

## A Funcionalidade Muscular no Idoso. Estudo Experimental

Joana Carvalho\*; José Soares\*\*

### Introdução

O envelhecimento é um dos temas mais actuais de investigação sobre a saúde em geral e sobre ciências do desporto, em particular. De facto, com o aumento da esperança de vida, a população, particularmente dos países económica e socialmente mais desenvolvidos, tem vindo a tornar-se cada vez mais envelhecida.

O envelhecimento tem sido descrito como um processo, ou conjunto de processos, inerente a todos os seres vivos e que se expressa pela perda da capacidade de adaptação e pela diminuição da funcionalidade estando, assim, associado a alterações profundas na morfologia e na funcionalidade orgânica (Spirduso, 1995).

Neste sentido e em termos de saúde pública interessa, sobretudo, conhecer as formas de tentar atenuar esta degeneração progressiva.

A investigação tem sido unânime ao considerar que a redução da capacidade física observada no idoso é fruto da interacção de 2 factores: idade e diminuição da actividade física. Ou seja, o idoso é menos funcionante não só pelo enfraquecimento orgânico intrínseco à sua idade, mas também porque o seu nível de actividade física diário foi decrescendo gradualmente. Assim, a investigação tem procurado estudar os efeitos de diferentes programas de exercício físico para tentar retardar, ou mesmo interromper ainda que temporariamente, os efeitos deletérios do envelhecimento.

O importante é melhorar a qualidade de vida do idoso, influenciando uma alteração dos comportamentos sedentários. Assim, é hoje tarefa prioritária o desenvolvimento de competências que permitam ao idoso realizar as suas tarefas básicas do dia a dia independentemente do auxílio de terceiros. E porque muito dessa diminuição funcional está relacionada com o enfraquecimento muscular generalizado, o treino da força assume nestes escalões etários um papel decisivo (Thompson, 1994).

Neste trabalho apresentamos de forma sumária o estado actual do conhecimento sobre as mais importantes alterações induzidas pela idade no músculo esquelético do idoso bem como, descrevemos de forma generalizada o trabalho de investigação que estamos a desenvolver. Neste estudo pretendemos avaliar os efeitos de um programa bi-semanal de actividade física do tipo "ginástica de manutenção" na força dos extensores e flexores do joelho e na marcha, dado serem aspectos determinantes para a funcionalidade, autonomia e consequentemente para a melhor qualidade de vida do idoso.

---

\* Assistente da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

\*\* Professor Catedrático da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

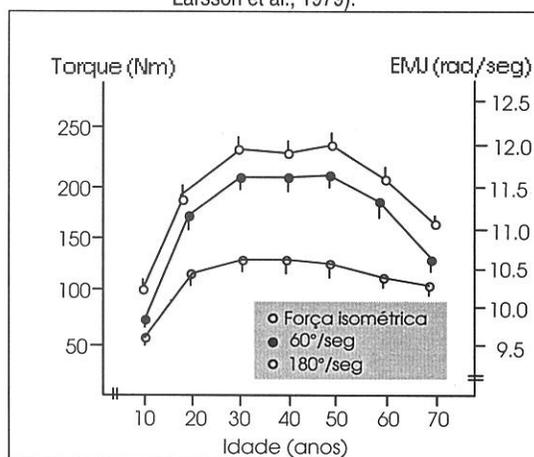
## Envelhecimento muscular

### Diminuição da força muscular

A diminuição na força muscular que ocorre com o envelhecimento é um dos fenômenos mais amplamente estudados no que se refere às alterações fisiológicas induzidas pela idade (Rogers e Evans, 1993). Apesar da elevada quantidade de estudos relativos a este fenômeno, são ainda escassos os dados relativos a investigações longitudinais. Ou seja, os dados que dispomos actualmente têm a sua origem em estudos transversais que descrevem a força muscular avaliada de forma isocinética (Haris e Bassey, 1990), isométrica (Murray et al., 1985) ou dinâmica (Larsson, 1978) em diferentes grupos etários, tanto em homens (Larsson, 1978) como em mulheres (Murray et al., 1985).

