

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - FEF

ARTHUR DOS REIS SOUSA  
JOÃO LUCAS FERREIRA DA SILVA

**SARCOPENIA: ETIOLOGIA, CONSEQUÊNCIAS E EFEITOS  
DO TREINAMENTO RESISTIDO**

BRASÍLIA

2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - FEF

ARTHUR DOS REIS SOUSA  
JOÃO LUCAS FERREIRA DA SILVA

**SARCOPENIA: ETIOLOGIA, CONSEQUÊNCIAS E EFEITOS  
DO TREINAMENTO RESISTIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Educação  
Física da Universidade de Brasília como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Educação Física

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima**

BRASÍLIA

2017

**SARCOPENIA: ETIOLOGIA, CONSEQUÊNCIAS E EFEITOS DO TREINAMENTO  
RESISTIDO**

**ARTHUR DOS REIS SOUSA  
JOÃO LUCAS FERREIRA DA SILVA**

Artigo submetido como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Educação Física da Faculdade de Educação Física – FEF, da Universidade de Brasília, em (05/07/2017) apresentado e aprovado pela banca examinadora abaixo assinada:

---

**Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima, UnB/ FEF**  
Orientador

---

**Ms. Silvia Gonçalves Ricci Neri, UnB/ FEF**  
Membro Convidado

---

**Ms. Filipe Dinato de Lima, UnB/ FEF**  
Membro Convidado

BRASÍLIA

2017

## DEDICATÓRIA

*Dedicamos esse trabalho primeiramente a Deus, pois foi ele que nos guiou e nos ajudou em todas as dificuldades na nossa vida acadêmica e pessoal. Dedicamos com muito amor esse trabalho às nossas mães Maria Socorro Ferreira da Silva e Maria Aparecida dos Reis.*

## **AGRADECIMENTOS**

Eu, Arthur dos Reis Sousa, agradeço:

Primeiramente a Deus por ter me ajudado sempre nas dificuldades da vida e por ter me dado forças para superar dificuldades, por toda essa trajetória até chegar onde eu estou. Agradeço pela minha saúde, minha vida, e pela minha fé, pois sem a mesma não sou nada!

Agradeço aos meus pais, Aldeir Sousa e Maria Aparecida dos Reis por me ajudarem a chegar onde eu estou. E um agradecimento especial a minha mãe, que me ajudou em toda a minha caminhada acordando todos os dias cedo e sempre me incentivando a trabalhar e lutar pelos meus sonhos.

Agradeço a Keila Cristina Alves Maciel que esteve sempre ao meu lado nas horas mais felizes e difíceis na minha trajetória na Universidade.

Ao meu professor orientador e amigo Ricardo Moreno Lima, pela paciência e dedicação para orientar esse trabalho, pois sem os seus incentivos seria tudo mais difícil.

A Universidade de Brasília, por todos os conhecimentos adquiridos, e pelos melhores momentos vividos. Certamente é uma das melhores Universidades do Mundo.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Agradeço ainda a todos os meus amigos da faculdade, que viraram irmãos e que levarei para toda a minha vida. E um agradecimento especial ao meu grande amigo, João Lucas Ferreira da Silva que sempre trabalhou, lutou e me incentivou a continuar buscando o melhor.

Por fim, agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma em toda essa minha jornada!

## **AGRADECIMENTOS**

Eu, João Lucas Ferreira da Silva, agradeço:

A Deus que sempre esteve e está comigo em todos os momentos da minha vida. Agradeço também ao meu orientador Ricardo Moreno pela paciência e atenção com nosso trabalho.

Agradeço aos meus companheiros de faculdade, e em especial ao meu grande amigo Arthur dos Reis o qual conheci na faculdade e agora faz parte da minha jornada.

Agradeço aos meus pais Antonio Gomes da Silva e Maria Socorro Ferreira da Silva por sempre estarem ao meu lado e me apoiarem em tudo. Agradeço também aos cinco irmãos que Deus me presenteou: Leonardo, Luanna, Andreyra, Araceli e Marianna.

A Universidade de Brasília, por todas as experiências vividas. E a todos os professores que contribuíram para minha formação.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Realizar uma revisão da literatura sobre a etiologia da sarcopenia, suas consequências e os efeitos do treinamento resistido na prevenção e na sua atenuação. **MÉTODOS:** Para realizar essa pesquisa, foram utilizados livros conceituados; bases de dados tais como *Pubmed* e *Scielo*; e algumas teses e dissertações da Universidade de Brasília. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A redução do tecido muscular é um processo natural do ser humano e que se acentua com o envelhecimento, essa redução do músculo esquelético diminuirá a força e consequentemente afetará nas capacidades funcionais do indivíduo. Sendo assim, o treinamento resistido deve fazer parte de um programa global de exercícios físicos para indivíduos idosos, com vistas à preservação de massa e força muscular, atuando na prevenção e tratamento da sarcopenia.

Palavras chaves: Sarcopenia; Envelhecimento; Músculo esquelético; Treinamento Resistido.

## **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** To perform a literature review on the etiology of sarcopenia, its consequences and the effects of resistance training on its prevention and treatment.

**METHODS:** To perform this research, Databases such as *Pubmed* and *Scielo*, and reference books in the area were used, as well as some theses and dissertations from the University of Brasilia.

**FINAL CONSIDERATIONS:** A reduction of muscle tissue is an age-related process that is more evident in older people. The reduction of skeletal muscle is associated with decreases in muscle strength that present as consequence impairment of physical function in older individuals. Resistance training should be included as a component of exercise training programs for older people, aiming muscle mass and strength maintenance, and with positive effects on the prevention and treatment of sarcopenia.

Keywords: Sarcopenia; Aging; Skeletal muscle; Resistance Training.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	11
2.1 GERAL .....	11
2.2 ESPECÍFICO .....	11
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	12
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
4.1 SISTEMA MUSCULAR E ENVELHECIMENTO .....	13
4.2 SARCOPENIA .....	14
<b>4.2.1 Fatores Etiológicos</b> .....	15
<b>4.2.2 Consequências</b> .....	17
4.2.2.1 Capacidade Funcional e Autonomia.....	18
4.2.2.2 Densidade Mineral Óssea.....	19
4.2.2.3 Risco Aumentado de Quedas .....	20
4.2.2.4 Implicações Metabólicas .....	20
<b>4.2.3 Prevalência e Impacto nos Custos Assistenciais em Saúde</b> .....	21
<b>4.2.4 Classificação da Sarcopenia</b> .....	22
<b>4.2.5 Efeitos do Treinamento Resistido sobre a Sarcopenia</b> .....	23
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo todo é observado o aumento na proporção de idosos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde em 2050 essa população terá aproximadamente 2 bilhões de pessoas comparado com 800 milhões hoje <sup>(1)</sup>. No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o crescimento no número de idosos com 60 anos de idade ou mais é de 4% ao ano. Essa população passou de 14 milhões em 2000 e deve atingir cerca de 74 milhões em 2060. O rápido envelhecimento populacional tem profundas consequências para sociedade e grandes desafios para a saúde pública <sup>(2)</sup>.

