



**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – UNIPAC
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE BARBACENA – FASAB
CURSO DE GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

LEONARDO BARBOSA TAVARES

LUCAS TAYAROL MARTIN

**BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR EM
INDIVÍDUOS IDOSOS**

**BARBACENA
2012**

LEONARDO BARBOSA TAVARES

LUCAS TAYAROL MARTIN

BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS IDOSOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso Graduação de Educação
Física da Universidade Presidente Antônio
Carlos – UNIPAC, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Educação
Física.

Orientador: Prof. Daniel Vieira Braña Cortês de Souza

**BARBACENA
2012**

Leonardo Barbosa Tavares

Lucas Tayarol Martin

**BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR EM
INDIVÍDUOS IDOSOS**

Monografia apresentada à Universidade
Presidente Antônio Carlos – UNIPAC,
como requisito parcial para a obtenção
do título de Bacharel em Educação
Física.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Leandro Cantaruti
Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC

Daniel Vieira Braña Cortês de Souza
Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC

Pedro Augusto de Carvalho Mira
Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC

UNIPAC

Leonardo Barbosa Tavares

Lucas Tayarol Martin

2012

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por alcançarmos a graça de completar esta longa jornada; aos nossos pais, familiares e amigos sempre presentes; aos nossos mestres por nos trazer, sobretudo, conhecimento e exemplo de vida, e ainda pela competência, dedicação e amizade.

Agradecemos também ao nosso Orientador, Professor Daniel Vieira Cortês, grande pessoa e por ser o nosso guia na realização desta obra.

RESUMO

A diminuição da força muscular com o envelhecimento e os baixos níveis de atividade física contribuem para déficits funcionais importantes no indivíduo idoso. Com a tendência de um aumento relativamente rápido da população idosa, buscam-se cada vez mais alternativas para manutenção de uma vida saudável na terceira idade. Os benefícios do treinamento de força nos idosos tem sido alvo de muitos estudos, buscando programas de treinamento que possam ser eficazes na recuperação ou manutenção do trofismo muscular e como tais programas são capazes de interferirem na funcionalidade dessas pessoas. Este estudo de revisão teve como objetivo reunir diversas publicações neste âmbito, procurando argumentos em torno dos vários fatores que são alterados pelo treinamento de força e como seus benefícios podem aumentar a qualidade de vida da população idosa.

Palavras-chave: Envelhecimento. Força muscular. Sarcopenia.

ABSTRACT

Decreased muscle strength with aging and low levels of physical activity contributes to important functional deficits in the elderly. With the trend of a relatively rapid increase in the elderly population, look more alternatives to maintenance a healthy lifestyle in old age. The benefits of strength training in the elderly has been the subject of many studies, looking for training programs that can be effective in the recovery or maintenance of muscle trophism and how such programs can interfere with the functionality of these people. This review study purposed to gather several publications in this field, looking for arguments about the various factors that are affected by strength training and how its benefits can enhance the quality of life of the elderly population.

Keywords: Aging. Muscle strength. Sarcopenia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Anatomia e fisiologia do músculo estriado esquelético.....	12
2.2	Síntese de proteínas nas células musculares.....	16
2.3	Sarcopenia e envelhecimento.....	17
2.4	Aspectos básicos do treinamento resistido.....	21
2.5	Benefícios do treinamento de força em indivíduos idosos.....	24
3	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

“Nos últimos anos o número de idosos tem aumentado significativamente no mundo, tomando proporções jamais existentes. Segundo dados do Fundo de População das Nações Unidas, em 1950, havia cerca de 204 milhões de idosos no mundo. Em 1998, quase cinco décadas depois, este número chegava á 579 milhões de pessoas. As estimativas do número de pessoas idosas para 2050 apontam para uma população de, aproximadamente, 1,9 bilhões de pessoas” (DIAS; GURJÃO; MARUCCI, 2005).

No Brasil a porcentagem de pessoas idosas poderá aumentar em aproximadamente 175% até 2020, correspondendo, em números absolutos, a uma população em torno de 28 milhões de pessoas, tornando-se o sexto país com maior número de indivíduos idosos no mundo. Ressalta-se ainda que, além do envelhecimento da população total, a proporção de pessoas com idade acima de 80 anos vem aumentando substancialmente (VERAS; RAMOS; KALACHE, 1987; ARAÚJO; ALVES, 2000; MAZO; LOPES; BENEDETTI, 2009).

O processo de envelhecimento constitui uma parte importante de todas as sociedades humanas, refletindo em mudanças biológicas, psicológicas, sociais e culturais. Em biologia, o termo *senescência* é o processo natural de envelhecimento ou o conjunto de fenômenos associados a este processo. Este termo se opõe à *senilidade*, termo que se refere ao envelhecimento patológico, como os danos à saúde associados ao tempo, incluindo aqueles causados por doenças ou maus hábitos de vida (CIOSAK *et al.*, 2011).

O envelhecimento do organismo é geralmente caracterizado pela diminuição da funcionalidade corporal como um todo, porém, apresentando muitas variações de um indivíduo para outro. Esta diminuição na capacidade de manter a homeostase do organismo tem sido denominada *homeostenose* e está ligada a riscos progressivamente maiores de doença ou perda da capacidade funcional. Muitas alterações fisiológicas levam a tal estado de deterioração orgânica, sendo uma das mais expressivas perdas no sistema locomotor tais como a diminuição de cálcio dentro dos ossos, o desgaste das articulações e, principalmente, a progressiva e generalizada diminuição do trofismo da musculatura estriada esquelética (ZANELLA *et al.*, 2010).

Conforme Baptista e Vaz (2009) o ser humano pode perder de 2,3 a 3,1 quilos de massa muscular a cada década de vida a partir de um processo denominado

sarcopenia(do grego *sarx*, que significa carne e *penia*, que significa perda). Tal processo afeta a composição muscular, reduzindo a área de seção transversa do músculo, o comprimento de suas fibras, o seu volume e o ângulo de penação, além de diminuir a capacidade de produção de força específica.

Ainda de acordo com Baptista e Vaz (2009) foi demonstrado que a sarcopenia inicia em média a partir dos 50 anos de idade, sendo de aproximadamente 25% em indivíduos com 65 anos ou mais, alcançando em torno de 30 a 50% naqueles com 80 anos ou mais. O gênero também parece afetar de forma importante a sarcopenia, pois homens parecem apresentar o dobro de perda de massa muscular quando comparados a mulheres.

Outros fatores além da estrita atrofia muscular estão envolvidos com a perda de força pela sarcopenia no idoso. São eles: alterações neurais (perda de unidades motoras), diminuição da capacidade aeróbica, alterações hormonais, alterações do metabolismo basal, problemas nutricionais e inatividade física. Juntas estas perdas resultam em uma redução da velocidade máxima de marcha, da capacidade de realizar as atividades da vida diária, da aptidão para subir escadas ou levantar-se de uma cadeira, dentre 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, em um indivíduo idoso, um esforço máximo ou supramáximo quando comparado com a mesma tarefa realizada por indivíduos mais jovens. O resultado final dessa redução da capacidade fisiológica é o descondicionamento, a dependência permanente e a utilização mais frequente de serviços médicos, representando um importante encargo para as famílias, governos e a sociedade em geral (SILVA *et al.*, 2006).