Dentro dos estudos transversais, Larsson et al. (1979) realizaram um estudo que pela dimensão da amostra e pela metodologia de avaliação utilizada (força isométrica e dinâmica) constitui-se como um trabalho de referência obrigatória. Segundo estes autores, nos 114 sujeitos do sexo masculino avaliados, foi encontrado um aumento da força até cerca dos 30 anos, uma estabilização até à 5ª década e um decréscimo com uma variação de 24-36% entre os 50 e os 70 anos (Fig. 1).

Figura 1 - Força máxima isométrica (Nm) e velocidade máxima de extensão do joelho (EMJ, rad/seg) em sujeitos do sexo masculino de diferentes grupos etários (redesenhado de Larsson et al., 1979).



No que se refere aos indivíduos do sexo feminino, apesar da investigação ser escassa, têm sido descritas diminuições da força atribuíveis à idade semelhantes às observadas em sujeitos do sexo masculino (Young et al., 1984). Embora esta diminuição da força seja relativamente semelhante, quando a força é relativizada à área da secção transversal do músculo exercitado, essas variações são significativamente diferentes (Rook et al., 1992). Assim, o declínio mais pronunciado na mulher dá-se por volta dos 50 anos, ou seja, coincidindo com o início da menopausa e nos homens essa diminuição ocorre por volta dos 60 anos. No caso das mulheres submetidas a hormonoterapia pós-

menopausa, essa diminuição da força é significativamente atenuada o que sugere um papel determinante dos estrogénios na capacidade de desenvolver força muscular.

Para além da observação da diminuição na força muscular com a idade, a investigação tem também vindo a abordar as possíveis etiologias dessas alterações na funcionalidade. Dado que em alguns estudos tem sido encontrada uma certa relação entre a diminuição da força e a atrofia induzida pela idade, alguns autores têm atribuído este declínio funcional à diminuição do tecido muscular esquelético (MacLennan et al., 1980; Frontera et al., 1991). Por outro lado, essa correlação entre massa muscular e força nem sempre tem sido inequivocamente demonstrada o que permite sugerir a interferência de outros factores dos quais se pode salientar, ainda que de forma genérica, a redução na activação dos motoneurónios e/ou a perda das propriedades contrácteis ou mecânicas do músculo (Bruce et al., 1989). Por exemplo, Vandervoort e McComas (1986) encontraram uma diminuição maior na força dos músculos flexores do pé que a observada na área da secção transversal dos músculos avaliados. Ou seja, os sujeitos, apesar de terem sofrido apenas uma ligeira diminuição da massa muscular, não demonstravam capacidade para activar completamente os músculos envolvidos no trabalho.

## **Morfologia muscular e envelhecimento**

### *Tipos de fibras*

Os trabalhos sobre a distribuição dos 2 principais tipos de fibras musculares (tipo I e tipo II) têm vindo a apresentar resultados contraditórios. Assim, os primeiros estudos realizados sobre a composição muscular em indivíduos idosos sugeriam um aumento da percentagem de fibras lentas (tipo I) com conseqüente diminuição da percentagem das fibras rápidas (tipo II) (Gollnick et al., 1972). Larsson et al. (1979) encontraram diferenças significativas na percentagem de fibras tipo I em indivíduos com idades entre 20 e 29 anos quando comparados com sujeitos idosos com uma idade média de 60 a 65 anos. Enquanto que no grupo mais jovem a percentagem de fibras tipo I era de 39%, no grupo dos mais velhos esse valor elevava-se para 66%. Apesar destes resultados, estudos mais recentes vem contrariar esta hipótese (Grimby et al., 1984). Sato et al. (1984) ao estudarem o músculo pectoralis minor em mulheres com idades compreendidas entre os 26 e os 80 anos, não encontraram significativas alterações na composição muscular em função da idade.

