



Artigo de Revisão

Dinamômetro isocinético como instrumento de avaliação da função muscular de membros inferiores em idosos: revisão bibliográfica

Isokinetic dynamometer as an instrument for evaluation of lower limb muscular function on elderly: bibliographical review

Cristiane de Almeida Nagata¹; Erika Chediak Mori²

Resumo

Introdução: Alterações musculoesqueléticas ocorrem devido ao envelhecimento, sendo a perda de força e potência muscular umas das mais relevantes, com os membros inferiores apresentando maior perda da função muscular. Desta forma, torna-se imprescindível a avaliação destes músculos. O dinamômetro isocinético é um instrumento válido e confiável para avaliação da função muscular, sendo considerado padrão ouro para este tipo de avaliação, mas devido a insuficiência de estudos sobre este tema, torna-se importante a obtenção de parâmetros de avaliação a serem utilizados em novas pesquisas. **Objetivo:** Encontrar parâmetros para avaliação da função muscular de idosos através do dinamômetro isocinético. **Métodos:** Bases de dados eletrônicas (PubMed e LILACS) foram consultadas entre outubro e dezembro de 2016, retrospectivamente, usando os seguintes descritores: “Muscle Strength Dynamometer” (Dinamômetro de Força Muscular) combinado com “Aged” (Idoso), e as palavras “isokinetic dynamometer” (Dinamômetro Isocinético) combinadas com o descritor “Aged” (Idoso). **Resultados:** Foram encontrados 125 estudos, e apenas 16 atenderam aos critérios de inclusão na pesquisa. Ao todo 883 indivíduos foram avaliados no dinamômetro isocinético, apresentando média de idade de 70 anos. Os músculos mais avaliados foram extensores e flexores de joelho; a variável mais analisada foi pico de torque; e as contrações musculares mais utilizadas nas avaliações foram contração isocinética concêntrica e contração isométrica. **Considerações Finais:** Sugerimos que novas avaliações da função muscular de idosos no dinamômetro isocinético devem priorizar o estudo dos músculos extensores e flexores de joelho, flexores e dorsiflexores plantares, através das variáveis pico de torque e potência, utilizando preferencialmente contrações isocinéticas concêntricas e excêntricas.

Palavras-chave: Idoso, Dinamômetro de Força Muscular, Avaliação Geriátrica.



Abstract

Introduction: Musculoskeletal disorders occur due to aging, being the loss of strength and muscle power one of the most relevant, with lower limbs presenting greater loss of muscle function. In this way, it becomes essential to evaluate these muscles. The isokinetic dynamometer is a valid and reliable instrument for assessing muscle function, being considered a gold standard for this type of evaluation, but due to insufficient studies on this subject, it is important to obtain evaluation parameters to be used in new researches. **Objective:** To find parameters for the evaluation of the muscular function of the elderly through the isokinetic dynamometer. **Methods:** Electronic databases (PubMed and LILACS) were retrospectively reviewed between October and December 2016 using the following Mesh Terms: "Muscle Strength Dynamometer" combined with "Aged", and the words "Isokinetic dynamometer" combined with the Mesh Term "Aged" (Elderly). **Results:** 125 studies were found, and only 16 met the inclusion criteria in the study. In all, 883 individuals were evaluated in the isokinetic dynamometer, with a mean age of 70 years. The most evaluated muscles were knee extensors and flexors; the most analyzed variable was peak torque; and the muscular contractions most used in the evaluations were concentric isokinetic contraction and isometric contraction. **Final considerations:** We suggest that new assessments of the muscular function of the elderly in the isokinetic dynamometer should prioritize the study of the extensor and flexor muscles of the knee, flexors and plantar dorsiflexors, using the peak torque and power variables, preferably using concentric and eccentric isokinetic contractions.

Keywords: Aged, Muscle Strength Dynamometer, Geriatric Assessment.

