

Força do tronco conforme a idade e o nível de atividade física: idosas ativas são tão fortes quanto jovens inativas?

Trunk strength according to age and level of physical activity: are active elderly women as strong as inactive young women?

Iohanna Gilnara Santos Fernandes¹ , Levy Anthony de Oliveira¹ , Diêgo Augusto Nascimento Santos² , Marta Silva Santos¹ , Marzo Edir Da Silva-Grigoletto¹ .

1. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil

2. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

Objetivos: Verificar o comportamento da força muscular de extensores e flexores do tronco conforme a idade e o nível de atividade física, além de comparar jovens inativas vs. idosas ativas sobre a força muscular. **Métodos:** Participaram da pesquisa 28 jovens e 30 idosas inativas fisicamente, as quais posteriormente se tornaram ativas, com a inclusão de atividade física em suas rotinas. As participantes foram avaliadas quanto à força isométrica máxima dos músculos extensores e flexores do tronco, por meio da utilização de uma célula de carga conectada a um assento estável de madeira, que isolou musculatura do quadril de maneira a ativar a musculatura do tronco. Testes t para amostras dependentes e independentes foram utilizados para a análise em relação a idade e o nível de atividade física. O nível de significância adotado foi $\leq 5\%$. **Resultados:** Quanto à força dos extensores e flexores do tronco, mulheres jovens e idosas ativas fisicamente possuíam um maior nível de força quando comparadas à condição inativa. Com relação a comparação entre jovens inativas e idosas ativas, foi verificado que as idosas apresentaram níveis semelhantes de força dos músculos extensores quando comparadas com as jovens. **Conclusão:** A força de flexores e extensores do tronco é influenciada pelos fatores idade e nível de atividade física. Idosas ativas fisicamente possuem o mesmo nível de força dos músculos extensores do tronco que mulheres jovens inativas.

Palavras-chave: envelhecimento; contração muscular; adulto jovem.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate trunk extensors and flexors muscle strength according to age and physical activity level, in addition to comparing inactive young women with active older women on maximal trunk strength. **Methods:** Twenty-eight young and thirty older women physically inactive participated in the research. They became active later, with the inclusion of physical activity in their routines. Participants were evaluated for maximal isometric strength of trunk extensors and flexors muscles using a strength sensor connected to a stable wooden seat that isolated the trunk muscles. Dependent and independent t-tests were used for analysis regarding age and level of physical activity. The significance level adopted was $\leq 5\%$. **Results:** Regarding the strength of the trunk extensors and flexors, physically active young and older women had a higher level of strength when compared to inactive conditions. Regarding the comparison between inactive young and active older women, the active older women presented similar levels of extensor muscle strength when compared to the inactive young women. **Conclusion:** The strength of trunk flexors and extensors was influenced by age and physical activity level. Physically active older women have the same level of trunk extensor muscle strength as inactive young women.

Keywords: aging; muscle contraction; young adult.

Recebido em: 16 de outubro de 2019; Aceito em: 14 de dezembro de 2020.

Correspondência: Iohanna Gilnara Santos Fernandes, Universidade Federal de Sergipe, Marechal Rondon Avenue, s/n, 49100-000 São Cristóvão SE, Brasil. iohanna.aju@hotmail.com

Introdução

O envelhecimento é um fenômeno global e um processo natural intrínseco ao ser humano, ligado a deteriorações biológicas e funcionais em diversos sistemas que afeta a qualidade de vida devido a redução da capacidade de realizar tarefas do dia a dia [1]. O decréscimo da capacidade funcional desses indivíduos ocorre em parte devido a diminuição nos níveis de força com o passar dos anos, além de causar o aumento no risco de sofrer quedas em 35% após os 65 anos [2], elevando assim a taxa de mortalidade [3]. Além disso, quando comparado aos homens, as mulheres são mais afetadas por este processo devido as alterações hormonais que estão ligadas à menopausa [4].

Dentre as diferentes estratégias utilizadas para atenuar as consequências da senescência, aumentar o nível de atividade física tem se tornado a principal alternativa não farmacológica, capaz de promover adaptações positivas ao organismo dos idosos de forma sistêmica [5]. Dentre essas alterações, estudos tem demonstrado que com o decorrer da idade há uma diminuição de até 40% da área de secção transversa em diversos grupos musculares dos membros inferiores e superiores e que esta diminuição também implica na redução da capacidade de produzir força muscular [6,7]. No entanto, na literatura poucas pesquisas observaram as mudanças que ocorrem nos músculos do tronco com o passar dos anos, mesmo sabendo que esses músculos são importantes para a realização de tarefas do cotidiano [8].

