

SARCOPENIA EM IDOSOS

• *um estudo de revisão* •

Bruno Prata Martinez^a

Fernanda Warken Rosa Camelier^b

Aquiles Assunção Camelier^c

Resumo

A sarcopenia é uma importante problema que acomete os indivíduos aos longos dos anos e que é potencializada por fatores relacionados a doenças ou a estilo de vida inadequado. De acordo com a definição atual é caracterizada como a redução da massa muscular esquelética, associado a redução da força muscular ou desempenho físico. Além das consequências físicas negativas como aumento da ocorrência de quedas e limitação para atividades de vida diária, pode promover alterações sistêmicas devido ao desequilíbrio entre a síntese e a degradação proteica. A frequência de sarcopenia em idosos varia de 3 a 30%, a depender dos instrumento diagnóstico e os pontos de corte para identificação de massa muscular reduzida. Para mensuração da variável massa muscular os métodos mais utilizados são ressonância magnética, tomografia computadorizada, absorciometria radiológica de dupla energia, bioimpedância elétrica e antropometria, existindo acurácias e custos variáveis entre eles. Em relação a força muscular a principal forma de mensuração é a força de prensão palmar obtida na dinamometria manual. Já o desempenho físico pode ser quantificado através do teste de velocidade de marcha de seis metros. As formas de tratamento para sarcopenia são treino de exercícios de resistência progressiva e exercícios aeróbicos, além de uma nutrição adequada do ponto de vista calórico, proteico e de quantidade de vitamina D. O estilo de vida associado ao tabagismo, sedentarismo e alcoolismo são fatores desencadeantes de perda de massa e função muscular.

Palavras-chave: Sarcopenia; Idosos; Composição corporal; Força muscular.

- ~~~~~
- Mestrando em Medicina e Saúde pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), professor auxiliar da Universidade do Estado da Bahia - UNEB e da Faculdade Social da Bahia (FSBA). Fisioterapeuta do Hospital Aliança. Salvador-Bahia, Brasil. brunopmartinez@hotmail.com
 - Doutora em Ciências-Reabilitação pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP e professora adjunta da Universidade do Estado da Bahia - UNEB. Salvador-Bahia, Brasil. fcamelier@uneb.br
 - Doutor em Medicina (Pneumologia) pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, professor da Universidade do Estado da Bahia - UNEB e da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP). Salvador-Bahia, Brasil. aquilescamelier@gmail.com

SARCOPENIA IN THE ELDERLY

• a study review •

Abstract

Sarcopenia is an important problem that affects individuals of the long years which is enhanced by factors related to diseases or inadequate lifestyle. According to the current definition is characterized as a reduction in skeletal muscle mass associated with reduced muscle strength or physical performance. In addition to the negative physical consequences such as increased occurrence of falls and limitations to activities of daily living, can promote systemic changes due to the imbalance between the synthesis and protein degradation. The frequency of sarcopenia in the elderly varies from 3 to 30%, depending on the diagnostic tool and cut points for identification of reduced muscle mass. For measurement of muscle mass variable methods most used are magnetic resonance, computed tomography, dual energy x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and anthropometry, existing accuracies and variable costs between them. In relation to muscle strength the main form of measurement is the grip strength obtained in the handgrip. Have physical performance can be quantified through the gait speed test six meters. Forms of treatment for sarcopenia are training exercises progressive resistance and aerobic exercise, and proper nutrition from the point of view calorie, protein and vitamin D. The lifestyle associated with smoking, physical inactivity and alcohol are triggers loss of muscle mass and function.

Keywords: Sarcopenia; Older; Body composition; Muscle strength.

INTRODUÇÃO

O comprometimento da função muscular esquelética promovido pelo envelhecimento e por fatores desencadeantes como inatividade física, desnutrição e presença de algumas doenças com efeito catabólico é um importante problema de saúde pública e que pode ter consequências negativas, como incapacidade física e até a morte.⁽¹⁾ Apesar de somente recentemente sua primeira definição ter sido descrita, a sarcopenia é um dos temas bastante explorados na literatura científica mundial, não apenas em relação aos aspectos diagnósticos, mas também nos seus possíveis tratamentos.

