

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS URUGUAIANA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ASSIMETRIAS DE FORÇA MUSCULAR INFLUENCIAM ASSIMETRIAS NA
CINEMÁTICA DA MARCHA DE IDOSAS?**

MARINA KÖNIG LAUER

**ORIENTADOR: PROF. DR. FELIPE P CARPES
CO-ORIENTADORA: MSC ELIANE C GUADAGNIN**

**Uruguaiana
2017**

**ASSIMETRIAS DE FORÇA MUSCULAR INFLUENCIAM ASSIMETRIAS NA
CINEMÁTICA DA MARCHA DE IDOSAS?**

**DO STRENGTH ASYMMETRIES INFLUENCE ON GAIT KINEMATICS
ASYMMETRIES IN OLDER PEOPLE?**

Marina K Lauer¹, Eliane C Guadagnin^{1,2} & Felipe P Carpes^{1*}

¹ Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada, Universidade Federal do Pampa,
Uruguaiana, RS

² Grupo de Pesquisa em Biomecânica e Cinesiologia, Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Porto Alegre, RS

* Autor correspondente

Felipe P Carpes, Ph.D.

Laboratório de Neuromecânica

Universidade Federal do Pampa

Caixa Postal 118, CEP 97500-000

Uruguaiana, RS, Brasil

Email: carpes@unipampa.edu.br

Resumo

Introdução: Assimetrias na produção de força muscular entre os membros inferiores são sugeridas como precursoras de assimetrias na cinemática da marcha de idosos, aumentando a variabilidade e o risco de quedas. Contudo, poucos estudos buscaram determinar se assimetrias de força têm correlação com assimetrias na marcha. Neste estudo o nosso objetivo foi determinar se assimetrias de força de membros inferiores estão relacionadas com assimetrias na marcha de mulheres idosas.

Métodos: Doze idosas foram avaliadas quanto a força isométrica máxima dos membros inferiores e cinemática da marcha durante caminhada em velocidade preferida, ao longo de uma passarela plana de 10 metros de comprimento. Índices de assimetrias foram determinados para força no quadril, joelho e tornozelo, e para variáveis espaciais da marcha. A correlação entre os índices de assimetria de força e da marcha foi verificada.

Resultados: Houve correlação significativa e moderada entre o índice de assimetria de comprimento de passo e de força de extensores de quadril ($r=0,57$; $p=0,04$). Para os demais grupos musculares e variáveis de marcha, não houve correlação significativa.

Discussão e Conclusão: A articulação do quadril possui importantes funções para a geração de movimentos na locomoção, e assimetrias no comprimento do passo são consideradas um fator de risco para a estabilidade da marcha. Os nossos resultados sugerem que a força muscular no quadril de idosas deve ser simétrica para diminuir assimetrias na marcha que são associadas com menor estabilidade durante o andar.

Palavras-chave: Força, marcha, assimetria, envelhecimento.

Abstract

Introduction: Asymmetries in muscle strength are frequently suggested as predictors of asymmetries in gait kinematics, which increase gait variability and risk of falls. However, few studies have investigated if asymmetries in muscle strength correlate with gait asymmetries. In this study, our objective was to determine if asymmetries in lower limb strength are related to gait asymmetries in older women.

Methods: Twelve older women were evaluated for maximum isometric strength of the lower limbs and gait kinematics during walking at preferred speed, along a 10 meter long flat walkway. Asymmetry index was determined for hip, knee and ankle strength, and for gait spatial variables. The correlation between the asymmetry indexes in force and gait was verified.

Results: There was a moderate correlation between the asymmetry index of step length and strength of hip extensors ($r = 0.57$; $p = 0.04$). For the other muscle groups and gait variables there was no significant correlation.

Discussion and Conclusion: The hip joint has important functions for the movements during gait, and step length asymmetries are considered a risk factor for gait stability. Our results suggest that hip muscle strength of older women should be symmetrical to reduce gait asymmetries, which are associated with less stability during gait.

Keywords: strength, gait, asymmetry, aging.

