

Comparação do índice de massa muscular e força muscular de joelho em idosos através da dinamometria isocinética e teste senta e levanta em 30 segundos

Comparison of muscle mass index and muscle strength of knee in elderly through the isokinetic dynamometer and sit to stand test in 30 seconds

Daniela Virote Kassick Müller¹

Graziela Morgana Silva Tavares²

Maria Gabriela Valle Gottlieb³

Endereço para Correspondência:

Daniela Virote Kassick Müller
BR 472 - Km 595 - Caixa Postal 118 - Uruguaiana - RS.
97501-970 - Uruguaiana, RS [Brasil]
danivkm@gmail.com

Resumo

Objetivo: comparar o índice de massa muscular e força muscular de flexores e extensores de joelho entre mulheres e homens idosos. **Métodos:** estudo descritivo, transversal e comparativo com 105 idosos (37 homens e 68 mulheres). A avaliação constou de variáveis antropométricas, mensuração de força muscular dos flexores e extensores de joelho por dinamometria isocinética e teste senta e levanta 30 segundos (TSL30). Os dados foram analisados pelo teste t para amostras independentes com nível de significância de 95% ($p < 0,05$). **Resultados:** foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas no índice de massa muscular, pico de torque, percentual de fadiga, trabalho e potência dos flexores e extensores dos joelhos nas velocidades de 60 e 180°/seg. **Conclusão:** homens idosos, mesmo apresentando maior diminuição de massa muscular quando comparados às mulheres da mesma faixa etária, apresentam a força, potência e resistência à fadiga com maiores níveis quando avaliados pela dinamometria isocinética. Entretanto, quando a força é analisada através de uma atividade funcional, como o TSL30, observou-se que, independente do sexo, idosos apresentam valores semelhantes.

Descritores: Idosos; Força Muscular; Dinamômetro de Força Muscular; Joelho.

Abstract

Aims: compare the muscle mass index and muscle strength of flexors and knee extensors among elderly women and men. **Methods:** descriptive, cross-sectional and comparative study with 105 elderly (37 men and 68 women). The evaluation consisted of anthropometric variables, measurement of muscle strength of the flexors and knee extensors by isokinetic dynamometry and sit and stand test in 30 seconds (TSL30). The data were analyzed by t test for independent samples with significance level was 95% ($p < 0.05$). **Results:** were found statistically significant differences in muscle mass index, peak torque, fatigue percentage, work and power of the flexor and extensor muscles of the knees at speeds of 60 and 180°/sec. **Conclusions:** elderly men, even with greater decrease in muscle mass compared to women of the same age, preserve the strength, power and fatigue resistance with higher levels when assessed by isokinetic dynamometer. However, when the force is analyzed by a functional activity, such as TSL30, it was observed that, regardless of sex, elderly showed similar values.

Keywords: Elderly; Muscle Strength; Muscle Strength Dynamometer; Knee.

1 Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Pampa - Unipampa. Uruguaiana, RS - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1800-3966>

2 Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS. Porto Alegre, RS - Brasil.
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1499-7705>

3 Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS. Porto Alegre, RS - Brasil.
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7694-0336>

Introdução

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o número de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos vem crescendo, no ano de 2000 haviam cerca de 14,2 milhões, e em 2010, alcançou 19,6 milhões. Estima-se que em 2030 a população de idosos deverá atingir 41,5 milhões¹.

Todavia, o aumento do número de idosos traz consigo preocupações referentes à qualidade de vida e de saúde destas pessoas², visto que o processo de envelhecimento vem acompanhado de inúmeras alterações fisiológicas, biológicas³, bioquímicas, funcionais, musculoesqueléticas^{4,5}, dentre outras, que podem fazer com que estes indivíduos se tornem cada vez mais vulneráveis e frágeis⁶.

Dentre as alterações provocadas pelo envelhecimento as do sistema musculoesquelético estão entre as mais frequentes. Um dos achados mais característicos nesta situação é a diminuição da força muscular e atividade motora, o que pode contribuir negativamente para a redução de um estilo de vida independente e autônomo⁷.