HISTÓRICO E DEFINIÇÃO

A sarcopenia foi descrita inicialmente por Rosenberg (1989), como uma redução da massa muscular global, que ocorre ao longo do envelhecimento.⁽²⁾ Posteriormente, Richard Baumgartner em 1998, desenvolveu uma forma prática de mensurar a sarcopenia, a qual consistia em mensurar a massa muscular relativa ou índice de massa muscular.⁽³⁾ Para sua obtenção, a massa muscular esquelética avaliada pela absorciometria radiológica de dupla energia, foi dividida pela altura ao quadrado, de forma análoga ao cálculo do índice de massa corporal (IMC).

Os valores sugestivos de sarcopenia foram aqueles menores que dois desvios-padrão abaixo dos valores referentes a uma população específica para o sexo entre 18 e 40 anos.⁽³⁾ Em 2002, Ian Jan-

sen propôs uma classificação baseada na severidade, após avaliação pelo método de bioimpedância elétrica. A classe I era aquela em que o índice de massa muscular estava entre um e dois desvios-padrão referentes a uma população jovem, sendo que a classe II era quando esses valores foram inferiores a dois desvios-padrão.⁽⁴⁾

Atualmente, a definição de sarcopenia engloba além da redução de massa muscular, a redução de força e a piora do desempenho físico, como relatado no consenso publicado no ano de 2010 pelo Grupo Europeu de Trabalho com Pessoas Idosas.⁽⁵⁾ Este documento definiu que a redução apenas de massa muscular é considerado como pré-sarcopenia. Quando existe além de forma associada da redução de massa muscular, redução de força ou desempenho físico, considera-se como sarcopenia moderada, sendo que a sarcopenia severa ocorre quando há alteração nas três variáveis.⁽⁵⁾

FATORES CAUSAIS E CONSEQUÊNCIAS

A sarcopenia pode ter origem primária quando associada somente ao processo de envelhecimento e secundária quando está relacionada a outros fatores desencadeantes. Dentre estes, é possível citar a inatividade física que incluem situações de repouso prolongado, estilo de vida sedentário, descondicionamento ou condições de gravidade zero. Outro importante fator está ligado a nutrição, como ingestão inadequada de energia e proteína, presente em distúrbios gastrointestinais (mal absorção) ou uso de medicações que causam anorexia. Diversas doenças associadas a falência orgânica avançada, distúrbios inflamatórios e endócrinos também podem promover um efeito catabólico, com consequente maior degradação proteica.⁽⁵⁾ Dentre algumas doenças que podem estar associadas a sarcopenia encontram-se a maioria das doenças crônicas, incluindo a insuficiência renal crônica, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer, infecções e insuficiência cardíaca congestiva.⁽³⁾

O principal mecanismo que caracteriza o processo de perda de massa, força e desempenho físico é o estresse oxidativo, desencadeado por fatores endógenos e exógenos, culminando com redução da síntese proteica, aumento da degradação proteica, alteração da integridade neuromuscular e conteúdo de gordura no músculo.^(6,7) A população idosa é a mais susceptível a essas alterações de forma primária, ao longo dos anos, e está associada a consequências negativas, como fragilidade,⁽⁸⁾ aumento do número de quedas e fraturas,⁽⁹⁾ limitação para atividades de vida diária,⁽¹⁰⁾ maior risco de morte^(11,12) e até influenciar em desfechos negativos durante a hospitalização.⁽¹³⁾ Existe também uma associação entre a inatividade física e doenças cardiovasculares, diabetes, demência, depressão e câncer, a qual tem como mecanismo o desequilíbrio entre as substâncias pró-inflamatórias. Este desequilíbrio tem como causa a redução da produção das miocinas a partir da contração muscular, nas quais destaca-se a interleucina 6 (IL-6).⁽¹⁴⁾

EPIDEMIOLOGIA DA SARCOPENIA

Dados relatam que a prevalência de sarcopenia no mundo varia entre 3 a 30% em idosos comunitários,^(3,13,15-18) sendo que, em um estudo realizado no ano de 2012 com brasileiros acima de 60 anos, foi identificado que 36,1% dos participantes da pesquisa possuíam massa muscular reduzida.⁽¹⁹⁾ Ao longo dos anos existe uma maior tendência de ocorrência de sarcopenia, existindo relatos de uma frequência maior que 50% em idosos com mais de 80 anos.⁽³⁾ Essa variação nos valores de prevalência encontrados nos estudos referidos pode ser explicada pelas diferentes definições de sarcopenia utilizadas (somente massa muscular ou associada a outras variáveis como força e desempenho físico); pelos diferentes métodos diagnósticos para descrever a massa muscular reduzida (tomografia computadorizada, ressonância nuclear magnética, absorciometria radiológica de dupla energia, bioimpedância elétrica e antropometria), bem como aos

diferentes pontos de corte utilizados para o índice de massa muscular.