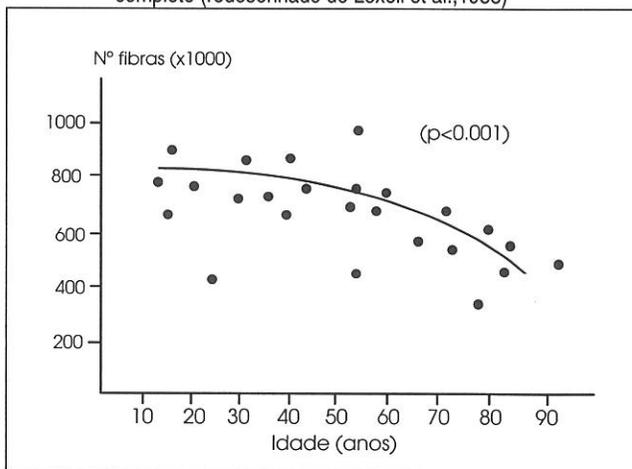
A maioria dos estudos sobre composição muscular são realizados através das biópsias por agulha, o que implica a recolha de reduzidas quantidades de tecido muscular podendo influenciar decisivamente a interpretação dos resultados. Como forma de obviar este problema metodológico, Lexell et al. (1986) estudaram a distribuição dos tipos de fibras no músculo vastus lateralis em material cadavérico permitindo, assim, cortes transversais incluindo grandes partes do músculo em estudo. Os resultados obtidos permitiram concluir não existir uma influência directa da idade na composição muscular. Assim, no grupo etário de 24 anos a percentagem de fibras tipo I era de 49%, aos 52 anos era de 52% e aos 77 anos 51%. Ou seja, destes resultados e dos dados que demonstram uma atrofia induzida pela idade (Lexell et al. 1988), pode-se concluir que a diminuição da massa muscular é distribuída equitativamente pela redução no número das fibras I e II (Grimby e Saltin, 1983).

### *Número de fibras*

Relativamente ao número de fibras, a literatura tem sido unânime em considerar o envelhecimento como indutor de hipoplasia muscular. Lexell et al. (1986) utilizando a já referida técnica de estudo por autópsia, concluíram que no músculo vastus lateralis de indivíduos idosos (72 anos) existiam cerca de 25% menos de fibras musculares quando comparados com jovens

adultos (30 anos). Embora este trabalho tivesse sido realizado com uma amostra reduzida, os seus resultados tem vindo a ser confirmados em estudos semelhantes com amostras mais numerosas (Lexell et al., 1988). Na Fig. 2 apresentamos as alterações no número total de fibras em função da idade no músculo vastus lateralis. Tal como pode ser concluído da observação da referida figura, a redução no número de células inicia-se por volta dos 25 anos atingindo aos 80 anos cerca de 39% menos fibras que na idade jovem (Lexell et al., 1988).

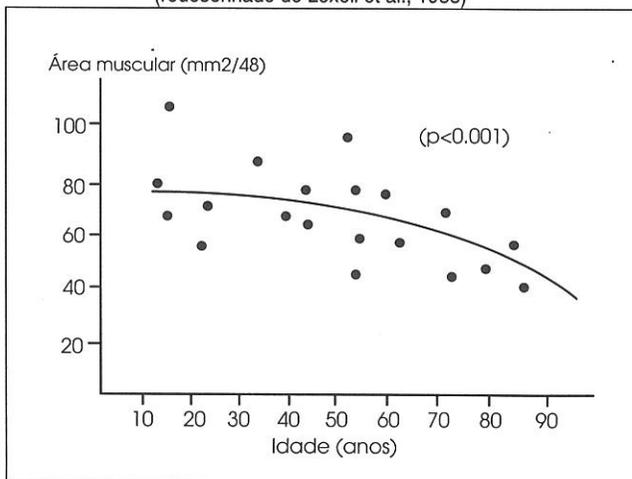
Figura 2 - Relação entre a idade e o número total de fibras no músculo vastus lateralis completo (redesenhado de Lexell et al., 1988)



### Atrofia muscular

Tal como pode ser observado na Fig. 3, a diminuição da área das fibras atribuível à idade, inicia-se a partir dos 35-40 anos, aumentando progressivamente a perda de massa muscular até cerca da 5ª década, verificando-se uma atrofia muito acentuada em indivíduos com mais de 70 anos (Lexell et al., 1988).

