

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE PRÁTICA DO *TAI CHI CHUAN* NA ARQUITETURA MUSCULAR DE IDOSAS

Matias Fröhlich¹, Rafael R. Baptista^{1,2}, Flávio de Souza Castro¹, Marco A. Vaz¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Brasil

²Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS – Brasil

RESUMO

INTRODUÇÃO. A sarcopenia provoca um decréscimo da função muscular. O *tai chi chuan* vem sendo utilizado no fortalecimento muscular de idosos, e pode gerar mudanças na arquitetura muscular. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do tempo de prática do *tai chi chuan* sobre a arquitetura muscular de idosas.

MATERIAIS E MÉTODOS. Vinte mulheres (66,5±4,1 anos) residentes na cidade de Porto Alegre (RS) foram divididas em três grupos: grupo controle (GC; n=10; constituído de mulheres sedentárias); grupos iniciante (INI - 3,1±1,6 anos de prática; n=4) e avançado (AV - 11,8±3,2 anos de prática; n=6), constituídos de praticantes de *tai chi chuan*. A arquitetura muscular foi avaliada por meio de ultra-sonografia do músculo gastrocnêmio medial (GM) em repouso. As imagens de arquitetura foram analisadas com rotina desenvolvida em ambiente MATLAB (versão 7.3.0.267), sendo avaliados (1) comprimento dos fascículos (CF), (2) ângulo de penação (AP) e (3) espessura muscular (EM). Uma ANOVA *one-way* com *post-hoc* de Turkey foi utilizada para comparar os parâmetros de arquitetura muscular entre os três grupos (SPSS v.16.0; nível de significância = 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO. O CF do GM do GC (52,4±11) foi maior (p=0,015) comparado ao do grupo AV (37,7±7,4), enquanto o AP foi menor (p=0,040) no grupo GC (15,9±3,2) comparado ao AV (20,9±5,1). Além disso, o AP do grupo INI (14,6±0,6) foi menor (p=0,039) que o do grupo AV (15,9±3,2). **CONCLUSÃO.** A prática do *tai chi chuan* reduz o CF e aumenta o AP do músculo GM de idosas, sugerindo uma melhora funcional.

PALAVRAS-CHAVE: sarcopenia, arquitetura muscular, *tai chi chuan*.

TAI CHI CHUAN TIME OF PRACTICE INFLUENCE ON MUSCLE ARCHITECTURE OF ELDERLY WOMEN

ABSTRACT

INTRODUCTION. Senile sarcopenia causes muscle function decrease. The practice of *tai chi chuan* has been used for muscle strengthening in elderly, and can promote changes in muscle architecture. The present study's purpose is to evaluate the *tai chi chuan* time of practice effect on muscle architecture of elderly women.

MATERIALS AND METHODS. Twenty women (66.5±4.1 years) residents in the city of Porto Alegre/RS-Brazil were separated into three groups: control group (GC; n=10; sedentary women); beginner group (INI – 3.1±1.6 years of practice; n=4) and advanced group (AV – 11.8±3.2 years of practice; n=6). The *gastrocnemius medialis* (GM) muscle architecture was evaluated with ultrasonography technique at rest. Ultrasound images were analyzed with a MATLAB mathematical routine (version 7.3.0.267), and the following parameters were obtained: fascicle length (FL), pennation angle (PA) and muscle thickness (MT). A one-way ANOVA with a Turkey *post-hoc* test was used for muscle architecture parameters comparison between the three groups (SPSS v.16.0; significance level = 5%). **RESULTS AND DISCUSSION.** The GM FL of GC (52.4±11) was greater (p=0.015) compared to AV group (37.7±7.4), while PA was smaller (p=0.040) in GC group (15.9±3.2) compared to AV group (20.9±5.1). In addition, the PA of INI group (14.6±0.6) was smaller (p=0.039) than AV's group (15.9±3.2).

CONCLUSION. *tai chi chuan* practice decreases the FL and increases the PA of GM muscle in elderly women, suggesting functional improvement.

KEY-WORDS: sarcopenia, muscle architecture, *tai chi chuan*.

