fraturas, além dos benefícios psicológicos, como a melhora da autoestima (Elward, & Larson, 1992).

Dam e colaboradores (2014) relataram que cerca de 50% dos idosos avaliados em seu estudo apresentavam algum tipo de limitação na função motora. Quando submetidos ao programa de exercícios de fortalecimento muscular, foi possível observar alterações nas propriedades dos músculos. Contudo, a sarcopenia pode ser difícil de reverter com o avanço da idade, com declínio de 15% a 20 % de força nos membros superiores e inferiores, mesmo após três anos da atividade física (Sergi, *et al.*, 2011).

Kenneth, e Behm (2005) encontraram maior estabilidade da marcha no grupo de exercício resistido que no controle. Esses resultados mostraram que o ganho moderado de força (17%) pós-treinamento pode beneficiar a marcha e o equilíbrio, fornecendo, assim, uma base sólida para o incentivo do treinamento de força de baixa intensidade para os indivíduos com limitações funcionais.

A maioria dos programas propostos tem sugerido a prática de exercícios de fortalecimento e condicionamento cardiovascular para melhorar a condição da sarcopenia, de equilíbrio e para aumento na qualidade de vida. Tais atividades visam a aprimorar a condição motora, atribuindo programas que combinam condicionamento e fortalecimento muscular para potencializar o desempenho motor. Apesar de os trabalhos investigarem o papel da atividade física no idoso, há divergências quanto à intensidade, período de treinamento e quantidade de sessões realizadas por semana (Correa, *et al.*, 2012; Suetta, *et al.*, 2013; Sousa, Mendes, Abrantes, Sampaio, & Oliveira, 2013).

O objetivo deste estudo foi coletar informações para destacar o papel dos exercícios físicos no cuidado com a saúde dos idosos. Além disso, visamos a buscar as lacunas na literatura sobre os programas de treinamento que poderão ser preenchidas por estudos futuros, para que tenhamos conhecimento sobre quais seriam os programas mais adequados.

Método

Este artigo de revisão foi baseado numa busca, no PubMed, de manuscritos publicados de 2009 a 2014. Os autores incluíram os seguintes termos na busca: “strength training”, “training”, “elderly”, “endurance”. Apenas trabalhos escritos em inglês foram selecionados. De 165 artigos detectados inicialmente, foram escolhidos 39 estudos, apresentados na presente revisão.

Benefícios do fortalecimento muscular em idosos

O fortalecimento muscular é uma modalidade de exercício indicada para intensificar a força e aumentar a massa muscular. Os indivíduos executam movimentos contra a resistência, podendo ser utilizadas faixas elásticas (por exemplo, *theraband*[®]), fita funcional, aparelhos de musculação ou pesos livres. Essa modalidade pode oferecer outros benefícios, como o aumento da densidade mineral óssea, da massa magra e do volume de oxigênio máximo (Pollock, *et al.*, 2000).

Não há recomendações específicas em relação à intensidade e à frequência do treinamento e ou à sobrecarga ideal para o ganho de força muscular em idosos, o que dificulta comparações entre os estudos (Frontera, *et al.*, 1988; Liu, & Latham, 2009). É possível identificar ganho de massa muscular a partir de quatro semanas de treinamento, com mudanças histológicas significativas da musculatura (Suetta, *et al.*, 2013). Idosos que praticam atividade física por longos períodos têm menos perda de massa muscular (32%) quando comparados com sedentários (51%). Além disso, os idosos ativos apresentam menor denervação e maior porcentagem de reinervação de fibras musculares do tipo I (Mosole, *et al.*, 2014).

As fibras musculares são classificadas como tipo I ou II e seus subtipos. As fibras vermelhas, lentas ou tipo I estão ligadas ao metabolismo oxidativo, possuem maior concentração de mioglobinas, vascularização e estão associadas aos músculos posturais ou tônicos. Já as fibras do tipo II, cuja forma de metabolização se dá por via glicolítica, são também conhecidas como fibras de contração rápida e fásica e têm como característica a produção de força (Hämäläinen, & Pette, 1995; Staron, 1997).

Kennis, Verschueren, Bogaerts, Van Roie, Boonen, e Delecluse (2013) avaliaram o impacto do fortalecimento nos idosos saudáveis por sete anos.