Atualmente sabe-se que a atividade física regular de uma forma geral reduz as limitações desencadeadas pelo processo de envelhecimento, sendo capaz de melhorar o desempenho funcional de indivíduos idosos. Os programas de atividade física para estes indivíduos devem incluir, sobretudo, treinamento aeróbico, exercícios de flexibilidade e proprioceptivos e exercícios de fortalecimento muscular. Com efeito, muitos estudos têm demonstrado que idosos podem se beneficiar com a realização de exercícios contra-resistidos (treinamento com carga), evidenciando que até mesmo pessoas com idade acima de 90 anos podem aumentar a síntese de proteínas dentro de seus músculos e, conseqüentemente, conseguir ganhos substanciais de força. Tal fato é capaz de melhorar a funcionalidade das articulações, aumentar a amplitude de movimento, aumentar o

vigor físico, diminuir a fadiga e prevenir várias enfermidades, como também, proporcionar um aumento na qualidade de vida daqueles que atravessam a terceira idade (FRONTERA, 1997; CARNEIRO; FALCONE, 2004; MAZINI FILHO; FERREIRA; CÉZAR, 2006; HEIN; ARAGAKI, 2012).

Assim, o escopo do presente trabalho é apresentar e discutir sobre os benefícios do treinamento de força muscular em indivíduos idosos saudáveis, buscando informações em torno da aplicabilidade dos programas de exercícios resistidos utilizados nos dias atuais para terceira idade e demonstrar os padrões mais eficazes de treinamento. A escolha do referido tema deve-se à íntima relação existente entre a preservação do complexo osteomioarticular (destacando-se aqui o componente muscular) e o desempenho do idoso no que diz respeito à sua capacidade de movimentação corporal e realização de atividades da vida diária, visto que, a degradação do seu sistema muscular tende a provocar sérias limitações. Com efeito, o treinamento de força tem sido estudado como a melhor maneira de se evitar e/ou atenuar tais limitações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia e fisiologia do músculo estriado esquelético

No ser humano os músculos representam 40 a 50% da massa corporal. Eles têm origem mesodérmica e são caracterizados pela propriedade de contração e distensão de suas células, o que determina a movimentação dos membros e vísceras do corpo. O músculo estriado esquelético em particular atravessa uma ou mais articulações e pela sua contração é capaz de transmitir-lhes movimento. Este é efetuado por células especializadas denominadas fibras musculares, cuja energia latente é ou pode ser controlada pelo sistema nervoso. Por tal fato o músculo esquelético é também referido como músculo voluntário. Os músculos são capazes de transformar energia química em energia mecânica, perante a necessidade de produzir movimento. *In vivo* o músculo esquelético apresenta-se de cor vermelha, sendo que essa coloração denota a existência de pigmentos e de grande quantidade de sangue em suas fibras. No geral, suas principais funções no ser humano são: locomoção, estabilização posicional e produção de calor (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

Os músculos esqueléticos estão revestidos externamente por uma camada delgada de tecido conjuntivo, chamada *deepimísio*, que manda septos para o seu interior dos quais se derivam divisões cada vez menores, chamadas de *perimísio* e *endomísio*. O *perimísio* circunda de 10 a 100 fibras musculares individuais separando-as em feixes denominados fascículos. Estes podem ser vistos a olho nu. Já o *endomísio* é a camada de tecido conjuntivo mais interna e mais delgada que atravessa os fascículos e recobre individualmente cada fibra muscular. Ele é formado principalmente por fibras reticulares e abriga capilares, nervos e vasos linfáticos. Todas essas membranas têm a função de proteger, nutrir e orientar a estrutura muscular para uma ação mais eficaz e objetiva (GUYTON; HALL, 2006).

A fibra muscular é uma célula cilíndrica ou prismática, longa, de 3 a 12 centímetros. O seu diâmetro é infinitamente menor, variando de 20 a 100 microns (milésimos de milímetro), tendo um aspecto de filamento fusiforme. No seu interior notam-se muitos núcleos de modo que se tem a ideia de que a fibra é constituída por várias células que perderam os seus limites, fundindo-se umas com as outras. Portanto,

podemos dizer que um músculo esquelético é um pacote formado por longas fibras que percorrem o seu comprimento de uma extremidade à outra. No citoplasma da fibra muscular esquelética há muitas miofibrilas contráteis, constituídas por filamentos compostos por dois tipos principais de proteínas: a *actina* e a *miosina*. Os filamentos de miosina são mais grossos e os de actina mais finos. Eles estão dispostos regularmente num padrão bem definido de estrias (faixas) transversais alternadas, claras e escuras. Esta conformação existe somente nas fibras que constituem o músculo esquelético, o qual é por isso chamado de músculo estriado (GUYTON; HALL, 2006).

As miofibrilas estão suspensas no interior da fibra muscular em uma matriz chamada de *sarcoplasma*, a qual também abriga os elementos intracelulares usuais. As miofibrilas são constituídas por porções contráteis que se repetem ao longo de seu comprimento, denominadas *sarcômeros*. Estes representam a unidade fundamental do sistema muscular esquelético, sendo o componente básico para a máxima contração muscular. Além disso, em torno do conjunto de miofibrilas de uma fibra muscular esquelética situa-se o *retículo sarcoplasmático* (retículo endoplasmático liso), especializado no armazenamento de íons cálcio, mineral indispensável para a contração (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

O estímulo para a contração muscular é geralmente um impulso nervoso que percorre um nervo motor até sua terminação. Em cada terminação, o nervo secreta certa quantidade da substância neurotransmissora *acetilcolina*. Daí então, o impulso nervoso ao propagar-se pela membrana das fibras musculares (*sarcolema*), atinge o retículo sarcoplasmático fazendo com que o cálcio ali armazenado seja liberado no citoplasma. Ao entrar em contato com as miofibrilas, o cálcio desbloqueia os locais de ligação da actina e permite que esta se ligue à miosina, iniciando a contração. Assim que cessa o estímulo, o cálcio é imediatamente rebombeado para o interior do retículo sarcoplasmático, o que faz a contração parar. A energia para tal acontecimento é fornecida por moléculas de *Trifosfato de Adenosina* (ATP), produzidas durante a respiração celular. Estas moléculas atuam tanto na ligação da miosina à actina quanto em sua separação, que ocorre durante o relaxamento muscular. Na sua ausência a miosina mantém-se unida à actina, causando enrijecimento muscular. É o que acontece após a morte, produzindo-se o estado de rigidez cadavérica ou *rigor mortis* (GUYTON; HALL, 2006).

A principal reserva de energia das células musculares é uma substância denominada *fosfato de creatina* (*fosfocreatina* ou *creatina-fosfato*). Dessa forma,

podemos resumir que a energia inicialmente fornecida pela respiração celular é armazenada como fosfocreatina (principalmente) e na forma de trifosfato de adenosina. Quando o trabalho muscular é intenso, as células musculares repõem seus estoques de ambas às substâncias pela intensificação da respiração celular. Para tal, utilizam o glicogênio armazenado no citoplasma das fibras muscular como combustível (GUYTON; HALL, 2006).

As fibras musculares esqueléticas podem também ser classificadas de acordo com o metabolismo energético predominante, da velocidade de contração e da sua coloração histoquímica, a qual depende das atividades enzimáticas presentes. São elas: fibras de contração lenta e fibras de contração rápida. As primeiras possuem características contráteis de caráter lento (90-140 milisegundos), ou seja, se encurtam mais lentamente. Utilizam predominantemente o sistema aeróbico para geração de energia. Têm coloração escura e metabolicamente apresentam numerosas mitocôndrias, enzimas aeróbicas, mioglobinas e capilares sanguíneos. Por isto, são dotadas de uma alta capacidade para oxidar (eliminar) gorduras, carboidratos e até mesmo ácido láctico. Muitas vezes são também denominadas de fibras lentas-oxidativas. Lembra-se ainda que, embora as fibras de contração lenta sejam menos potentes anaerobicamente, são muito resistentes à fadiga. Também auxiliam na restauração da acidose metabólica a partir do acúmulo excessivo de íons hidrogênio, que são liberados pelas fibras de contração rápida (HAMILL; KNUTZEN, 2012; GUYTON; HALL, 2006).