1 Introdução

O envelhecimento é um processo fisiológico envolvendo uma série de adaptações que, por vezes, limitam a funcionalidade do idoso (1). A manutenção da capacidade funcional, a independência e a realização das atividades de vida diária determinam a qualidade de vida dos idosos (2), e um dos principais limitantes da funcionalidade em idosos é a redução da força muscular, parcialmente explicada pela diminuição da massa muscular e sarcopenia (3). A independência em idosos muitas vezes é limitada pela capacidade de produção de forças nos membros inferiores, que são mais afetados pela diminuição nos níveis de atividade física observados em idosos (4).

Além desse menor envolvimento dos membros inferiores em atividades físicas, assimetrias na produção de força entre membros inferiores também vêm sendo investigadas como um fator de risco para idosos. Comparados com crianças e adultos, idosos apresentam assimetria na magnitude de força de extensão de joelho e também na taxa de desenvolvimento de força (5). Além disso, assimetrias de força de quadril, ocasionadas principalmente pela redução de força muscular da musculatura abduutora e adutora, levam a instabilidades no plano frontal e conseqüentemente aumentam o risco de quedas (6). Além disso, a força muscular da extremidade inferior é essencial para a manutenção do equilíbrio e mobilidade. Os flexores plantares do tornozelo estão relacionados com a transferência de peso durante postura em pé (7). Conseqüentemente, os declínios de força nessa musculatura ocasionam déficits de equilíbrio e de mobilidade (7).

As assimetrias nas variáveis espaciais da marcha, tais como comprimento de passo, largura de passo e largura de passada, têm demonstrado aumentar com a idade, além de estarem diretamente correlacionadas com o risco de quedas e dependência nas atividades de vida diária, e inversamente correlacionadas com a velocidade preferida da

marcha (8). Adicionalmente, assimetrias nas variáveis espaciais da marcha podem promover maior variabilidade da marcha, o que também aumenta o risco de quedas (9). A variabilidade da marcha é mais prevalente em mulheres, o que as coloca em maior risco de quedas, em comparação com homens idosos (10).

Mais recentemente, as assimetrias na marcha, assim como uma maior variabilidade nos parâmetros espaciais e temporais da marcha, têm sido discutidas como resultado de assimetrias de força nos membros inferiores de idosos (11). Assim, nas avaliações clínicas da marcha de idosos, é importante considerar a relação entre produção de força e desempenho de marcha. Adicionalmente, a avaliação clínica da força muscular pode ser implementada com protocolos menos complexos de avaliação, como pelo uso de dinamômetros manuais, que têm se mostrado válidos para medir força muscular (12). Para que se tenha o diagnóstico diferencial no prognóstico e tratamento de distúrbios neuromusculares, o teste muscular é fundamental no exame físico (13).

Na maioria dos estudos, as assimetrias de força associadas são determinadas apenas para a articulação do joelho (14). Já as assimetrias de força no quadril são relacionadas com alterações funcionais em sujeitos de diferentes faixas etárias, como a ocorrência de dor lombar (15), o que também afeta a marcha (16). Adicionalmente, as assimetrias de força no tornozelo também podem afetar a fase de propulsão da marcha (17).

Apesar de algumas evidências sugerindo que assimetrias na produção de força de membros inferiores podem causar assimetrias na marcha, aumentando a variabilidade e levando a um maior risco de quedas, ainda existem poucos estudos que investigam essa relação. Considerando que o conhecimento da existência dessa relação entre assimetrias de forças nas articulações dos membros inferiores, pode auxiliar tanto na prescrição de exercícios, quanto no planejamento de estratégias de reabilitação da força

muscular para idosos, e que as mulheres estão em maior risco de quedas do que os homens, o objetivo do presente estudo é determinar se assimetrias de força de membros inferiores estão relacionadas com assimetrias na marcha de mulheres idosas.

2 Materiais e Métodos

2.1 Participantes

Este estudo envolveu um grupo de 12 mulheres idosas. Para inclusão, as participantes deveriam ter idade de 65 anos ou mais e serem capazes de deambular sem o uso de dispositivos auxiliares de marcha, como muletas ou bengalas, não realizar exercícios físicos sistemáticos e não ter sofrido lesões nos membros inferiores no último ano. Os critérios de exclusão envolveram claudicações durante a marcha ou incapacidade para completar os protocolos de avaliação. Todas as participantes receberam instruções detalhadas por escrito, de como seriam os testes e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido concordando em participar do estudo, o qual foi aprovado pelo comitê de ética da instituição onde o estudo foi desenvolvido.