Dois outros estudos que utilizaram a classificação atual de sarcopenia, que engloba as variáveis de força e desempenho físico, relataram uma prevalência inferior a 8% em idosos comunitários no Reino Unido⁽²⁰⁾ e 15% em idosos brasileiros,⁽²¹⁾ os quais foram inferiores aos relatados inicialmente por Baumgartner *et al.*,⁽³⁾ mesmo nos indivíduos com mais de 80 anos. Em relação ao gênero, estes dois recentes estudos^(20,21) que utilizaram a classificação atual e o de Baumgartner *et al.*,⁽³⁾ descreveram uma maior frequência no gênero feminino. Não existem estudos descrevendo a frequência de sarcopenia nas diferentes doenças, já que a maioria dos estudos sobre prevalência de sarcopenia, analisaram a população de idosos comunitários. Entretanto, alguns autores relataram uma forte associação de sarcopenia com doença cardiovascular, função renal alterada e uso de medicações em um estudo envolvendo a população coreana. (OR= 1,77; IC 95%=1,08-2,91 e um valor de $p= 0.025$).⁽²²⁾ Outro estudo realizado com 234 pacientes com câncer colorrectal. Identificaram que os pacientes que tinham sarcopenia tiveram um maior risco de desenvolver infecção nosocomial (OR= 4,6; IC 95%=1,5-13,9 e um valor de $p < 0.01$) e de necessidade de cuidado de reabilitação (OR= 3,1; IC 95%=1,04-9,4 e um valor de $p < 0.004$).⁽²³⁾

INSTRUMENTOS DIAGNÓSTICOS

As três variáveis que compõem o diagnóstico de sarcopenia segundo o Grupo Europeu de Trabalho com Pessoas Idosas⁽⁵⁾ são massa muscular esquelética, força muscular e desempenho físico. Abaixo segue algumas considerações sobre estes instrumentos:

a) Massa muscular esquelética

Dentre os métodos diagnósticos para avaliação da massa muscular esquelética estão a ressonância magnética, a tomografia computadorizada, a ab-

sorciometria radiológica de dupla energia, a bioimpedância elétrica e a antropometria.⁽⁵⁾

A ressonância magnética e a tomografia computadorizada são os métodos mais acurados para avaliação da massa muscular esquelética, além de ter a vantagem de determinar a qualidade muscular, a massa de gordura e o gordura infiltrada no músculo. Dentre os mais comumente utilizados estão a absorciometria radiológica de dupla energia e a bioimpedância elétrica, devido ao menor custo em relação aos anteriores. A absorciometria estima a massa magra, a gordura e a massa óssea, entretanto não determina a qualidade muscular, devido a capacidade reduzida para diferenciação da massa magra livre, entre a água e a massa óssea, tendo um erro estimado de 5 a 6% em relação a tomografia computadorizada. Em pacientes com excesso de água extra-celular, a absorciometria pode superestimar a massa muscular esquelética. Já a bioimpedância tem como facilidade a portabilidade e como limitações a não determinação da qualidade muscular e a menor acurácia, além de existir não ser efetiva em pacientes com hidratação excessiva.⁽²⁴⁾

A antropometria é o método mais simples e barato, porém apresenta uma acurácia inferior em relação aos demais. Entretanto, Robert Lee e colaboradores em 2000, desenvolveram equações preditivas para a massa muscular a partir de medidas antropométricas e identificaram uma alta correlação com a ressonância magnética, considerada o padrão-ouro para estimar a massa muscular esquelética.⁽²⁵⁾ Outro estudo mais recente, também identificou uma alta correlação entre esta equação preditiva, baseada em medidas antropométricas, e a absorciometria radiológica de dupla energia.⁽¹⁹⁾