Estudos tem relacionado a perda de força muscular com a diminuição da velocidade da marcha, diminuição da mobilidade e funcionalidade⁸⁻¹⁰ o que pode provocar um aumento no número de quedas e, conseqüentemente, maior incidência de morbidade e mortalidade nesta população⁶. Contudo até a presente data não foram evidenciados estudos que tivessem realizado esse tipo de análise na população da fronteira oeste rio grandense, bem como os estudos encontrados apresentavam uma amostra pequena^{8,11}.

Diante disso, profissionais de saúde devem cada vez mais cedo detectar as alterações musculoesqueléticas que o idoso possui a fim de prevenir as conseqüências destas. Para tanto, existem diferentes métodos de avaliação da força muscular. Alguns envolvem testes simples; porém, padronizados, enquanto outras necessitam de equipamentos mais onerosos para serem

realizadas. Uma medida simples que pode ser adotada na prática clínica para verificar a força muscular de membros inferiores de idosos seria o teste de senta e levanta em 30 segundos (TSL30)¹². Este tem a vantagem de ser um teste de fácil aplicação¹³ e, principalmente, baixo custo. No entanto, existem técnicas como a avaliação de força através do dinamômetro isocinético que possui maior precisão, mas, em compensação, necessita de um profissional qualificado para sua realização, além de possuir um custo muito maior¹⁴.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo comparar o índice de massa muscular e a força muscular através do TSL30 e da dinamometria isocinética de flexores e extensores do joelho entre mulheres e homens idosos.

Método

O presente estudo caracteriza-se como do tipo descritivo, transversal e comparativo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em seres humanos da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) sob os pareceres de nº 312.127 e 930.945/15, seguindo as orientações e diretrizes da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Participaram da pesquisa idosos comunitários do município de Uruguaiana, RS, recrutados a partir das Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município.

Os critérios de inclusão da pesquisa foram: idade \geq 60 anos, de ambos os sexos, com independência funcional para marcha, com ou sem uso de dispositivos auxiliares. Não foram incluídos idosos com algum nível de amputação em membro inferior ou pressão arterial sistólica acima de 160mmHg e diastólica acima de 100mmHg antes de ser iniciada a aquisição dos dados¹⁵.

A coleta de dados foi realizada entre julho de 2013 a julho de 2015 no laboratório de avaliação da Universidade Federal do Pampa - (Unipampa) - Campus Uruguaiana, e compreendeu as seguintes etapas:

1ª Etapa

A partir de agendamento prévio com os idosos, os mesmos compareceram em dias e horários predeterminados no laboratório de avaliação da Unipampa. Inicialmente foi mensurada a pressão arterial (PA) para avaliar se a mesma estava dentro dos limites da normalidade seguindo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia¹⁵. Após foram adquiridas medidas antropométricas, tais como: massa, estatura, circunferências (braquial, coxa e panturrilha) e dobras cutâneas (tríceps braquial, coxa e panturrilha), após a obtenção destes, calculou-se o índice de massa corporal (IMC) e o índice de massa muscular (IMM). O IMM foi adotado para verificar a possível diminuição da massa muscular¹⁶, onde:

$$\text{IMM} = \text{altura}^2 \times 0.00744 \times \text{circunferência braquial}^2 + 0.00088 \times \text{circunferência de coxa}^2 + 0.00441 \times \text{circunferência de panturrilha}^2 + 2.4 \times \text{sexo} - 0.048 \times \text{idade} + \text{raça} + 7.8$$

Sexo = masculino 1; feminino 0.

Raça = -2.0 Asiáticos; 1.1 Negros; 0 Caucasianos.

Além disso, para correção do tecido adiposo foi empregada a seguinte fórmula:

$C_m = C_{limb} \pi S$ ¹⁶, onde C_m é a circunferência de membro incluindo osso, C_{limb} é a circunferência do membro que será corrigida pelo tecido adiposo subcutâneo (S) mensurado pelo adipômetro.