Uma das consequências acarretada pelo envelhecimento é a diminuição da massa muscular denominada sarcopenia. Esse termo foi introduzido pela primeira vez por Rosenberg em 1989 <sup>(3)</sup>. Mais recentemente um grupo de estudos europeu entrou em consenso acrescentando a essa definição além da perda da massa muscular, a perda da força e da funcionalidade muscular <sup>(4)</sup>.

Essa perda de massa muscular com o envelhecimento parece ser, principalmente, devido a uma diminuição na quantidade e no tamanho das fibras musculares do tipo II <sup>(5)</sup>. Inúmeras complicações funcionais estão relacionadas a essa perda da massa muscular e conseqüentemente da força muscular, tais como declínio da capacidade funcional, aumento no risco de quedas, redução da densidade mineral óssea, entre outros. A saúde dessa população terá implicações para o planejamento dos serviços de saúde <sup>(6)</sup>. Por isso, é fundamental entender melhor suas causas, entretanto a etiologia da sarcopenia é multifatorial, incluindo aspectos nutricionais; alterações no sistema nervoso; alterações hormonais, tais como a diminuição da testosterona e o do hormônio de crescimento; inatividade física; e fatores genéticos <sup>(7)</sup>.

O treinamento resistido vem sendo recomendado como intervenção para prevenção e tratamento da sarcopenia, pois age no aumento do tamanho e da força do músculo esquelético <sup>(8)</sup>. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é realizar uma revisão da literatura sobre a etiologia da sarcopenia, suas consequências e os efeitos do treinamento resistido na prevenção e na sua atenuação.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

- Realizar uma revisão da literatura sobre a etiologia da sarcopenia, suas consequências e os efeitos do treinamento resistido na prevenção e na sua atenuação.

### **2.2 ESPECÍFICO**

- Explinar as causas da sarcopenia;
- Relatar as consequências decorrentes da sarcopenia;
- Explinar os efeitos do treinamento resistido na prevenção e no tratamento da sarcopenia.

### **3 METODOLOGIA**

Para esse trabalho, foi realizada uma revisão narrativa da literatura com extensa pesquisa em bases de dados, livros e em ferramentas da internet.

Foram utilizados livros conceituados; artigos dos anos de 1931 a 2017 nas bases de dados *Pubmed* e *Scielo*; e algumas teses e dissertações da Universidade de Brasília com o intuito de maiores esclarecimentos sobre a etiologia, consequências e efeitos do treinamento resistido na sarcopenia.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 SISTEMA MUSCULAR E ENVELHECIMENTO

O envelhecimento está associado a alterações nos diversos sistemas fisiológicos do corpo humano, e entre eles está incluído o sistema muscular. Esse está envolvido com importantes funções, tais como, capacidade de realizar movimento, produzir calor, sustentação do corpo e locomoção <sup>(9)</sup>. Utilizando ressonância magnética de corpo inteiro, Janssen et al., (2000) mostrou que, da segunda a oitava década de vida, a massa magra total diminui em aproximadamente 18% nos homens e em 27% nas mulheres, observou também que em qualquer idade na vida adulta, as mulheres têm uma massa muscular significativamente menor do que os homens. Tanto para homens como para mulheres, a diminuição da massa magra total é maior nos membros inferiores do que nos membros superiores <sup>(10)</sup>.

A arquitetura muscular é o arranjo macroscópico das fibras musculares. Descreve o arranjo espacial das fibras musculares dentro do músculo. Uma análise arquitetônica inclui: comprimento do músculo e da fibra muscular; ângulo de penação; e área de secção transversa fisiológica <sup>(11)</sup>. A arquitetura muscular é significativamente alterada com o envelhecimento. Estudos parecem estar em consenso com relação às notáveis reduções no volume, ângulos de penação e área de secção transversa do músculo com o envelhecimento <sup>(12; 13; 14; 15; 16)</sup>. Narici et al., (2003) demonstrou pela primeira vez que a arquitetura muscular do gastrocnêmio medial é significativamente alterada na velhice. Foi comparado um grupo de idosos com outro de adultos jovens e observou-se que, apesar de ambos serem fisicamente ativos e gastarem uma quantidade de energia diária semelhante, o grupo de indivíduos idosos obteve maiores reduções no volume, ângulo de penação e área de secção transversa do músculo gastrocnêmio medial, demonstrando, portanto, que essas mudanças são atribuíveis, principalmente, aos efeitos do envelhecimento e não ao desuso <sup>(14)</sup>.

Com o avançar da idade é observada a redução da massa muscular <sup>(10; 14)</sup>. Isso é devido, principalmente, a um declínio na quantidade e no tamanho das fibras do músculo <sup>(5)</sup>. O tamanho e o número de fibras musculares tipo II é menor em idosos comparado a adultos jovens <sup>(5; 17)</sup>. Por outro lado, o tamanho e a quantidade

das fibras musculares tipo I não têm mudanças significativas <sup>(17)</sup>. Lexell et al., (1983) comparando grupos de idosos e adultos jovens, observou que 60% das fibras perdidas no grupo de idosos eram do tipo II. É observado, portanto, que há uma perda preferencial de fibras tipo II com o envelhecimento <sup>(5; 18)</sup>.

Nota-se, por outro lado, que apesar de estudos anteriores, que compararam indivíduos jovens e idosos, relataram uma perda seletiva de fibras tipo II com comportamentos quase inalterados nas fibras tipo I, outras evidências sugerem que isso não é exatamente o que ocorre <sup>(19)</sup>. Andersen et al., (2003) não encontrou preservação das fibras musculares tipo I. Aos 65 anos a proporção de fibras musculares tipo I foi de 60%, enquanto aos 77 anos eram de 40%. Estes resultados mostram que durante o envelhecimento ocorre perda de ambos os tipos de fibras, porém com relações de tempos diferentes <sup>(19)</sup>.