A massa muscular também pode ser obtida a partir dos valores de creatinina obtida pela excreção urinária, já que ela é originada quase que exclusivamente pelo músculo. Como dificuldade para realização desse método estão a necessidade de manter uma dieta livre de carne por vários dias e uma coleta prolongada da urina.⁽²⁴⁾ Outra forma de mensurar a massa muscular é através da quantidade

total ou parcial do potássio por tecidos moles livres de gordura. Isso porque o músculo esquelético contém mais de 50% do potássio corporal total. Apesar de ser considerado uma mensuração segura e de custo não elevado em relação a outras formas, é pouco usado na prática.^(5,26)

b) Força muscular e desempenho físico

Para o diagnóstico de sarcopenia em idosos, além da mensuração da massa muscular, são necessários a mensuração da força muscular e do desempenho físico. Para o primeiro, o mais utilizado é a força de preensão manual que é obtida através da dinamometria manual. Dentre alguns dinamômetros usados é possível citar o Saehan, o qual apresenta correlação elevada com o Jamar, considerado padrão-ouro.⁽²⁷⁾ Os valores de referência para sexo e idade na identificação de fraqueza muscular são

valores inferiores a 20 kilogramas (kg) nas mulheres e inferiores a 30 kg nos homens.⁽²⁸⁾

Já o desempenho físico pode ser mensurado através do teste de velocidade de marcha de seis metros, devido sua fácil realização e sua importante característica de preditor de quedas. Para sua realização o idoso deverá percorrer uma distância de dez metros num ambiente plano e reto, na maior velocidade possível, sendo mensurado o tempo gasto durante os seis metros intermediários. Os dois metros iniciais e os dois finais equivalem a aceleração e desaceleração, respectivamente, não sendo quantificados o tempo. O ponto de corte indicativo de desempenho físico ruim foi uma velocidade inferior a 0,8 metros / segundo.⁽²⁹⁾ O Grupo Europeu de Trabalho com Pessoas Idosas⁽⁵⁾ desenvolveu um algoritmo para rastrear os pacientes com sarcopenia, através das variáveis massa muscular, força muscular e desempenho físico.

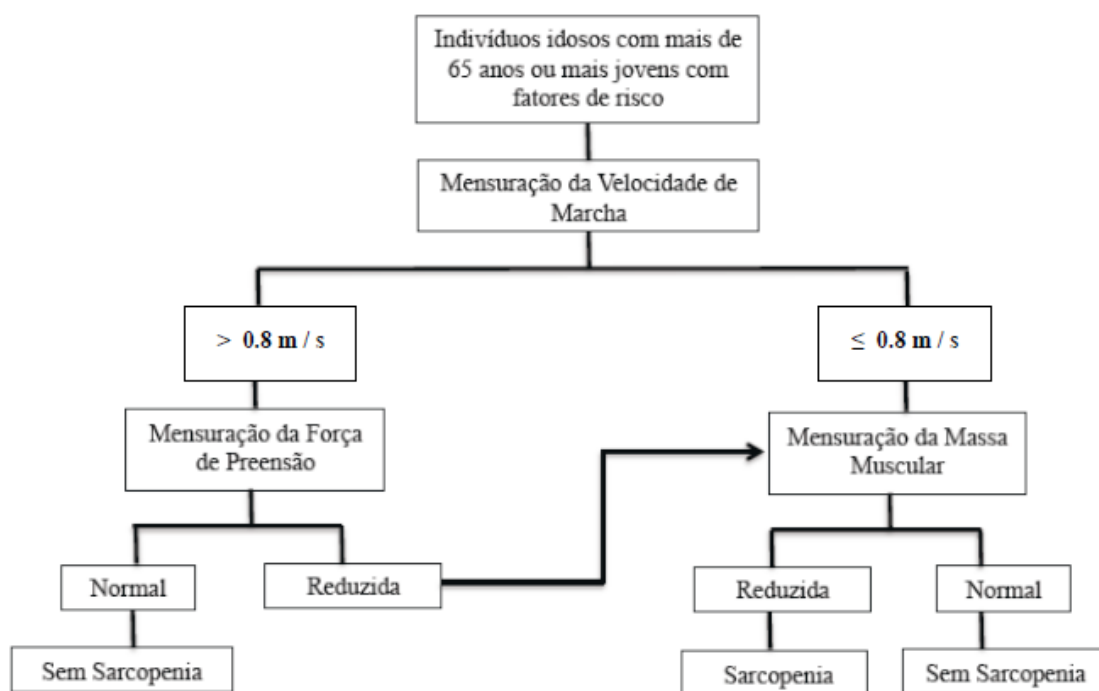


Figura 1. Algoritmo sugerido pelo Grupo Europeu de Trabalho com Pessoas Idosas.⁽⁵⁾

Outro teste que pode ser utilizado para mensuração do desempenho físico é o Time Up and Go, que consiste no idoso sair da posição sentada em uma cadeira, levantar-se, andar três metros e retornar a postura sentada na cadeira.⁽³⁰⁾ Entretanto não

existem estudos que avaliaram esse teste de forma numérica, com a quantificação do tempo gasto, mas sim com a quantificação categórica até cinco pontos, de acordo com o desempenho visualizado pelo avaliador.

TRATAMENTO

Dentre as formas de tratamento para sarcopenia estão exercício físico, nutrição e reposição hormonal, as quais estão descritas abaixo:

a) Exercício