Os autores relataram efeitos positivos na preservação da força, com perda significativamente mais baixa ao realizar testes de força estática e de capacidade aeróbica para o grupo experimental, quando comparado ao grupo controle, sedentário. Durante esse período, o grupo-controle apresentou declínios significativos na força (aproximadamente 2% a 3% de perda por ano).

Estudos demonstraram aumento de 32% de força muscular no teste de uma repetição máxima (1 RM) e aumento da área da secção transversa do músculo vasto lateral após seis semanas de treinamento de fortalecimento muscular (Scanlon, Fragala, Stout, Emerson, Beyer, Oliveira, & Hoffman, 2014). Ganhos similares foram observados tanto nos membros superiores, quanto inferiores dos idosos (Radaelli, *et al.*, 2013). Martins, De Oliveira, Carvalho, De Oliveira Damasceno, Da Silva, & Silva (2013) relataram ganho de força com o treinamento de fortalecimento com utilização de faixas elásticas, evidenciando os benefícios dessa outra forma eficaz de exercício na população idosa.

Ao comparar dois tipos de fortalecimento, observou-se aumento de 2% da força muscular nos idosos que realizaram o fortalecimento tradicional e 3% nos que participaram do programa de alta carga. Neste último, os participantes realizaram seis repetições da carga máxima suportada, calculada individualmente, com intervalos de 35 segundos entre cada exercício, após 12 semanas de treinamento (Romero-Arenas, Blazeovich, Martínez-Pascual, Pérez-Gómez, Luque, López-Román, & Alcaraz, 2013).

De acordo com Van Roie, Delecluse, Coudyzer, Boonen e Bautmans (2013), idosos que realizaram três modalidades diferentes de fortalecimento muscular apresentaram sinais de hipertrofia em todos os grupos musculares avaliados. Entretanto, somente os indivíduos que praticaram o treinamento com carga alta e carga mista (40% de 1 RM) obtiveram ganhos significativos no ganho de força máxima. Os autores sugeriram realizar mais estudos sobre os efeitos do treinamento de intensidade baixa no ganho de força nessa população (Van Roie, *et al.*, 2013).

No protocolo realizado por este estudo, todos os grupos executaram os exercícios no aparelho *leg press*, com extensão dos membros inferiores. Contudo, o grupo com alta carga realizou fortalecimento com carga inicial de 80% de 1 RM, sendo realizadas de 10 a 15 repetições com um minuto de intervalo entre duas séries.

O grupo com carga baixa realizou 20% de 1 RM, realizando de 80 a 100 repetições em uma única série. O terceiro grupo realizou 60 repetições de 1 RM e, logo após (sem descanso), 10 a 20 repetições de 40% da carga máxima (Van Roie, *et al.*, 2013).

Os idosos que realizaram o treinamento com carga inicial de 80% de 1 RM obtiveram ganho de força máxima, na produção de explosão muscular e força isométrica após 13 semanas de treinamento. Além do ganho de força, foi possível identificarem-se alterações no teste de marcha *tandem* (o indivíduo orientado a andar com um pé na frente do outro), porém não houve benefícios no controle postural no teste de alcance funcional sobre a plataforma de força (realizar alcance numa distância entre 15 e 25 cm à frente sem cair) (Granacher, Gruber, & Gollhofer, 2009).

Testes de explosão muscular são utilizados para avaliar a produção de força e são de uso frequente em atletas ou em atividades que exigem mais esforço. Os indivíduos são instruídos a exercer a força máxima de forma explosiva (Mirkov, Nedeljkovic, Milanovic, & Jaric, 2004). Outra forma de adquirir força é por meio da contração isométrica; a força é realizada sem haver encurtamento no tamanho do músculo e no movimento articular. Essa forma de contração é encontrada nos músculos que precisam fazer a sustentação de um movimento (Thibodeau, & Patton, 2002).

Ao comparar modalidades distintas de treinamento de fortalecimento em idosos, todos apresentaram aumento na força muscular. No entanto, somente o grupo que realizou exercícios pliométricos (uma técnica muito utilizada para aumentar a potência muscular, provocando a ativação excêntrica e concêntrica, do alongamento ao encurtamento, para promover maior velocidade e aumento da força explosiva do músculo) melhorou sua capacidade funcional, quando comparado ao grupo com treinamento de fortalecimento tradicional, com utilização de aparelhos ou peso livres e ao grupo que executou exercícios com velocidade máxima (Correa, *et al.*, 2012).