INTRODUÇÃO

A longevidade e a expectativa de vida vêm crescendo gradativamente com os avanços da medicina e, mais recentemente, com o maior incentivo à adoção de um estilo de vida ativo. No entanto, devido ao desenvolvimento tecnológico, é frequente a adoção de um estilo de vida sedentário. Isso torna este fenômeno, sob análise social e econômica, preocupante no momento que a crescente população de idosos necessita e utiliza recursos hospitalares. A maior expectativa de vida associada ao sedentarismo, provavelmente resultará em uma queda na qualidade de vida da população em geral [14].

O envelhecimento é caracterizado pela diminuição da massa muscular (fenômeno conhecido como sarcopenia) e consequente diminuição progressiva dos níveis de força. Idosos entre 70-80 anos de idade são, aproximadamente, 40% mais fracos em termos de extensão de joelho e flexão plantar que os adultos jovens entre 20-30 anos [8], e esta perda é mais abrupta a partir da sexta década de vida. Outros autores também observaram que a massa muscular de idosos é 20% menor que em adultos jovens [8,11]. Estes dados mostram que as reduções da força e da massa muscular não ocorrem na mesma proporção, havendo uma maior queda nos níveis de força.

Tal comportamento desproporcional se deve ao fato de que a queda na capacidade de produção de força ocorre não única e exclusivamente em função da redução da massa muscular, mas também por diminuições na ativação neural, aumento da quantidade de tecido muscular não contrátil, alterações nas propriedades mecânicas dos tendões, além de alterações do conteúdo de cadeias pesadas de miosina na célula contrátil [12]. Estudo anterior [11] mostrou que reduções na área de seção transversa anatômica, comprimento das fibras musculares, volume e ângulo de penação dos músculos, resultariam em reduções na capacidade de produção de força específica (força por unidade área) e alterações na biomecânica articular. Mais recentemente, foi sugerido que estas mudanças na arquitetura muscular contribuem significativamente em 50% na redução da função muscular em idosos [10,12].

Como uma forma de promoção da saúde, o *tai chi chuan* tem sido utilizado por diversos grupos de indivíduos [1]. Esta é uma das inúmeras ramificações das artes marciais chinesas, e se

caracteriza por movimentos de ataque e defesa lentos e fluídos. Coordenados com a ventilação diafragmática e uma constante manutenção do equilíbrio, integram componentes chave presentes em qualquer método moderno de exercícios, como melhoras da função cardiorrespiratória, composição corporal e flexibilidade [5]. Além de o *tai chi chuan* poder ser utilizado para fins desportivos ou terapêuticos, pode também ser prescrito como programa de exercícios para determinados pacientes com doenças ortopédicas [15], além de diminuir o risco de quedas nos indivíduos idosos [16].

Estudos que avaliaram programas de exercícios realizados em laboratório, muitas vezes são de curto prazo e requerem equipamentos caros, dificultando a continuidade após o término do estudo por parte dos participantes. Entretanto, o *tai chi chuan* é uma prática de baixo custo, e tem demonstrado uma alta taxa de adesão em programas de treinamento [7]. Por fim *tai chi chuan* possui um grande potencial para a promoção de saúde e é apropriado para ser implementado na comunidade [6].

Wu *et. al.* (2002) e Christou *et. al.* (2003) demonstraram aumentos significativos na capacidade de produção de torque isométrico dos extensores de joelho em idosos após intervenções baseadas na prática do *tai chi chuan* [2,17]. No entanto, nenhum estudo foi encontrado até o presente momento demonstrando o efeito da prática do *tai chi chuan* sobre o músculo gastrocnêmio. Por ser um dos músculos responsáveis pela manutenção do equilíbrio, é possível que modificações na arquitetura muscular em função da prática do *tai chi chuan* sejam mais visíveis neste músculo. Além disso, não foram encontrados trabalhos que avaliem o efeito da prática do *tai chi chuan* sobre a arquitetura muscular de idosos. Sendo uma prática de crescente popularidade nas comunidades, é interessante compreender seu efeito sobre a morfologia dos músculos e, por fim, sua aplicabilidade no tratamento e prevenção de disfunções musculoesqueléticas. Para tanto o presente estudo teve como objetivo observar os efeitos da prática do *tai chi chuan* sobre a arquitetura muscular de idosas. Além disso, se