1. Fisioterapeuta; Especialista em Fisioterapia Geriátrica (UFSCar); Fisioterapeuta na Prefeitura Municipal de Goiânia.
2. Fisioterapeuta; Especialista em Acupuntura (ABA), Especialista em Saúde Pública (PUC/GO) e Saúde do Trabalhador (UFG/GO); Doutoranda em Ciências da Saúde (UFG/GO); Mestre em Ensino na Saúde (UFG/GO); Orientadora de Ortopedia Ceafi Pós-Graduação/GO; Fisioterapeuta em Traumatologia/Ortopedia do Hospital de Urgências Governador Otávio Lage (HUGOL/GO).

Artigo recebido para publicação em 30 de março de 2017.

Artigo aceito para publicação em 26 de abril de 2017.

Introdução

O envelhecimento acarreta uma série de alterações anátomo-fisiológicas, sendo muito importante do ponto de vista funcional as do sistema osteomuscular. Com o avançar da idade há um declínio de força muscular em torno de 15% entre a sexta e sétima décadas e, após a sétima



década, um declínio de cerca de 30% da força máxima individual a cada dez anos. Além disso, foram observados declínios de 20% a 30% da força isocinética máxima dos músculos extensores e flexores do joelho e do cotovelo durante contrações com velocidades lentas ($60^{\circ}/s$) e rápidas ($240^{\circ}/s$), com as maiores perdas ocorridas nas maiores velocidades de contração ¹.

Em decorrência do envelhecimento ocorre também redução na força muscular de membros inferiores, principalmente nos dorsiflexores e flexores plantares de tornozelo, quadríceps femoral e abdutores de quadril ².

Além disso, verificou-se também, perda aproximadamente 30% mais pronunciada da qualidade muscular dos membros inferiores em relação aos membros superiores ¹⁻³ e que a regressão da qualidade muscular é mais marcante para as contrações concêntricas que para as excêntricas. Adicionalmente, foi observado que as contrações isométricas máximas tendem a expressar menor perda que as contrações isotônicas concêntricas e excêntricas máximas ¹.

Entretanto, além da perda de força máxima, ocorrem também perdas significativas da potência muscular, um parâmetro importante relacionado à readequação postural mediante situações de queda em idosos ¹.

A função muscular compreende a capacidade do músculo gerar e controlar o movimento, desempenhando papel importante na manutenção do controle postural, fator essencial para que um indivíduo se mantenha em condições suficientes para minimizar as eventuais perturbações do equilíbrio e evitar as quedas ⁴.

Devido à importância da avaliação deste parâmetro, alguns instrumentos como a Short Physical Performance Battery ⁵ o Teste de Levantar da Cadeira ⁶⁻⁸, o Teste de 1 Repetição Máxima ⁷ e o Dinamômetro Isocinético ^{7,8} foram desenvolvidos e têm sido amplamente utilizados para este fim, de modo a trazer informações valiosas sobre este tema.

O dinamômetro isocinético é um instrumento válido e confiável para avaliação da função muscular ^{9,10,11,12}, sendo considerado padrão ouro ^{13,14,15} para este tipo de avaliação. Apresenta como vantagens a possibilidade de isolamento dos grupos musculares, provimento de um mecanismo seguro, máxima resistência ao longo de toda a amplitude de movimento, e permite a quantificação de torque, potência e trabalho ¹⁶.



A potência muscular é a habilidade do músculo exercer grande quantidade de força em alta velocidade. Trabalho é a força gerada pelo músculo durante toda a amplitude de movimento. Pico de torque é a força máxima produzida durante uma contração muscular e é o indicador mais apropriado da performance máxima de um determinado grupo muscular. A relação agonista/antagonista é a razão entre o pico de torque da musculatura agonista e o da musculatura antagonista e serve para avaliar o equilíbrio muscular de uma articulação¹⁶.

Dada a importância da avaliação da função muscular em idosos e a necessidade de realização de novos estudos acerca deste tema, o objetivo deste estudo é encontrar parâmetros para esta avaliação através do dinamômetro isocinético, visto que este é o instrumento padrão ouro para avaliação da função muscular.