Essas mudanças no número de fibras são evidenciadas em estudos os quais mostram que o número de unidades motoras diminui com o envelhecimento <sup>(20)</sup>. Um estudo, realizado por Campbell et al. <sup>(20)</sup>, demonstrou que o número de unidades motoras era quase constante até a idade de 60 anos, mas diminuiu rapidamente depois disso, a uma taxa de 3% por ano, que aos 80 anos representa uma perda de 60%.

Foi demonstrado pela primeira vez por Verdijk et al., (2007), que a atrofia de fibras musculares do tipo II está associada a uma redução no número de células satélites nestas fibras. Esse declínio pode representar um importante fator na perda de tecido muscular e na função do músculo com o envelhecimento. Por outro lado, a abundância dessas células é importante para a regulação do tamanho das miofibrilas <sup>(17)</sup>. Achados de outros estudos <sup>(21; 22)</sup> sugerem que uma maior quantidade de células satélites representa melhor capacidade de manutenção de miofibrilas.

## **4.2 SARCOPENIA**

O termo sarcopenia deriva-se das palavras gregas “sarx” que denota carne ou músculo e “penia” perda. Foi introduzida na literatura por Rosenberg <sup>(3)</sup> em 1989, embora o fenômeno da perda da massa muscular já ter sido observado mais cedo por Critchley em 1931 <sup>(23)</sup>. Essa terminologia é amplamente utilizada pela literatura para explicar os declínios no tecido muscular e conseqüentemente da força

decorrentes do envelhecimento. É importante observar também, que a sarcopenia não envolve somente a perda de massa muscular, mas também implica alterações no músculo como, por exemplo, na arquitetura muscular (12; 13; 14).

Recentemente um grupo de cientistas e geriatras chegou a um consenso sobre a definição de sarcopenia: “A sarcopenia é a perda associada à idade da massa e da função do músculo esquelético”. Além disso, ela foi considerada uma síndrome complexa que está associada com a perda de massa muscular sozinha ou em conjunto com o aumento da massa gorda (7).

A sarcopenia pode ser diagnosticada quando a massa magra é inferior a 20% dos valores para adultos jovens saudáveis (7). É importante considerá-la, também, quando os idosos apresentarem dificuldades na realização de atividades da vida diária, histórico de quedas recorrentes ou se têm condições crônicas associadas com a perda muscular (7).

Inúmeras consequências na saúde dos idosos estão relacionadas à sarcopenia, tais como, aumento do número de quedas (24), osteoporose (25; 26) e redução da capacidade funcional e qualidade de vida (27).

Há evidências de que os adultos mais velhos são menos capazes de preservar a massa magra com a perda de peso (28). É observado, portanto, que a perda de massa magra presente na sarcopenia durante a velhice pode ser potencializada pela perda de peso (28; 29).

#### **4.2.1 Fatores Etiológicos**

Há uma etiologia multifatorial e complexa relacionada com a progressão da sarcopenia (7). Os fatores envolvidos incluem alterações no sistema nervoso (30; 31); estado nutricional (32; 33); alterações hormonais, tais como a diminuição da testosterona e do hormônio de crescimento (34; 35); inatividade física (36); e fatores genéticos (37; 38).

Estudos recentes evidenciam a influência do estado nutricional na sarcopenia (32; 33). É observada a perda de apetite e diminuição da ingestão de alimentos em idades avançadas. A ingestão inadequada de alimentos frequentemente resulta em diminuição da atividade física e redução da massa e força muscular (33). Calvani et al., (2014) encontrou uma correlação positiva entre o consumo total de energia e

massa muscular, assim como o consumo de proteína e a massa muscular no grupo de indivíduos idosos estudados <sup>(33)</sup>.

Há significativo declínio nos níveis de testosterona e hormônio do crescimento com o avançar das idades <sup>(34; 35)</sup>. Baumgartner et al., (1999) <sup>(34)</sup> em seu estudo sugere que o declínio da função endócrina pode desempenhar um papel mais importante que a inatividade física na perda de massa muscular em homens idosos. Seus resultados mostraram que a testosterona e o IGF1 juntos representam 13% da variância da massa muscular nos homens em comparação com 5% para a atividade física. É importante observar, no entanto, que esse estudo utilizou questionários para avaliar a atividade física e, portanto, pode haver algum erro de medição.

Um dos fatores importantes que contribui para o desenvolvimento da sarcopenia é a inatividade física <sup>(34; 36)</sup>. Comparando idosos antes e após um repouso de 10 dias contínuos na cama, um estudo <sup>(36)</sup> avaliou o efeito da inatividade física na síntese de proteína e na massa muscular. Encontrou valores mostrando que após o repouso houve uma diminuição significativa na síntese de proteína e perda do músculo esquelético, particularmente nos membros inferiores. A literatura é praticamente unânime quanto à relação positiva entre atividade física e sarcopenia, demonstrando que a atividade física pode prevenir a sarcopenia e até mesmo revertê-la <sup>(8)</sup>.

Entre esses fatores citados, as alterações no sistema nervoso pelos processos neuropáticos são provavelmente uma das causas mais importantes para a sarcopenia. Esses processos são responsáveis pela degeneração dos motoneurônios e pela desnervação das fibras musculares, resultando em perda de unidades motoras <sup>(30)</sup>. O músculo esquelético, ao longo da vida, sofre um ciclo contínuo de desnervação e reinervação, contudo, na velhice parece que o processo de reinervação não consegue acompanhar o de desnervação, contribuindo cada vez mais para a perda de unidades motoras e conseqüentemente das fibras musculares <sup>(20; 31)</sup>.

Apesar de estudos mostrarem que a sarcopenia é resultado de uma relação entre a síntese e a degradação das proteínas <sup>(36)</sup>, outros achados divergem <sup>(39)</sup>, sugerindo que tanto a degradação da proteína basal como a síntese da proteína basal não parecem diferir significativamente entre indivíduos jovens e idosos,

apontando, portanto, que a diferença que existe entre esses indivíduos é devido à reposta anabólica da alimentação e do exercício físico.

