

## *The importance of strength training in old age*

### A importância do treinamento de força na terceira idade

Walter R. Frontera

*It is well known that strength training in younger people and athletes results in significant physiological adaptations and performance gains. For many years, however, this type of exercise training was considered dangerous for older men and women. Endurance training, on the other hand, became an accepted form of physical activity in the elderly due to its positive effects on cardiovascular function and health. The myth that strength training is not useful and/or safe in older adults has started to disappear. During the last ten years, many scientific studies have shown that older adults can be safely trained with strengthening exercises. Furthermore, many investigations have demonstrated that strength training results in significant physiological, functional, and psychological benefits.*

#### **WHY RESEARCH IN AGING?**

*In the context of human evolution, aging appears to be a recent phenomenon. During the 20th century a dramatic increase in life expectancy and in the number and percentage of people in the older age groups has been reported. In 1990, approximately 9% of the population of the world was 60 years or older and it has been estimated that by the year 2030 the proportion of people in this age group will increase to approximately 16%. Despite the variability in demographics among countries (in some countries approximately 20% of the population already belongs to this age group), the trend towards an older society seems to be universal. Thus, it has been estimated that each month, the world sees a net gain of 800,000 people over 65.*

#### **A FUNCTIONAL APPROACH**

*The problem, however, is not the statistical or mathematical significance of the population changes. Our main con-*

Sabe-se bem que o treinamento de força em indivíduos jovens e atletas resulta em importantes adaptações fisiológicas e ganhos de desempenho. Contudo, por muitos anos este tipo de exercício foi considerado perigoso para homens e mulheres mais idosos. Por outro lado, o treinamento de *endurance* tornou-se uma forma aceita de atividade física para os indivíduos idosos, devido aos seus efeitos benéficos sobre a função cardiovascular e a saúde. O mito de que o treinamento de força não é útil e/ou seguro nos idosos começou a ser desfeito. Durante os últimos dez anos, vários estudos científicos mostraram que os idosos podem ser treinados de forma segura através de exercícios de força. Ainda, vários estudos demonstraram que o treinamento de força traz benefícios importantes nas esferas fisiológica, funcional e psicológica.

#### **POR QUE PESQUISAR SOBRE O ENVELHECIMENTO?**

No contexto da evolução humana, o envelhecimento parece ser um fenômeno recente. No decorrer do século 20 observou-se um aumento dramático da expectativa de vida e do número absoluto e percentual de indivíduos de terceira idade. Em 1990, aproximadamente 9% da população do mundo tinham 60 anos de idade ou mais e estima-se que no ano 2030 este percentual crescerá para aproximadamente 16%. Apesar da variabilidade demográfica entre os diferentes países (em alguns países, aproximadamente 20% da população já pertencem a este grupo etário), a tendência em direção a uma sociedade mais idosa parece ser universal. Dessa forma, estima-se que, a cada mês, o mundo conta com mais 800.000 pessoas acima dos 65 anos de idade.

#### **UMA ABORDAGEM FUNCIONAL**

O problema, contudo, não é a importância estatística ou matemática das mudanças populacionais. A nossa atenção deve estar voltada principalmente para as implicações funcionais de uma idade avançada. O envelhecimento está associado com uma redução da força e da massa muscular, das unidades motoras, da capacidade aeróbica, da reserva hormonal, além de várias outras alterações fisiológicas. Juntas,

#### **Endereço para correspondência:**

Walter R. Frontera, MD, PhD  
Associate Professor and Chairman  
Department of Physical Medicine and Rehabilitation  
Harvard Medical School  
Spaulding Rehabilitation Hospital  
125 Nashua St.  
Boston, Massachusetts, USA 02114

cern should be the functional implications of advanced adult age. Aging is associated with loss of muscle strength, muscle mass, motor units, aerobic capacity, hormonal reserve, and many other physiological changes. Together, these losses result in a reduction in maximum gait speed, ability to perform activities of daily living, power to climb stairs or rise from a chair, and other impairments and disabilities. As a result of those physiological losses, an 80-year old person cannot do those things that he/she considered easy at age 20. The force required to complete certain tasks may represent, in the elderly, a maximal or supramaximal effort when compared to the same task performed by younger (and stronger) persons. The end result of the reduction in physiological capacity is deconditioning, loss of independence, and increased use of medical services, all of which place a significant burden on all individual governments and society in general.