Os músculos do tronco fazem parte do core, complexo neuromuscular e osteoarticular responsável pela estabilização do tronco e manutenção do controle postural. Somado a isso, ele tem a função de realizar transferência de forças para os membros do corpo durante a execução de tarefas motoras desenvolvidas pelo ser humano [9]. Dessa forma, faz-se necessário que o core mantenha-se forte e exerça de forma eficiente suas funções durante o envelhecimento, sabendo que a diminuição da força desses músculos pode influenciar no aumento da dor lombar [10,11], além de aumentar o estresse mecânico na coluna vertebral [12]. Quanto à morfologia dos músculos do tronco, foram observadas reduções de 26 a 48% da espessura em indivíduos mais velhos, quando comparados com pessoas mais jovens [13].

Sendo assim, manter níveis de força nos músculos do tronco se torna essencial para a manutenção da qualidade de vida de indivíduos mais velhos. Contudo, não se sabe como a idade e o nível de atividade física podem influenciar na capacidade de produzir força durante movimentos do tronco, uma vez que a atividade física pode gerar adaptações neuromusculares tanto em pessoas de meia-idade quanto em idosos. Além disso, ambas populações podem aumentar a força muscular com medidas aproximadas [14]. Isto nos leva a crer que com os músculos do core, os quais podemos incluir a musculatura extensora e flexora do tronco, também possam acontecer essas adaptações.

Assim, nosso objetivo foi verificar o comportamento da força muscular de extensores e flexores do tronco conforme a idade e o nível de atividade física, em mu-

lheres jovens e idosas que eram inativas e passaram a ser ativas fisicamente. Outro objetivo foi averiguar se idosas ativas possuem a mesma capacidade que jovens inativas de produzir força na musculatura extensora e flexora do tronco. Nossa hipótese é que a força isométrica máxima aumentará com o aumento do nível de atividade física em ambos grupos musculares tanto em mulheres jovens quanto idosas. Além disso, as idosas ativas fisicamente podem possuir a mesma capacidade de produzir força que mulheres jovens em ambos grupos musculares do tronco.

Métodos

Abordagem experimental

Trata-se de um estudo prospectivo observacional, de acordo com Thomas, Nelson e Silverman [15] em que no primeiro momento foram realizadas perguntas sobre o nível de atividade física, por meio do questionário internacional de atividade física IPAQ – versão curta [16] a mulheres jovens e idosas que tinham interesse em participar de programas de extensão universitária que não eram controlados pelos autores do estudo. As participantes que após responder o IPAQ foram classificadas como inativas, passaram a fazer parte da pesquisa. No segundo momento, após a seleção inicial, a força isométrica máxima de flexores e extensores do tronco das voluntárias foi avaliada. Posteriormente a realização do teste de força as voluntárias foram aconselhadas a aumentarem o nível de atividade física de acordo com as recomendações da Organização Mundial de Saúde [17], ou seja, durante a semana praticar 150 minutos de atividade física de intensidade moderada ou 75 minutos de intensidade elevada, por um período de 12 meses.

No decorrer desse período, as voluntárias ingressaram nos programas de extensão que eram diferentes para cada público (jovens e idosas) e estas foram auxiliadas a ter um hábito de vida mais ativo por meio das atividades físicas desenvolvidas e orientadas pelos projetos, sem interferência dos pesquisadores do estudo. Os projetos de extensão universitária duraram por um tempo de quatro meses no primeiro semestre (fevereiro de 2018 a maio de 2018) e mais quatro meses no segundo semestre (agosto de 2018 a novembro de 2018). Dessa forma, cada grupo participou duas vezes dos projetos durante o ano, havendo um período em que as voluntárias realizaram suas atividades físicas fora das instituições. Apesar de não controlar os programas de extensão e as atividades físicas, foram mantidos contatos semanais através de ligações com as participantes do estudo para saber se estas estavam mantendo seus níveis de atividade física. As voluntárias que não se mantiveram ativas foram excluídas visto que este não teve a intenção de tratar, ou seja, seguir as participantes que não estavam atendendo às recomendações de comportamento ativo durante o período da pesquisa.

Após o tempo de 12 meses, as participantes que seguiram as instruções e mantiveram-se praticando atividade física por todo o período da pesquisa, retornaram e responderam uma nova avaliação de classificação do nível de atividade física por

meio do questionário IPAQ – versão curta. A partir das considerações das respostas obtidas pelo questionário, as voluntárias que foram classificadas como ativas também foram reavaliadas quanto à força isométrica máxima de flexores e extensores do tronco.