#### **4.2.2 Consequências**

Diversos estudos relatam um declínio na força muscular durante a velhice <sup>(40; 41; 42)</sup>. Esse declínio tem consequências indesejáveis para a qualidade de vida das pessoas idosas, pois a maioria das atividades da vida diária requer um nível de força adequado <sup>(42)</sup> como, por exemplo, levantar de uma cadeira ou subir uma escada.

Entre 20 a 40 anos de idade, homens e mulheres atingem os maiores níveis de força <sup>(43)</sup>, contudo é observada uma diminuição lenta até cerca de 50 anos de idade e a partir daí começa a diminuir a uma taxa de aproximadamente 12% a 15% por década, com perdas mais rápidas acima da idade de 65 anos <sup>(41; 44)</sup>. A diminuição da força acontece tanto em homens quanto em mulheres, porém em mulheres acontece em uma idade mais avançada do que em homens <sup>(43)</sup>.

Estudo realizado por Asmussen et al., (1962) <sup>(41)</sup> relatou que a força muscular isométrica dos homens aumenta até os 30 anos de idade, ficando com aproximadamente 104% da força de quando o indivíduo tinha 20-22 anos. Em seguida é observada uma primeira queda lenta, chegando aos 60 anos com 90%. Por outro lado, foi observado que a força muscular isométrica das mulheres não aumenta sensivelmente após 20 anos de idade e tem uma queda crescente a partir dos 40 anos de idade. Nesse mesmo estudo, quando comparado homens e mulheres foi relatado que aos 55 anos as mulheres têm apenas 54% da força muscular isométrica dos homens da mesma idade.

Em um estudo transversal <sup>(42)</sup> com indivíduos saudáveis na faixa etária de 65 a 89 anos foi encontrado diferenças na força isométrica e na potência dos extensores do joelho. Ao longo da faixa etária foram identificadas perdas de 1-2% ao ano na força e 3% ao ano na potência. As mulheres da faixa etária de 65-69 anos eram mais fracas e menos potentes do que os homens, apresentando os mesmos valores dos homens com faixa etária de 85-89 anos. Esse mesmo trabalho aponta no sentido de que a perda de desempenho muscular pode ser um acompanhamento inevitável até mesmo no envelhecimento saudável, porém nos indivíduos idosos saudáveis a perda muscular pode ser adiada para uma idade mais avançada.

Vários fatores podem contribuir para a perda da força muscular, entre eles está a redução no impulso neural para os músculos agonistas e um aumento no impulso neural para os músculos antagonistas <sup>(45)</sup>. Estudos mostram uma capacidade de ativação reduzida em indivíduos mais velhos <sup>(46)</sup>. Uma redução na capacidade de ativação pode contribuir significativamente para o declínio do torque específico do músculo <sup>(47)</sup>.

Diversas outras consequências na saúde dos idosos estão relacionadas à sarcopenia, por exemplo, diminuição na capacidade funcional e autonomia <sup>(42; 48)</sup>; redução da densidade mineral óssea <sup>(25; 26)</sup>; risco aumentado de quedas <sup>(49; 50)</sup>; e implicações metabólicas <sup>(51; 52)</sup>.

#### 4.2.2.1 Capacidade Funcional e Autonomia

É fato que com o avançar da idade os níveis de força são diminuídos <sup>(40; 41; 42)</sup>. Há uma correlação entre força, potência e as tarefas de habilidades funcionais e, portanto, uma força ou potência reduzida pode estar associada a função reduzida em várias atividades diárias <sup>(42; 48; 53; 54)</sup>.

Achados mostram a importância da força dos extensores das pernas para muitas atividades da vida diária, como caminhar ou até mesmo subir de uma posição sentada <sup>(27; 53)</sup>. Bassey et al., (1992) encontrou relação positiva entre a força do quadríceps e todas as medidas de desempenho avaliadas: velocidade de caminhada, levantar de uma posição sentada na cadeira e subir um lance de escadas.

No estudo realizado por Gadelha et al., (2014) foi observado relação entre força muscular e desempenho funcional. A avaliação incluiu 137 voluntárias idosas. Todas elas realizaram uma bateria de testes funcionais, incluindo caminhada de 6 minutos, levantar e sentar da cadeira e flexão de cotovelo. A força muscular foi avaliada em uma parte da amostra por meio do pico de torque no isocinético dos extensores de joelhos e na outra parte pela força de preensão manual. Na força de preensão manual foi observada correlação positiva e significativa com o teste de caminhada. Também foi demonstrado que a flexão de cotovelo se correlacionou significativamente com o pico de torque no isocinético. Esses resultados demonstram que a força muscular está associada ao desempenho funcional em idosos <sup>(48)</sup>.

Outro estudo, realizado por Falsarella et al., (2014) examinou a influência da massa muscular sobre a funcionalidade dos membros inferiores em idosos. Foi encontrado correlação entre os componentes da composição corporal e a mobilidade dos participantes. A massa muscular reduzida dos membros inferiores refletiu na diminuição do desempenho físico na velocidade de marcha <sup>(55)</sup>.

#### 4.2.2.2 Densidade Mineral Óssea

Muitas alterações fisiológicas com o avançar da idade são discutidas por grupos de cientistas. Entre um dos declínios decorrentes do envelhecimento está a perda de massa mineral óssea, com base para a osteoporose <sup>(25; 26)</sup>.

Evidências recentes indicam que os homens diagnosticados com sarcopenia são mais propensos a ter maior risco de osteoporose <sup>(25; 26)</sup>. Estudo europeu reuniu 679 homens com idade entre 40 e 79 anos com o objetivo de determinar a relação entre massa muscular reduzida e densidade mineral óssea. Os resultados encontrados mostraram que os homens com sarcopenia apresentaram densidade mineral óssea significativamente menor e foram mais propensos a terem osteoporose <sup>(26)</sup>. Corroborando com esses achados, um estudo realizado na Universidade de Brasília por Pereira et al., (2015) avaliando 198 homens com mais de 60 anos relatou que os idosos diagnosticados com pré-sarcopenia e sarcopenia apresentaram a densidade mineral óssea mais anormal do que idosos não sarcopênicos <sup>(25)</sup>.

Existem hipóteses que buscam explicar a associação entre sarcopenia e declínio da densidade mineral óssea. Uma delas é a redução no efeito osteogênico devido a redução da massa muscular e conseqüentemente menor estimulação mecânica imposta à estrutura óssea <sup>(26)</sup>. Outro ponto seria a redução dos estímulos mecânicos devido a uma menor capacidade funcional do idoso causada pela sarcopenia <sup>(56)</sup>.