#### **AGING OR AGE-RELATED LOSSES?**

Aging is difficult to define. Many statistical reports use a specific age limit (usually 60 or 65 years) to classify the population but it is clear that chronological age cannot be considered a good index of physiological age. According to the cell biologist Leonard Hayflick, age changes begin in different parts of the body at different times and the rate of annual change varies among various cells, tissues, and organs, as well as from person to person. On the other hand, the physiologist Paola Timiras defines aging as the sum of all changes that occur with the passage of time. Thus, aging does not seem to be neither a simple nor a uniform process easy to define or study.

Of particular interest are observations that relate aging to changes that usually characterize inactivity and/or malnutrition. The sequence of events starting with physical and biochemical changes in muscle and ending in functional impairment and disability appear to be very similar in these processes. Further, we know that elderly men and women have a reduced level of habitual physical activity and reduce their food intake. Perhaps, some of the changes usually ascribed to aging are associated processes and not the end result of, or consequences of aging.

#### **STRENGTH TRAINING IN THE ELDERLY**

If the assumption that some of the physiological losses with age can be explained by associated processes is true, it can be suggested that properly designed corrective interventions, such as exercise training programs, may prevent some of the losses and help with the recovery of functional capacity in the elderly.

Interest in the strength of the aging skeletal muscle is evident when we consider that the number of published scientific studies on the topic has increased from 3 in the 1966-1974 period to 132 in the years 1994 to 1997. Since 1988, at

estas perdas resultam em uma redução da velocidade máxima de marcha, da capacidade de realizar as atividades do cotidiano, da aptidão para subir escadas ou levantar-se de uma cadeira, além de outras dificuldades e incapacidades. Como resultado dessas perdas fisiológicas, um indivíduo de 80 anos de idade não é capaz de realizar coisas que considerava fáceis aos 20 anos. A força necessária para executar determinadas tarefas pode representar, no idoso, um esforço máximo ou supramáximo quando comparado com a mesma tarefa realizada por indivíduos mais jovens (e mais fortes). O resultado final da redução da capacidade fisiológica é o descondicionamento, a perda da independência e a utilização mais freqüente de serviços médicos, fatores que representam um importante encargo para os governos e a sociedade em geral.

#### **ENVELHECIMENTO OU PERDAS RELACIONADAS À IDADE?**

O envelhecimento é difícil de definir. Muitos relatos estatísticos utilizam um limite etário específico (habitualmente 60 ou 65 anos) para classificar a população, mas é evidente que a idade cronológica não pode ser considerada um bom índice de idade fisiológica. De acordo com o biólogo celular Leonard Hayflick, as alterações próprias da idade têm início em diferentes partes do organismo em épocas distintas e o ritmo anual dessas alterações difere entre as várias células, tecidos e órgãos, bem como de indivíduo para indivíduo. Por outro lado, a fisiologista Paola Timiras define o envelhecimento como a soma de todas as alterações que ocorrem com o passar do tempo. Assim, o envelhecimento não parece ser um processo simples nem uniforme e tampouco fácil de definir ou estudar.

Observações particularmente interessantes são as que relacionam o envelhecimento a alterações que habitualmente caracterizam inatividade e/ou má nutrição. A seqüência de eventos que começa com alterações físicas e bioquímicas em nível muscular e culmina com perda funcional e incapacidade parece ser semelhante nestes processos. Ainda, sabemos que homens e mulheres idosos apresentam nível reduzido de atividade física habitual e reduzem a sua ingestão alimentar. Talvez algumas das alterações habitualmente creditadas ao envelhecimento sejam processos *associados* e não o seu resultado final ou as suas *conseqüências*.