Figura 3 - Relação entre a idade e a área muscular do músculo vastus lateralis completo (redesenhado de Lexell et al., 1988)



A elevada resistência das fibras tipo I à atrofia induzida pela idade, tem vindo a ser descrita em numerosos trabalhos tanto com a utilização da biopsia por agulha (Aniansson et al., 1986) como com material de autópsia (Lexell et al., 1988). A atrofia observada no músculo envelhecido tem, então, a sua origem não só na diminuição do número de fibras tipo I e II, mas também numa redução preferencial da área das fibras tipo II (Sato et al., 1984; Aniansson et al., 1986).

A diminuição na área das fibras tipo II é de cerca de 26% entre os 20 e os 80 anos (Lexell et al., 1988). No entanto, quando a avaliação se faz em função dos sub-tipos das fibras II (IIa e IIb), essa redução é de 14 e 25%, respectivamente para as IIa e IIb (Aniansson et al., 1986), ou seja, parece existir uma maior susceptibilidade à atrofia nas fibras mais rápidas (Coogan et al., 1992). Quando a população estudada é do sexo feminino, a atrofia é significativamente mais elevada tanto nas fibras tipo IIa como nas fibras tipo IIb (Rook et al., 1992).

Esta redução preferencial nas fibras tipo II estará na origem da diminuição da massa muscular e consequentemente na diminuição da força muscular observada com o envelhecimento (Rogers e Evans, 1993).

#### Desnervação e diminuição da força muscular

Segundo a literatura existem 2 mecanismos fundamentais que permitem explicar a diminuição do número de fibras com a idade (Vandervoort et al., 1986): (i) lesão celular sem regeneração e/ou (ii) desnervação. Estes fenómenos poderão ter a sua origem em alterações tanto de origem muscular (miopatias) como nervosas (neuropatias). Dado que no músculo envelhecido têm sido descritas inúmeras neuropatias (Tomlinson e Irving, 1977) a hipoplasia terá provavelmente a sua génese mais em factores de ordem neurogénica do que miogénica.

Estudos electromiográficos (EMG) têm vindo a demonstrar que o número de unidades motoras (UM) activas diminui com a idade (McComas et al., 1977) e as UM de limiar de excitabilidade mais baixo vão-se tornando cada vez de maiores dimensões (Sperling, 1980).

Têm vindo também a ser descritos agrupamentos de fibras musculares do mesmo tipo em músculos envelhecidos (Lexell et al., 1988), tal como pode ser encontrado em algumas miopatias, sugerindo processos de desnervação/reinervação (Rogers e Evans, 1993). Estes agrupamentos de fibras musculares foram descritos de forma quantitativa por Lexell e Downham (1991) tendo sido evidente uma grande heterogeneidade de fibras nos músculos jovens, um aspecto de "mosaico" em músculos de sujeitos entre 30 e 50 anos e sinais evidentes de agregação por tipo de fibras ("clusters") a partir dos 60 anos. Dado que estes estudos foram realizados em sujeitos assintomáticos e saudáveis, será de admitir que a alteração na morfologia e funcionalidade musculares se registem ao longo da vida em resposta ao envelhecimento.