Métodos

Foram incluídos ensaios clínicos nos quais a função muscular de membros inferiores de indivíduos com 60 anos ou mais tenha sido avaliada através do dinamômetro isocinético. Foram excluídos estudos feitos com populações que apresentavam uma doença específica (ex.: Acidente Vascular Encefálico, Diabetes, Osteoporose), ou que comparavam populações jovens com idosos.

Um revisor avaliou independentemente os títulos e os resumos de todos os relatos de ensaios clínicos e estudos observacionais identificados na busca eletrônica. Os estudos que preencheram os critérios para sua inclusão foram obtidos e avaliados.

Bases de dados eletrônicas (PubMed e LILACS) foram consultadas entre outubro e dezembro de 2016, retrospectivamente, usando os seguintes descritores: “Muscle Strength Dynamometer” (Dinamômetro de Força Muscular) combinado com “Aged” (Idoso), e as palavras “isokinetic dynamometer” (Dinamômetro Isocinético) combinadas com o descritor “Aged” (Idoso). A busca se limitou aos artigos escritos em inglês, português e espanhol.

Resultados

Foram encontrados 125 estudos, e apenas 16 atenderam aos critérios de inclusão na pesquisa.



Ao todo 883 indivíduos foram avaliados no dinamômetro isocinético, apresentando média de idade de 70 anos. A maioria dos estudos avaliou homens e mulheres (10 estudos), cinco estudos avaliaram apenas mulheres e um estudo avaliou apenas homens.

O dinamômetro isocinético mais utilizado foi o Biodex (nove estudos), seguido pelo Cybex (quatro estudos), Kin Com (dois estudos) e Isomed 2000 (um estudo).

Todos os estudos avaliaram a função muscular de extensores de joelho, oito avaliaram flexores de joelho, e um estudo avaliou flexores e dorsiflexores plantares.

Dentre os estudos que avaliaram extensores de joelho, 14 avaliaram pico de torque (dez através de contração isocinética concêntrica, sete através de contração isométrica e três através de contração isocinética excêntrica), dois avaliaram pico de torque/peso corporal (ambos avaliaram através de contração isocinética concêntrica e um através de contração isocinética excêntrica), dois avaliaram trabalho, dois endurance muscular e dois potência muscular (ambos através de contração isocinética concêntrica).

A maioria dos estudos avaliou pico de torque de extensores de joelho através de contração isocinética concêntrica utilizando velocidade igual a 60°/s (seis estudos), seguido de 90°/s (quatro estudos), 120°/s e 180°/s (dois estudos cada).

Todos os estudos que utilizaram contração isométrica avaliaram pico de torque, sendo que três avaliaram a 120°, três a 90°, e um a 45° de flexão de joelho.

O detalhamento dos resultados pode ser encontrado nas tabelas a seguir (Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3).

Tabela 1. Modelo de dinamômetro isocinético utilizados, grupos musculares e tipo de contração avaliados nos estudos.

Estudo	Idade	Amostra (n)	Instrumento	Grupo Muscular Avaliado				Tipo de Contração		
				Flexores de joelho	Extensores de joelho	Flexores plantares	Dorsiflexores plantares	Isométrica	Isocinética Concêntrica	Isocinética Excêntrica
Grady et al., 1991 ¹⁷	79,1	98	Cybex 340	x	x				x	
Greendale et al., 2000 ¹⁸	74	62	Kin-Com	x	x			x	x	
Gusi et al., 2012 ¹⁹	76	40	Biodex 3	x	x			x		
Li et al., 2009 ²⁰	65,3	50	Cybex Norm	x	x				x	
Lu et al., 2013 ²¹	71,3	31	Cybex Norm	x	x		x		x	x
Misic et al., 2009 ²²	69,1	55	Biodex 3	x	x				x	
Narici et al., 2011 ²³	67	42	Isomed 2000		x				x	
Oliveira et al., 2015 ²⁴	65	22	Biodex 3		x				x	
Bogaerts et al., 2007 ²⁵	67,8	82	Biodex		x			x		
Bogaerts et al., 2009 ²⁶	67	214	Biodex		x			x		
Christou et al., 2003 ²⁷	71,9	26	Kin Com 500H		x			x		
Symons et al., 2004 ²⁸	72	25	Biodex 3		x			x	x	x
Symons et al., 2005 ²⁹	72,5	30	Biodex 3		x			x		x
Tseng et al., 2016 ³⁰	69,2	45	Biodex 3	x	x				x	
Ribom et al., 2002 ³¹	67,2	34	Cybex II	x	x				x	
Raimundo et al., 2009 ³²	66	27	Biodex 3		x				x	x