O osso e o músculo interagem entre si para impactar na resistência óssea <sup>(43)</sup>. Um possível mecanismo nesse processo é o carregamento dinâmico dos músculos pelos ossos, os quais se adaptam para isso. Este carregamento surge das contrações musculares e nos impactos no solo durante as atividades de carga de peso <sup>(43; 57)</sup>. Entender essa relação da massa muscular e densidade mineral óssea permitirá o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para a prevenção da

osteoporose. Resultados de estudos sugerem que o aumento da massa muscular proporcionará um ganho de massa óssea em homens idosos, mostrando a importância de se avaliar os efeitos de programas de exercícios e outras intervenções direcionadas a esse aumento com o objetivo de prevenir e tratar a perda da densidade mineral óssea <sup>(25)</sup>.

#### 4.2.2.3 Risco Aumentado de Quedas

Segundo a Organização Mundial da Saúde, entre 28% a 35% das pessoas com mais de 65 anos sofrem quedas por ano, e pessoas com mais de 75 anos aumentam para 32 a 42% em média. O índice de quedas corresponde a 40% de todas as mortes que foram causadas por ferimentos <sup>(58)</sup>.

Um dos fatores que pode contribuir para ocasionar quedas em idosos é a diminuição da força muscular <sup>(40; 50; 59)</sup>. A força muscular, principalmente dos membros inferiores, é um dos fatores importantes que contribuem para o risco de quedas em idosos <sup>(49)</sup>. Em um artigo de revisão realizado por Horlings et al., (2008) praticamente todos os estudos que utilizaram testes de força, a fraqueza muscular era um fator consistente para a quedas em idosos <sup>(50)</sup>.

Em um estudo recente, pesquisadores buscaram por meio de biopsias musculares investigarem qual a predominância da atrofia das fibras musculares em idosos com mais de 65 anos e concluíram que as quedas são devidas, também, pela atrofia das fibras musculares do tipo II <sup>(60)</sup>.

Os resultados do estudo realizado por Tanimoto et al., (2014) revelaram que a sarcopenia está significativamente associada a um histórico de quedas. Foi verificado em homens e mulheres japoneses com 65 anos ou mais que a prevalência de sarcopenia foi maior entre os que caíram <sup>(61)</sup>.

Assim, a ocorrência de quedas em indivíduos idosos pode levar a diversos problemas de saúde e gerar implicações para a família do idoso e para a sociedade em geral <sup>(6)</sup>.

#### 4.2.2.4 Implicações Metabólicas

A inflamação é um processo fisiológico com a função de restabelecer tecidos agredidos de forma endógena ou exógena. Um aumento crônico de inflamação pode levar a sérias consequências. O envelhecimento naturalmente eleva o número de

marcadores pró-inflamatórios e acompanha uma desregulação de citocinas, aumentando citocinas pró-inflamatórias e redução de citocinas anti-inflamatórias, levando a um quadro de inflamação crônica <sup>(51)</sup>. Essa inflamação aumenta as espécies reativas ao oxigênio as quais tem relação direta na sarcopenia, pois acarretam a atrofia de fibras musculares e a diminuição da produção hormonal <sup>(62)</sup>.

A insulina é um importante hormônio polipeptídico anabólico produzido pelo pâncreas responsável pela regulação dos níveis de carboidratos do sangue (glicemia). Ela age em grande parte do corpo humano tais como, no tecido adiposo, armazenando lipídios, nos músculos aumentando a síntese de proteínas e diminuindo o catabolismo protéico <sup>(63)</sup>. A resistência à insulina pode gerar algumas complicações como a sarcopenia <sup>(52)</sup>.

O tecido primário responsável pela diminuição da glicose mediada por insulina é o tecido muscular. A redução massa muscular associada à sarcopenia provoca uma diminuição da captação de glicose mediada por insulina <sup>(52)</sup>.

Um grupo de pesquisadores verificou relação entre massa muscular esquelética apendicular e resistência à insulina em uma população coreana idosa. Os resultados mostraram que o tecido muscular abaixo do normal foi associado ao aumento da resistência à insulina em uma população idosa saudável e coreana <sup>(52)</sup>.

#### **4.2.3 Prevalência e Impacto nos Custos Assistenciais em Saúde**

A proporção e a expectativa de vida dos idosos estão aumentando no mundo todo. Segundo a Organização Mundial de Saúde, deve haver pelo menos 2 bilhões de pessoas com 60 anos ou mais em 2050, em comparação com 800 milhões hoje <sup>(1)</sup>. A saúde dessa população terá implicações para o planejamento dos serviços de saúde <sup>(6)</sup>.

O processo de envelhecimento é responsável por mudanças no organismo, tais como, a diminuição do volume muscular. Esse processo (sarcopenia) representa uma das principais causas de deficiência e aumento dos custos de saúde em pessoas idosas <sup>(64)</sup>, pois possui diversas consequências prejudiciais que estão associadas a esses custos. Além disso, ela afeta a independência nas atividades da vida diária <sup>(65)</sup>.

A sarcopenia influencia negativamente a densidade mineral óssea, aumentando as chances de o idoso ter diagnóstico de osteoporose, a qual tem grande impacto na saúde pública <sup>(6; 25)</sup>.

Nos Estados Unidos, foi realizado um estudo por Janssen et al., (2004) em que verificaram o efeito que a redução da prevalência da sarcopenia teria sobre as despesas de saúde. Eles encontraram que uma redução de 10% na sua prevalência resultaria em uma economia de US \$ 1,1 bilhão por ano nos EUA. Esses achados mostram a importância das decisões políticas de saúde que considerem a prevenção e o tratamento de idosos com sarcopenia para preservar a economia do país <sup>(66)</sup>.

#### **4.2.4 Classificação da Sarcopenia**

Segundo o estudo realizado por Baumgartner et al. (1998), o indivíduo estaria diagnosticado com sarcopenia quando sua massa muscular apendicular relativa for menor que 7,26 Kg/m<sup>2</sup> para homens e menor que 5,45 Kg/m<sup>2</sup> para mulheres. Para isso foi utilizado a seguinte fórmula: (MMA/Altura<sup>2</sup>). As prevalências de sarcopenia encontradas nesse estudo são de 13-24% em pessoas com menos de 70 anos e de 50% em pessoas com mais de 80 anos de idade. Além de constatar que a presença de sarcopenia está associada à incapacidade física em homens e mulheres independentemente de status socioeconômico, sexo, idade, obesidade, etnia, e estilo de vida saudável <sup>(56)</sup>.