Já as fibras de contração rápida têm coloração esbranquiçada, com baixo número de mitocôndrias e mioglobinas e elevada taxa de atividade anaeróbica. São ainda subdivididas em dois subtipos: fibras de contração rápida tipo A (IIA) e fibras de contração rápida tipo B (IIB). Fibras IIA possuem características contráteis rápidas, ou seja, se contraem rapidamente (40-90 milisegundos), mas também são dotadas de características metabólicas semelhantes às fibras de contração lenta. Possuem uma capacidade oxidativa razoável, que pode aumentar consideravelmente conforme a atividade exercida. No entanto, seu verdadeiro potencial está no metabolismo anaeróbico de média duração (1 a 3 minutos). As fibras IIA são capazes de gerar energia independentemente da presença de oxigênio, produzindo como subproduto de seu trabalho o ácido láctico. Por tais fatores, estas fibras podem ser chamadas de fibras rápidas-oxidativas-glicolíticas. Elas possuem uma resistência intermediária à fadiga. As fibras IIB são conhecidas como verdadeiras fibras de contração rápida, pois são capazes de se contraírem muito rapidamente. Utilizam quase que absolutamente o sistema

anaeróbico na produção de energia. Possuem um baixo caráter oxidativo e um alto potencial para o fornecimento de energia de curta duração (1 a 50 segundos). São também chamadas de fibras rápidas-glicolíticas. Elas são bastante suscetíveis à fadiga (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

As fibras de contração lenta são recrutadas em primeiro lugar, independentemente da intensidade do exercício. Caso haja necessidade de um fornecimento mais rápido e potente de energia, fibras adicionais do tipo IIA serão recrutadas. Somente em níveis máximos ou quase máximos é que as fibras IIB são recrutadas. A existência de diferentes tipos de fibras possibilita a execução de diversos movimentos e de forma mais eficiente. Sabe-se hoje que, no ser humano, um mesmo músculo pode apresentar os três tipos de fibra citados como resposta ao trabalho muscular desenvolvido (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

Por fim, ressalta-se que a literatura tem apresentado a ocorrência de outros tipos de fibras musculares, mas que não serão aqui citadas por se tratar de um assunto recente, de muita controvérsia e que necessita ser mais pesquisado (ANDERSEN; AAGAARD, 2010).

Mecanicamente, é necessário expor três fatores básicos para o melhor entendimento da função muscular. São eles: volume e comprimento das fibras musculares, área de seção transversa fisiológica e ângulo de penetração. Volume e comprimento referem-se à própria quantidade de massa muscular existente, estando intimamente ligados aos termos hipertrofia e hiperplasia, que correspondem, respectivamente, ao aumento do tamanho e número de fibras musculares; e hipotrofia e hipoplasia que correspondem à diminuição. Já a área de seção transversa fisiológica de um músculo diz respeito à soma teórica das áreas de todas as suas fibras; a capacidade na produção de força máxima é diretamente proporcional à área de seção transversa fisiológica e também depende completamente do trofismo muscular. O ângulo de penetração é o ângulo formado entre o arranjo (direção) das fibras e o eixo longitudinal de um músculo, ou seja, a sua linha de geração de força. Geralmente, são maiores em indivíduos do sexo masculino. Em músculos hipertrofiados o ângulo de penetração encontra-se significativamente aumentado (BAPTISTA; VAZ, 2009).

Assim, um treinamento de força é uma modalidade de atividade física com objetivos de aumentar a tensão, o torque e a potência muscular. As adaptações fisiológicas que permitem os ganhos de força estão relacionadas a mecanismos intramusculares e neurais que interagem entre si. Os mecanismos intramusculares

compreendem as alterações morfológicas (hipertrofia muscular) e metabólicas resultantes do aumento da síntese de proteínas miofibrilares e enzimáticas, tal como foi descrito anteriormente. Os mecanismos neurais englobam as modificações no padrão de recrutamento neural, ativação do sistema nervoso central, embotamento dos reflexos inibitórios, inibição dos órgãos tendinosos de Golgi e, principalmente, a sincronização de unidades motoras. Estas últimas constituem uma parte imprescindível para a execução de um movimento perfeito, consistindo no neurônio motor anterior e nas fibras musculares que ele inerva. Em geral cada fibra recebe influxo de apenas um único neurônio, porém, um neurônio motor pode inervar um número variado de fibras musculares. As unidades motoras podem ser tônicas ou fásicas conforme o tipo de fibra muscular que inervam, tipo I e tipo II (a e b), respectivamente. As tônicas se relacionam aos músculos estáticos (ou posturais), de pequena potência contrátil e as fásicas com os músculos dinâmicos (apendiculares), de grande potência contrátil (DUCHATEAU; SEMMLER; ENOKA, 1997).

2.2 Síntese de proteínas nas células musculares

As células musculares são células pós-mióticas, incapazes de entrar no ciclo celular. As únicas células na linhagem miogênica capazes de se dividirem são as chamadas *células satélites*. Elas fazem parte de uma população de células com grande potencial adaptativo e atividade mitogênica que contribuem para o crescimento muscular pós-natal, reparo de fibras musculares danificadas e manutenção do músculo esquelético adulto (FOSCHINI; RAMALHO; BICAS, 2004).

As células satélites são ditas quiescentes, pois durante o processo mitogênico não sofreram total diferenciação e proliferação. Estão localizadas entre a lâmina basal e a membrana celular. Elas se tornam *mioblastos* (células musculares precursoras) após a expressão dos fatores reguladores miogenina-D e fator regulatório miogênico-4. No processo de hipertrofia muscular as células satélites se fundem com as fibras musculares originais aumentando a densidade do núcleo. Ao incorporar um maior número de núcleos dentro da célula a fibra muscular realiza mais transcrição. Esse é um fator determinante para que ocorra hipertrofia, pois se há mais núcleos temos mais transcrição; logo, mais RNA mensageiros são produzidos e assim pode-se dizer que haverá mais tradução de proteínas contráteis no sarcoplasma. Portanto, a incorporação

de células satélites é fundamental para que ocorra a hipertrofia (SILVA; CARVALHO, 2007).

Uma adaptação ao treinamento de força muito importante relacionada a respostas hormonais que auxiliam na hipertrofia é o aumento do número de receptores androgênicos. A ligação do hormônio testosterona no receptor androgênico sinaliza para a incorporação de células satélites, potencializando a capacidade de crescimento do músculo. Outros hormônios como a *insulina* e o hormônio *triiodotironina (T3)* também parece afetar diretamente a síntese de proteínas nas células musculares. O primeiro constitui um efetivo estímulo mitógeno para as células satélites, induzindo proliferação, formação de miotubos e diferenciação celular (FOSCHINI; RAMALHO; BICAS, 2004).

No treinamento resistido a manipulação de variáveis estruturais pode direcionar para um resultado mais eficaz de hipertrofia muscular. Por exemplo, um programa de treinamento que enfatiza ações musculares excêntricas produz grandes danos no tecido muscular. A resposta inflamatória (imunológica) de reparo tecidual sinalizará para a migração de células satélites, interferindo diretamente no processo de hipertrofia muscular, pois haverá mais núcleos no interior das fibras o que aumentará tanto a capacidade de transcrição quanto a de tradução. Já o fator de crescimento muscular (MGF) é produzido principalmente através de estímulos mecânicos (contrações musculares) e também é um importante sinalizador para a incorporação de células satélites (FOSCHINI; RAMALHO; BICAS, 2004).

2.3 Sarcopenia e envelhecimento

A sarcopenia é definida como uma síndrome caracterizada pela perda progressiva e generalizada da força e massa muscular, que ocorre em consequência do envelhecimento. Os mecanismos envolvidos na sua etiologia e progressão são múltiplos, incluindo alterações na síntese de proteínas, proteólise, perda da integridade neuromuscular, aumento da inflamação, alterações hormonais e neuronais, problemas nutricionais e alteração no sistema renina-angiotensina. A perda muscular é quantitativa e qualitativa, com implicações na composição da fibra muscular, diminuição da inervação, da vascularização, da contratilidade, além de alterações importantes no metabolismo da glicose e sinais de fadiga generalizada. Alguns fatores de risco também parecem predispor ao aparecimento da sarcopenia,

mesmo em adultos jovens, sendo eles: sexo masculino, sedentarismo, obesidade, tabagismo, alcoolismo, atrofia por desuso, enfermidades e fatores genéticos (JONES *et al.*, 2009).