procurou identificar os efeitos do tempo de prática sobre a arquitetura do músculo gastrocnêmio medial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Vinte mulheres residentes na cidade de Porto Alegre (RS - Brasil) com idade média de $66,5 \pm 4,1$ anos, concordaram em participar do estudo e foram então divididas em três grupos a partir de sua experiência na prática do *tai chi chuan*: grupo iniciante (INI), grupo avançado (AV) e grupo controle (GC). O INI foi constituído de 4 mulheres praticantes de *tai chi chuan*, há no máximo, 5 anos ($3,1 \pm 1,6$ anos), enquanto o AV, por seis mulheres praticantes há mais de 5 anos ($11,8 \pm 3,2$ anos). O GC ($n=10$) foi constituído de mulheres sedentárias que não realizavam exercícios físicos sistemáticos. Os indivíduos participantes assinaram um termo de consentimento informado que esclareceu sobre os riscos e benefícios da participação no estudo, bem como explicou os protocolos aos quais seriam submetidos. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CEP) da Universidade (nº 2008005).

Instrumentos e procedimentos

A arquitetura muscular foi obtida por meio de imagens de ultrassom do músculo gastrocnêmio medial (GM). Os sujeitos foram avaliados deitados em decúbito ventral sobre uma cadeira regulável, acoplada ao sistema de dinamometria Biodex System 3 Pro (Biodex Medical System, Shirley – NY, USA), em que a perna a ser examinada foi posicionada com o joelho em extensão. Uma sonda de arranjo linear, com frequência de amostragem de 7,5 MHz, e um ecógrafo (SSD 4000, 51 Hz, ALOKA Inc., Tokyo, Japan) foram utilizados para avaliar os diversos aspectos relacionados à arquitetura muscular em repouso, tais como: comprimento dos fascículos (CF), ângulo de penação (AP) e espessura muscular (EM) [9].

O procedimento de ultrassonografia foi feito por meio da captura de imagens no plano sagital mediano, ao nível de 50% do ventre muscular do GM [3,4].

A sonda foi embebida em um gel de transmissão solúvel em água promovendo contato acústico sem deprimir a superfície da pele. A sonda foi posicionada perpendicular à camada do músculo GM e paralela à direção de suas fibras. A distância entre a aponeurose profunda e aponeurose superficial foi adotada como a EM [4]. O ângulo entre o eco originado da aponeurose profunda do músculo estudado e a linha de inserção dos fascículos musculares foi considerado como sendo o AP. O CF foi definido como o comprimento da trajetória fascicular entre a inserção do fascículo nas aponeuroses superficial e profunda dos músculos estudados. Tais parâmetros foram então medidos por meio das imagens de arquitetura obtidas no exame de ultrassom, analisadas em um microcomputador com rotina desenvolvida em ambiente MATLAB (version 7.3.0.267, MathWorks, Inc., Natick, MA). Esta rotina possibilitou a seleção de três fascículos em cada imagem analisada para o cálculo dos parâmetros arquitetônicos, sendo a média encontrada por meio destes considerada como o CF, AP e EM de cada indivíduo.

Variáveis de estudo e análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para averiguar a normalidade e o de Levene para verificar a homocedasticidade dos dados. Para comparação dos parâmetros de arquitetura entre os diferentes grupos do estudo utilizou-se uma ANOVA *one way* com *post-hoc* de Turkey na comparação dos seguintes parâmetros de arquitetura muscular: CF, AP e EM. Todas as análises foram realizadas no *software SPSS for Windows* (v. 16.0), considerando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

No presente estudo o AV apresentou um maior AP, tanto em relação ao INI ($p=0,039$) quanto ao GC ($p=0,040$). O AV também mostrou um menor CF em relação ao grupo controle ($p=0,015$). Não foram encontradas diferenças na EM entre os três grupos. As diferenças foram significativas entre os

grupos para as variáveis CF ($F(2, 17) = 5,355$; $p = 0,016$) e AP ($F(2, 17) = 4,784$; $p = 0,022$). Os

valores médios das variáveis do estudo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Arquitetura do músculo gastrocnêmio medial, em médias \pm desvios-padrão (CF: comprimento fascicular; AP: ângulo de penação; e EM: espessura muscular) de GC (grupo controle), INI (grupo iniciante) e AV (grupo avançado).