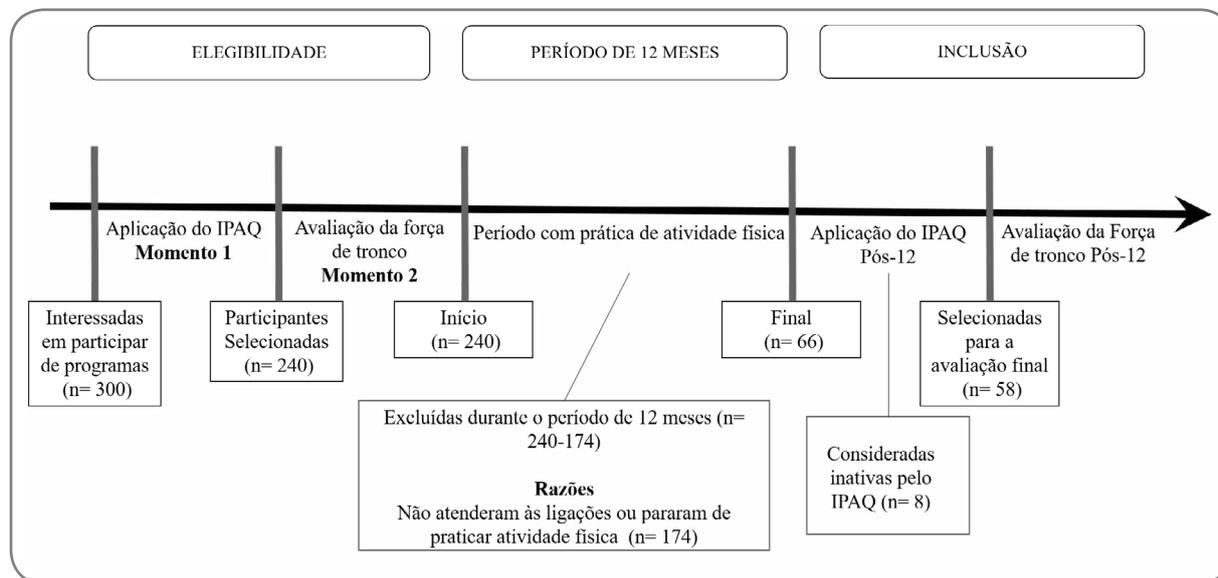


Figura 1 - Abordagem experimental do estudo

Amostra e critérios para participação do estudo

A amostra foi composta por 58 participantes inativas fisicamente (28 jovens e 30 idosas), de acordo com o IPAQ – versão curta [16] e estas foram alocadas em dois grupos: jovens ($24,7 \pm 5,5$ anos; $IMC = 23,9 \pm 3,3$ kg/m²) e idosas ($65,6 \pm 3,2$ anos; $IMC = 28,3 \pm 6,1$ kg/m²). Todas as participantes leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido após serem informadas verbalmente e por escrito dos objetivos e procedimentos do estudo, previamente elaborados de acordo com a Declaração de Helsinque e aprovados pelo Comitê de Ética (060568/2017) e pesquisa local.

Os critérios de inclusão para o grupo de jovens e idosas foram: 1) possuir idade entre 18 e 40 anos para jovens e igual ou acima de 60 anos para as idosas; 2) ser mulher; 3) ser considerada insuficientemente ativa, segundo IPAQ – versão curta; 4) não estar realizando nenhuma atividade física sistemática nos últimos três meses; 5) não ter dor lombar nos últimos seis meses. O critério de exclusão adotado foi: 1) não manter o contato semanal com os avaliadores para informar sobre a prática de atividade física; 2) não ser classificada como ativa pelo IPAQ – versão curta após o período de 12 meses; 2) não completar a avaliação final.

Procedimento de coleta de dados

Uma anamnese em que foram perguntadas questões pessoais e referentes ao histórico de saúde no formato entrevista foi realizada com cada voluntária. Massa corporal (kg) e estatura (cm) foram medidas, por meio de uma balança antropométrica (Líder®, P150C, São Paulo, Brasil) com capacidade máxima de 150 kg e de um estadiômetro (Sanny, ES2030, São Paulo, Brasil), com precisão de 0,1 cm, respectivamente.

Para avaliar a força isométrica foi utilizado um assento estável de madeira com apoio ajustável ao quadril e aos membros inferiores, de forma que isolava apenas os músculos do tronco no momento do teste. A força muscular dos flexores e extensores do tronco foi mensurada, por meio de uma célula de carga digital (Ktoyo, 333 A, Hown Dong, Coréia do Sul), a qual estava conectada ao sistema de análise de dados Muscle Lab® (Ergotest Innovation, Porsgrunn, Noruega) que concedeu o valor de força em Newtons (N). Para avaliação da força dos extensores do tronco, as participantes foram posicionadas em 0° de flexão de tronco, uma vez que esse posicionamento diminui a ativação dos flexores do quadril [18]. A célula de carga foi fixada a uma parede por um tensor ajustável de maneira que ficasse paralela com o solo e conectada ao indivíduo por meio de uma cinta de velcro a nível do processo xifoide. A partir disso, uma contração isométrica máxima em extensão do tronco foi realizada. Para avaliar os flexores do tronco, a célula de carga foi fixada na parede atrás do avaliado, com a cinta abaixo do ângulo inferior da escápula. Em seguida, uma contração isométrica máxima em flexão do tronco foi executada. Vale ressaltar que, o assento de madeira utilizado no teste foi ajustado a nível de quadril e membros inferiores de acordo com a estatura do indivíduo, fazendo com que fossem ativados apenas os músculos do tronco durante a realização do protocolo de teste [18,19].