A inatividade física é um importante fator relacionado ao desequilíbrio entre a síntese e a degradação proteica, principalmente na população idosa. A prática de exercícios físicos é uma das formas para amenizar os efeitos catabólicos da inatividade e a consequente sarcopenia. Dentre os diferentes tipos de exercício, o treino de força promove um grande efeito sobre o aumento da massa e força muscular. Doze semanas de treino de força realizado três vezes por semana resultaram em aumento da força e hipertrofia muscular,⁽³¹⁾ entretanto alguns estudos também demonstraram melhora na força de maneira similar com uma série por semana.⁽³²⁾

O treinamento de força de forma progressiva é o mais comumente utilizado nos idosos. Este consiste no indivíduo realizar exercícios com aumento da resistência até a maior possível e está associada a aumento da massa muscular, da função física e da massa magra corporal.^(33,34) O Colégio Americano de Medicina do Esporte e a Associação Americana do Coração recomendam a realização de 8 a 10 exercícios para os maiores grupos musculares, no mínimo duas vezes não consecutivos por semana, com uma resistência que o indivíduo possa realizar entre 10 e 15 repetições.^(7,35)

Apesar de não contribuir para hipertrofia como os exercícios de força, os exercícios aeróbicos podem aumentar a área transversal das fibras musculares, o volume mitocondrial e a atividade enzimática, promovendo melhora da frequência de declínio na massa muscular e força ao longo dos anos. Outro aspecto positivo dessa modalidade é a redução da gordura intramuscular com consequente melhora da funcionalidade muscular⁽³³⁾ e a redução da perda de unidades motoras ao longo dos anos.⁽³⁶⁾ Uma das justificativas para os efeitos

anabólicos do exercício aeróbico também está relacionada a melhora da oferta de nutrientes para o músculo.⁽³⁷⁾

Dois recentes estudos demonstraram benefícios da atividade física na sarcopenia em idosos. Um demonstrou que os idosos que praticam atividade física tem uma menor chance de desenvolver sarcopenia.⁽³⁸⁾ O outro demonstrou melhora do desempenho físico após idosos sarcopênicos serem submetidos a um programa de exercícios físicos por seis meses.⁽³⁹⁾

b) Nutrição

Os idosos praticantes de exercícios físicos tendem a ter uma resposta do anabolismo celular inferior aos indivíduos mais jovens.⁽⁴⁰⁾ Por isso, idosos podem ter maior susceptibilidade a lesões nas miofibrilas induzidas por carga, atenuada capacidade de regeneração e limitada plasticidade das miofibrilas em resposta ao treino de força.⁽⁴¹⁾

Uma nutrição adequada pode promover anabolismo e minimizar as alterações acima citadas em idosos praticantes de exercícios de força.⁽⁷⁾

c) Hormônios

A reposição de testosterona em idosos parece aumentar modestamente a massa muscular e a força nos membros superiores, existindo uma relação dose-efeito, sendo que altas doses aceleraram a ocorrência de câncer de próstata.⁽⁴²⁾

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sarcopenia é um problema que acomete os indivíduos ao longo do envelhecimento e que vem sofrendo algumas mudanças conceituais ao longo do tempo. Atualmente para o diagnóstico de sarcopenia é necessário a mensuração das variáveis massa e força muscular esquelética, além do desempenho físico. Os dados referentes a frequência da sarcopenia ainda são bastante divergentes, de-