2.2 Desenho experimental

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana. Participaram do estudo 12 idosas, e o protocolo de avaliação foi desenvolvido durante um dia de avaliação. O estudo contou com um protocolo preestabelecido, no qual as participantes responderam a uma anamnese, com questões relacionadas a quedas e histórico de lesões nos membros inferiores, e realizaram o Mini Exame do Estado Mental (MEEM). Posterior a isso, foi determinada a preferência lateral de membros inferiores dos indivíduos. Então, foram realizados testes de força muscular isométrica da musculatura que abrange as articulações de quadril, joelho e

tornozelo. Por último, foi realizado o teste funcional da marcha, em terreno plano, e velocidade preferida, para realização das medidas cinemáticas.

2.3 Avaliações

2.3.1 Preferência lateral

A preferência lateral de membros inferiores foi verificada solicitando a idosa a chutar uma bola, visando acertar um alvo colocado no solo três metros à frente. Foram realizadas três tentativas, sendo que o membro inferior mais utilizado foi considerado o preferido.

2.3.2 Força isométrica

Foi avaliada a força isométrica da musculatura flexora e extensora de quadril, joelho e tornozelo. Para essas avaliações, foi utilizado um dinamômetro manual (Micro FET 2, Hoogan Scientific, Estados Unidos). Foram realizadas três tentativas para cada grupo muscular, bilateralmente, sendo considerado para análise o maior valor obtido. Cada tentativa durou cinco segundos, com um intervalo de um minuto entre elas. Durante essas avaliações, os indivíduos receberam incentivo verbal para que realizassem os testes com máximo esforço.

Para reduzir a influência da ordem de avaliação sobre os testes de força, a sequência de realização dos mesmos foi determinada através de sorteio realizado para cada indivíduo antes do início da coleta e indicando a ordem em que cada grupo muscular e cada membro inferior seriam avaliados.

Os testes de força da musculatura do quadril e do joelho foram realizados com os indivíduos posicionados em uma maca, com seus segmentos corporais fixados com o uso de faixas de velcro de tamanho regulável, para evitar compensações em articulações

não avaliadas. Para minimizar a influência do avaliador sobre a medida, o dinamômetro manual foi posicionado em um suporte de estabilização similar a um dispositivo já utilizado previamente (18, 19).

A medida de força de extensores de quadril foi realizada em decúbito dorsal sobre uma maca, com o membro inferior não avaliado com o pé para fora da maca e joelho flexionado em 90°, e com o membro avaliado com quadril e joelho em 90° de flexão. O dinamômetro foi posicionado cinco centímetros acima da linha da articulação do joelho, na parte posterior da coxa.

A avaliação da musculatura flexora de quadril foi realizada em decúbito dorsal sobre a maca, com o membro inferior não avaliado em posição neutra e com o quadril e joelho a ser testados em flexão de 90°, com o dinamômetro posicionado cinco centímetros acima da patela, na parte anterior da coxa (20).

Os extensores e flexores de joelho foram avaliados conforme protocolo já utilizado na literatura (21). Essas medidas foram realizadas na postura sentadas, sobre a maca, com o joelho a ser testado em 90° de flexão de joelho. O dinamômetro foi posicionado na parte posterior da perna para a avaliação de flexores e na face anterior para avaliação de extensores, cinco centímetros acima da articulação do tornozelo.

A força do tornozelo foi avaliada com auxílio de um dispositivo construído para o estudo. Na avaliação de dorsiflexores e plantiflexores, feita na postura sentada sobre um banco, as articulações de quadril e joelho foram posicionadas em 90° de flexão e o tornozelo em posição neutra. O dinamômetro foi fixado no dispositivo e posicionado sobre a superfície dorsal do pé, próximo às articulações metatarsofalângicas, e para a avaliação de dorsiflexão, sobre a parte anterior da coxa, cinco centímetros acima da borda superior da patela.

2.3.3 Avaliação cinemática da marcha

A marcha foi avaliada através de um sistema de cinemetria (Vicon Motion Systems, Oxford, Reino unido) com 15 câmeras infravermelho (Bonita B10, Vicon Motion Systems, Oxford, Reino unido) operando com uma frequência de 120 Hz. Foram fixados marcadores reflexivos (14 mm de diâmetro) em pontos anatômicos de referência dos membros inferiores, bilateralmente. Os dados cinemáticos foram filtrados com um filtro passa-baixa Butterworth, de 4ª ordem, com frequência de corte de 10 Hz.