A sarcopenia pode ser dividida em duas categorias: primária e secundária. Ela pode ser considerada "primária" (ou relacionada com a idade) quando nenhuma outra causa é evidente além do próprio envelhecimento. Já a sarcopenia "secundária" ocorre quando uma ou mais causas são evidentes, tais como: a) inatividade física: imobilidade ao leito, sedentarismo, descondicionamento e condição de gravidade zero; b) problemas relacionados à nutrição: alimentação inadequada, problemas de absorção de nutrientes, disfunções do sistema digestório e uso de medicamentos; c) presença de doenças: disfunção de órgãos como coração, pulmão, rins, fígado e sistema nervoso, doenças inflamatórias, endócrinas, câncer, entre outras (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

A causa da diminuição da massa magra corporal consiste na perda de massa muscular. Entre 20 e 80 anos de idade, o declínio cumulativo na massa muscular do esqueleto equivale de 35 a 40%. A perda de massa muscular não resulta em perda de peso, devido à natural substituição correspondente de tecido gorduroso no organismo. Contudo, a perda de massa muscular resulta em diminuição do número e da área da seção transversal das fibras musculares. Ocorre atrofia, principalmente, das fibras do tipo II, com deposição de gordura na região intramuscular e aumento do tecido conjuntivo. Tais mudanças reduzem o volume de tecido contrátil disponível para locomoção e para as funções metabólicas, havendo dificuldades na regeneração e remodelação do tecido muscular, mesmo após desgaste fisiológico ou após pequenas lesões (HARAN; RIVAS; FIELDING, 2012).

No nível bioquímico e molecular o envelhecimento está associado com diminuição da síntese de proteínas, destacando-se, as musculares, como as cadeias pesadas de miosina, as quais também estão envolvidas na produção de energia (formação de adenosina trifosfato - ATP). Portanto, ocorre ativação de enzimas proteolíticas e, por conseguinte, aumento de proteólises no interior muscular. Com efeito, as perdas celulares pelo processo de *apoptose*, é um fato que, do mesmo modo, marca o envelhecimento e traz grandes prejuízos ao sistema locomotor. A apoptose das células musculares parece ser provocada por ativação de mensageiros celulares específicos, iniciadas pela ligação de citocinas, tais como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucina-6 e proteína C-reativa, a receptores de membrana, envolvendo uma série de reações enzimáticas mediadas por endoproteases, as quais levam a ativação

de uma caspase efetora responsável pela proteólise, resultando em reações de catabolismo celular e morte. Adicionalmente, as próprias mitocôndrias da célula muscular podem desencadear a apoptose, tanto por meio da liberação de citocromo “c” no sarcoplasma, que também ativa as caspases efetoras, quanto pela liberação de proteínas pró-apoptóticas, que provocam a fragmentação do material genético no interior do núcleo celular (DIRKS; LEEUWENBURGH, 2002; VOLTARELLI; MELLO; DUARTE, 2007).

Fanzani *et al.* (2012) e Zhong, Chen e Thompson (2007) relatam que outro fator importante no evento de apoptose da célula muscular é o estresse do retículo sarcoplasmático, que acontece pela liberação de cálcio no sarcoplasma, ativando as já referidas caspases efetoras nas reações citadas acima.

O aumento excessivo de peso na terceira idade também afeta a saúde do sistema muscular a partir, principalmente, do acúmulo de gordura visceral. Este acúmulo determina a secreção de citocinas pró-inflamatórias, levando a um aumento crônico no recrutamento de macrófagos, o que conseqüentemente resulta em degradação celular. Desta forma, isso explica porque a obesidade é um importante fator de risco para o desenvolvimento da sarcopenia no idoso (PIERINE; NICOLA; OLIVEIRA, 2009).

As modificações nas propriedades mecânicas do sistema locomotor com a idade afetam não somente o ventre muscular, mas a sarcopenia de igual maneira atinge as unidades tendíneas, podendo causar perda de resistência, calcificações e degenerações dessas estruturas, aumentando assim sua complacência e diminuindo sua capacidade de transmitir força aos ossos de forma fisiológica. Em parte, as alterações do volume muscular, da área de seção transversa fisiológica e do ângulo de penetração influenciam o comprometimento do tendão (MACALUSO; DE VITO, 2004).

A diminuição da massa muscular com a idade parece ser inevitável. Picoli, Figueiredo e Patrizzi (2011) em um estudo com 48 indivíduos saudáveis e não praticantes de atividade física regular, com idade variando entre 11 e 82 anos, observaram que a diminuição da força muscular torna-se evidente a partir da sexta década de vida, e que tal diminuição apresenta variações entre os músculos do abdômen, membros superiores e inferiores. Eles utilizaram esfigmomanômetro para avaliação da força de flexores e extensores de joelho, dinamômetro para avaliação da força dos membros superiores e teste de flexão do tronco para avaliar a força da musculatura abdominal.

Batista *et al.* (2012) estudando uma amostra de conveniência de 150 idosos de ambos os sexos com 60 anos ou mais, verificaram um aumento na presença de sinais de fragilidade nesses indivíduos. Houve redução da força muscular dos membros inferiores associada com diminuição na velocidade da marcha e força de preensão manual. Tais alterações foram estatisticamente significativas nos indivíduos com idade igual ou superior a 70 anos, independentemente do sexo. Entretanto, é preciso dizer que ocorreram alguns vieses limitantes para o referido estudo. Não havia grupo-controle e os critérios de seleção obedeceram ao perfil de idosos atendidos pelo ambulatório de geriatria em questão.

Janssen, Heymsfield e Ross (2002) analisaram aproximadamente 15.000 norte-americanos, com idade de 18 anos ou mais, através de bioimpedância e avaliação do índice de massa muscular e concluíram que a redução da massa muscular em americanos mais velhos é uma ocorrência comum, estando associada ao comprometimento funcional e incapacidade, especialmente em mulheres mais velhas. O estudo permite uma visão fidedigna e abrangente de que a sarcopenia pode ser uma causa potencial de morbidade e mortalidade em idosos norte-americanos.

Já Simões *et al.* (2009) num estudo transversal com 56 mulheres de um asilo, com idade entre 60 e 89 anos, realizaram a mensuração da força dos músculos respiratórios com o uso de manovacuômetro e observaram significativa perda de força muscular respiratória, havendo correlação das pressões respiratórias máximas com a idade e com as características antropométricas. Relatam ainda o grande impacto que a perda da capacidade respiratória gera na funcionalidade de idosas asiladas.

Em outro estudo Pereira *et al.* (2011) realizaram uma pesquisa com 84 mulheres voluntárias na faixa etária de 20 a 86 anos, avaliando a força de preensão manual do grupo. Eles verificaram um declínio da força nas mulheres acima de 50 quando comparadas com as mais jovens, havendo acentuação máxima do declínio a partir da sétima década de vida. Os autores salientam que a força de preensão manual tem sido apontada como um importante indicador da preservação funcional de pessoas idosas e que mais estudos deste tipo devem ser realizados com o intuito de se aumentar as informações sobre o assunto.

Os resultados da pesquisa acima corroboram com os resultados de Garcia *et al.* (2011) que avaliaram a relação da função muscular de membros inferiores, circunferência de panturrilha, força de preensão manual, mobilidade funcional e nível de atividade física em 81 idosos ativos, de ambos os sexos, com idade acima de 65 anos.