	CF (mm)	AP (graus)	EM (mm)
GC (n=10)	52,4 \pm 11*	15,9 \pm 3,2 \perp	14,3 \pm 3,3
INI (n=4)	51,2 \pm 2,5	14,6 \pm 0,6*	14,1 \pm 2,5
AV (n=6)	37,7 \pm 7,4*	20,9 \pm 5,1 \perp *	13,9 \pm 3,0

* $p = 0,015$; $\perp p = 0,040$; * $p = 0,039$

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar se a prática do *tai chi chuan* causa alterações em parâmetros da arquitetura do músculo GM de mulheres idosas, comparando as praticantes com mulheres sedentárias da mesma idade. Diversos estudos mostram que o treinamento com sobrecarga pode ser um método efetivo para atenuar ou até reverter os efeitos da sarcopenia. O achado mais significativo dentre os estudos é que, por meio do treino com sobrecarga, pessoas idosas podem reduzir a fraqueza muscular em função de adaptações musculares, neurais e tendíneas [10,12,14]. Utilizando ultra-sonografia para estudar a estrutura interna dos músculos, adaptações na arquitetura têm sido identificadas nos idosos. Medidas em repouso mostraram um aumento de aproximadamente 9% no CF e de aproximadamente 30% para o AP após treinamento de força [13].

No presente estudo foram encontrados fascículos cerca de 24% mais penados no GM de praticantes com mais de cinco anos de experiência quando estes foram comparados aos de sedentárias, corroborando com os achados deste estudo anterior. No entanto, ao comparar o CF dos dois grupos, foram encontrados fascículos 28% mais curtos.

Buscando possíveis relações entre as características arquitetônicas e o avanço da idade, Kubo *et al.* (2003) observaram os músculos de 224 mulheres sedentárias entre 20 e 79 anos. Verificaram que há uma grande correlação da perda de EM e a diminuição do AP para o GM ($p <$

0,001). No entanto, viram também que o AP do GM não diminuiu significativamente em função do avanço da idade.

Tais achados sugerem que o AP é uma função do relativo estado de aumento do músculo. Já as perdas na EM se mostraram altamente correlacionadas com a idade para o músculo GM ($r = -0,437$, $p < 0,001$). Kubo *et al.* (2003) encontraram uma menor queda na EM do GM em relação à idade quando comparado com outros grupos musculares, e sugeriram que este resultado é devido à maior ativação relativa ao máximo (contração voluntária máxima) do GM em atividades de vida diária, como caminhar [4]. Tais resultados sugerem que o músculo GM talvez não seja o mais adequado para avaliar os efeitos da prática do *Tai Chi Chuan* sobre a arquitetura muscular de mulheres idosas. Entretanto, os menores CFs e maiores APs encontrados no AV sugerem uma possível adaptação do músculo GM no sentido de aumentar sua capacidade de produzir força sem aumentar sua espessura, arranjando mais fibras em paralelo.

Como já demonstrado por Narici *et al.* (2003), o envelhecimento altera a arquitetura do GM, sendo que o CF e AP dos idosos (entre 70 e 81 anos) é respectivamente 10% e 13% menores que de indivíduos jovens. Tais alterações são atribuídas tanto à perda de sarcômeros em série quanto em paralelo, que do ponto de vista funcional, alteram a relação força-velocidade e força-comprimento do músculo. De fato, em comparações mais recentes feitas pelos mesmos autores entre dados de torque-velocidade de flexores plantares de jovens e idosos observou-se

uma velocidade de encurtamento máxima estimada 16% menor nos idosos. Quando tais valores foram normalizados pelo comprimento dos fascículos, esta diferença caiu para 9%, sendo a redução então atribuída ao menor número de sarcômeros em série. Da mesma forma, o torque isométrico máximo produzido pelos idosos, que foi 34% menor quando normalizado pela área de secção transversa fisiológica, é reduzido para 18%, atribuindo-se então, a diferença tanto ao número de sarcômeros em série quanto em paralelo. Sendo assim, concluiu-se que diferenças na arquitetura muscular contribuem em pelo menos 50% da perda de função muscular em idosos [12]. A partir destes achados, parece provável que os menores CFs encontrados no AV do presente estudo, em função de um menor número de sarcômeros organizados em série, podem resultar em uma menor capacidade de gerar força em maiores velocidades. Possivelmente, pode-se atribuir tal efeito à demanda funcional característica dos movimentos do *tai chi chuan*, em que movimentos rápidos e explosivos não são usuais. Contudo, não é possível afirmar nada em relação à capacidade máxima de produção de força neste estudo, uma vez que o torque máximo não foi avaliado. Outras variáveis como a área de secção transversa fisiológica do músculo, por exemplo, não foi mensurada e seria fundamental no sentido de identificar os efeitos da prática sistemática do *tai chi chuan* sobre os parâmetros estruturais e funcionais de idosos.