A avaliação de marcha foi realizada com os indivíduos caminhando em velocidade preferida, usando calçados sem salto e roupas confortáveis. Os mesmos caminharam ao longo de uma passarela plana de 10 metros de comprimento, sendo realizadas três tentativas de caminhada para cada indivíduo. Os parâmetros cinemáticos de marcha analisados no presente estudo foram o comprimento do passo (distância longitudinal entre o apoio do calcanhar de um membro no solo e o apoio do calcanhar contralateral no solo) direito e esquerdo, comprimento da passada (distância entre o apoio do calcanhar de um membro no solo e a volta do apoio desse mesmo calcanhar no solo) direita e esquerda, e largura de passo (determinada pela distância mediolateral entre os calcanhares direito e esquerdo) direito e esquerdo das participantes. As variáveis espaciais da marcha foram normalizadas pelo comprimento do membro inferior de cada idosa.

2.4 Índice de assimetria (IA)

Os escores obtidos nas medidas de força e nas variáveis cinemáticas da marcha para os membros inferiores preferido (P) e não-preferido (NP) foram introduzidos na equação $IA = [(P - NP)/P]*100$ para determinação do índice de assimetria.

2.5 Análise estatística

Foi utilizada a estatística descritiva, com os dados sendo expressos como média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. O IA de força e das variáveis de marcha foram correlacionados através do teste de correlação de *Pearson* (dados paramétricos) ou *Spearman* (dados não paramétricos). O nível de significância considerado em todas as análises foi de 0,05.

3 Resultados

As principais características das idosas participantes do estudo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das idosas incluídas no estudo (n=12).

| Característica | Média ± desvio padrão |
|--------------------------|------------------------------|
| Idade (anos) | 75 ± 7 |
| Massa corporal (kg) | 63 ± 12 |
| Estatura (m) | 1,50 ± 0,06 |
| IMC (kg/m ²) | 28 ± 6 |

IMC: índice de massa corporal.

As médias de comprimento de passo e passada, bem como de força isométrica, para ambos os membros inferiores (direito e esquerdo) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Variáveis de marcha e variáveis de força.

| Variáveis | P | NP | IA (%) |
|---------------------------------|------------|-------------|------------|
| Comprimento de passo (%) | 71,4±6,9 | 70,6±6,5 | 4,4±2,8 |
| Comprimento de passada (%) | 142,6±12,8 | 142±13 | 0,86±0,6 |
| Largura de passo (%) | 6,3±3,3 | 8,9±3,1 | 53,4±53,8 |
| Força extensão de quadril (N) | 203,6±60,4 | 226,3±49,3 | 29,5±17,6 |
| Força flexão de quadril (N) | 80,8±17,4 | 88 ±24,6 | 14,2±18,2 |
| Força extensão de joelho (N) | 185,2±50,9 | 186,3±64,2 | 14,5±9,4 |
| Força flexão de joelho (N) | 91±35,7 | 80,7±24,0 | 17,4±10,2 |
| Força flexão de tornozelo (N) | 439,4±133 | 487,6±159,6 | 34,2±34,8 |
| Força extensão de tornozelo (N) | 117,3±39,6 | 134,5±20,2 | 28,6±23,55 |

Valores em média ± desvio padrão. P: membro inferior preferido. NP: membro inferior não preferido. IA: índice de assimetria. Variáveis de marcha são apresentadas em percentual do comprimento do membro inferior (%) e variáveis de força em Newtons (N).

Houve correlação estatisticamente significativa e de magnitude moderada entre o índice de assimetria de comprimento de passo e de força de extensores de quadril ($p = 0,04$; $r = 0,57$). Para os demais grupos musculares e variáveis de marcha não houve correlação significativa. Todos os resultados de correlação entre os índices de assimetria das variáveis de marcha e das variáveis de força são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Índices de correlação entre assimetrias na força e na cinemática da marcha.