### **Diminuição da força e realização de actividades diárias**

À medida que a longevidade vai aumentando, ainda que sofrendo de patologias crónicas, a avaliação das capacidades funcionais para a realização das actividades diárias tem vindo a desempenhar um papel cada vez mais importante no estudo sobre envelhecimento. Mas não só a doença crónica contribui para a perda da autonomia, também a diminuição da massa muscular, da força e da capacidade aeróbia contribuem significativamente para este factor (Grimby, 1986). Pretendemos aqui abordar apenas alguns dos aspectos relativos à influência da diminuição da força nas actividades diárias mais usuais.

Alguns estudos têm vindo a demonstrar correlações significativas entre a força muscular, particularmente a força de extensão do joelho, e a velocidade da marcha, a subida de degraus e

outras actividades diárias (para refs. ver Avlund et al., 1994). Ou seja, tal como tem vindo a ser descrito, parece haver uma relação estreita entre força muscular e mobilidade.

Por exemplo, Avlund et al. (1994) encontraram em sujeitos idosos (75 anos) uma relação directa entre fraqueza muscular dos músculos extensores do joelho e incapacidade para a realização autónoma de inúmeras tarefas quotidianas. Embora esta relação pareça ser apenas verdadeira para as tarefas directamente relacionadas com os membros inferiores, dado que se trata do músculo quadríceps femoris, a realização de actividades com as mãos, particularmente as de elevada precisão, implicam uma boa estabilidade corporal que, como se sabe, está dependente da força dos músculos dos membros inferiores.

Também os músculos extensores da coluna vertebral assumem um papel determinante na autonomia do idoso. De facto, músculos sustentadores da coluna vertebral mais fortes implicam uma menor fadiga no trabalho e uma maior independência em actividades como subir e descer escadas, autonomia para vestir e despir e para a higiene pessoal, especialmente no que se refere à parte inferior do corpo (Bassey et al., 1988).

Outro aspecto determinante é o que se refere ao equilíbrio entre músculos flexores e extensores. A maioria das actividades exigem uma maior solicitação dos músculos flexores em detrimento dos extensores resultando daí, particularmente nas mulheres, desequilíbrios marcados que se traduzem por fadiga generalizada e sensação de astenia (Avlund et al., 1994). As cifoses lombares encontradas em indivíduos idosos são bem a imagem deste enfraquecimento generalizado dos músculos extensores da coluna vertebral.

Como pode ser concluído do atrás exposto, a força muscular assume um papel fundamental não só na manutenção e promoção da saúde, mas também na independência do idoso para a realização das suas tarefas diárias e consequentemente na melhoria da sua qualidade de vida.

Face a este quadro conceptual, está actualmente a decorrer um trabalho experimental onde se procuram determinar os efeitos da actividade física na funcionalidade do sujeito idoso dado que a literatura não tem descrito resultados completamente concordantes existindo, para além dessa conflitualidade, alguma inconsistência metodológica. De uma forma geral, pode-se afirmar que a grande maioria dos trabalhos que referem um aumento da força ou uma atenuação da perda da mesma com o treino, baseia-se em protocolos cujo meio de treino é estritamente direccionado para essa capacidade física. Isto significa que o objectivo único da actividade proposta é a melhoria funcional do ponto de vista muscular. Todavia, este tipo de exercício não é o mais comum nem o socialmente mais aceitável. Este grupo populacional tem de ser encarado de uma forma multilateral onde as capacidades físicas apareçam não isoladamente mas em complemento umas das outras e onde a actividade física tem de ser proposta de forma apelativa. Ou seja, não basta pensar que se o idoso perde força, o trabalho tem de ser de carácter apenas dirigido para essa capacidade, mas a perda a aptidão física observada no idoso tem de ser entendida como o produto de inúmeras alterações que vão desde aspectos psicológicos e sociais até aos meramente fisiológicos. Sendo assim, a actividade proposta tem também de ter em conta este enquadramento. Assim, por um lado, tem de ser efectiva em termos de efeitos funcionais, mas, por outro, tem também de ser socialmente apetecível e motivadora.