Tabela 2. Variável Pico de Torque avaliada no dinamômetro isocinético.

Estudo	Grupo Muscular Avaliado				Variáveis					
	Flexores de joelho	Extensores de joelho	Flexores plantares	Dorsi- flexores plantares	Pico de torque (repetições)					
Grady et al., 1991 ¹⁷	x	x				90°/s	120°/s	180°/s		
Greendale et al., 2000 ¹⁸	x	x			60°/s (5)		120° (1)			
Gusi et al., 2012 ¹⁹	x	x			45° flexão (3)					
Li et al., 2009 ²⁰	x	x	x	x						
Lu et al., 2013 ²¹	x	x								
Misic et al., 2009 ²²	x	x			60°/s (2)		120°/s (2)			
Narici et al., 2011 ²³		x			60°/s (3)					
Oliveira et al., 2015 ²⁴		x			60°/s (2*4)			180°/s (2*4)		
Bogaerts et al., 2007 ²⁵		x					120° (2)			
Bogaerts et al., 2009 ²⁶		x					120° (2*5s)			
Christou et al., 2003 ²⁷		x				90° (2*10s)				
Symons et al., 2004 ²⁸		x				90°/s (5) 90° (5*5s)				
Symons et al., 2005 ²⁹		x				90°/s (5) 90°/s (5) 90° (5*5s)				
Tseng et al., 2016 ³⁰	x	x			60°/s (5)					
Ribom et al., 2002 ³¹	x	x				90°/s (3)				
Raimundo et al., 2009 ³²		x			60°/s					300°/s

Tabela 3. Variáveis Pico de Torque / Peso Corporal, Trabalho, Endurance e Potência avaliadas no dinamômetro isocinético.

Estudo	Grupo Muscular Avaliado				Variáveis			
	Flexores de joelho	Extensores de joelho	Flexores plantares	Dorsi- flexores plantares	Pico de Torque / Peso Corporal (repetições)	Trabalho (repetições)	Endurance (repetições)	Potência (repetições)
Grady et al., 1991 ¹⁷	x	x				120°/s		
Greendale et al., 2000 ¹⁸	x	x					60°/s (20)	
Gusi et al., 2012 ¹⁹	x	x						
Li et al., 2009 ²⁰	x	x	X	x	30°/s (3) 30°/s (3)		180°/s (40)	
Lu et al., 2013 ²¹	x	x			30°/s (5)			
Misic et al., 2009 ²²	x	x						
Narici et al., 2011 ²³		x						
Oliveira et al., 2015 ²⁴		x						
Bogaerts et al., 2007 ²⁵		x						
Bogaerts et al., 2009 ²⁶		x						
Christou et al., 2003 ²⁷		x						
Symons et al., 2004 ²⁸		x						
Symons et al., 2005 ²⁹		x				90°/s (5)		90°/s (5)
Tseng et al., 2016 ³⁰	x	x						
Ribom et al., 2002 ³¹	x	x						
Raimundo et al., 2009 ³²		x						300°/s

Discussão

A estabilidade postural envolve a coordenação de estratégias sensório-motoras para estabilizar o centro de massa do corpo dentro da base de sustentação durante perturbações. Quando ocorre instabilidade do centro de massa, o organismo seleciona estratégias motoras apropriadas à tarefa, em tempo e magnitude adequados ².