Após fazerem uma relação entre as informações obtidas, eles identificaram uma diminuição nos parâmetros de força avaliados com o envelhecimento, indicando também que a redução da força de preensão manual pode estar associada com declínio muscular em membros inferiores de mulheres idosas.

Assim, a perda de força pela sarcopenia merece especial atenção, levando-se em consideração a expressiva limitação dos movimentos do indivíduo sarcopênico, com dificuldades até mesmo para realizar tarefas simples como levantar de uma cama ou de uma cadeira, caminhar, subir degraus, acelerar o passo e manter o equilíbrio, resultando na perda da independência, na restrição ao leito, na depressão e no aumento do risco de quedas, o que pode determinar processos de morbidade e mortalidade para os idosos, tais como ulcerações, disfunções vasculares, problemas respiratórios, alterações labirínticas, rigidez das articulações e osteoporose (BESSA; BARROS, 2009).

2.4 Aspectos básicos do treinamento resistido

De uma forma ampla, o exercício resistido é definido como a aplicação de uma força externa a um braço de alavanca do corpo para opor a uma força de contração muscular. Pela ação da força oposta o músculo é capaz de aumentar ativamente a tensão em seu interior (PAULO *et al.*, 2010).

Neste sentido, o treinamento de força tem como objetivo provocar adaptações na musculatura esquelética através de uma carga. Esta carga normalmente está associada a uma determinada porcentagem de uma repetição máxima, caracterizando-se pela maior carga que um indivíduo pode suportar em um único movimento durante um determinado exercício (PAULO *et al.*, 2010).

Além dos fatores peculiares do sistema muscular citados anteriormente, muitos outros estão envolvidos no treinamento de força como fatores neurológicos, metabólicos, endócrinos, genéticos e psicológicos. Somando-se a fatores externos, tais como modificações na arquitetura das fibras musculares, composição corporal, nutrição, idade, sexo, fatores ambientais, estado físico e elementos específicos da contração, são capazes de influenciar consideravelmente desde uma pequena contração até o desenvolvimento de uma contração máxima (PAULO *et al.*, 2010).

Basicamente as ações musculares podem ser do tipo estáticas (*isométrica*, na qual o comprimento muscular e o ângulo articular não se alteram) ou dinâmicas (*isotônicas concêntrica* e *excêntrica*, nas quais há, respectivamente, redução e aumento

do comprimento muscular, alterando o ângulo articular). Há ainda a ação *isocinética*, que necessita de equipamento específico para sua realização, sendo caracterizada pela manutenção constante da velocidade durante todo movimento, e a *auxotônica*, que representa uma combinação entre contrações isométricas e isotônicas, caracterizada pela variação da tensão durante toda a execução do movimento (ZILIO, 2005).

A tensão (força) produzida pela contração muscular depende da área de seção transversa fisiológica do músculo, da predominância dos diferentes tipos de fibra, da forma de arranjo das fibras e do comprimento muscular (o quanto o músculo está alongado ou encurtado). A graduação da tensão é influenciada pela intensidade e frequência dos disparos de impulsos nervosos, pelo princípio do tamanho dos axônios motores, pelo recrutamento seletivo dos músculos e dos diferentes tipos de fibra muscular, bem como pelo padrão de disparo, que é determinado pelo sincronismo das unidades motoras (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

A intensidade dos estímulos é o principal fator que diferencia a manifestação dos tipos específicos de força a serem utilizados. Quanto mais intenso for este estímulo mais difícil serão as contrações musculares, fato este que determina o ponto próximo a força máxima ou força pura. Para se chegar ao máximo desta capacidade física a sobrecarga deve ser muito intensa e apenas uma execução de movimento é realizada. Outra forma de se diferenciar as manifestações da força muscular é relacionada ao volume e intensidade de treinamento. Sabe-se que volume e intensidade são inversamente proporcionais; realizando-se altos volumes de treinamento com poucas intensidades trabalha-se a força de resistência; enquanto que baixos volumes com altas intensidades trabalha-se a força máxima. Outra característica que também difere as formas específicas de manifestação dos tipos de força é a velocidade do movimento. Quanto maior for a velocidade do movimento num menor espaço de tempo possível, chega-se ao âmbito da potência muscular, que é o produto da força de contração com a velocidade do movimento, sendo um termo muito utilizado no meio esportivo (MAZINI FILHO; FERREIRA; CÉZAR, 2006; HERRERO; IZQUIERDO, 2012).

O treinamento resistido tem sido muito difundido nos dias atuais, sendo utilizado para melhorar a saúde geral e a qualidade de vida, melhorar a estética corporal, tratar e prevenir doenças, aumentar o desempenho esportivo e melhorar a funcionalidade em indivíduos da terceira idade. Com essa perspectiva, os exercícios com carga podem ser considerados uma das formas mais saudáveis de se atenuar e/ou evitar muitos efeitos negativos do processo de envelhecimento, exercendo influência

favorável sobre a condição geral do organismo e sobre o desempenho funcional do idoso, levando-se em conta o fato de ainda não existirem outros meios comprovadamente eficazes e seguros que consigam interferir de maneira positiva no processo de envelhecimento. Se o tipo de treinamento for adequado, os músculos esqueléticos de pessoas mais idosas se adaptam (tamanho das fibras, produção de proteínas e enzimas e capilarização) de maneira semelhante aos adultos mais jovens (CHODZKO-ZAJKO *et al.*, 2009).

Os exercícios resistidos preferencialmente utilizados no treinamento para idosos são isotônicos, podendo também haver fases isométricas, desde que não provoquem sobrecargas adicionais à capacidade peculiar do indivíduo. Cabe ressaltar ainda que o treinamento de força deve utilizar exercícios que não interrompam a respiração fisiológica. Exercícios como flexão de braços em suspensão e flexão de braços sem auxílio externo complementar, geralmente, não são apropriados para idosos. Neste sentido, é muito importante controlar a frequência, a intensidade e o volume das cargas aplicadas, modificando-as, sempre que necessário, de maneira gradual e cautelosa. Um bom programa de treinamento usa sempre séries intervaladas, de forma agradável e eficiente, não devendo produzir estresse adicional para a pessoa que o executa (DUNCAN NETO, 2009).

Ademais, um profissional de educação física deve orientar o idoso, adequando os exercícios individualmente ou para um grupo específico; estar sempre atento quanto ao nível de aptidão, às limitações existentes, à presença de doenças (atuais e pretéritas), ao biotipo, aos hábitos de vida e traçar os objetivos a serem alcançados num consenso tanto do profissional quanto do indivíduo. Portanto, uma boa anamnese é ponto de partida para a elaboração de um programa de treinamento eficaz e seguro na terceira idade, valendo não apenas para os exercícios resistidos, mas para qualquer tipo de treinamento. Outros aspectos básicos como o uso de vestimenta adequada, realização de aquecimento antes do treinamento, postura correta, diálogo contínuo entre profissional e cliente, bem como avaliação constante do estado físico (frequência cardíaca, respiração, fadiga e indicadores de esforço em geral) também merecem devida atenção (NADAI, 1995).

2.5 Benefícios do treinamento de força em indivíduos idosos

Programas de treinamento de força aplicados adequadamente para populações idosas podem resultar em hipertrofia das fibras musculares, interferindo de forma significativa na massa magra corpórea, com consequente melhora no desempenho de atividades que requerem um torque muscular apropriado. Com efeito, o treinamento de força é uma ferramenta eficaz contra a sarcopenia e a fragilidade física que ela determina no idoso, promovendo aumento do metabolismo basal, diminuição do tecido adiposo corporal e aumento da síntese de proteínas. Uma vez providos de boa força muscular, os indivíduos idosos conseguem aumentar as suas possibilidades de movimento como realizar uma marcha mais veloz, subir e descer degraus com mais segurança, caminhar por terrenos irregulares, dentre tantos outros. Há ainda os ganhos de equilíbrio e proprioceptivos. Todos esses aspectos culminam com a melhora da independência, do controle motor e da autoestima desses indivíduos (LATHAM *et al.*, 2004; MONTENEGRO, 2011).