Mais recentemente se recomenda que além da massa magra, o diagnóstico de sarcopenia deve considerar a força e a função muscular <sup>(4)</sup>. Em 2010 um grande grupo de pesquisadores europeus escreveu um documento com o intuito de padronizar a definição de sarcopenia. Esse grupo desenvolveu definições operacionais e critérios diagnósticos para a sarcopenia a fim de que sejam utilizados na prática clínica e também em estudos de pesquisa. Eles relatam que a força muscular não depende unicamente da massa muscular, e a relação entre os dois não é linear e, portanto, a definição de sarcopenia somente em termos de massa muscular é limitada <sup>(4)</sup>.

Esse mesmo grupo sugere uma divisão em estágios da sarcopenia com o objetivo de orientar o manejo clínico <sup>(4)</sup>. O estágio pré-sarcopenia é caracterizado por baixa massa muscular sem impacto na força muscular ou no desempenho físico. O estágio "sarcopenia" é definido por baixa massa muscular, mais baixo desempenho

físico ou baixa força muscular. A “sarcopenia grave” representa o estágio de quando os três critérios da definição são atendidos: baixa massa muscular, baixa força muscular e baixo desempenho físico.

É importante observar que os pontos de corte dependem da técnica de medição escolhida e da disponibilidade de estudos de referência.

#### **4.2.5 Efeitos do Treinamento Resistido sobre a Sarcopenia**

O treinamento resistido é uma forma de atividade física que é planejada para melhorar um músculo ou um grupamento muscular contra uma resistência externa. Existem muitos resultados positivos para a saúde com a inclusão do treinamento resistido <sup>(67)</sup>.

O treinamento resistido mostrou-se uma das alternativas mais eficazes para o aumento de força e hipertrofia em idosos <sup>(8; 68; 69; 70; 71)</sup>. Atualmente ganhou mais espaço por sua eficiência no tratamento de doenças crônicas <sup>(67)</sup> e sobre a sarcopenia <sup>(72)</sup>, melhorando assim a qualidade de vida <sup>(67)</sup>.

Apesar de o envelhecimento trazer consequências, como a sarcopenia, um estudo recente mostrou que o músculo mantém a capacidade de se submeter a adaptações hipertróficas positivas ao treinamento de resistência, e portanto, sendo capaz de neutralizar a sarcopenia <sup>(71)</sup>.

Recentemente, um estudo realizado por Stolver et al., (2016) selecionou adultos idosos fisicamente inativos e obesos sem graves patologias ( $\geq 65$  anos, IMC  $\geq 30\text{kg} / \text{m}^2$ ). A metodologia consistiu em um treinamento resistido progressivo, durante 16 semanas, realizado duas vezes por semana, aumentando a carga de treinamento gradativamente de 60% para 85% da força máxima com 3 séries de 8 a 12 repetições. O resultado encontrado mostrou que pessoas mais velhas e obesas diagnosticadas com sarcopenia podem ter melhorias substanciais na função muscular devido ao treinamento de resistência. Essas melhorias podem ajudá-los a ter uma vida com maior independência funcional e podem, também, reduzir o risco de quedas <sup>(72)</sup>.

O American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda que o treinamento resistido nessa população mais velha deve ser feito duas vezes por semana priorizando os principais grupos musculares a uma intensidade moderada (73).

É fato que o treinamento resistido pode trazer melhorias físicas significativas na vida dos idosos e sobre a sarcopenia (72). Porém, assim como qualquer programa de treinamento é necessário periodizar para que se tenham ganhos mais significativos (69). Pensando sobre os efeitos da periodização em indivíduos mais velhos, Assumpção et al. (69) comparou os efeitos do treinamento resistido periodizado sobre a composição corporal em mulheres idosas. O estudo demonstrou melhoras no aumento da massa muscular e na redução do percentual de gordura, além de outros benefícios nas variáveis de aptidão física.

Mulheres e homens idosos se beneficiam igualmente de um programa de treinamento resistido para prevenção e tratamento da perda de massa e função muscular (70). Recentemente, Leenders et al., (2012) comparou os efeitos do treinamento resistido entre mulheres idosas e homens idosos com um programa de 3 vezes por semana durante 6 meses. A massa magra da perna aumentou cerca de 3% e a área de secção transversa do quadríceps aumentou aproximadamente 9% em ambos os grupos. O ganho de força também foi observado em ambos os grupos.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dessa revisão de literatura sobre a sarcopenia, pode-se constatar que esse quadro de redução do tecido muscular é um processo que ocorre naturalmente com o envelhecimento. Essa redução está associada a um declínio da força e conseqüentemente afetará negativamente a capacidade funcional do indivíduo. Suas conseqüências não se limitam apenas nas funções fisiológicas e funcionais, e geram um caso de saúde pública e aumento de custos.

Por outro lado, observou-se que a inclusão do treinamento resistido poderá amenizar essa redução do tecido muscular e trazer diversos benefícios, melhorando a qualidade de vida e capacidade funcional dos idosos. Portanto, o treinamento resistido pode e deve fazer parte da rotina global de exercícios físicos para idosos com sarcopenia, melhorando a força e a qualidade muscular. Todavia, assim como qualquer treinamento deve-se ter um planejamento para que não surja imprevistos.