O declínio da força muscular em idosos, principalmente de membros inferiores, pode comprometer o controle postural tanto em situações de manutenção da posição em pé, com pés paralelos, apoio unipodal e na posição de tandem (em pé, ponta de um dos pés encostado com o calcanhar do outro pé) e semitandem (em pé, calcanhar de um dos pés encostados na metade do outro pé), quanto em situações de manutenção do equilíbrio dinâmico, como ao levantar da cadeira, descer e subir degraus, ultrapassar obstáculos, nas quais a geração de torque é importante, sendo assim um fator de risco primário para quedas em idosos ².

O quadríceps femoral, maior músculo antigravitacional dos membros inferiores, atua freando o movimento pendular do membro durante a marcha, minimizando as forças transmitidas para as articulações proximais no contato inicial da marcha, sendo importante na estabilização do joelho. A fraqueza deste músculo pode gerar mecanismos anormais de stress na articulação, tendo como consequência a instabilidade postural e muitas vezes quedas ³³.

Em idosos com idade acima de 90 anos, um maior número de fibras de alta densidade, especificamente as do músculo quadríceps femoral, foram associados com um melhor desempenho da marcha em termos de variabilidade no tempo de passo, regularidade e simetria. Além disso, a variabilidade da marcha foi negativamente associada à potência muscular. Em contraste, não foi observada relação significativa entre a velocidade de marcha e qualidade ou potência muscular ³⁴.

A função muscular de idosos caídores e não caídores foi avaliada por meio de dinamometria isocinética. Houve um déficit significativo, entre os idosos caídores, nas variáveis pico de torque, trabalho por peso corporal e potência média em alta velocidade angular (180°/s) do joelho em relação aos não caídores; a maioria das variáveis do tornozelo e quadril não apresentou diferenças significativas entre os grupos; e apenas a variável pico de torque de extensão de quadril esquerdo foi significativamente maior no grupo dos não caídores ³⁵.



Em contrapartida, Pinho et al.¹⁶ obtiveram resultados mostrando que idosos que já caíram apresentaram menores valores de pico de torque, trabalho proporcional ao peso corporal e potência média para a articulação de tornozelo em relação aos que não caíram; e não houve diferenças estatisticamente significativas para a função muscular do quadril.

Em idosos institucionalizados observou-se que o pico de torque e a potência dos músculos flexores e extensores de joelho e dorsiflexores e flexores plantares de tornozelos estavam significativamente diminuídos entre os idosos caidores, a potência muscular em alta velocidade, nos caidores, foi menor nas duas articulações, e a potência muscular dos dorsiflexores de tornozelo encontrava-se 7 vezes menor que nos idosos sem histórico de quedas³⁶.

A diminuição da força muscular dos dorsiflexores do tornozelo e flexores plantares tem sido relatada como preditora de quedas e de diminuição do desempenho funcional, respectivamente².

Idosos com risco de quedas costumam utilizar a estratégia do passo e do quadril mais que os idosos com baixo risco de quedas, que tendem a utilizar a estratégia de tornozelo para manutenção da estabilidade. Além disso, alguns idosos apresentam coativação de agonistas e antagonistas da articulação do tornozelo, provocando um bloqueio articular nos ajustes deste².

Os músculos flexores plantares, principalmente o sóleo, têm papel fundamental na manutenção da estabilidade e na progressão do corpo à frente durante as várias fases da marcha, sendo que a fraqueza destes músculos apresenta impacto significativo na marcha do idoso, principalmente na estabilidade do corpo durante a mesma. Adicionalmente, tanto o momento de força de extensão do quadril quanto de dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo são significativamente menores em idosos caidores quando comparado com idosos sem histórico de quedas³⁷.