Os pontos de corte adotados no estudo para rastreamento da diminuição da massa muscular foram: IMM $\leq 6,75 \text{ kg/m}^2$ para mulheres e IMM de $\leq 10,75 \text{ Kg/m}^2$ para homens^{16,17}.

Em sequência, foi realizado o TSL30¹². O idoso foi instruído a iniciar o teste na posição sentada, com os braços cruzados sobre o peito e, ao comando verbal do avaliador (“já”), o mesmo deveria sentar-se e levantar-se, o mais rápido possível, sem qualquer pausa, durante 30 segundos. O examinador ficou ao lado do paciente

contando o número de vezes que o idoso conseguiu realizar o teste neste período. Antes da execução do teste o examinador realizou a demonstração do mesmo ao idoso.

2ª Etapa

Foi realizado a avaliação da força isocinética dos grupos musculares de flexores e extensores da articulação dos joelhos. Esta mensuração foi obtida através do dinamômetro isocinético Biodex System 4Pro[®]. Foram adquiridos dados sobre pico de torque, potência, trabalho e percentual de fadiga muscular dos flexores e extensores de joelhos. Para tal os sujeitos executaram para cada membro três séries de exercícios: a primeira série foi executada para que o mesmo pudesse aprender o gesto motor e o funcionamento do equipamento (*trial*), a segunda teve o objetivo de avaliar a força máxima (pico de torque), a potência e o trabalho total para o membro analisado e a terceira analisou o pico de torque, a potência, o trabalho total e o percentual de fadiga para a musculatura estudada.

Cada série utilizou contrações concêntricas, velocidades angulares constantes e predefinidas, a primeira (*trial*) e a segunda de 60°/s (5 repetições) e a terceira de 180°/s (10 repetições) para o joelho. Antes de iniciar uma nova série o idoso teve um intervalo de 90 segundos para que pudesse se recuperar do exercício. No presente estudo foi realizada a padronização metodológica de iniciar as coletas pelo membro inferior direito e, posteriormente, no esquerdo.

Análise dos dados

Os dados foram tabulados e analisados no Programa SPSS[®] versão 17.0. Os participantes foram divididos em dois grupos segundo o sexo, masculino e feminino, a fim de comparação dos resultados. Para a análise das variáveis quantitativas utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes e a estatística descritiva de média e desvio padrão. Nos testes foi adotado o nível de significância de ($p < 0,05$).



Resultados

Foram avaliados 105 idosos, destes 37 eram do sexo masculino e 68 do feminino. A média de idade dos homens foi de 70,00 \pm 6,15 anos e das mulheres de 69,76 \pm 6,30 anos, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,853$). Na tabela 1 estão dispostas as variáveis antropométricas dos grupos.

Tabela 1: Característica antropométricas dos grupos

	Massa (Kg)	Altura (m)	IMC (Kg/m ²)	IMM (Kg/m ²)
Média (DP)				
Homens (n=37)	74,48 \pm 11,85	1,66 \pm 0,06	26,79 \pm 3,84	9,61 \pm 1,28
Mulheres (n=68)	66,80 \pm 13,82	1,53 \pm 0,06	28,19 \pm 5,32	8,86 \pm 1,26
P	0,005	0,001	0,122	0,005

Dados expressos como média e desvio padrão \pm DP; Kg= quilos, m=metros, Kg/m²= quilos por metro quadrado. Teste t para amostras independentes ($p<0,05$).

Fonte: Banco de dados dos autores.

Já em relação ao teste senta e levanta em 30 segundos (TSL30) não foi verificada diferença estatística significativa ($p=0,062$) entre os sexos, sendo que o sexo feminino realizou em média (9,11 \pm 2,29) repetições e o masculino (10,09 \pm 2,92) repetições, mostrando que os grupos apresentam valores semelhantes ao terem sua força muscular avaliada funcionalmente. As tabelas 2 e 3 evidenciam os resultados referentes à comparação entre os grupos na avaliação da força isocinética da musculatura flexora e extensora do joelho, mostrando os valores de pico de torque, potência, trabalho total e percentual de fadiga nas velocidades angulares de 60 e 180°/seg.

Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram-se estatisticamente significativos ao comparar homens e mulheres idosos em praticamente todas as variáveis avaliadas pela força muscular isocinética, tanto na velocidade de

60°/seg quanto em 180°/seg (pico de torque, potência e trabalho total). Entretanto, a avaliação de força através do TSL30 não apresentou diferença significativa.

Estudos demonstram que a força muscular atinge seu pico por volta dos 30 anos de idade, mantendo-se constante até por volta dos 50 anos em ambos os sexos. No entanto, com o envelhecimento, a literatura descreve que ocorre

uma diminuição natural e gradual da massa muscular e, conseqüentemente, da força muscular, em cerca de 20% a 40% na população acima de 70 anos^{11,18, 19}, sendo que esta diminuição de força decorrente da perda de massa muscular ocorre principalmente nos membros inferiores^{20,21}, o que pode levar a um maior desequilíbrio corporal e, com isso, uma maior propensão a quedas. Associada

à diminuição de massa e força muscular, normalmente ocorre redução de massa óssea, o que, no caso de uma queda, pode levar a ocorrência de uma fratura e suas conseqüências^{22,23}.

Idosos do sexo masculino tendem a apresentar maior força muscular do que as mulheres na mesma faixa etária. Este mecanismo pode ser explicado pelas diferenças entre a composição e o tamanho corporal existente entre ambos, as quais são mantidas mesmo ao envelhecer⁷. Janssen *et al*²⁴ identificaram que os homens possuem maior quantidade de tecido músculo esquelético do que as mulheres em termos absolutos e relativos, visualizando esta diferença através da ressonância nuclear magnética (RNM).

Apesar de no envelhecimento haver uma redução da força muscular em ambos os sexos⁴, no presente estudo constatou-se que, mesmo os idosos do sexo masculino tendo apresentado níveis maiores de força muscular isocinética de flexores e extensores de joelho quando comparados às mulheres, estes também apresentaram

Tabela 2: Comparação entre os grupos no movimento realizado na articulação do joelho na velocidade de 60°/seg

Variável		Extensão MID	Extensão MIE	Flexão MID	Flexão MIE
		Média (DP)			
Pico de torque (Nm)	Homens	94,35± 43,24	93,32±44,30	45,36± 20,98	45,44± 25,50
	Mulheres	61,37±29,49	61,28±28,66	30,22 ±15,14	30,19±17,36
	p	0,001*	0,001*	0,001*	0,002*
Potência (W)	Homens	50,04±27,24	49,11±25,22	23,70±16,09	25,63±16,92
	Mulheres	32,33±17,96	30,36±17,36	14,93±10,52	16,24±12,68
	p	0,001*	0,001*	0,001*	0,002*
Trabalho Total (J)	Homens	383,30±220,36	361,45±190,10	187,65±121,25	195,13±146,22
	Mulheres	242,07±132,54	246,59±134,96	120,79±84,17	121,78±95,27
	p	0,001*	0,002*	0,005*	0,008*

MID: membro inferior direito. MIE: membro inferior esquerdo. DP: desvio padrão. *Teste t para amostras independentes ($p < 0,05$).

Fonte: Banco de dados dos autores.

Tabela 3: Comparação entre os grupos no movimento de flexão e extensão realizados na articulação do joelho na velocidade de 180°/seg

Variável		Extensão MID	Extensão MIE	Flexão MID	Flexão MIE
		Média (DP)			
Pico de torque (Nm)	Homens	66,87± 25,68	65,29±25,89	38,45±17,67	40,18±17,19
	Mulheres	44,84±17,79	43,32±17,44	26,29±11,01	26,33±11,10
	p	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Potência (W)	Homens	96,63±52,62	92,73±50,27	48,18±34,38	52,41±35,97
	Mulheres	61,05±29,15	57,64±29,60	25,53±19,78	27,69±21,29
	p	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Trabalho Total (J)	Homens	590,52±317,29	375,39±176,08	295,89±208,94	181,73±137,10
	Mulheres	474,63±699,51	573,28±319,47	174,05±137,22	313,09±218,98
	p	0,247	0,001*	0,003*	0,002*
Percentual de fadiga (%)	Homens	-1,59±143,13	-2,56±118,83	-26,34±137,64	-38,03±108,09
	Mulheres	-23,88±81,57	-13,67±48,71	-21,12±76,49	-39,53±118,99
	p	0,311	0,502	0,804	0,949