vido aos diferentes instrumentos diagnósticos utilizados para mensurar a massa muscular, além dos diferentes pontos de corte utilizados.

Para o tratamento da sarcopenia em idosos a principal estratégia é o treino de força progressivo, sendo que o exercício aeróbico também apresenta efeitos positivos sobre a redução da perda muscular ao longo dos anos, bem como a redução da perda das unidades motoras. A nutrição adequada com um quantidade adequada de calorias, proteínas e vitamina D também tem influência sobre a função muscular.

Como perspectivas futuras, existe a necessidade da avaliação das frequências de sarcopenia baseada na definição atual em idosos não somente comunitários, como também em idosos hospitalizados. Outro aspecto que deve ser desenvolvido no futuro é a avaliação da acurácia dos instrumentos de força e desempenho físico para prever redução de massa muscular esquelética, já que esses talvez sejam as variáveis de maior relevância para o diagnóstico de sarcopenia.

REFERÊNCIAS

1. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front. Physiol.* 2012;3(260):1-18.
2. Rosenberg I. Summary comments. *Am J Clin Nutr.* 1989;50(5):1231-1233.
3. Baumgartner RN, Kathleen KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998;147(8):755-63.
4. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Soc Geriatr.* 2002;50(5):889-896.
5. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010;39(4):412-23.
6. Sin-Jin M, Long-Jiang Y. Oxidative Stress, Molecular Inflammation and Sarcopenia. *Int J Mol Sci.* 2010;11(4):1509-26.
7. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Lifestyle and Sarcopenia - Etiology, Prevention, and Treatment. *RMMJ.* 2012;3(4):1-12.
8. Cawthon PM, Marshall LM, Michael Y, Dam T, Ensrud KE, Barret-Connor E et al. Frailty in older men: prevalence, progression, and relationship with mortality. *J Am Soc Geriatr.* 2007;55(8):1216-23.
9. Di Monaco M, Vallero F, Di Monaco R, Tappero R. Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52(1):71-4.
10. Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, Rosenberg IH e Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol.* 2004;159(4):413-21.
11. Gale CR, Martyn CN, Cooper C, Sayer AA. Grip strength, body composition, and mortality. *Int J Epidemiol.* 2007;36(1):228-35.
12. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB et al. Strength, But Not Muscle Mass, Is Associated With Mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(1):72-77.
13. Masanes F, Culla A, Navarro-Gonzalez M, Navarro-Lopes M, Sacanella E, Torres B et al. Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an urban area of Barcelona (Spain). *J Nutr Health Aging.* 2012;16(2):184-7.
14. Pedersen BK. The disease of physical inactivity and role of myokines in muscle - fat cross talk. *J Physiol.* 2009;587(23):5559-5568.
15. Castillo EM, Goodman-Gruen D, Kritz-Silverstein D, Morton DJ, Wingard DL e Barrett-Connor E. Sarcopenia in elderly men and women: the Rancho Bernardo study. *Am J Prev Med.* 2003;25(3):226-31.