Os resultados obtidos nesta revisão (Tabela 1) evidenciam que as pesquisas acerca da função muscular de idosos no dinamômetro isocinético têm sido focadas na avaliação dos músculos extensores de joelho, que têm importante atuação no desempenho da marcha e manutenção da estabilidade corporal nesta população³³⁻³⁶. Mostram ainda que apenas um estudo se preocupou em avaliar a função dos músculos do tornozelo, ainda que a literatura disponível aponte que os músculos dorsiflexores e flexores plantares também atuam de maneira primordial no desempenho funcional de idosos, apontando o tornozelo como a articulação utilizada na primeira estratégia de controle postural em uma situação de perturbação anteroposterior do equilíbrio na



postura ereta, fazendo com que sua musculatura seja importante para a manutenção da estabilidade, prevenindo a ocorrência de quedas^{2,16,36,37}. Desta forma, é de suma importância que estes músculos também sejam incluídos em futuras avaliações da função muscular nesta população.

Nesta pesquisa, o tipo de contração muscular mais avaliada foi a contração isocinética concêntrica, seguida da contração isométrica, e a menos estudada foi a contração isocinética excêntrica (Tabela 1). Estudos apontam que a força isocinética excêntrica seria menos afetada pelo processo de envelhecimento quando comparada à força isométrica e isocinética concêntrica, principalmente em altas velocidades^{38,39}. Porém, a contração excêntrica tem grande implicação funcional para a população idosa, tendo papel importante em atividades físicas funcionais como a marcha, descer escadas ou sentar na cadeira, proporcionando a produção de forças de estabilização e desaceleração durante suas fases³⁸.

Em contrapartida, existem resultados conflitantes na literatura sobre se o teste isométrico prediz a performance dinâmica⁴⁰. Visto que, em idosos, a maioria das atividades físicas funcionais é dinâmica, sugere-se que a utilização da contração isocinética excêntrica seja preconizada em detrimento da contração isométrica.

As variáveis mais utilizadas nos estudos foram pico de torque, seguida de pico de torque/peso corporal, e apenas 2 estudos avaliaram potência, endurance ou trabalho (Tabela 2, Tabela 3). O pico de torque é o produto da massa, aceleração e tamanho do braço de alavanca, ou seja, é o máximo de torque produzido na amplitude do movimento (ADM). Pode ser comparado a 1 Repetição Máxima (RM) isotônica, sendo um excelente indicador do nível máximo de força do indivíduo⁴⁰. A potência é definida como o quociente trabalho/tempo e demonstra uma relação direta com a velocidade. Esta variável, uma vez que utiliza o tempo na equação, pode ser mais bem descrita como a habilidade de alguém para expressar a força de explosão⁴⁰.

Em idosos, a redução da força muscular ocorre devido a diminuição da área de secção transversa das fibras do músculo esquelético e à perda no número de fibras musculares, sendo que estas alterações ocorrem principalmente nas fibras musculares tipo II (anaeróbias, de contração rápida), tendo declínio de 20 a 50 % de área relativa com o passar dos anos^{38,41}. Adicionalmente, foi apontado que a potência muscular pode ser mais preditiva de quedas do que a força sozinha¹⁶. Apenas 2 estudos avaliaram potência muscular (Tabela 3), sendo que a maioria



avaliou força máxima muscular (expressa através de valores de pico de torque). Desta forma, dada a importância da potência muscular no desempenho funcional de idosos, sugere-se que esta variável também seja incluída em próximos estudos sobre função muscular em idosos.

Considerações finais

Baseado nos achados desta revisão e nas considerações da literatura disponível acerca deste tema, sugerimos que novas avaliações da função muscular de idosos no dinamômetro isocinético devem priorizar o estudo dos músculos extensores e flexores de joelho, flexores e dorsiflexores plantares, através das variáveis pico de torque e potência, utilizando preferencialmente contrações isocinéticas concêntricas e excêntricas.