MID: membro inferior direito. MIE: membro inferior esquerdo. DP: desvio padrão. Teste t para amostras independentes ($p < 0,05$).

Fonte: Banco de dados dos autores.

menor percentual de massa magra que as mulheres pelo resultado do IMM, demonstrando o diagnóstico de sarcopenia, como ocorrido no estudo de Janssen *et al*²⁴. Ao considerar-se que a cada década perde-se em torno de 8 a 15% desta massa a partir dos 50 anos de idade¹⁸, principalmente nos membros inferiores, deve-se inferir que os idosos do sexo masculino estão mais propensos à perda da capacidade funcional confor-

me envelhecem²⁵. Contudo, não se pode afirmar que estes homens idosos perderam massa muscular durante o processo de envelhecimento, pois o estudo não teve acompanhamento destes ao logo dos anos.

A prevalência da sarcopenia é de aproximadamente 25% em indivíduos com 65 anos ou mais, e aumenta para 31.0% a 52.9% naqueles acima de 80 anos²⁶. O sexo parece afetar de for-

ma importante a sarcopenia, pois os homens experimentam o dobro de perda de massa muscular quando comparados às mulheres²⁷. Este dado corrobora com os achados do presente estudo, no qual dos 105 idosos avaliados obteve-se um total de 31 com diagnóstico de sarcopenia, sendo que destes 29 eram homens.

Um dos fatores que parece estar associado à manutenção da massa muscular assim como da massa óssea são os hormônios gonadais, tanto o estrogênio quanto os androgênios²⁸. No entanto, não é claro o mecanismo exato destes hormônios, principalmente o estrogênio, no desenvolvimento da sarcopenia; sugere-se inclusive que esse poderia ter um efeito anabólico sobre o músculo, mas considera-se que ao ser convertido em testosterona ele assume um papel de controle nas citocinas pro-inflamatórias, indiretamente favorecendo a manutenção da massa muscular. Sendo assim, mulheres em fase pós-menopáusia ou homens na andropausa tendem a agravar a perda de massa muscular e, com isso, diminuem mais ainda a força da musculatura²⁹.

Entretanto, o presente estudo demonstrou uma relação de apenas duas mulheres com índices de massa muscular abaixo do esperado, num total de 66; enquanto que, para os homens, dos 37 avaliados, 29 apresentaram o IMM com valores correspondentes à sarcopenia. Talvez a maior ocorrência da sarcopenia entre os homens tenha se dado uma vez que a avaliação antropométrica em idosos não é considerada como o melhor instrumento de análise da massa muscular. Apesar de vários estudos terem sido conduzidos com a avaliação antropométrica^{5,8,16}, as técnicas de imagem como a tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética nuclear²⁴ ou até a dupla energia de absorção de raios-X (DXA)³⁰, podem ser considerado mais fidedignos para realização do diagnóstico da sarcopenia. Todavia, a não realização de exames usando técnicas de imagem, como (TC) ou (DXA) para melhor diagnosticar a sarcopenia foi um fator limitante do presente estudo.

No entanto, diversos estudos conforme citado por Garcia *et al*⁸ demonstram que não ne-

cessariamente a redução de massa muscular é concomitante à diminuição de força, podendo esta última ser muito maior. Com isso, mesmo as mulheres tendo apresentado níveis dentro da normalidade do IMM obtiveram resultados inferiores através da dinamometria isocinética neste estudo.