16. Chien MY, Huang TY, Wu YT. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Soc Geriatr.* 2008;56(9):1710-5.
17. Melton LJ, Khosla S, Crowson CS, O'Connor MK, O'Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of sarcopenia. *J Am Soc Geriatr.* 2000;48(6):625-30.
18. Tichet J, Vol S, Goxe D, Salle A, Berrut G, Ritz P. Prevalence of sarcopenia in the French senior population. *J Nutr Health Aging.* 2008;12(3):202-6.
19. Rech CR, Dellagrana RA, Marucci MFN, Petroski EL. Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.* 2012;14(1):23-31.
20. Patel HP, Syddall HE, Jameson K, Robinson S, Denison H, Roberts HC et al. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older people in the UK using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition: findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). *Age Ageing.* 2013;42(3):378-84.
21. Alexandre TS, Duarte YAO, Santos JLF, Wong R, Lebrão MR. Prevalence and associated factors of sarcopenia among elderly in Brazil: Findings from the study SABE. *J Nutr Health Aging.* 2014;18(3):284-90.
22. Chin SO, Rhee SY, Chon S, Hwang Y, Jeong I, Oh S et al. Sarcopenia is independently associated with cardiovascular disease in older Korean adults: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) from 2009. *PLoS One.* 2013;8(3):1-6.
23. Lieffers JR, Bathe OF, Fassbender K, Winget M, Baracos VE. Sarcopenia is associated with postoperative infection and delayed recovery from colorectal cancer surgery. *Br J Cancer.* 2012;107(6):931-936.
24. Thomas DR. Sarcopenia. *Clin Geriatr Med.* 2010;26(2):331-346.
25. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):796-803.
26. Wielopolski L, Ramirez LM, Gallagher D, Heymsfield SB, Wang ZM. Measuring partial body potassium in the arm versus total body potassium. *J Appl Physiol.* 2006;101(3):945-949.
27. Reis MM, Arantes PMM. Medida da força de preensão manual - validade e confiabilidade do dinamômetro Saehan. *Fisioter pesqui.* 2011;18(2):176-181.
28. Lauretani, F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Iorio A et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility : an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95(5):1851-1860.
29. Abellam KG, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging.* 2009;13(10):881-9.
30. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67(6):387-9.
31. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol.* 1988;64(3):1038-44.
32. Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, Marcus R. Once weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Soc Geriatr.* 1999;47(10):1208-14.
33. Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging.* 2010;5:217-28.
34. Mangione KK, Miller AH, Naughton IV. Cochrane Review: Improving Physical Function and Performance With Progressive Resistance Strength Training in Older Adults. *Phys Ther.* 2010;90(12):1711-5.
35. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1435-45.

36. Power GA, Dalton BH, Behm DG, Doherty TJ, Vandervoort AA, Rice CL. Motor unit survival in life-long runners is muscle-dependent. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(7):1235-1242.
37. Timmerman KL, Dhanani S, Glynn EL, Fry CS, Drummond MJ, Jennings K et al. A moderate acute increase in physical activity enhances nutritive flow and the muscle protein anabolic response to mixed nutrient intake in older adults. *Am J Clin Nutr.* 2012;95(6):1403-12.
38. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K et al. Exercise habits during middle age are associated with lower prevalence of sarcopenia: the ROAD study. *Osteoporosis Int.* 2014;25(3):1081-1088.
39. Liu CK, Leng X, Hsu FC, Kritchevsky SB, Ding J, Earnest CP et al. The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: the lifestyle interventions and Independence for elderly pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging.* 2014;18(1):59-64.
40. Kim JS, Wilson JM, Lee SR. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. *J Nutr Biochem.* 2010;21(1):1-13.
41. Peterson MD, Gordon PM. Resistance exercise for the aging adult: clinical implications and prescription guidelines. *Am J Med.* 2011;124(3):194-8.
42. Ferrando AA, Sheffield-Moore M, Yeckel CW, Gilkison C, Jiang J, Achacosa A et al. Testosterone administration to older men improves muscle function: molecular and physiological mechanisms. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;282(3):618-25.