No teste de caminhada de seis minutos, indivíduos mais velhos apresentaram menores níveis de mobilidade (cerca de 20% a menos) quando comparados a jovens. Também foram 28% mais lentos no teste de levantar-se da cadeira e caminhar (McPhee, *et al.*, 2013). O estudo de Hanson, Srivatsan, Agrawal, Menon, Delmonico, Wang, e Hurley (2009) confirma os resultados de que o programa de fortalecimento, além de promover ganho de força, melhora o desempenho no teste de caminhada de seis minutos após 22 semanas de treinamento com carga intensa.

Kukuljan, Nowson, Sanders, e Daly (2009) relataram que o fortalecimento com intensidade média a elevada, com 60 a 80% de 1 RM, executado três vezes por semana durante 18 meses melhorou não somente a força muscular, mas também a quantidade de massa magra, o volume dos membros inferiores e a velocidade funcional da marcha.

Uma revisão sistemática demonstrou que o treinamento com frequência de duas a três vezes por semana pode melhorar a função motora de idosos, reduzindo a incapacidade física e as limitações funcionais (Liu, & Latham, 2009).

Apenas o treinamento de fortalecimento parece estar associado ao aumento de fatores neurotróficos cerebrais. O mesmo benefício não foi observado em grupos que realizaram exercício aeróbico. Contudo, os dois tipos de programa de exercícios melhoram sintomas depressivos após 10 semanas de treinamento (Pereira, *et al.*, 2013).

De acordo com um estudo recente, é possível observar ganhos na amplitude de flexão de quadril e de extensão cervical em mulheres idosas após 12 semanas de fortalecimento, com realização de oito exercícios. Cada exercício é realizado com uma série de 10 a 15 repetições. Independentemente de ser realizado duas ou três vezes na semana, ambos os programas de treinamento mostraram resultados satisfatórios quanto ao ganho de flexibilidade (Carneiro, *et al.*, 2015).

Benefícios do fortalecimento associado ao treinamento aeróbico em idosos

Alguns estudos abordaram a necessidade de combinar exercícios de fortalecimento com treinamento aeróbico para aumento de força muscular e/ou melhora do condicionamento cardiovascular. No entanto, atualmente, não há relatos quanto à padronização da intensidade e da frequência do treinamento em idosos saudáveis.

Karavirta, e colaboradores (2009) observaram aumento significativo na força máxima tanto na população que realizou programa de fortalecimento, quanto no grupo com treinamento aeróbico. Além disso, foi possível identificar aumento significativo na amplitude do sinal de eletromiografia dos músculos vasto lateral e reto femoral no grupo de fortalecimento. Hunter, Bickel, Fisher, Neumeier e McCarthy (2013) propuseram treinamento combinado (fortalecimento muscular e condicionamento cardiovascular). Constataram ser possível o ganho de força e capacidade aeróbica, mesmo com treinamento realizado somente uma vez por semana.

Izquierdo, Ibañez, Häkkinen, Kraemer, Larrión e Gorostiaga (2004) observaram aumento significativo da área de secção transversa do músculo quadríceps após 16 semanas de treinamento, tanto no grupo de fortalecimento, quanto no grupo de programa misto (ambos com 11% de melhora). Isso indica que combinar o treinamento de força e resistência cardiovascular pode ser eficaz para essa população (Ferrari, *et al.*, 2013).

Em outro estudo, realizado com mulheres idosas, foi observada melhora significativa no sistema vascular, com diminuição da pressão arterial no grupo que realizou treinamento duas vezes por semana (treinamento aeróbico e treinamento de força). Entretanto, não houve melhora adicional para o grupo que realizou treinamento combinado três vezes por semana (Corrick, Hunter, Fisher, & Glasser, 2013).

De acordo com Sousa, *et al.* (2013), efeitos similares quanto ao desempenho aeróbico e à força muscular foram observados, porém, não houve melhora significativa na função motora. Por outro lado, Roma, Busse, Betoni, Melo, Kong, Santarem e Jacob Filho (2013) observaram efeitos positivos no teste de transferência de sentado para em pé e na flexibilidade, após treinamento específico de força. O grupo que recebeu treinamento aeróbico apresentou ganhos significativos na velocidade da marcha e no equilíbrio.