Em um primeiro momento, os participantes realizaram uma repetição para familiarização em cada posição do teste. Após isso, foram executadas três tentativas de contração máxima com duração de cinco segundos. Para a análise, o maior valor de força foi utilizado. A tentativa só foi considerada válida se a força acontecesse de forma gradual. Os indivíduos tiveram um descanso de 30 segundos entre cada repetição e em todas as tentativas, um forte encorajamento verbal foi feito pelos avaliadores.

Análise dos dados

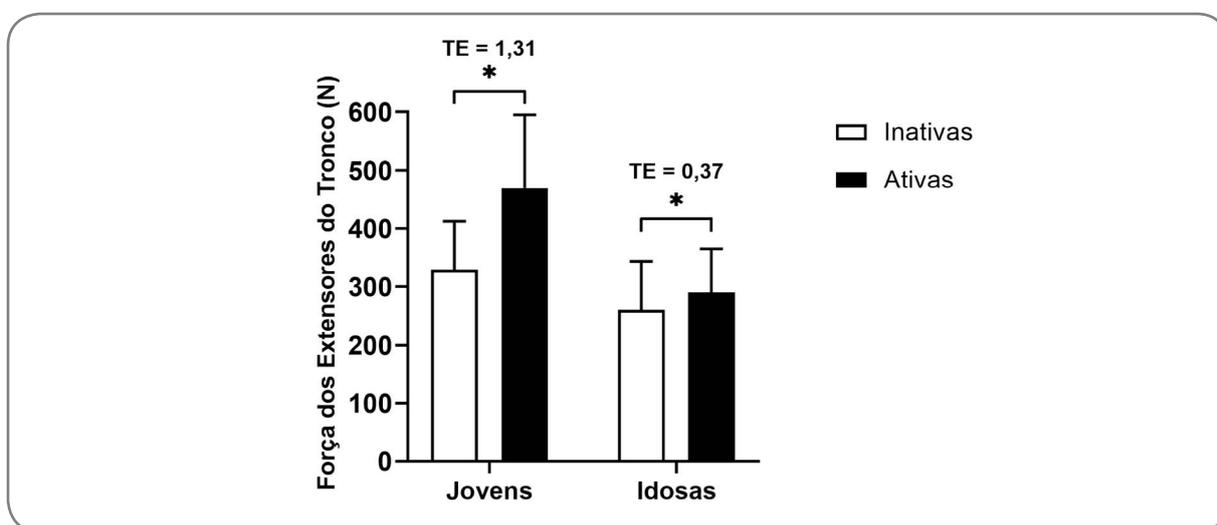
Os dados foram expressos em média e desvio padrão. O teste de Kolmogorv-Smirnov foi aplicado para comprovar a normalidade dos dados. Testes t para amostras dependentes foram executados para verificar o comportamento da força do tronco, conforme o nível de atividade física (jovens inativas vs. ativas e idosas inativas vs. ativas). Em seguida, um teste t para amostras independentes foi calculado para comparar mulheres jovens inativas vs. idosas ativas. O tamanho do efeito de Cohen (TE) foi calculado e os valores foram classificados da seguinte forma: efeito trivial (< 0.20), pequeno (0.20-0.59), moderado (0.60-1.19), alto (1.2-2.0) e muito alto (> 2.0) [20]. Para todas as análises, a significância estatística considerada foi $p \leq 0,05$. Todos os procedimentos foram realizados no software SPSS® versão 23.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Resultados

Os valores de força isométrica dos músculos extensores e flexores do tronco foram apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente, tanto para jovens quanto idosas nas duas categorias analisadas (inativa e ativa fisicamente). Após mudar de