| | FlexQ | ExtQ | FlexJ | ExtJ | FlexDorsT | FlexPlantT |
|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Comprimento de passo | p=0,84 r=0,06 | p=0,049* r=0,57 | p=0,85 r=0,06 | p=0,71 r=0,11 | p=0,09 r=0,58 | p=0,76 r=-0,11 |
| Comprimento de passada | p=0,68 r=0,13 | p=0,45 r=-0,23 | p=0,46 r=0,23 | p=0,82 r=0,07 | p=0,55 r=-0,22 | p=0,08 r=0,60 |
| Largura de passo | p=0,21 r=0,38 | p=0,93 r=0,02 | p=0,18 r=-0,41 | p=0,60 r=0,16 | p=-0,38 r=0,30 | p=0,60 r=-0,20 |

FlexQ: flexão de quadril; ExtQ: extensão de quadril; FlexJ: flexão de joelho; ExtJ: extensão de joelho; FlexDorsT: flexão dorsal de tornozelo; FlexPlantT: flexão plantar de tornozelo. *Significa correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

4 Discussão

O objetivo do nosso estudo foi determinar a relação entre os índices de assimetrias de força muscular das articulações do membro inferior e os índices de assimetrias na marcha de idosos. Os resultados encontrados apontam que há correlação significativa entre o índice de assimetria da variável comprimento de passo e o índice de assimetria de força extensores de quadril. Este resultado reforça o importante papel que a força muscular do quadril tem para a mobilidade de idosos.

Com o envelhecimento, ocorre uma perda gradual de força. Especificamente para o quadril, foi verificado em um estudo que a força dos grupos musculares do quadril testadas em diferentes posições diminuiu com o aumento da idade (22). Da mesma forma, a força de extensores de quadril foi menor em indivíduos mais idosos em outro estudo (22). A redução na força muscular com o envelhecimento é associada com diminuições do tamanho e do número de fibras musculares, quantidade de motoneurônios, menor velocidade de condução nervosa na contração muscular e maior rigidez em todo sistema de controle motor (23).

Talvez pelo fato da perda da força muscular em idosos ser maior no quadril, esta articulação tenha que gerar compensações, o que pode influenciar o comprimento do passo. Duas consequências da diminuição na função motora sensorial relacionadas à idade avançada são evidentes na mecânica ambulante. Uma delas é o desempenho reduzido, principalmente devido à perda de força muscular e produção de força associada (24). Essas mudanças afetam o controle de marcha e parâmetros espaciais e temporais associados com o comprimento de passo reduzido, que é considerado o parâmetro espaço-temporal mais adequado nas medidas de fragilidade relacionadas à idade e ao risco de quedas (24). A outra consequência está relacionada a adaptações compensatórias durante a marcha, que são efeitos funcionais adaptativos nas mudanças

das variáveis do ciclo da marcha, que são dependentes das interações assimétricas entre os membros inferiores e as variáveis cinéticas e cinemáticas, comprometendo a estabilidade dinâmica (24).

A articulação do quadril é importante para restabelecer o equilíbrio em situações de instabilidades nas direções anteroposterior e mediolateral (25). Níveis adequados de força muscular, dentre outros fatores, são determinantes para a eficácia na execução dos diferentes movimentos envolvidos na realização das atividades da vida diária (AVDs). A diminuição na funcionalidade desses componentes com o avançar da idade pode comprometer de maneira parcial ou completa a realização das AVDs, acarretando maior dependência do idoso e consequente redução da qualidade de vida (26). A fraqueza muscular de membros inferiores, principalmente de quadril, tem sido considerada importante fator de risco para perda de equilíbrio e consequentemente ocorrência de quedas (27).

A recuperação de perturbações externas requer controle postural reativo, que é definido pela modificação de sistemas sensoriais e motores em resposta a tarefas em mudança e demandas posturais externas induzidas. A maioria das quedas em idosos, ocorre no contexto de tarefas que requerem controle postural reativo (28). Além disso, as chances de sofrer uma queda são particularmente altas durante situações de deslizamento ou tropeço (28). Isso está relacionado ao fato de que o impulso na marcha é dado por várias combinações de movimentos de quadril, joelho e tornozelo, sendo a resposta de uma perturbação dependente da musculatura de todo o membro inferior (29).

Dessa forma, a função do membro inferior pode afetar nos movimentos durante a marcha, como observado no presente estudo, onde assimetrias na força da musculatura da articulação do quadril estiveram associadas com assimetrias no comprimento de

passo, tendo interferência sobre a cinemática da marcha, o que pode alterar o equilíbrio e aumentar o risco de quedas.