Resultados distintos foram encontrados por Kanegusuku, Queiroz, Chehuen, Costa, Wallerstein, Ugrunowitsch, e Forjaz (2011), que realizaram um programa de fortalecimento convencional e outro para ganho de potência. O desenvolvimento da potência muscular requer elevado nível de força e velocidade, relacionadas com a interação força-comprimento do músculo e força-velocidade.

Ambos os grupos executaram sete exercícios de musculação: *leg press* horizontal, flexão bilateral de joelho, extensão unilateral de quadril, flexão plantar no *leg press* horizontal, peitoral, puxada pela frente e flexão de tronco (abdominais). Todos realizaram intervalos de três minutos entre as séries (Kanegusuku, *et al.*, 2011). O *leg press* horizontal é um equipamento usualmente encontrado nas academias: o indivíduo fica sentado no aparelho, os pés ficam contra uma placa presa a um cabo com a carga que deseja empurrar. O objetivo desse exercício é fortalecer a musculatura do quadríceps, os músculos posteriores de coxa, as panturrilhas e os glúteos. A puxada pela frente pode ser executada de muitas maneiras; a mais usual é com o indivíduo sentado no aparelho, com uma barra que fica acima da cabeça. A barra deve ser puxada para baixo, à frente do corpo.

Os músculos acionados são o grande dorsal, os trapézios, os deltoides e, principalmente, os bíceps braquiais. Existem muitas formas de fortalecer os músculos peitorais nos aparelhos de musculação. Uma das mais comuns é realizada com o indivíduo sentado, com ombros abduzidos a 90 graus e os cotovelos flexionados. O objetivo é empurrar o aparelho para a frente, com carga predeterminada.

O grupo que recebeu o programa de fortalecimento convencional foi instruído a executar os exercícios em velocidade constante, isto é, dois segundos de contração concêntrica e dois segundos de excêntrica. Já o grupo que foi submetido ao programa para ganho de potência foi orientado a realizar a fase concêntrica o mais rapidamente possível e manter uma velocidade confortável na fase excêntrica. Apesar de o treinamento de baixa ou alta velocidade promover adaptações importantes na musculatura esquelética na população idosa, não houve diminuição das respostas cardiovasculares durante o teste aeróbico máximo e submáximo após 16 semanas de treinamento (Kanegusuku, *et al.*, 2011).

Considerações finais

A presente revisão forneceu e esclareceu os diversos dados sobre programas de fortalecimento muscular e melhora de resistência cardiovascular em idosos. Essas informações são fundamentais para direcionar o cuidado na saúde dos idosos, pois ambas as modalidades de atividade física promovem um envelhecimento mais saudável. A maioria dos estudos demonstrou que o fortalecimento muscular resulta na melhora significativa da massa e da função dos músculos esqueléticos e apontou a necessidade da atuação dos profissionais da área de reabilitação no cuidado do bem-estar físico e mental dessa população, que vem aumentando nas últimas décadas.

Programas de fortalecimento com carga baixa, alta, com picos de potência ou com associação de treinamento cardiovascular trazem efeitos benéficos sobre as estruturas musculoesqueléticas, metabólicas, funcionais e, sobretudo, na qualidade de vida da população idosa. É importante continuar a investigar e estabelecer recomendações a respeito da frequência, da intensidade e do melhor tipo de exercício físico. Estudos futuros são necessários para explorar mais efeitos dos exercícios na neuroplasticidade da população idosa saudável.