A *American College of Sports Medicine* (ACSM) tem discutido sobre a importância de se estabelecer corretamente as variáveis que compõem um programa de treinamento resistido para idosos. De maneira progressiva deve-se iniciar pela escolha do exercício, seguido pela ordem de execução, período de repouso entre as séries, intensidade (carga) e número de repetições. Na escolha dos exercícios deve-se optar, principalmente, pelos grandes grupos musculares; sendo quatro a seis exercícios para os grandes grupos e três a cinco exercícios suplementares para grupos pequenos. Pesos livres, equipamentos especiais (aparelho isocinético) e sistema de polias também podem ser utilizados. Para a ordem dos exercícios faz-se o aquecimento seguido de exercícios para grandes grupos e, então, por atividades de resfriamento. Para sessões em que todo o corpo é exercitado, os exercícios podem ser alternados entre membros superiores e inferiores e entre grupos musculares antagonistas. Já os períodos de repouso devem ser mais longos caso cargas mais pesadas estiverem sendo usadas; de forma oposta, períodos mais curtos estão associados ao uso de cargas mais leves. Geralmente, na prática, tem sido postulado que um período de repouso entre um a dois minutos é suficiente entre as séries (ACSM, 2009).

Quanto ao número de séries tem sido sugerido que no início de um programa de treinamento deve-se aplicar uma série para oito a dez exercícios. Então, progride-se para uma, duas ou três séries ao longo do tempo, levando-se em conta o número de exercícios realizados. Ressalta-se ainda que três séries deva ser o máximo, podendo, em alguns casos, serem aplicadas de forma segura mesmo em idosos mais frágeis. Para a

intensidade tem sido comumente utilizado um percentual entre 50 e 85% de uma repetição máxima, para oito a doze repetições. Inicialmente, aplicam-se cargas mais leves progredindo para mais moderadas, não ultrapassando cargas moderadamente pesadas. Já o número de repetições deve estar entre 10 a 15 e deve basear-se nas outras variáveis (ACSM, 2009).

Por último, a frequência do treinamento deve ser no mínimo duas vezes por semana, com pelo menos 48 horas de repouso. Pode-se então, ao longo do programa, aumentar para três vezes por semana mantendo-se o mesmo intervalo. O tempo das sessões não deve ultrapassar 60 minutos, visto que, pode levar à exaustão e comprometer a adesão ao programa. Por vezes, 20 a 30 minutos podem ser suficientes para se realizar todas as etapas da sessão (ACSM, 2009).

Taaffe (2009), em uma revisão sistemática, propõe o exercício resistido como uma estratégia simples, de fácil acesso e eficaz contra a sarcopenia senil, numa frequência de uma a três vezes por semana, trabalhando-se os grandes grupos musculares e com intensidade moderada. O estudo recomenda um programa com oito a dez exercícios, entre oito a doze repetições, de uma a três séries (preferencialmente duas ou três), com intervalos de um a dois minutos entre elas. Cita também que a velocidade das contrações deve ser de dois a três segundos, tanto para movimentos concêntricos quanto para excêntricos; e as sessões não devem ultrapassar uma hora.

Já Cadore, Pinto e Kruel (2012) após revisão sistemática da literatura, recomendam que a utilização de duas a seis séries (com aumento de volume progressivo durante a periodização), com intensidades variando de 40 a 80% da força máxima e frequência de duas sessões semanais em períodos de 12 a 24 semanas, provocam incrementos médios na força muscular, sendo de 30% na força muscular dinâmica e 10 a 60% na força muscular estática (isométrica). Para maiores incrementos na força muscular dinâmica o número de sessões semanais deve ser aumentado. Mas citam também outros estudos que mostraram um aumento em torno de 67% na força dinâmica máxima, em homens idosos que treinaram três vezes por semana, durante 12 semanas, no qual o volume/intensidade inicial foi de 20 repetições máximas, passando para seis a oito repetições máximas na fase final do período de treino.

Os componentes para uma prescrição segura e eficaz de exercícios resistidos para Câmara, Bastos e Volpe (2012) são: escolha de grandes grupos musculares; oito a dez tipos de exercícios; exercícios dinâmicos; máxima amplitude de movimento (sem dor) em todos os exercícios; séries de oito a doze repetições sem interrupção; intensidade

da carga (determinada pela aproximação sucessiva ou pela porcentagem de uma repetição máxima); velocidade de movimento, que deve levar de dois a três segundos para contrações concêntricas e de quatro a seis segundos para contrações excêntricas; frequência de pelo menos duas sessões por semana em dias não consecutivos, com duração de aproximadamente 40 minutos cada. Tal recomendação é bastante parecida com as recomendações da *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2009) e de Câmara, Santarém e Jacob Filho (2008) para treinamento de força.

Silva (2008) com o objetivo de analisar a resposta da força muscular e dos níveis séricos do fator de crescimento insulínico-1 (IGF-1), nas fases neurogênica e miogênica de 620 mulheres idosas sedentárias, realizou um estudo de 20 semanas de treinamento, sendo o trabalho composto por duas fases: (1) fase de adaptação, que teve duração de quatro semanas, com frequência de três vezes por semana, sendo realizadas três séries de 13 repetições, com intensidade de 50% da capacidade máxima e intervalo de recuperação de 40 segundos; e (2) fase específica, com duração de 16 semanas, frequência de três vezes por semana, sendo realizadas três séries de seis repetições com intervalo de recuperação entre um a dois minutos, com intensidade entre 90 a 100% da capacidade máxima, sendo o método utilizado o alternado por segmento. Os exercícios foram realizados em aparelhos, sendo previamente ensinados. A força muscular máxima foi avaliada com o aparelho aglomerado de musculação da marca *Fitness Emporium Queens*, modelo H-500 (Brasil), com sistema de pesos em série. Foi observado aumento na força muscular e melhora na autonomia funcional tanto na fase neurogênica quanto na miogênica e aumento nos níveis séricos de IGF-1, apenas na fase miogênica.

O autor supracitado descreve que os resultados deste estudo permitem inferir que programas de treinamento de força para idosos são determinantes para reduzir a sarcopenia e, conseqüentemente, o impacto negativo da idade, pois a perda na força muscular e no desenvolvimento motor são fatores relevantes de prevalência para a incapacidade e perda da independência. Portanto, as melhoras nos níveis séricos basais de IGF-1 (fase miogênica), nos níveis de força muscular e na autonomia funcional (fases neurogênica e miogênica) podem associar-se a uma redução da mortalidade, da institucionalização, da hospitalização, dos cuidados domiciliares e redução de custos em gerais (SILVA, 2008).

Sotomayor, Jurado e Prados (2010) pesquisaram os efeitos do treinamento de força e treinamento aeróbico, separadamente, sobre a força muscular, glicemia e pressão arterial de 31 idosos com idade média de 68 anos. O treinamento contra-resistido

ocorreu durante seis semanas, numa frequência de três sessões divididas em dias alternados (segundas, quartas e sextas), num tempo de aproximadamente 60 minutos cada (aquecimento, exercício, relaxamento), sendo realizadas quatro séries entre oito a dez repetições para supino reto, *leg press* horizontal e extensão da articulação do joelho (sentado). Constatou-se aumento da força muscular e diminuição da pressão arterial sistólica com o treino de força em relação ao treino aeróbico. Já a glicemia apresentou redução em ambos os treinos.