Referências

1. Rebelatto JR, Morelli JG da S. Fisioterapia geriátrica: a prática da assistência ao idoso. Barueri: Manole; 2004.
2. Perracini MR, Flo CM. Funcionalidade e envelhecimento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009.
3. Câmara SMA da. A Short Physical Performance Battery (SPPB) como preditora da fragilidade em idosos residentes na comunidade [Internet]. Vol. Mestrado e. [Natal]: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2011. Available from: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16703>
4. Morcelli MH. Avaliação dinamométrica e eletromiográfica do quadril em idosas caídas e não caídas [Internet]. Vol. Mestrado e, Desenvolvimento Humano e Tecnologias. [Instituto de Biociências de Rio Claro]: Universidade Estadual Paulista; 2012. Available from: <http://hdl.handle.net/11449/99055>
5. Nakano MM, Diogo MJDe, Filho WJ. Versão brasileira da Short Physical Performance Battery - SPPB: adaptação cultural e estudo da confiabilidade. 2007;181.
6. McCarthy EK, Horvat MA, Holtsberg PA, Wisenbaker JM. Repeated chair stands as a measure of lower limb strength in sexagenarian women. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(11):1207–12.
7. Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, Islam MM. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Prev Med (Baltim)*. 2003;36(3):255–64.
8. Camara FM, Gerez AG, de Jesus Miranda ML, Velardi M. Capacidade funcional do idoso: formas de avaliação e tendências. *Acta fisiátrica*. 2016;15(4):249–62.
9. Webber SC, Porter MM. Reliability of ankle isometric, isotonic, and isokinetic strength and power testing in older women. *Phys Ther [Internet]*. 2010;90(8):1165–75. Available from:



<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20488976>

10. Hartmann A, Knols R, Murer K, de Bruin ED. Reproducibility of an Isokinetic Strength-Testing Protocol of the Knee and Ankle in Older Adults. *Gerontology* [Internet]. 2009;55(3):259–68. Available from: <http://www.karger.com/DOI/10.1159/000172832>
11. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 91(1):22–9. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/brasil/resource/pt/mdl-14508689>
12. Feiring DC, Ellenbecker TS, Derscheid GL. Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 11(7):298–300. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/brasil/resource/pt/mdl-18796902>
13. Zapparoli FY, Riberto M. Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *J Sport Rehabil* [Internet]. :1–20. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/brasil/resource/pt/mdl-27992245>
14. Martin HJ, Yule V, Syddall HE, Dennison EM, Cooper C, Aihie Sayer A. Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard biodex dynamometry. *Gerontology*. 2006;52(3):154–9.
15. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R* [Internet]. 3(5):472–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.025>
16. Pinho L, Dias RC, Freire MTF, Tavares CF, Dias JMD. Avaliação isocinetica da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sofrem quedas. *Rev bras fisioter*. 2005;9(1):93–9.
17. Grady D, Halloran B, Cummings S, Leveille S, Wells L, Black D, et al. 1,25-dihydroxyvitamin D3 and muscle strength in the elderly: A randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 1991;73(5):1111–7. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0025724917&partnerID=tZOtx3y1>
18. Greendale GA, Salem GJ, Young JT, Damesyn M, Marion M, Wang MY, et al. A randomized trial of weighted vest use in ambulatory older adults: strength, performance, and quality of life outcomes. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2000;48(3):305–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10733058>
19. Gusi N, Carmelo Adsuar J, Corzo H, del Pozo-Cruz B, Olivares PR, Parraca JA. Balance training reduces fear of falling and improves dynamic balance and isometric strength in institutionalised older people: A randomised trial. *J Physiother* [Internet]. 2012;58(2):97–104. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553\(12\)70089-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553(12)70089-9)
20. Li JX, Xu DQ, Hong Y. Changes in muscle strength, endurance, and reaction of the lower extremities with Tai Chi intervention. *J Biomech*. 2009;42(8):967–71.
21. Lu X, Hui-Chan CWY, Tsang WWN. Effects of Tai Chi training on arterial compliance and



muscle strength in female seniors: a randomized clinical trial. *Eur J Prev Cardiol.* 2013;20(2):238–45.

22. Misic MM, Valentine RJ, Rosengren KS, Woods JA, Evans EM. Impact of training modality on strength and physical function in older adults. *Gerontology.* 2009;55(4):411–6.