Referências

- Carneiro, N.H., Ribeiro, A.S., Nascimento, M.A., Gobbo, L. A., Schoenfeld, B.J., Achour Júnior, A., Gobbi, S., Oliveira, A R., & Cyrino, E.S. (2015). Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. *Clin Interv Aging*, *mar* 5(10), 531-538.
- Clark, B., Issac, L.C., Lane, J.L., Damron, L.A., & Hoffman, R.L. (2008). Neuromuscular plasticity during and following 3-weeks of human forearm cast immobilization. *J Appl Physiol*, *105*(3), 868-878.
- Correa, C.S., LaRoche, D.P., Cadore, E.L., Reischak-Oliveira, A., Bottaro, M., Krueel, L.F., Tartaruga, M.P., Radaelli, R., Wilhelm, E.N., Lacerda, F.C., Gaya, A.R., & Pinto R.S. (2012). 3 Different types of strength training in older women. *Int J Sports Med*, *33*(12), 962-969.
- Corrick, K.L., Hunter, G.R., Fisher, G., & Glasser, S.P. (2013). Changes in Vascular Hemodynamics in Older Women Following 16 Weeks of Combined Aerobic and Resistance Training. *J Clin Hypertens* (Greenwich), *15*(4), 241-246.
- Dam, T.T., Peters, K.W., Fragala, M., Cawthon, P.M., Harris, T.B., McLean, R., Shardell, M., Alley, D.E., Kenny, A., Ferrucci, L., Guralnik, J., Kiel, D.P., Kritchevsky, S., Vassileva, M.T., & Studenski, S. (2014). An evidence-based comparison of operational criteria for the presence of sarcopenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *69*(5), 584-590.
- Doherty, T.J. (2003). Invited review: aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, *95*(4), 1717-1727.
- Elward, K., & Larson, E.B. (1992). Benefits of exercise for older adults. A review of existing evidence and current recommendations for the general population. Review. *Clin Geriatr Med*, *8*(1), 35-50.
- Ferrari, R., Krueel, L.F., Cadore, E.L., Alberton, C.L., Izquierdo, M., Conceição, M., Pinto, R.S., Radaelli, R., Wilhelm, E., Bottaro, M., Ribeiro, J.P., & Umpierre, D. (2013). Efficiency of twice weekly concurrent training in trained elderly men. *Exp Gerontol*, *48*(11), 1236-1242.
- Fiatarone, M.A., Marks, E.C., Ryan, N.D., Meredith, C.N., Lipsitz, L.A., & Evans, W.J. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*, *263*(22), 3029-3034.
- Frontera, W.R., & Bigard, X. (2002). The benefits of strength training in the elderly. *Science & Sports*, *17*(3), 109-116.
- Frontera, W.R., Meredith, C.N., O'Reilly, K.P., Knuttgen, H.G., & Evans, W.J. (1988). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, *64*(3), 1038-1044.
- Goodpaster, B.H., Park, S.W., Harris, T.B., Kritchevsky, S.B., Nevitt, M., Schwartz, A.V., Simonsick, E.M., Tylavsky, F.A., Visser, M., & Newman, A.B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *61*(10), 1059-1064.

- Granacher, U., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2009). Resistance training and neuromuscular performance in seniors. *Int J Sports Med*, 30(9), 652-657.
- Hämäläinen, N., & Pette, D. (1995). Patterns of myosin isoforms in mammalian skeletal muscle fibres. *Microsc Res Tech.*, 30(5), 381-389.
- Hanson, E.D., Srivatsan, S.R., Agrawal, S., Menon, K.S., Delmonico, M.J., Wang, M.Q., & Hurley, B.F. (2009). Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2627-2637.
- Hunter, G.R., Bickel, C.S., Fisher, G., Neumeier, W.H., & McCarthy, J.P. (2013). Combined aerobic and strength training and energy expenditure in older women. *Med Sci Sports Exerc*, 45(7), 1386-1393.
- IBGE (2014). Recuperado em 02 janeiro, 2014, de: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1378&z = cd&o=7&i=P>.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Larrión, 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.
- Kanegusuku, H., Queiroz, A.C.C., Chehuen, M.R., Costa, L.A.R., Wallerstein, L.F., Mello, M.T., Ugrinowitsch, C., & Forjaz, C.L.M. (2011). Strength and power training did not modify cardiovascular responses to aerobic exercise in elderly subjects. *Braz J Med Biol Res*, 44(9), 864-870.
- Karavirta, L., Tulppo, M.P., Laaksonen, D.E., Nyman, K., Laukkanen, R.T., Kinnunen, H., Häkkinen, A., & Häkkinen, K. (2009). Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1436-1443.
- Kenneth, A., & Behm, D. (2005). O Impacto do Treinamento de Resistência à Instabilidade no Equilíbrio e Estabilidade. *Sports Med*, 35, 43-53.
- Kennis, E., Verschueren, S.M., Bogaerts, A., Van Roie, E., Boonen, S., & Delecluse, C. (2013). Long-term impact of strength training on muscle strength characteristics in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 94(11), 2054-2060.
- Kukuljan, S., Nowson, C.A., Sanders, K., & Daly, R.M. (2009). Effects of resistance exercise and fortified milk on skeletal muscle mass, muscle size, and functional performance in middle-aged and older men: an 18-months randomized controlled trial. *J Appl Physiol* (1985), 107(6), 1864-1873.
- 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.
- Manini, T.M., Hong, S.L., & Clark, B.C. (2013). Aging and muscle: a neuron's perspective. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 16(1), 21-26.
- Martins, W.R., de Oliveira, R.J., Carvalho, R.S., de Oliveira Damasceno, V., da Silva, V. Z., & Silva, M.S. (2013). Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*, 57(1), 8-15.
- McPhee, J.S., Hogrel, J.Y., Maier, A.B., Seppet, E., Seynnes, O.R., Sipilä, S., Bottinelli, R., Barnouin, Y., Bijlsma, A.Y., Gapeyeva, H., Maden-Wilkinson, T.M, Meskers, C. G., Pääsuke, M., Sillanpää, E., Stenroth, L., Butler-Browne, G., Narici, M.V., & Jones, D.A. (2013). Physiological and functional evaluation of healthy young and older men and women: design of the European MyoAge study. *Biogerontology*, 14(3), 325-337.