Apesar da diminuição de força muscular ser um processo natural com o passar dos anos ela pode comprometer a independência funcional dos idosos através de alterações na marcha e no equilíbrio corporal. Com a diminuição da força e da potência do músculo, e da sua capacidade de resistir à fadiga, o idoso tende a perder autonomia, o que repercute de forma negativa no seu bem-estar e qualidade de vida²¹. Os músculos extensores e flexores do joelho desempenham um papel determinante na estabilidade corporal e na locomoção. O seu uso na marcha, na subida e descida de degraus, superfícies inclinadas e no movimento de levantar-se de uma cadeira tem sido bem documentado em diferentes estudos¹¹.

A avaliação da força muscular em idosos é de extrema importância e deve servir como rastreamento na rotina clínica para mensurar a habilidade muscular em atividades funcionais, como subir degraus ou levantar-se de uma cadeira⁸. A avaliação de força muscular dos membros inferiores também pode ser conseguida através de testes funcionais simples, como no caso do TSL30. Dessa forma, o TSL30 auxilia não só na verificação da força muscular de membros inferiores como na funcionalidade dos idosos. No entanto os resultados do presente estudo não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p=0,062$). Este fato pode predizer que a avaliação isocinética pode apresentar maior sensibilidade neste tipo de avaliação quando comparada como os testes funcionais simples. Tal diminuição de força muscular no envelhecimento pode estar associada à diminuição de massa muscular como no caso da sarcopenia. Esta redução de massa muscular ocorre pelo mecanismo de substituição da massa muscular por gordura subcutânea intramuscular^{7,18}. Essa é

derivada principalmente pela redução do número das fibras musculares, embora também esteja envolvida a outros fatores, acarretando não só a diminuição da força muscular como também da potência e resistência do músculo⁴. A potência ou força explosiva, considerada o produto de força e velocidade, pode ser mais relevante do que a própria força muscular absoluta para promover funcionalidade no idoso, inclusive para exercer as atividades de vida diária^{4, 18}. Já o decréscimo da resistência muscular também diminui a funcionalidade no momento em que o idoso é obrigado a ativar mais unidades motoras para desencadear a mesma força de um sujeito jovem, uma vez que no envelhecimento a massa magra encontra-se reduzida. Isso resulta no estabelecimento precoce da fadiga consequente de um maior estresse metabólico¹⁹.

Conclusão

Homens idosos, mesmo com menor massa muscular quando comparados às mulheres da mesma faixa etária, ainda apresentam a força muscular, potência e resistência à fadiga com maiores níveis quando avaliados através da dinamometria isocinética. No entanto, quando a força é analisada através de uma atividade funcional, como o TSL30, observou-se que, independente do sexo, os idosos apresentam valores semelhantes.

A avaliação da força isocinética tem sido utilizada nas últimas décadas com o objetivo de se determinar o padrão funcional de força e de equilíbrio muscular; no entanto, devido ao alto custo, ainda há uma limitação na quantidade de pesquisas na área, principalmente aquelas que utilizam como público a população idosa.

Agradecimento

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), processo BEX 3113/14-0.

Referências

1. Borges GM, Ervatti LR, Jardim AdP. Mudança demográfica no Brasil no início do século XXI : subsídios para as projeções da população. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística - IBGE; 2015. 156p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv93322.pdf>
2. De Luca d'Alessandro E, Bonacci S, Giraldo G. Aging populations: the health and quality of life of the elderly. *Clin Ter.* 2011;162(1):e13-8. Disponível em: http://www.seu-roma.it/riviste/clinica_terapeutica/apps/autos.php?id=845
3. Schneider RH, Irigaray TQ. O envelhecimento na atualidade: aspectos cronológicos, biológicos, psicológicos e sociais. *Estud. psicol. (Campinas)*. 2008;25:585-93. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-166X2008000400013>
4. Lacourt MX, Marini LL. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. *RBCEH.* 2006;114-21. <https://doi.org/10.5335/rbceh.2012.51>
5. Gottlieb MG, Closs VE, Rosemberg LS, Borges CA, Baptista RR, Tavares GM, et al. Lack of association of body composition and functionality variables with metabolic syndrome in the elderly. *Metab Syndr Relat Disord.* 2014;12(7):397-401. <https://doi.org/10.1089/met.2014.0012>
6. de Araújo APS, Bertolini SMMG, Martins Junior J. Alterações morfofisiológicas decorrentes do processo de envelhecimento do sistema musculoesquelético e suas consequências para o organismo humano. *Persp online: biol & saúde.* 2014;12(22-34). <https://doi.org/10.25242/8868412201442>
7. Davini R, Nunes CV. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. *Braz J Phys Ther.* 2003;7(3):201-7.
8. Garcia PA, Dias JMD, Dias RC, Santos P, Zampa CC. Estudo da relação entre função muscular, mobilidade funcional e nível de atividade física em idosos comunitários. *Braz J Phys Ther.* 2011;15:15-22. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235019132003>
9. Puthoff ML, Nielsen DH. Relationships among impairments in lower-extremity strength and power, functional limitations, and disability in older adults. *Phys Ther.* 2007;87(10):1334-47. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060176>