23. Narici M V., Flueck M, Koesters A, Gimpl M, Reifberger A, Seynnes OR, et al. Skeletal muscle remodeling in response to alpine skiing training in older individuals. *Scand J Med Sci Sport.* 2011;21(SUPPL. 1):23–8.

24. Oliveira PF, Gadelha AB, Gauche R, Paiva FM, Bottaro M, Vianna LC, et al. Resistance training improves isokinetic strength and metabolic syndrome-related phenotypes in postmenopausal women. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2015;10:1299–304. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26300634>

25. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SMP. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2007;62(6):630–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17595419>

26. Bogaerts ACG, Delecluse C, Claessens AL, Troosters T, Boonen S, Verschueren SMP. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age Ageing.* 2009;38(4):448–54.

27. Christou EA, Yang Y, Rosengren KS. Taiji training improves knee extensor strength and force control in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2003;58(8):763–6. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12902537

28. Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Reliability of isokinetic and isometric knee-extensor force in older women. *J Aging Phys Act* [Internet]. 2004;12(4):525–37. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15851824>

29. Symons TB, Vandervoort A a, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(6):777–81.

30. Tseng S-Y, Lai C-L, Chang K-L, Hsu P-S, Lee M-C, Wang C-H. Influence of Whole-Body Vibration Training Without Visual Feedback on Balance and Lower-Extremity Muscle Strength of the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2016;95(5):e2709. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26844514>
4

31. Ribom EL, Piehl-Aulin K, Ljunghall S, Ljunggren O, Naessen T. Six months of hormone replacement therapy does not influence muscle strength in postmenopausal women. *Maturitas* [Internet]. 2002;42(3):225–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12161047>

32. Raimundo AM, Gusi N, Tomas-Carus P. Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2009;106(5):741–8. Available



from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19434420>

33. Santos MLADS, Gomes WF, Queiroz BZ de, Rosa NM de B, Pereira DS, Dias JMD, et al. Desempenho muscular, dor, rigidez e funcionalidade de idosas com osteoartrite de joelho. *Acta ortop bras*. 2011;193–7.

34. Martinikorena I, Martinez-Ramirez A, Gomez M, Lecumberri P, Casas-Herrero A, Cadore EL, et al. Gait Variability Related to Muscle Quality and Muscle Power Output in Frail Nonagenarian Older Adults. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2016;17(2):162–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26577625>

35. Antero-Jacquemin J da S, Santos P, Garcia PA, Dias RC, Dias JMD. Comparação da função muscular isocinética dos membros inferiores entre idosos caidores e não caidores. *Fisioter e Pesqui* [Internet]. 2012;19(1):39–44. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502012000100008&lang=pt

36. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 1987;35(1):13–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3794141>

37. Kirkwood RN, Araújo PA de, Dias CS. Biomecânica da marcha em idosos caidores e não caidores: uma revisão da literatura. *R bras Ci e Mov*. 2006;14(4):103–10.

38. Davini R, Nunes E. Alterações No Sistema Neuromuscular Decorrentes Do Envelhecimento E O Papel Do Exercício Físico Na Manutenção Da Força Muscular Em Indivíduos Idosos. *Rev bras fisioter*. 2003;7(3):201–7.

39. Hortobagyi T, Zheng D, Weidner M, Lambert NJ, Westbrook S, Houmard JA. The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 1995;50(6):B399-406. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7583797>

40. Brown LE, Weir JP, Oliveira HB, Bottaro M, Lima LC de J, Fernandes Filho J. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: avaliação precisa da força e potência muscular. *Rev bras ciênc mov*. 2003;11(4):95–110.

41. Silva TA de A, Junior AF, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rev Bras Reum*. 2006;46(6):391–7.

Endereço para correspondência:

Cristiane de Almeida Nagata

R. 239, 178, ap. 201, St. Leste Universitário

Goiânia, GO, CEP: 74605-070

e-mail: crisnagata@gmail.com