#### **O TREINAMENTO DE FORÇA NOS IDOSOS**

Se assumimos como verdadeira a afirmação de que algumas das perdas fisiológicas com a idade podem ser explicadas através de processos associados, pode-se sugerir que intervenções corretivas adequadamente planejadas, tais como os programas de exercício, podem prevenir algumas das perdas e podem auxiliar na recuperação da capacidade funcional no idoso.

least 25 studies have explored the physiological adaptations and functional benefits of strength training of the muscles of the lower limbs. An additional 6 studies have examined the effects of strength training on muscles of the upper limbs.

In general these studies have included men and women in the 60- to-90 yr-old age range and the training has been based on the progressive resistance exercise model which requires a progressive change (i.e., every week) in the training load to adjust for the gains made during the preceding sessions. The purpose of this approach is to maintain the training stimulus constant. An example of the exercise prescription used in several studies is included in the following table:

Type of exercise	Free weights, pulleys, hydraulic and isokinetic devices
Frequency	3 training sessions per week (maintenance may require 1 or 2 sessions only)
Sets and repetitions	3 sets of 8-10 repetitions per set per muscle group; 2 minute rest periods between sets
Intensity	60 to 80% of the one repetition maximum

Programs similar to the one described above have resulted in strength gains ranging from 15 to 175% of the initial (pre-training) strength. A 10 to 15% increase in muscle mass has been consistently reported based on measurements using sophisticated imaging techniques (CT scan or MRI). Individual muscle fibers (both type I and II) also show significant hypertrophy (10 to 30%) as seen in cross-sections of biopsy specimens stained with histochemical methods. It seems that the process that leads to strength gains and hypertrophy includes a dynamic turnover of muscle proteins and that skeletal muscle in old age is capable of responding to the stimulus provided by exercise with the synthesis of new myofilaments. Finally, strength training has been shown to preserve bone density while improving muscle mass, strength, and balance in postmenopausal women. These observations have particular clinical relevance given the high incidence of falls in the elderly and the associated morbidity and mortality.

As reported in the younger population, the larger relative increases in strength compared to the changes in muscle size suggest a significant effect on the nervous components of the neuromuscular system. The nature of the so-called neural adaptations is not clear but adaptations in the nerve conduction velocity, spinal reflexes, motor unit activation and synchronization, and central cognitive-learning processes may all play a role.

At least two studies have reported peripheral adaptations in the oxygen transport chain resulting in small but significant improvements in maximal aerobic power after strength training. Both, capillary supply and the activity of oxidative enzymes (citrate synthase) have been reported to increase suggesting the adaptations in  $VO_2$  max are peripheral in na-

O interesse na força do músculo esquelético do idoso fica evidente quando consideramos que o número de estudos científicos publicados sobre o assunto aumentou de três no período entre 1966 e 1974 para 132 entre 1994 e 1997. Até 1988, pelo menos 25 estudos exploraram as adaptações fisiológicas e os benefícios do ponto de vista funcional do treinamento de força dos músculos dos membros inferiores. Outros seis estudos examinaram os efeitos do treinamento de força nos músculos dos membros superiores.

Em geral, esses estudos incluíram homens e mulheres na faixa etária de 60 a 90 anos de idade, e o treinamento baseou-se no modelo de exercícios progressivos contra resistência, que requerem uma mudança progressiva (semanal) na carga de treinamento para fazer frente aos ganhos obtidos durante as sessões precedentes. O propósito dessa abordagem é de manter o estímulo de treinamento constante. Um exemplo de prescrição de exercícios utilizada em vários estudos está na tabela abaixo:

Tipo de exercício	Pesos livres, pulleys, aparelhos hidráulicos e isocinéticos
Frequência	Três sessões de treinamento por semana (a manutenção pode requerer somente uma ou duas sessões)
Séries e número de repetições	Três séries de oito a dez repetições por grupo muscular; repouso de dois minutos entre as séries
Intensidade	60 a 80% de 1 RM*

\* Nota do tradutor: 1 RM (repetição máxima) pode ser definida como a carga com a qual um determinado movimento pode ser executado somente uma vez, e não mais do que uma vez.