É dentro deste princípio que está a decorrer um trabalho de investigação de carácter longitudinal onde são avaliados diferentes parâmetros fisiológicos em função de um programa de actividade física geral cujo objectivo é a melhoria não apenas da força ou da resistência, mas da qualidade física e do bem estar geral do idoso.

O trabalho consiste na avaliação longitudinal de um grupo de 32 idosos (idade média de  $69.4 \pm 4.1$ ) que é submetido a um programa bi-semanal de actividade física do tipo "ginástica de

manutenção". Este programa tem a duração de 7 meses de treino e 1 mês de destreino. As avaliações foram realizadas em períodos distintos com objectivos também distintos: (1) inicialmente para determinar os valores de "baseline"; (2) 2,5 meses após para obter dados de "short-term effects"; (3) 5 meses após para observar os efeitos do programa antes do destreino e, finalmente, (4) foi realizada outra avaliação no final, ou seja, um mês após a paragem do programa com o objectivo de obter dados da situação de destreino.

Os parâmetros avaliados foram seleccionados em função dos seguintes factores: avaliação da força muscular dos músculos extensores e flexores do joelho e determinação de alguns parâmetros biomecânicos durante a marcha. Estas avaliações foram as escolhidas dada sua interdependência funcional. Isto significa que se, por um lado, é importante conhecer a forma como o músculo reage ao trabalho é também determinante, por outro, observar se as alterações têm ou não implicações na qualidade da locomoção dado ser um aspecto fundamental na autonomia do idoso e, deste modo, na sua qualidade de vida.

De facto, a diminuição da capacidade funcional observada no indivíduo idoso tem implicações diversas na sua qualidade de vida, tornando-o gradualmente menos activo, menos autónomo, mais dependente. A menor funcionalidade típica do idoso é, assim, resultado da interacção de 2 factores: (i) do envelhecimento propriamente dito e (ii) da redução na actividade física diária.

De entre as diferentes alterações ocorridas com a idade, a diminuição da força, tal como já vimos, assume um papel determinante dado que influencia decisivamente a marcha, o equilíbrio e, deste modo, a autonomia global do indivíduo. Para além deste facto, está suficientemente demonstrado que o enfraquecimento muscular é um factor predisponente para a ocorrência de quedas promovendo deste modo um risco acrescido de fracturas facilitadas pela desmineralização óssea típica do idoso.

As fracturas no idoso são hoje consideradas um problema grave de saúde pública, não só pelas consequências económicas que daí advêm, mas também porque implicam, em muitos casos, o recurso à situação de acamado e, deste modo, a uma aceleração da senescência (Harrison e Chow, 1990).

## Bibliografia

- Aniansson, A.; Hedberg, M.; Henning, G.-B.; Grimby, G. (1986): Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men: a follow-up study. *Muscle & Nerve* 9: 585-591
- Avlund, K.; Schroll, M.; Davidsen, M.; Løvborg, B.; Rantanen, T. (1994): Maximal isometric muscle strength and functional ability in daily activities among 75-year-old men and women. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 4: 32-40
- Bassey, E.J.; Bendall, M.J.; Pearson, M. (1988): Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin. Sci.* 74: 85-89
- Bruce, S.A.; Newton, B.; Woledge, R.C. (1989): Effects of age on voluntary force and cross-sectional area of human adductor pollicis muscle. *Q. J. Exp. Physiol.* 74: 359-362
- Coogan, A.R.; Spina, R.J.; King, D.S.; Rogers, M.A. Brown, M.; Nemeth, P.M.; Holloszy, J.O. (1992): Histochemical and enzymatic comparison of the gastrocnemius of young and elderly men and women. *J. Geront. Biol. Sci.* 46B: 71-76
- Frontera, W.R.; Hughes, V.A.; Lutz, K.J.; Evans, W.J. (1991): A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J. Appl. Physiol.* 71: 644-650
- Gollnick, P., D.; Armstrong, R.B.; Suabert IV, C.W.; Piehl, K.; Saltin, B. (1972): Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. *J. Appl. Physiol.* 33: 321-319
- Grimby, G. (1986): Physical activity and muscle training in the elderly. *Acta Med. Scand. Suppl.* 711: 233-237
- Grimby, G.; Aniansson, A.; Zetteberg, C.; Saltin, B. (1984): Is there a change in relative muscle fibre composition with age? *Clin. Physiol.* 4: 189-194
- Grimby, G.; Saltin, B. (1983): The ageing muscle. *Clin. Physiol.* 3: 209-218