- Mirkov, D.M., Nedeljkovic, A., Milanovic, S., & Jaric, S. (2004). Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *Eur J Appl Physiol*, *91*(2-3), 147-154.
- Montero-Fernández, N., & Serra-Rexach, J.A. (2013). Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med*, *49*(1), 131-143.
- Moritani, T., & deVries, H.A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*, *58*(3), 115-130.
- Mosole, S., Carraro, U., Kern, H., Loeffler, S., Fruhmann, H., Vogelauer, M., Burggraf, S., Mayr, W., Krenn, M., Paternostro-Sluga, T., Hamar, D., Cvecka, J., Sedliak, M., Tirpakova, V., Sarabon, N., Musarò, A., Sandri, M., Protasi, F., Nori, A., Pond, A., & Zampieri, S. (2014). Long-term high-level exercise promotes muscle reinnervation with age. *J Neuropathol Exp Neurol*, *73*(4), 284-294.
- Pereira, D.S., de Queiroz, B.Z., Miranda, A.S., Rocha, N.P., Felício, D.C., Mateo, E.C., Favero, M., Coelho, F.M., Jesus-Moraleida, F., Gomes Pereira, D.A., Teixeira, A.L., & Máximo Pereira, L.S. (2013). Effects of physical exercise on plasma levels of brain-derived neurotrophic factor and depressive symptoms in elderly women – a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil*, *94*(8), 1443-1450.
- Petrella, J.K., Kim, J.S., Tuggle, S.C., Hall, S.R., & Bamman, M.M. (2005). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *J Appl Physiol* (1985), *98*(1), 211-220.
- Pollock, M.L., Franklin, B.A., Balady, G.J., Chaitman, B.L., Fleg, J.L., Fletcher, B., Limacher, M., Piña, I.L., Stein, R.A., Williams, M., & Bazzarre, T. (2000). AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*, *101*(7), 828-833.
- Radaelli, R., Botton, C.E., Wilhelm, E.N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., Moraes, K., Peruzzolo, A., Brown, L.E., & Pinto R.S. (2013). Low-and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol*, *48*(8), 710-716.
- Roma, M.F., Busse, A.L., Betoni, R.A., Melo, A.C., Kong, J., Santarem, J.M., & Jacob Filho, W. (2013). Effects of resistance training and aerobic exercise in elderly people concerning physical fitness and ability: a prospective clinical trial. São Paulo (SP): *Einstein*, *11*(2), 153-157.
- Romero-Arenas, S., Blazevich, A.J., Martínez-Pascual, M., Pérez-Gómez, J., Luque, A.J., López-Román, F.J., & Alcaraz, P.E. (2013). Effects of high-resistance circuit training in an elderly population. *Exp Gerontol*, *48*(3), 334-340.
- Scanlon, T.C., Fragala, M.S., Stout, J.R., Emerson, N., Beyer, K.S., Oliveira L.P., & Hoffman, J.R. (2014). Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve*, *49*(4), 584-592.
- Sergi, G., Sarti, S., Mosele, M., Ruggiero, E., Imoscopi, A., Miotto, F., Bolzetta, F., Inelmen, E.M., Manzato, E., & Coin, A. (2011). Changes in healthy elderly women's physical performance: a 3-year follow-up. *Exp Gerontol*, *46*(11), 929-933.