Programas semelhantes ao descrito acima resultaram em ganhos de força na faixa entre 15 e 175% da força inicial (pré-treinamento). Um aumento da massa muscular de 10 a 15% tem sido consistentemente relatado, com base em medidas realizadas com a utilização de técnicas de imagem sofisticadas (tomografia computadorizada e ressonância nuclear magnética). As fibras musculares (tanto do tipo I como do tipo II) também apresentam hipertrofia importante (10 a 30%), evidenciada através de seções transversais obtidas por biópsia, preparadas com métodos histoquímicos. Parece que o processo que leva a ganhos de força e hipertrofia inclui um turnover dinâmico das proteínas musculares e que o músculo esquelético no idoso é capaz de responder ao estímulo proporcionado pelo exercício, com a síntese de novos miofilamentos. Finalmente, foi demonstrado que o treinamento de força preserva a densidade óssea à medida que aumentam a massa e a força musculares, bem como o equilíbrio em mulheres pós-menopausa. Estas observações revestem-se de relevância clínica particular, dada a alta incidência de que-

ture. Additional cardiovascular adaptations include an attenuation of the blood pressure response to exercise when subjects lift the same load after training. This adaptation could reduce the stress on the cardiovascular system during regular activities such as carrying objects at home or work. Despite these positive observations, strength training should not replace endurance training for developing aerobic power and capacity.

Strength training seems to be a safe type of exercise even for the frail elderly. The limits to strength training in the older population are not well understood. Both, men and women, respond to strength training and even nonagenarians seem to retain the ability to adapt to this type of exercise. Long-term studies (1-2 years) do not show a clear plateau in strength gains. In other words, after many months of training, volunteers continued to show improvements. Finally, functional adaptations to strength training include increased walking endurance, increased balance time, decreased stair climbing time, and a reduction in the risk of falls. All these have clear implications for achieving independence in life.

## BIBLIOGRAPHY

1. Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, Utton JL, Sreekumaran Nair K. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann Int Med* 1996;124:568-72.
2. Brown AB, McCartney N, Sale DG. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* 1990;69:1725-33.
3. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA* 1990;263:3029-34.
4. 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;64:1038-44.
5. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1991;71:644-50.
6. Hayflick L. *How and why we age*. New York: Ballantine Books, 1996.
7. Hepple RT, Mackinnon SLM, Thomas SG, Goodman JM, Plyley MJ. Quantitating the capillary supply and the response to resistance training in older men. *Pflugers Arch* 1997;433:238-44.
8. Holden C. New populations of old add to poor nation's burden. *Science* 1996;273:46-8.
9. Lexell J, Downham DY, Larsson Y, Bruhn E, Morsing B. Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: short-and long-term effects on arm and leg muscles. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:329-41.
10. Masoro EJ, editors. *Handbook of Physiology: Aging*. New York: American Physiological Society, Oxford University Press, section 11, 1995.
11. Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone MA, Dallal GE, Economos CD, Crawford BM, et al. Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:906-12.
12. McCartney N, McKelvie RS, Martin J, Sale DG, MacDougall JD. Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *J Appl Physiol* 1993;74:1056-60.
13. Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. *JAMA* 1994;272:1909-14.
14. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller P, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in the elderly. *JAMA* 1995;273:1341-7.
15. Shephard RJ. *Aging, physical activity, and health*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
16. Spirduso WW. *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.
17. Timiras PS. *Physiological basis of aging and geriatrics*, New York: MacMillan Publishing Co., 1988.