- Harris, U.J.; Bassey, E.J. (1990): Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *Eur. J. Appl. Physiol.* 60: 187-190
- Harrison, J.E.; Chow, R. (1990): Discussion: Exercise, fitness, osteoarthritis, and osteoporosis. In *Exercise Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge*. C. Bouchard, R.J. Shephard, T. Stephens, J.R. Sutton, B.D. McPherson (Eds.). Human Kinetics Publ. Champaign, Illinois, pp: 529-532
- Larson, L.; Grimby, G.; Karlsson, J. (1979): Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J. Appl. Physiol.* 46: 451-456
- Larsson, L. (1978): Morphological and functional characteristics of the ageing skeletal muscle in man. *Acta Physiol. Scand. Suppl.* 457: 1-36
- Lexell, J.; Hendriksson-Larsen, K.; Winblad, B.; Sjostrom, M. (1986): Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: effects of aging studied in whole muscle cross section. *Muscle & Nerve* 6: 588-595
- Lexell, J.; Taylor, C.; Sjostrom, M. (1988): What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studies in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J. Neurol. Sci.* 275-294
- Lexell, J.; Downham, D.Y. (1991): The occurrence of fiber type grouping in healthy human muscle: a quantitative study of cross-sections of whole vastus lateralis from men between 15 and 83 years. *Acta Neuropathol.* 81: 377-381
- Macleman, W.J.; Hall, M.R.P.; Timothy, J.I.; Robinson, M. (1980): Is weakness in old age do to muscle wasting? *Age Ageing* 9: 188-192
- McComas, A.J.; Upton, A.R.M.; Sica, R.E.P. (1977): Motoneuron disease and ageing. *Lancet* II: 1477-1480
- Murray, M.P.; Duthie, E.H.; Gambert, S.T.; Sepic, S.B.; Mollinger, L.A. (1985): Age-related differences in knee muscle strength in normal women. *J. Gerontol.* 40: 275-280
- Rogers, M.A.; Evans, W.J. (1993): Changes in skeletal muscle with aging: Effects of exercise training. *Exercise and Sport Science Reviews*. American College of Sports Medicine Series 21: 65-102
- Rook, K.M.; Phillips, S.K.; Bruce, S.A.; Woledge, R.C. (1992): The effects of ageing on muscle strength in men and women. *J. Physiol. (London)* 452: 25P
- Sato, T.; Akatsuka, H.; Kuniyoshi, K.; Tokoro, Y. (1984): Age changes in size and number of muscle fibers in human minor pectoral muscle. *Mech. Ageing Dev.* 28: 99-109
- Sperling, L. (1980): Evaluation of upper extremity function in 70-year old men and women. *Scand. J. Rehabil. Med.* 12: 139-144
- Thompson, L.V. (1994): Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys. Ther.* 74: 71-81
- Tomlinson, B.E.; Irving, D. (1977): The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J. Neurol. Sci.* 34: 213-219
- Vandervoort, A.A.; Hayes, K.C.; Belanger, A.Y. (1986): Strength and endurance of skeletal muscle in the elderly. *Physiother. Can.* 38: 167-173
- Vandervoort, A.A.; McComas, A.J. (1986): Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J. Appl. Physiol.* 61: 361-367
- Young, A.; Stokes, M.; Crowe, M. (1984): Size and strength of the quadriceps muscle of old and young women. *Eur. J. Clin. Invest.* 14: 282-287