A simetria na função do membro tem sido frequentemente assumida como uma questão de conveniência, mas há evidências crescentes de que existe diferenciação funcional entre os membros, sendo um membro utilizado para tarefas relacionadas à propulsão e outro para controle locomotor e equilíbrio (30). Assimetrias na força muscular e no comprimento de passo foram demonstradas aumentar com o envelhecimento, com o membro preferido exercendo mais força e apresentando maior comprimento de passo (24). Essas assimetrias nas extremidades inferiores podem aumentar o risco de quedas no idoso (31). Além disso, a assimetria de força nas extremidades inferiores foi recentemente correlacionada com a assimetria e a variabilidade da marcha no idoso, apontando que o aumento da assimetria da marcha e da variabilidade da marcha é resultado da assimetria de força nos membros inferiores dos idosos (11). Dessa forma, a investigação da presença de assimetrias, tanto na funcionalidade quanto na força de idosos, se torna importante, assim como a investigação de associações entre as mesmas.

As alterações decorrentes do envelhecimento, tanto de força quanto de marcha, podem estar associadas. Idosos com limitações de amplitude de movimento e redução de força muscular nas extremidades inferiores também apresentam dificuldades na mobilidade funcional (32). Uma velocidade de marcha mais lenta com o avanço da idade, juntamente com uma diminuição do comprimento do passo e na largura da passada durante a velocidade preferida, pode estar associada a uma redução na amplitude de movimento e redução da força muscular de quadril, joelho e tornozelo (33). Esses estudos prévios fornecem informações sobre como o comprometimento da força muscular leva a limitações funcionais específicas, e vão ao encontro dos

resultados do presente estudo, onde houve uma associação entre assimetrias na mobilidade funcional (comprimento de passo) e na força de extensores de quadril. Considerando que a fragilidade e as habilidades funcionais estão associadas a uma diminuição de força muscular em idosas, a influência dessas variáveis na independência em idosos ambulatoriais mostra que mulheres com idade avançada apresentam mais dependência funcional do que homens com idade avançada (34).

5 Conclusão

A força muscular no quadril de idosas deve ser simétrica para diminuir assimetrias na marcha que são associadas com menor estabilidade durante o andar. Como aplicação prática dos nossos resultados, podemos assumir que o treinamento em idosos, assim como dinâmicas de reabilitação, devem primar pela simetria de força, especialmente no quadril.

Referências

1. JÚNIOR SSSG, A. C. A.; KORN, S.; BOING, L.; MACHADO, Z. Força dos Membros Superiores e inferiores de Idosas praticantes não praticantes de ginástica funcional. *Saúde Santa Maria* 2015;41(0103-4499):255-62.
2. BRESQUI GNea. Avaliação da força muscular de membros inferiores em idosas praticantes de atividade física. *Colloq Vitae* 2015;7:38-45.
3. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and aging: an update. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2012;67(1):28-40.
4. AMARAL JFC, E. A.; MANCINI, M.; DOIMO, L. A.; NOVO JÚNIOR, J. M. Taxa de desenvolvimento da força muscular de membros superiores e inferiores em mulheres idosas. *Motricidade* 2012;8(1646-107x):454-61.
5. SCHIMIDT HLM, A. S.; VAZ, M. A.; CARPES, F. P. . Isometric muscle force, rate of force development and knee extensor neuromuscular efficiency asymmetries at different age groups. . *Rev Bras Cineantropom e Desempenho Hum*. 2014;16:307-15.
6. Gafner S, Bastiaenen CHG, Terrier P, Punt I, Ferrari S, Gold G, et al. Evaluation of hip abductor and adductor strength in the elderly: a reliability study. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2017;14:5.
7. Chen TB, Chou LS. Impacts of Muscle Strength and Balance Control on Sit-To-Walk and Turn Durations in the Timed up and Go Test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017.