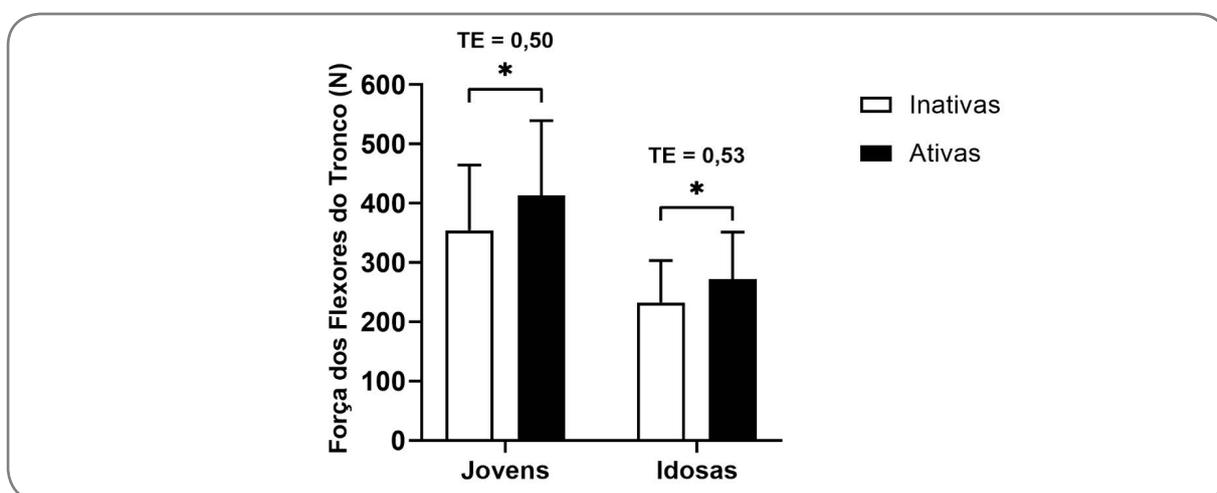
categoria, tanto as jovens quanto as idosas apresentaram valores superiores de força durante a extensão (jovens inativas = $329,7 \pm 82,8$, jovens ativas = $469,4 \pm 125,7$; $t(27) = -5,051$; $p < 0,001$; idosas inativas = $260,6 \pm 83,3$, idosas ativas = $289,8 \pm 75,8$; $t(29) = -2,237$; $p = 0,033$) e flexão do tronco (jovens inativas = $353,8 \pm 110,6$, jovens ativas = $413,5 \pm 125,5$; $t(27) = -2,660$; $p = 0,013$; idosas inativas = $232,3 \pm 70,7$, idosas ativas = $271,9 \pm 78,9$; $t(29) = -3,033$; $p = 0,005$).

A comparação entre idosas ativas e jovens inativas foi apresentada na Figura 4. As jovens inativas produziram maior força isométrica do que as idosas ativas durante a flexão isométrica do tronco (jovens inativas = $353,8 \pm 110,6$; idosas ativas = $271,9 \pm 78,9$; $t(56) = -3,261$; $p = 0,002$). Contudo, as idosas ativas obtiveram valores semelhantes às jovens inativas durante a extensão de tronco. Não houve diferença estatística entre elas sobre a força dos extensores do tronco (jovens inativas = $329,7 \pm 82,8$; idosas ativas = $271,9 \pm 78,9$; $t(56) = -1,916$; $p = 0,061$).



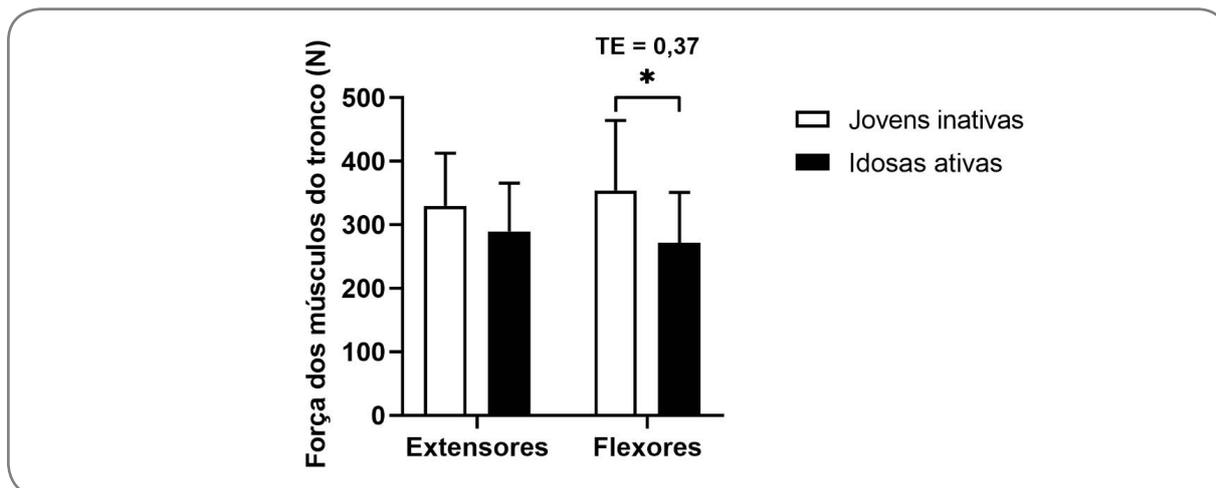
Valores expressos por média e desvio padrão; *Diferença estatística em relação à inativa ($p \leq 0,05$); TE = tamanho do efeito (d de Cohen)

Figura 2 - Comparação da força muscular dos extensores do tronco entre jovens inativas e ativas, e entre idosas inativas e ativas fisicamente



Valores expressos por média e desvio padrão; *Diferença estatística em relação à inativa ($p \leq 0,05$); TE = tamanho do efeito (d de Cohen)

Figura 3 - Comparação da força dos flexores do tronco entre jovens inativas e ativas, e entre idosas inativas e ativas fisicamente



Valores expressos por média e desvio padrão; *Diferença significativa em relação às idosas ativas ($p \leq 0,05$); TE = tamanho do efeito (d de Cohen)

Figura 4 - Comparação da força muscular do tronco entre jovens inativas e idosas ativas

Discussão

Este estudo verificou a força isométrica dos músculos do tronco em mulheres de acordo com a idade e nível de atividade física. Seu principal achado sugere que com o aumento no nível de atividade física as idosas podem possuir os mesmos níveis de força na musculatura extensora que as mulheres jovens que não atendem às recomendações da prática de atividade física. Há um consenso na literatura científica de que com o decorrer da idade, os níveis de força muscular [6,21] diminuem e que a prática de atividade física pode atenuar tal declínio de força.