10. Misu S, Doi T, Asai T, Sawa R, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, et al. Association between toe flexor strength and spatiotemporal gait parameters in community-dwelling older people. *J Neuroeng Rehabil*. 2014;11:143. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-143>
11. Carvalho J, Oliveira J, Magalhães J, Ascensão A, Mota J, Soares JMC. Força muscular em idosos II — Efeito de um programa complementar de treino na força muscular de idosos de ambos os sexos. *RPCD*. 2004;4(1):58–65.
12. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70(2):113-9. <https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608028>
13. Cho KH, Bok SK, Kim Y-J, Hwang SL. Effect of lower limb strength on falls and balance of the elderly. *Ann Rehabil Med*. 2012;36(3):386-93. <https://dx.doi.org/10.5535/arm.2012.36.3.386>
14. Terreri ASAP, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte*. 2001;7(5):170-4. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922001000500005>
15. Cardiologia SBd, Hipertensão SBd, Nefrologia SBd. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. *Rev bras hipertens*. 2006;13(4):260-312.
16. Lee RC, Wang ZM, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models1–3. *Am J Clin Nutr* 2000;72:796–803. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.796>
17. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol*. 2000; 89(2): 465-71. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.2.465>
18. Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 2004;34(12):809-24. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434120-00002>
19. Kauffman TL. Manual de reabilitação geriátrica. Rio de Janeiro, RJ. Guanabara Koogan. 2001.
20. Sowers MR, Crutchfield M, Richards K, Wilkin MK, Furniss A, Jannausch M, et al. Sarcopenia is related to physical functioning and leg strength in middle-aged women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(4):486-90. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.4.486>
21. Pícoli TdS, Figueiredo LLd, Patrizzi LJ. Sarcopenia e envelhecimento. *Fisioter Mov*. 2011;24:455-62. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502011000300010>
22. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age ageing*. 1999;28(6):513-8. <https://doi.org/10.1093/ageing/28.6.513>
23. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Ciê e Mov*. 2000;8(4):21-32. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/372/424>
24. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* (1985). 2000;89(1):81-8. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.81>
25. Fechine BRA, Trompieri N. O processo de envelhecimento: As principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. *InterScience Place*. 2012;1(7):106-94. Disponível em: <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/196/194>
26. Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57(12):M772-7. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.12.M772>
27. Baptista RR, Vaz MA. Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura. *Fisioter Pesq*. 2009;16:368-73. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/108130>
28. Szulc P, Duboeuf F, Marchand F, Delmas PD. Hormonal and lifestyle determinants of appendicular skeletal muscle mass in men: the MINOS study. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(2):496-503. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.2.496>
29. Orsatti FL, Dalanesi RC, Maestá N, Náhas EAP, Burini RC. Redução da força muscular está relacionada à perda muscular em mulheres acima de 40 anos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13(1):36-42. <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n1p36>
30. Silva TAA, Frisoli A, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rev Bras Reumatol*. 2006;46(6):391-7. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbr/v46n6/06.pdf>