8. Yogev G, Plotnik M, Peretz C, Giladi N, Hausdorff JM. Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention? *Experimental brain research*. 2007;177(3):336-46.
9. FIDELIS LTP, L. J.; WALSH, I. A. P. Influência da prática de exercícios físicos sobre a flexibilidade, força muscular manual e mobilidade funcional em idosos. . *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2013;16:109-16.
10. Johansson J, Nordstrom A, Nordstrom P. Greater Fall Risk in Elderly Women Than in Men Is Associated With Increased Gait Variability During Multitasking. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016;17(6):535-40.
11. LAROCHE DPC, S. B.; MACKALA, K. . Strength asymmetry increases gait asymmetry and variability in older women. . *Medicine and science in sports and exercise*. 2012:2172-81.
12. Maffiuletti NA. Assessment of hip and knee muscle function in orthopaedic practice and research. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2010;92(1):220-9.
13. KENDALL FP. Músculos: Provas e Funções 2007:528.
14. ANTERO-JACQUEMIN JSS, P.; GARCIA, P. A.; DIAS, R. C.; DIAS, J. M. . Isokinetic muscle function comparison of lower limbs among elderly fallers and non-fallers. . *Fisioter Pesq* 2012;19:39-44.
15. MARASCHIN Rea. Low back pain and pain in the lower extremity in aged: etiology in review. . *Fisioter Mov*. 2010;23(0103-5150):627-39.
16. KIRKWOOD RNA, P. A.; DIAS, C. S. Gait biomechanics in elderly fallers and non fallers: a literature review. . *R Bras Ci e Mov*. 2006;14:103-10.
17. MANN LK, J. F.; TEIXEIRA, C. S.; MOTA, C. B. . A marcha humana: investigação com diferentes faixas etárias e patologias Motriz, Rio Claro 2008;14:346-53.
18. Jackson SM, Cheng MS, Smith AR, Jr., Kolber MJ. Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. *Musculoskeletal science & practice*. 2017;27:137-41.
19. Kolber MJ, Beekhuizen K, Cheng MS, Fiebert IM. The reliability of hand-held dynamometry in measuring isometric strength of the shoulder internal and external rotator musculature using a stabilization device. *Physiother Theory Pract*. 2007;23(2):119-24.
20. Thorborg K, Petersen J, Magnusson SP, Holmich P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(3):493-501.
21. WANG CYO, S. L.; PROTAS, E. J. . Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(0003-9993):811-5.
22. SAMUEL DR, P. J. . Effect of ageing on isometric strength through joint range at knee and hip joints in three age groups of older adults. . *Gerontology*. 2009;55(1423-0003):621-9.

23. AIKAWA ACB, L. M.; PADULA, R. S. Effects of postural alterations and static balance on falls in institutionalized elderly. *Ciênc Méd* 2006;15:189-96.
24. Nagano H, Begg RK, Sparrow WA, Taylor S. A comparison of treadmill and overground walking effects on step cycle asymmetry in young and older individuals. *J Appl Biomech*. 2013;29(2):188-93.
25. PINHO Lea. Avaliação isocinética da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sofrem quedas. . *Rev Bras Fisioter* 2005;9(1413-3555):93-9.
26. GONÇALVES RG, A. L. D.; GOBB, S. . Effects of eight weeks strength training on flexibility in older adults. . *Rev Bras Cineantropom e Desempenho Hum*. 2007;2(1415-8426):145-53.
27. Pasco JA, Holloway KL, Brennan-Olsen SL, Moloney DJ, Kotowicz MA. Muscle strength and areal bone mineral density at the hip in women: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2015;16:124.
28. Papa EV, Foreman KB, Dibble LE. Effects of age and acute muscle fatigue on reactive postural control in healthy adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015;30(10):1108-13.
29. WINTER DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*. 1995;3:193-214.
30. Polk JD, Stumpf RM, Rosengren KS. Limb dominance, foot orientation and functional asymmetry during walking gait. *Gait & posture*. 2017;52:140-6.
31. PERRY M. Strength, power output and symmetry of leg muscle: effect of age and history of falling. . *European journal of applied physiology*. 2007;553-61.
32. Beissner KL, Collins JE, Holmes H. Muscle force and range of motion as predictors of function in older adults. *Physical therapy*. 2000;80(6):556-63.
33. SEUNG-UK K.; STENHOLM SM, J. E.; FERRUCCI, L. Age-associated gait patterns and the role of lower extremity strength-results from the baltimore longitudinal study of aging. *Arch of Gerontol and Geriatr*. 2012;55:474-9.
34. BATISTA F. Relationship between lower-limb muscle strength and functional independence among elderly people according to frailty criteria: a cross-sectional study. *Geriatric outpatient Clinic*. 2014:282-9.