Peláez (2006) relata que o exercício resistido é a melhor maneira de se tratar a sarcopenia no idoso. Quando comparados com pessoas mais jovens os exercícios resistidos em idosos produzem um resultado menor em termos absolutos, porém, os resultados são similares em termos relativos. O autor afirma que exercícios de alta intensidade, com 70 a 80% da capacidade máxima, entre 10 a 12 semanas, são os mais eficientes. Contudo, ele alerta para os riscos que os exercícios com estas características podem oferecer para indivíduos com idade extrema. Cita também que o treinamento resistido no idoso junto com uma ingestão adequada de proteínas tende a produzir melhores resultados nos ganhos de força.

Mantendo-se o enfoque em torno de treinamentos combinados Locks *et al.* (2012) realizaram um ensaio clínico controlado, avaliando-se os efeitos do alongamento e/ou exercício resistido na performance funcional de 45 indivíduos idosos. O programa foi aplicado duas vezes por semana num total de 24 sessões, de aproximadamente 55 minutos. Foram utilizadas três séries de oito repetições para os grandes grupos musculares dos membros inferiores. A intensidade do treino foi de 65% de 10 repetições máximas nas primeiras cinco semanas, 70% de 10 repetições máximas nas quatro semanas subsequentes e 75% de 10 repetições máximas nas três últimas semanas. Já o alongamento foi executado de forma ativa e estática, em uma série de quatro repetições de um minuto cada. O treinamento combinado melhorou a força muscular dos membros inferiores avaliada no teste de sentar e levantar quando comparados com os grupos que realizaram treinamento isolado (somente resistido ou somente alongamento) ou não realizaram nenhum treinamento (controle). O presente estudo apresentou dados recentes, com bom controle das variáveis e emprego adequado de critérios científicos, mostrando que a aplicação de outras técnicas junto aos exercícios de fortalecimento pode trazer maiores benefícios funcionais na terceira idade.

Albino *et al.* (2012) verificaram a influência do treinamento de força muscular e de flexibilidade sobre o equilíbrio corporal de 22 mulheres idosas entre 60 e 75 anos.

O treinamento foi realizado durante 11 semanas, com frequência de duas sessões em dias não consecutivos, de uma hora cada. Foram exercitados os principais grupos musculares do corpo de maneira orientada, utilizando-se três séries de dez repetições com cargas de aproximadamente 70% da carga máxima. Os resultados do treino de força muscular indicaram efeito positivo e significativo na melhora do equilíbrio corporal das idosas avaliadas, inclusive maiores do que o treino de flexibilidade, mas o número reduzido de participantes no grupo de treinamento de força (sete sujeitos) constitui uma limitação importante do estudo em questão.

Lyra *et al.* (2010) num estudo descritivo e comparativo, confrontaram os dados obtidos em torno da autonomia funcional de idosos praticantes e não praticantes de treinamento combinado, incluindo exercícios contra-resistência e treino de *endurance*. Os autores relataram que o grupo praticante de exercício físico obteve melhor desempenho na realização da bateria de testes funcionais em comparação com o grupo dos não praticantes, havendo uma forte evidência que o treinamento físico combinado, com destaque para os exercícios de força, é imprescindível para a manutenção da autonomia funcional em idosos. Porém, o estudo comete um sério equívoco por não descrever as informações e características dos exercícios que compuseram o treinamento combinado, não permitindo, de forma alguma, a extrapolação de seus resultados para a prática diária.

Da mesma forma, a pesquisa de Prado *et al.* (2010) avaliou quatro idosas submetidas a um programa de exercícios resistidos com o objetivo de se avaliar o equilíbrio, a mobilidade funcional e a qualidade de vida, concluindo-se que o programa em questão foi eficaz no aumento do equilíbrio, mobilidade funcional e domínio físico e psicológico da qualidade de vida das idosas. Observa-se que a pesquisa também não expôs completamente as características dos exercícios utilizados, com critérios de avaliação bastante subjetivos e, principalmente, utilizando uma amostra muito pequena e de forma conveniente.

Já Herrero e Izquierdo (2012) atentam para os efeitos positivos dos exercícios resistidos na prevenção de quedas e no deterioramento cognitivo do idoso (pois também melhoram a circulação cerebral). Eles chamam a atenção, sobretudo, para os danos na potência muscular causados pelo envelhecimento. Tais danos tendem a causar maiores prejuízos que a estrita perda de força. Neste sentido, eles sugerem que o treinamento de potência utilizando 60% de uma repetição máxima, com os exercícios sendo executados

em velocidade máxima, entre 10 a 48 semanas, pode trazer mais ganhos funcionais do que apenas o treino de força.

3 CONCLUSÃO

Com a transição demográfica que a sociedade está vivendo, no qual o envelhecimento da população é uma realidade cada vez mais presente, são necessárias mais ações que possam trazer novos conhecimentos no intuito de promover e melhorar a qualidade de vida da população idosa. Tanto as entidades do governo, quanto instituições privadas e órgãos em geral precisam estar atentos a esta nova realidade demográfica. O problema, portanto, não é somente a importância estatística ou matemática das mudanças populacionais. A atenção deve estar voltada, principalmente, para as implicações funcionais de uma idade avançada de forma prática.

Quanto aos benefícios do treinamento de força em idosos saudáveis, os estudos utilizados nesta revisão mostram divergências entre as variáveis metodológicas do treinamento (intensidade da carga, número de repetições, número de séries, intervalo entre as séries, ordem dos exercícios e frequência semanal), verificando-se uma incerteza com relação à melhor combinação desses aspectos para se planejar um modelo de programa de treinamento mais eficaz e universalmente aceito. Analisando-se as variáveis isoladamente, observa-se que poucas pesquisas comparativas foram desenvolvidas com populações de idosos, visando determinar os efeitos sobre o ganho de força de estratégias individuais ou combinantes.

Sendo assim, embora haja um consenso entre todas as publicações utilizadas no presente trabalho, de que os exercícios de fortalecimento muscular são potencialmente benéficos na terceira idade, os dados encontrados na literatura em geral não dão um suporte concreto para a elaboração de um programa de treinamento de força comprovadamente eficaz em indivíduos idosos. Parece que as recomendações estão fundamentadas somente na *American College of Sports Medicine* (ACSM), que, por sua vez, traz mais informações em torno do treinamento de adultos jovens. Os benefícios reais do treinamento de força na população idosa devem ser buscados em ensaios experimentais controlados, com amostras separadas em faixas etárias e sexo, com uniformização dos parâmetros de treino, definição e separação exata dos principais grupos musculares a serem avaliados e controle máximo de variáveis externas que possam interferir de qualquer forma nos resultados finais.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14724:2011**. Informações e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. ACSM Position Stand on Exercise and physical activity for older adults. **Med. Sci Sports Exerc.**, v. 41, n. 5, p. 1510-1530, jul. 2009.
- ALBINO, I. L. R. *et al.* Influência do treinamento de força muscular e de flexibilidade articular sobre o equilíbrio corporal em idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 17-25, 2012.
- ANDERSEN, J. L.; AAGAARD, P. Effects of strength training on muscle fiber types and size; consequences for athletes training for high-intensity sport. **Scand. J. Med. Sci. Sports.**, v. 20, suppl. 2, p. 32–38, jan. 2010.
- ARAÚJO, T. C. N.; ALVES, M. I. C. Perfil da população idosa no brasil. **Textos Sobre Envelhecimento**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 7-19, fev. 2000.
- BAPTISTA, R. R.; VAZ M. A. Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 368-373, out./dez. 2009.
- BATISTA, F. S. *et al.* Relationship between lower-limb muscle strength and frailty among elderly people. **Sao Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 130, n. 2, p. 102-108, 2012.
- BESSA, L. B. R. S.; BARROS, N. V. **Impacto da sarcopenia na funcionalidade de idosos**. 2009. 22f. Monografia (Bacharelado em Fisioterapia) Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2009.
- CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; KRUEL, L. F. M. Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, Florianópolis, v. 14, n. 4, p. 483-495, 2012.
- CÂMARA, L. C.; BASTOS, C. C.; VOLPE, E. F. T. Exercício resistido em idosos frágeis: uma revisão da literatura. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 435-443, abr./jun. 2012.
- CÂMARA, L. C.; SANTARÉM, J. M.; JACOB FILHO, W. Atualização de conhecimentos sobre a prática de exercícios resistidos por indivíduos idosos. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 257-262, dez. 2008.
- CARNEIRO, R. S.; FALCONE, E. M. O. Um estudo das capacidades e deficiências em habilidades sociais na terceira idade. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 9, n. 1, p. 119-126, jan./abr. 2004.