## REFERÊNCIAS

- 1 Word Health Organization. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/lancet-ageing-series/en/> Acesso em: 24 jun. 2017.
- 2 ERVATTI, L.; BORGES, G.; JARDIM, A. Mudança Demográfica no Brasil no início do século XXI. **Subsídios para as projeções da população. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2015.
- 3 ROSENBERG, I. H. Summary comments. **The American journal of clinical nutrition**, v. 50, n. 5, p. 1231-1233, 1989. ISSN 0002-9165.
- 4 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, 2010. ISSN 0002-0729.
- 5 LEXELL, J. et al. Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: effects of aging studied in whole muscle cross sections. **Muscle & nerve**, v. 6, n. 8, p. 588-595, 1983. ISSN 1097-4598.
- 6 BEAUDART, C. et al. Sarcopenia: burden and challenges for public health. **Archives of Public Health**, v. 72, n. 1, p. 45, 2014. ISSN 2049-3258.
- 7 SARCOPENIA, I. W. G. O. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 12, n. 4, p. 249, 2011.
- 8 EVANS, W. J. Effects of exercise on senescent muscle. **Clinical orthopaedics and related research**, v. 403, p. S211-S220, 2002.
- 9 VAN DE GRAFF, K. **Anatomia Humana.(6ª Edição)**: São Paulo: Editora Manole 2003.
- 10 JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. **Journal of applied physiology**, v. 89, n. 1, p. 81-88, 2000. ISSN 8750-7587.
- 11 LIEBER, R. L.; FRIDEN, J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. **Muscle & nerve**, v. 23, n. 11, p. 1647-1666, 2000. ISSN 1097-4598.
- 12 KUBO, K. et al. Muscle architectural characteristics in women aged 20-79 years. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 1, p. 39-44, 2003. ISSN 0195-9131.
- 13 MORSE, C. I. et al. In vivo physiological cross-sectional area and specific force are reduced in the gastrocnemius of elderly men. **Journal of applied physiology**, v. 99, n. 3, p. 1050-1055, 2005. ISSN 8750-7587.
- 14 NARICI, M. V. et al. Effect of aging on human muscle architecture. **Journal of applied physiology**, v. 95, n. 6, p. 2229-2234, 2003. ISSN 8750-7587.
- 15 FRONTERA, W. R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of applied physiology**, v. 88, n. 4, p. 1321-1326, 2000. ISSN 8750-7587.

- 16 FRONTERA, W. R. et al. Skeletal muscle fiber quality in older men and women. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 279, n. 3, p. C611-C618, 2000. ISSN 0363-6143.
- 17 VERDIJK, L. B. et al. Satellite cell content is specifically reduced in type II skeletal muscle fibers in the elderly. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 292, n. 1, p. E151-E157, 2007. ISSN 0193-1849.
- 18 LARSSON, L. Histochemical characteristics of human skeletal muscle during aging. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 117, n. 3, p. 469-471, 1983. ISSN 1365-201X.
- 19 ANDERSEN, J. L. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 13, n. 1, p. 40-47, 2003. ISSN 1600-0838.
- 20 CAMPBELL, M.; MCCOMAS, A.; PETITO, F. Physiological changes in ageing muscles. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 36, n. 2, p. 174-182, 1973. ISSN 1468-330X.
- 21 CHARIFI, N. et al. Effects of endurance training on satellite cell frequency in skeletal muscle of old men. **Muscle & nerve**, v. 28, n. 1, p. 87-92, 2003. ISSN 1097-4598.
- 22 KADI, F.; THORNELL, L.-E. Concomitant increases in myonuclear and satellite cell content in female trapezius muscle following strength training. **Histochemistry and cell biology**, v. 113, n. 2, p. 99-103, 2000. ISSN 0948-6143.
- 23 CRITCHLEY, M. The neurology of old age. **The Lancet**, v. 217, n. 5623, p. 1221-1231, 1931. ISSN 0140-6736.
- 24 ROSSETIN, L. L. et al. Indicadores de sarcopenia e sua relação com fatores intrínsecos e extrínsecos às quedas em idosas ativas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 3, 2016. ISSN 1809-9823.
- 25 PEREIRA, F. B.; LEITE, A. F.; PAULA, A. P. D. Relationship between pre-sarcopenia, sarcopenia and bone mineral density in elderly men. **Archives of endocrinology and metabolism**, v. 59, n. 1, p. 59-65, 2015. ISSN 2359-3997.
- 26 VERSCHUEREN, S. et al. Sarcopenia and its relationship with bone mineral density in middle-aged and elderly European men. **Osteoporosis International**, v. 24, n. 1, p. 87-98, 2013. ISSN 0937-941X.
- 27 ANIANSSON, A.; RUNDGREN, A.; SPERLING, L. Evaluation of functional capacity in activities of daily living in 70-year-old men and women. **Scandinavian journal of rehabilitation medicine**, v. 12, n. 4, p. 145-154, 1979. ISSN 0036-5505.
- 28 NEWMAN, A. B. et al. Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body Composition Study. **The American journal of clinical nutrition**, v. 82, n. 4, p. 872-878, 2005. ISSN 0002-9165.
- 29 FORBES, G. B. Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight. **The American journal of clinical nutrition**, v. 70, n. 6, p. 1025-1031, 1999. ISSN 0002-9165.

- 30 BROWN, W. A method for estimating the number of motor units in thenar muscles and the changes in motor unit count with ageing. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 35, n. 6, p. 845-852, 1972. ISSN 1468-330X.
- 31 LUFF, A. R. Age-associated changes in the innervation of muscle fibers and changes in the mechanical properties of motor units. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 854, n. 1, p. 92-101, 1998. ISSN 1749-6632.
- 32 MORLEY, J. E. Anorexia, body composition, and ageing. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 4, n. 1, p. 9-13, 2001. ISSN 1363-1950.
- 33 CALVANI, R. et al. Pre-hospital dietary intake correlates with muscle mass at the time of fracture in older hip-fractured patients. 2014.
- 34 BAUMGARTNER, R. N. et al. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. **Mechanisms of ageing and development**, v. 107, n. 2, p. 123-136, 1999. ISSN 0047-6374.
- 35 MORLEY, J. E. Hormones and the aging process. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 7s, p. S333-S337, 2003. ISSN 1532-5415.
- 36 KORTEBEIN, P. et al. Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. **Jama**, v. 297, n. 16, p. 1769-1774, 2007. ISSN 0098-7484.
- 37 ROTH, S. M. et al. Vitamin D receptor genotype is associated with fat-free mass and sarcopenia in elderly men. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 59, n. 1, p. B10-B15, 2004. ISSN 1079-5006.
- 38 ROTH, S. M. et al. CNTF genotype is associated with muscular strength and quality in humans across the adult age span. **Journal of applied physiology**, v. 90, n. 4, p. 1205-1210, 2001. ISSN 8750-7587.
- 39 VOLPI, E. et al. Basal muscle amino acid kinetics and protein synthesis in healthy young and older men. **Jama**, v. 286, n. 10, p. 1206-1212, 2001. ISSN 0098-7484.
- 40 MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **European journal of applied physiology**, v. 91, n. 4, p. 450-472, 2004. ISSN 1439-6319.
- 41 ASMUSSEN, E.; HEEBØLL-NIELSEN, K. Isometric muscle strength in relation to age in men and women. **Ergonomics**, v. 5, n. 1, p. 167-169, 1962. ISSN 0014-0139.
- 42 SKELTON, D. A. et al. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. **Age and ageing**, v. 23, n. 5, p. 371-377, 1994. ISSN 0002-0729.
- 43 MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano. **Traduzido por Giuseppe Taranto. 7ª ed. Rio Janeiro: Guanabara Koogan**, 2011.
- 44 LARSSON, L.; GRIMBY, G.; KARLSSON, J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. **Journal of Applied Physiology**, v. 46, n. 3, p. 451-456, 1979. ISSN 8750-7587.