Sousa, N., Mendes, R., Abrantes, C., Sampaio, J., & Oliveira J. (2013). A randomized 9-month study of blood pressure and body fat responses to aerobic training versus combined aerobic and resistance training in older men. *Exp Gerontol*, 48(8), 727-733.

Souza, A.M., Fillenbaum, G.G., & Blay, S.L. (2015). Prevalence and Correlates of Physical Inactivity among Older Adults in Rio Grande do Sul, Brazil. *PLoS One*, 10(2), e0117060.

Staron, R. S. (1997). Human skeletal muscle fiber types: delineation, development, and distribution. *Can J Appl Physiol*, 22(4), 307-327.

Suetta, C., Frandsen, U., Mackey, A.L., Jensen, L., Hvid, L.G., Bayer, M.L., Petersson, S.J., Schroder, H.D., Andersen, J.L., Aagaard, P., Schjerling, P., & Kjaer, M. (2013). Ageing is associated with diminished muscle re-growth and myogenic precursor cell expansion early after immobility-induced atrophy in human skeletal muscle. *J Physiol*. 591(15), 3789-3804.

Thibodeau, G.A., & Patton, K.T. (2002). *Estruturas e funções do corpo humano*. São Paulo (SP): Manole.

Van Roie, E., Delecluse, C., Coudyzer, W., Boonen, S., & Bautmans, I. (2013). Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol*, 48(11), 1351-1361.

Walston, J.D. (2012). Sarcopenia in older adults. *Curr Opin Rheumatol*, 24(6), 623-627.

Recebido em 09/05/2015

Aceito em 30/06/2015

Janini Chen - Fisioterapeuta. Especialista em Fisioterapia Hospitalar pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Mestranda do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina da USP. Pesquisadora do grupo de Reabilitação em Distúrbios do Movimento (REMOVE).

E-mail: janinichen@gmail.com

Mariana Callil Voos - Fisioterapeuta. Mestre e Doutora em Neurociências e Comportamento pelo Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. Orientadora dos Programas de Pós-Graduação da UNIB e da FMUSP. Pesquisadora do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da USP. Pesquisadora do grupo de Reabilitação em Distúrbios do Movimento (REMOVE).

E-mail: ftmarivoos@gmail.com

Wanda Pereira Patrocínio - Pedagoga (Unicamp), Mestre em Gerontologia (Unicamp), Doutora em Educação (Unicamp). Diretora da Empresa GeroVida – Arte, Educação e Vida Plena. Professora do Curso de Mestrado em Ciências Interdisciplinares em Saúde – Universidade Ibirapuera (UNIB).

E-mail: wanda@gerovida.com.br

www.gerovida.com.br; <http://gerovida.blog.br>

Fernanda Freitag – Fisioterapeuta, Universidade da Região de Blumenau (SC). Especialista em Gerontologia pelo Hospital das Clínicas da FMUSP. Fisioterapeuta do Hospital São Benedito (SC).

E-mail: nanda.freitag@gmail.com

Jecilene Rosana Costa Frutuoso – Fisioterapeuta, Unicid. Mestrado em Ciências, Unifesp. Doutorado em Ciências Morfológicas, Unifesp. Coordenadora do Mestrado em Ciências Interdisciplinares em Saúde, Universidade Ibirapuera (UNIB).

E-mail: jecilenecosta@hotmail.com

Chien Hsin Fen - Médica neurologista e fisiatra. Doutora em Neurologia pela FMUSP. Médica-assistente do Centro de Acupuntura do IOT HC-FMUSP e médica colaboradora do Grupo de Distúrbios do Movimento do Departamento de Neurologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Pesquisadora do grupo de Reabilitação em Distúrbios do Movimento (REMOVE).

E-mail: chien.74@fmusp.org.br