Assim, nosso estudo trouxe novos achados quanto ao comportamento da força muscular do tronco de acordo com a idade e nível de atividade física. Estudos prévios verificaram essas questões ao avaliar a força dos membros do corpo humano [22,23]. Contudo, não há um consenso na literatura científica de como a idade e o nível de atividade física podem influenciar a força muscular do tronco. Uma vez que os músculos do tronco fazem parte do core, é suposto que a diminuição da força desta musculatura pode influenciar no aparecimento e aumento da dor lombar crônica [9,24,25].

O teste de força máxima do tronco utilizado para avaliar a amostra possui boa confiabilidade. A reprodutibilidade deste teste foi analisada em uma pesquisa anterior [19], e foram encontrados valores de coeficiente de correlação intraclass e coeficiente de variação altos e muito altos para a musculatura extensora e flexora do tronco, respectivamente.

A força dos músculos extensores do tronco tanto das mulheres jovens quanto das idosas aumentou ao se tornarem ativas fisicamente. Nas mulheres jovens, a magnitude das diferenças entre as médias foi alta (TE = 1,31), enquanto nas idosas foi pequena (TE = 0,37). Na literatura científica tem sido documentado que idosas possuem o mesmo potencial que mulheres jovens de elevar força isométrica após aumento do nível de atividade física [26,27]. Nossos achados não estão de acordo com o exposto

acima. Contudo, tais estudos avaliaram a força de membros inferiores. Desta forma, os músculos do tronco podem ter uma possibilidade de aumentar a força isométrica diferente dos músculos dos membros do corpo em mulheres idosas. Além disso, no presente estudo a força muscular foi avaliada apenas de forma isométrica, podendo haver mudanças nos resultados quando esta for avaliada de maneira dinâmica.

A força da musculatura flexora do tronco aumentou tanto nas jovens quanto nas idosas após se tornarem ativas fisicamente. Contudo, a magnitude das diferenças entre as médias foi pequena em ambos os grupos. A capacidade de aumentar a força isométrica foi similar em jovens e idosas, após a elevação do nível de atividade física. Este achado está de acordo com os estudos da literatura científica que avaliaram a força isométrica dos membros do corpo [26,27]. Com relação ao resultado, houve uma diferença quanto ao aumento da força isométrica entre a musculatura extensora e flexora do tronco em mulheres jovens. Encontrou-se uma pequena capacidade de aumentar a força isométrica dos músculos do tronco (extensores e flexores) em idosas após a mudança do nível de atividade física. No entanto, as mulheres jovens possuíam um alto potencial de aumentar a força somente sobre a musculatura extensora do tronco. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de que, com os avanços tecnológicos, os seres humanos passaram a adotar uma postura cifótica, levando a uma menor ativação dos músculos extensores do tronco, tornando esta musculatura mais sensível as alterações advindas do hábito da prática de atividade física [28]. Assim, com a prática de atividade física, esta musculatura passa a ser mais exigida, para a manutenção de uma melhor postura [29,30]. Desta forma, quando jovem, a musculatura extensora tem uma alta possibilidade de aumentar a força isométrica. Contudo, ao se tornar uma mulher idosa esta possibilidade é diminuída [31].

O presente estudo também teve como um dos objetivos a comparação entre jovens inativas vs. idosas ativas, pois de acordo com Hakkinen *et al.* [14], a atividade física pode gerar adaptações neuromusculares fazendo com que as idosas possam aumentar a força muscular com medidas aproximadas a de um adulto jovem. Dessa forma, nossos resultados indicaram que a musculatura flexora do tronco tende a ser mais afetada com o envelhecimento do que os músculos extensores, corroborando a literatura [32,33]. Contudo, a magnitude da diferença entre as médias foi pequena. Uma justificativa para tal resultado é a composição das fibras dos músculos extensores e flexores do tronco. A musculatura flexora é composta predominantemente por fibras do tipo II [34] sendo estas as que apresentam uma maior diminuição em seu diâmetro em relação as fibras tipo I [35]. Desta maneira, a musculatura que apresenta uma maior quantidade de fibras tipo II, terá uma maior atrofia muscular [36,37]. Além disso, os músculos extensores são ativados no nosso dia a dia através do efeito da gravidade para se manter em pé, fazendo com que haja menor diminuição da força quando comparado a musculatura flexora, uma vez que este fato não ocorre com os músculos flexores [33,38].