CHODZKO-ZAJKO *et al.* Exercise and physical activity for older adults. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009.

CIOSEK, S. I. *et al.* Senescência e senilidade: novo paradigma na atenção básica de saúde. **Rev. esc. enferm. USP**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 884-889, dez. 2011.

CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age and Ageing**, v. 39, n. 4, p. 412-423, abr. 2010.

DIAS, R. M. R.; GURJÃO, A. L. D.; MARUCCI, M. F. N. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 90-95, mar. 2006.

DIRKS, A.; LEEUWENBURGH, C. Apoptosis in skeletal muscle with aging. **Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.**, v. 282, n. 2, p. 519-527, 2002.

DUCHATEAU, J.; SEMMLER, J. G.; ENOKA, E. M. Training adaptations in the behavior of human motor units. **J. Appl. Physiol.**, v. 101, n. 6, p. 1766-1775, dec. 2006.

DUNCAN NETO, L. G. W. **Os Benefícios do treinamento de força no processo de envelhecimento: estudo de revisão de artigos científicos**. 2009. 42f. Monografia (Bacharelado em Educação Física) Curso de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2009.

FANZANI, A. *et al.* Molecular and cellular mechanisms of skeletal muscle atrophy: an update. **J. Cachexia Sarcopenia Muscle**, v. 3, n. 3, p. 163-179, sep. 2012.

FOSCHINI, R. M. S. A.; RAMALHO, L. S.; BICAS, H. E. A. Células satélites musculares. **Arq. Bras. Oftalmol.**, São Paulo, v. 67, n. 4, p. 681-687, ago. 2004.

FRONTERA, W. R.. A importância do treinamento de força na terceira idade. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 75-78, jul./set. 1997.

GARCIA, P. A. *et al.* A study on the relationship between muscle function, functional mobility and level of physical activity in community-dwelling elderly. **Rev. Bras. Fisioter.**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 15-22, jan./feb. 2011.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 1115 p.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2012. 528 p.

HARAN, P. H.; RIVAS, D. A.; FIELDING, R. A. Role and potential mechanisms of anabolic resistance in sarcopenia. **J. Cachexia Sarcopenia Muscle**, v. 3, n. 3, p. 157-62, sep. 2012.

HEIN, M. A.; ARAGAKI, S. S. Saúde e envelhecimento: um estudo de dissertações de mestrado brasileiras (2000-2009). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 8, p. 2141-2150, ago. 2012.

HERRERO, A. C.; IZQUIERDO, M. Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil. **An. Sist. Sanit. Navar.**, v. 35, n. 1, p. 69-85, ene./abr. 2012.

JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **J. Am. Geriatr. Soc.**, v. 50, n. 5, p. 889-896, may 2002.

JONES, T. E. *et al.* Sarcopenia: mechanisms and treatments. **J. Geriatr. Phys. Ther.**, v. 32, n. 2, p. 83-89, 2009.

LATHAM, N. K. *et al.* Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.**, v. 59, n. 1, p. 48-61. jan. 2004.

LEITE, L. E. A. *et al.* Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 12, p.365-380, oct. 2012.

LOCKS, R. R. *et al.* Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. **Rev. Bras. Fisioter.**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 184-190, may/jun. 2012.

LYRA, R. G. S. *et al.* Comparação da autonomia funcional de idosospraticantes e não praticantes de treinamento combinado. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 9, n. 1, p. 16-23, jan./mar. 2010.

MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **Eur. J. Appl. Physiol**, v. 91, n. 4, p. 450–472, abr. 2004.

MAZINI, M. L; FERREIRA, R. W; CÉZAR, E. P. Os benefícios do treinamento de força na autonomia funcional do indivíduo idoso. **Revista de Educação Física**, São Paulo, n. 134; p 57-68; 2006.

MAZO, G. Z.; LOPES, M. A.; BENEDETTI, T. B. **Atividade física e o idoso: concepção gerontológica**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2009. 247 p.

MONTENEGRO, L. P. A importância da prática do treinamento de força pelos indivíduos idosos. **Revista Brasileira de prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 5, n. 29, p. 423-426. set./out. 2011.

NADAI, A. Programa de atividades físicas e terceira idade. **Motriz**, Rio Claro, v. 1, n. 2, p. 120-123, dez. 1995.

PAULO, A. C.*et al.* Influência do nível de força máxima na produção e manutenção da potência muscular. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 422-426, nov./dez. 2010.

PELÁEZ, R. B. Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. **Nutr. Hosp.**, v. 21, supl. 3, p. 51-60, 2006.

PEREIRA, R. *et al.* Análise da força de preensão de mulheres idosas: estudo comparativo entre faixas etárias. **Acta Médica Portuguesa**, v. 24, n. 4, p. 521-526, jul./ago. 2011.

PÍCOLI, T. S.; FIGUEIREDO, L. L.; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 455-462, jul./set. 2011.

PIERINE, D. T.; NICOLA, M.; OLIVEIRA, E. P. Sarcopenia: alterações metabólicas e consequências no envelhecimento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 96-103, nov. 2009.

PRADO, R. A. *et al.* A influência dos exercícios resistidos no equilíbrio, mobilidade funcional e na qualidade de vida de idosas. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 183-191, 2010.

SILVA, J. G. F. B. **A influência de um programa de treinamento de força muscular, nas fases neurogênica e miogênica, sobre os níveis de IGF-1 em idosas sedentárias.** 2008. 327 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Facultad de Ciencias del Deporte y Educación Física, Universidadde A Coruña (UDC), A Corunã, 2008.

SILVA, M. D. P.; CARVALHO, R. F. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.21-31, jul. 2007.

SILVA, T. A. A. *et al.* Sarcopenia Associada ao Envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Revista Brasileira Reumatologia**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 391-397, nov./dez. 2006.

SIMÕES, R. P. *et al.* Prevalence of reduced respiratory muscle strength in institutionalized elderly people. **Sao Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 127, n. 2, p. 78-83, 2009.

SOTOMAYOR, E. M.; JURADO, J. A. G.; PRADOS, J. A. L. Efectos de dos programas de entrenamiento sobre la aptitud física metabólica en adultos mayores. **Hacia la Promoción de la Salud**, v. 15, n. 2, p. 45-63, jul./dic. 2010.

TAAFFE, D. R. Sarcopenia: exercise as a treatment strategy. **Australian Family Physician**, v. 35, n. 3, p. 130-133, mar. 2009.

VERAS, R. P.; RAMOS, L. R.; KALACHE, A. Crescimento da população idosa no Brasil: transformações e consequências na sociedade. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 21, n. 3, jun. 1987.

VOLTARELLI, F. A.; MELLO, M. A. R.; DUARTE, J. A. R. Apoptose e sarcopenia do músculo esquelético no envelhecimento. **Motriz**, Rio Claro, v. 13, n. 2, p. 137-144, abr./jun. 2007.

ZANELLA, A. L. Processo do envelhecimento humano. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 100, abr./jun. 2010.

ZHONG S.; CHEN, C. N.; THOMPSON L. V. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 2, p. 91-97, mar./abr. 2007.

ZILIO, A. Treinamento físico: terminologia. 2.ed. Canoas: Ulbra, 2005. 204 p.