- 45 NARICI, M. V.; MAFFULLI, N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. **British medical bulletin**, v. 95, n. 1, p. 139-159, 2010. ISSN 0007-1420.
- 46 HARRIDGE, S. D.; KRYGER, A.; STENSGAARD, A. Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. **Muscle & nerve**, v. 22, n. 7, p. 831-839, 1999. ISSN 1097-4598.
- 47 MORSE, C. I. et al. Reduced plantarflexor specific torque in the elderly is associated with a lower activation capacity. **European journal of applied physiology**, v. 92, n. 1-2, p. 219-226, 2004. ISSN 1439-6319.
- 48 GADELHA, A. B. et al. Associação entre força, sarcopenia e obesidade sarcopénica com o desempenho funcional de idosas/Association among strength, sarcopenia and sarcopenic obesity with functional performance in older women. **Motricidade**, v. 10, n. 3, p. 31, 2014. ISSN 1646-107X.
- 49 MORELAND, J. D. et al. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, n. 7, p. 1121-1129, 2004. ISSN 1532-5415.
- 50 HORLINGS, C. G. et al. A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls. **Nature Clinical Practice Neurology**, v. 4, n. 9, p. 504-515, 2008. ISSN 1745-834X.
- 51 MICHAUD, M. et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 12, p. 877-882, 2013. ISSN 1525-8610.
- 52 LEE, S. W. et al. Appendicular skeletal muscle mass and insulin resistance in an elderly Korean population: the Korean social life, health and aging project-health examination cohort. **Diabetes & metabolism journal**, v. 39, n. 1, p. 37-45, 2015. ISSN 2233-6079.
- 53 BASSEY, E. J. et al. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. **Clinical science**, v. 82, n. 3, p. 321-327, 1992. ISSN 0143-5221.
- 54 CALLISAYA, M. L. et al. A population-based study of sensorimotor factors affecting gait in older people. **Age and ageing**, v. 38, n. 3, p. 290-295, 2009. ISSN 0002-0729.
- 55 FALSARELLA, G. R. et al. Influence of muscle mass and bone mass on the mobility of elderly women: an observational study. **BMC geriatrics**, v. 14, n. 1, p. 13, 2014. ISSN 1471-2318.
- 56 BAUMGARTNER, R. N. et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **American journal of epidemiology**, v. 147, n. 8, p. 755-763, 1998. ISSN 0002-9262.
- 57 FORWOOD, M.; TURNER, C. Skeletal adaptations to mechanical usage: results from tibial loading studies in rats. **Bone**, v. 17, n. 4, p. S197-S205, 1995. ISSN 8756-3282.
- 58 KALACHE, A. Relatório Global da OMS sobre Prevenção de Quedas na velhice. **São Paulo: OMS**, 2010.

- 59 WHIPPLE, R.; WOLFSON, L.; AMERMAN, P. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 35, n. 1, p. 13-20, 1987. ISSN 1532-5415.
- 60 KRAMER, I. F. et al. Extensive Type II Muscle Fiber Atrophy in Elderly Female Hip Fracture Patients. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, p. glw253, 2017. ISSN 1079-5006.
- 61 TANIMOTO, Y. et al. Sarcopenia and falls in community-dwelling elderly subjects in Japan: Defining sarcopenia according to criteria of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 59, n. 2, p. 295-299, 2014. ISSN 0167-4943.
- 62 DE ARAÚJO LEITE, L. E. et al. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 15, n. 2, p. 365-380, 2012. ISSN 1809-9823.
- 63 MAY, M. E.; BUSE, M. G. Effects of branched-chain amino acids on protein turnover. **Diabetes/metabolism reviews**, v. 5, n. 3, p. 227-245, 1989. ISSN 1099-0895.
- 64 GURALNIK, J. M. et al. Lower extremity function and subsequent disability consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the Short Physical Performance Battery. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 4, p. M221-M231, 2000. ISSN 1079-5006.
- 65 TANIMOTO, Y. et al. Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan. **Geriatrics & gerontology international**, v. 13, n. 4, p. 958-963, 2013. ISSN 1447-0594.
- 66 JANSSEN, I. et al. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, n. 1, p. 80-85, 2004. ISSN 1532-5415.
- 67 American College of Sports Medicine ; Resistance Training for Health and Fitness; em: [www.acsm.org/doc/brochures/resistance-training.pdf](http://www.acsm.org/doc/brochures/resistance-training.pdf); Acesso em: 25/06/2017.
- 68 RABELO, H. T. et al. Effects of 24 weeks of progressive resistance training on knee extensors peak torque and fat-free mass in older women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 8, p. 2298-2303, 2011. ISSN 1064-8011.
- 69 ASSUMPÇÃO, C. O. et al. Efeito do treinamento de força periodizado sobre a composição corporal e aptidão física em mulheres idosas. **Rev Educ Fis/UEM**, v. 19, n. 4, p. 581-90, 2008.
- 70 LEENDERS, M. et al. Elderly men and women benefit equally from prolonged resistance-type exercise training. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 68, n. 7, p. 769-779, 2012. ISSN 1758-535X.
- 71 CONLON, J. A. et al. The efficacy of periodised resistance training on neuromuscular adaptation in older adults. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 6, p. 1181-1194, 2017. ISSN 1439-6319.

- <sup>72</sup> STOEVER, K. et al. Influences of Resistance Training on Physical Function in Older, Obese Men and Women With Sarcopenia. **Journal of geriatric physical therapy (2001)**, 2016. ISSN 1539-8412.
- <sup>73</sup> American College of Sports Medicine ; ACSM FIT SOCIETY PAGE; em: [www.acsm.org/docs/fit-society-page/2010-fall-sfpn\\_healthy-aging.pdf?sfvsn=0](http://www.acsm.org/docs/fit-society-page/2010-fall-sfpn_healthy-aging.pdf?sfvsn=0); Acesso em: 25/06/2017.