O presente estudo possui algumas limitações. A amostra do estudo foi composta apenas por mulheres, o que reduz a interpretação dos resultados somente para

esse sexo, sabendo que no sexo masculino o envelhecimento e a inatividade agem de forma distinta quando comparado com o feminino [4]. Além disso, a força muscular foi avaliada apenas de maneira isométrica, podendo haver alterações nos resultados caso tivesse sido avaliada de maneira dinâmica e outras variáveis não foram avaliadas como a estabilidade e a resistência do tronco [39] importantes para o desempenho funcional dos idosos.

Contudo, é fundamental ressaltar que a redução da força isométrica afeta a capacidade funcional do idoso durante as atividades do dia a dia [21,40]. Sendo assim, nossos resultados sugerem aplicações práticas, que levam ao direcionamento de estratégias pensadas no sentido de melhorar a força do tronco de idosos, principalmente da musculatura flexora, por haver uma maior redução de força nesta musculatura com o decorrer da idade.

Conclusão

Concluimos que a força isométrica da musculatura do tronco é influenciada pela idade e pelo nível de atividade física. Tornar-se ativa fisicamente aumenta a força da musculatura extensora e flexora do tronco tanto de mulheres jovens quanto idosas. Além disso, idosas ativas fisicamente possuem níveis de força isométrica semelhantes quando comparado às jovens inativas sobre a musculatura extensora do tronco. Assim, sugerimos que a força da musculatura flexora é a mais afetada pelo avanço da idade.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Fernandes IGS e Da Silva- Grigoletto ME. **Obtenção de dados:** Fernandes IGS, Oliveira LA, Santos DAN, Santos MS. **Análise e interpretação dos dados:** Fernandes IGS, Santos MS. **Análise estatística:** Fernandes IGS, Oliveira LA, Santos MS, Da Silva-Grigoletto ME. **Redação do manuscrito:** Fernandes IGS, Oliveira LA, Santos DAN, Santos MS. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Da Silva- Grigoletto ME.

Referências

1. Gault M. Aging, functional capacity and eccentric exercise training. *Aging Dis* 2013;4(6):351-63. doi: 10.14336/AD.2013.0400351
2. WHO. Falls. [Internet]. World Health Organization. Geneve; 2018. [cited 2019 June 15]. Available on: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
3. Kasukawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, Ishikawa Y, Noguchi H, Kamo K, *et al.* Relationships between falls, spinal curvature, spinal mobility and back extensor strength in elderly people. *J Bone Miner Metab* 2010;28(1):82-7. doi: 10.1007/s00774-009-0107-1
4. Straight CR, Brady AO, Evans E. Sex-specific relationships of physical activity, body composition, and muscle quality with lower-extremity physical function in older men and women. *Menopause*

2015;22(3):297-303. doi: 10.1097/GME.0000000000000313

5. Westcott WL. Resistance Training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep* 2012;11(4):209-16. doi: 10.1249/JSR.0b013e31825dabb8

6. Doherty TJ, Brown WF. The estimated numbers and relative sizes of thenar motor units as selected by multiple point stimulation in young and older adults. *Muscle Nerve* 1993;16(4):355-66. doi: 10.1002/mus.880160404

7. Shahtahmassebi B, Hebert JJ, Hecimovich M, Fairchild TJ. Trunk exercise training improves muscle size, strength, and function in older adults: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2019;29(7):980-91. doi: 10.1111/sms.13415

8. Shahtahmassebi B, Hebert JJ, Hecimovich MD, Fairchild TJ. Associations between trunk muscle morphology, strength and function in older adults. *Sci Rep* 2017;7(1):10907. doi: 10.1038/s41598-017-11116-0

9. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006;36(3):189-98. doi: 10.2165/00007256-200636030-00001

10. Bayramoğlu M, Akman MN, Klnç Ş, Çetin N, Yavuz N, Özker R. Isokinetic measurement of trunk muscle strength in women with chronic low-back pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80(9):650-5. doi: 10.1097/00002060-200109000-00004

11. Sions JM, Elliott JM, Pohlig RT, Hicks GE. Trunk Muscle characteristics of the multifidi, erector spinae, psoas, and quadratus lumborum in older adults with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2017;47(3):173-9. doi: 10.2519/jospt.2017.7002

12. Hughes DC, Wallace MA, Baar K. Effects of aging, exercise, and disease on force transfer in skeletal muscle. *Am J Physiol-Endocrinol Metab* 2015;309(1):E1-10. doi: 10.1152/ajpendo.00095.2015

13. Cuellar WA, Wilson A, Blizzard CL, Otahal P, Callisaya ML, Jones G, et al. The assessment of abdominal and multifidus muscles and their role in physical function in older adults: a systematic review. *Physiotherapy* 2017;103(1):21-39. doi: 10.1016/j.physio.2016.06.001

14. Häkkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol* 2000;83(1):51-62. doi: 10.1007/s004210000248

15. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Research methods in physical activity*. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2011.

16. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde* 2001;6(2):5-18. doi: 10.12820/rbafs.v.6n2p5-18

17. Global Recommendations on Physical Activity for Health [Internet]. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Geneva: World Health Organization; 2010. [cited 2019 June 15]. Available on: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf>

18. Sutarno CG, McGill SM. Isovelocity investigation of the lengthening behaviour of the erector spinae muscles. *Eur J Appl Physiol* 1995;70(2):146-53. doi: 10.1007/BF00361542

19. Mesquita MMA, Santos MS, Vasconcelos ABS, de Sá CA, Pereira LCD, Silva-Santos IBM, et al. Reliability of a test for assessment of isometric trunk muscle strength in elderly women. *J Aging Res* 2019;2019:1-6. doi: 10.1155/2019/9061839

20. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(1):3-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278

21. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjaer M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(1):49-64. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x

22. Aragão-Santos JC, De Resende-Neto AG, Nogueira AC, Feitosa-Neta ML, Brandão LH, Chaves LM, et al. The effects of functional and traditional strength training on different strength parameters of elderly women: a randomized and controlled trial. *J Sports Med Phys Fitness* 2020;59(3). doi: 10.23736/S0022-4707.18.08227-0

23. Lohne-Seiler H, Torstveit MK, Anderssen SA. Traditional versus functional strength training: effects on muscle strength and power in the elderly. *J Aging Phys Act* 2013;21(1):51-70. doi: 10.1123/japa.21.1.51

24. Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax TE. Concentric and eccentric strength of trunk muscles: Influence of test postures on strength and characteristics of patients with chronic low-back pain. *Arch Phys Med*

Rehabil 1995;76(7):604-11. doi: 10.1016/S0003-9993(95)80628-8

25. Lee J-H, Hoshino Y, Nakamura K, Kariya Y, Saita K, Ito K. Trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain: a 5-year prospective study. *Spine* 1999;24(1):54-7. doi: 10.1097/00007632-199901010-00013

26. Cannon J, Kay D, Tarpenning KM, Marino FE. Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. *Clin Physiol Funct Imaging* 2007;27(2):91-100. doi: 10.1111/j.1475-097X.2007.00719.x

27. Cannon J, Marino FE. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. *J Sports Sci* 2010;28(14):1505-14. doi: 10.1080/02640414.2010.517544

28. van der Burg JCE, Pijnappels M, van Dieën JH. Out-of-plane trunk movements and trunk muscle activity after a trip during walking. *Exp Brain Res* 2005;165(3):407-12. doi: 10.1007/s00221-005-2312-z

29. McGill S. Core training: evidence translating to better performance and injury prevention: *Strength Cond J* 2010;32(3):33-46. doi: 10.1519/SSC.0b013e3181df4521

30. Peter Reeves N, Narendra KS, Cholewicki J. Spine stability: The six blind men and the elephant. *Clin Biomech* 2007;22(3):266-74. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.11.011

31. Hwang JH, Lee Y-T, Park DS, Kwon T-K. Age affects the latency of the erector spinae response to sudden loading. *Clin Biomech* 2008;23(1):23-9. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2007.09.002

32. Kanehisa H, Miyatani M, Azuma K, Kuno S, Fukunaga T. Influences of age and sex on abdominal muscle and subcutaneous fat thickness. *Eur J Appl Physiol* 2004;91(5-6):534-7. doi: 10.1007/s00421-003-1034-9

33. Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K, Ichihashi N. Age-related changes in the thickness of the deep and superficial abdominal muscles in women. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;55(2):e26-30. doi: 10.1016/j.archger.2012.03.007

34. Johnson MA, Polgar J, Weightman D, Appleton D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. *J Neurol Sci* 1973;18(1):111-29. doi: 10.1016/0022-510X(73)90023-3

35. Sato T, Akatsuka H, Kito K, Tokoro Y, Tauchi H, Kato K. Age changes in size and number of muscle fibers in human minor pectoral muscle. *Mech Ageing Dev* 1984;28(1):99-109. doi: 10.1016/0047-6374(84)90156-8

36. Doherty TJ, Vandervoort AA, Brown WF. Effects of Ageing on the Motor Unit: A Brief Review. *Can J Appl Physiol* 1993;18(4):331-58. doi: 10.1139/h93-029

37. Andersen JL. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13(1):40-7. doi: 10.1034/j.1600-0838.2003.00299.x

38. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, *et al.* Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2011;12(4):249-56. doi: 10.1016/j.jamda.2011.01.003

39. Mesquita MMA, Santos MS, Vasconcelos ABS, Resende Neto AG, Aragão-Santos JC, Silva RJS, *et al.* Strength and endurance influence on the trunk muscle in the functional performance of elderly women. *Int J Sports Exerc Med* 2019;5(10). doi: 10.23937/2469-5718/1510147

40. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med* 2013;43(7):627-41. doi: 10.1007/s40279-013-0041-1