Adicionalmente, é possível que a prática de *tai chi chuan* duas vezes por semana não tenha apresentado um volume de treinamento suficiente para aumentar a EM de idosos, mesmo após cinco anos de prática. Provavelmente se realizado com maior frequência, o *tai chi* seria capaz de gerar alterações musculares importantes em um período relativamente menor. Entretanto, no presente estudo, variáveis como volume de prática semanal realizada pelos grupos treinados e quais atividades de vida diária eram realizadas pelo grupo controle não foram controladas, e constituem uma limitação do estudo. Sendo assim, para um melhor entendimento do assunto, estudos futuros devem ser delineados de forma que tais variáveis sejam controladas adequadamente.

CONCLUSÃO

A prática de longa duração do *tai chi chuan* alterou a arquitetura do músculo GM, diminuindo o CF e aumentando o AP, sem modificar a EM. Porém, a arquitetura do músculo GM de idosos praticantes de *tai chi chuan* com até cinco anos de experiência é semelhante à de mulheres idosas sedentárias.

REFERÊNCIAS

1. Birdee GS, Wayne PM, Davis RB, Phillips RS and Yeh GY. T'ai Chi and Qigong for health: patterns of use in the United States **J Altern Complement Med** 2009; 15(9): 969–973.
2. Christou EA, Yang Y, Rosengren KS. Taiji training improves knee extensor isokinetic strength and force control in older adults. **Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES** 2003; 58a (8); 763-766.
3. Fukunaga T, Kawakami Y, Kuno S, Funato K, Fukashiro S. Muscle architecture and function in humans. **J Biomech** 1997; 30(5): 457-63.
4. Kubo K, Kanehisa H, Azuma K, Ishizu M, Kuno SY, Okada M, et al. Muscle architectural characteristics in women aged 20-79 years. **Med Sci Sports Exerc** 2003, 35 (1); 39-44.
5. Lan C, Chen S and Lai J. Changes of aerobic capacity, fat ratio and flexibility in older TCC practitioners: a five-year follow-up. **Am J Chin Med** 2008; 36(6): 1041–1050.
6. Lan C, Lai J, Chen S. Tai Chi: an ancient wisdom on exercise and health promotion. **Sports Meds** 2002; 32(4): 217-224.
7. Li F, Harmer P, McAuley E, et al. An evaluation of the effects of Tai Chi exercise on physical function among older persons: a randomized controlled trial. **Ann Behav Med** 2001; 23: 139-46.
8. Morse CI, Thom JM, Davis MG, Fox KR, Birch, MK, Narici MV. Reduced plantarflexor specific torque in the elderly is associated with a lower activation capacity. **Eur J Appl Physiol** 2004; 92: 219-226.
9. Narici MV. Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques: functional significance and applications. **J Electromyogr Kinesiol** 1999; 9(2): 97.
10. Narici MV, Maganaris CN. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. **J Anat** 2006; 208; 433-443.
11. Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND, Capodaglio P. Effect of aging on human

- muscle architecture. **J Appl Physiol** 2003; 95 (6): 2229-34.
12. Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND. Myotendinous alterations and effects of resistive loading in old age. **Scand J Med Sci Sports** 2005; 15(6): 392-401.
 13. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. **J Appl Physiol** 2004; 96(3): 885-92.
 14. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Myotendinous plasticity to ageing and resistance exercise in humans. **Exp Physiol** 2006; 91 (3); 483-498.
 15. Wang C, Schmid CH, Hibberd PL, Kalish R, Roubenoff R, Roncs R and Mcalindon T. Tai Chi is effective in treating knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Arthritis Rheum** 2009; 61 (11): 1545–1553.
 16. Wong AMK, Pei Y, Lan C, Huang S, Lin Y and Chou S. Is Tai Chi Chuan effective in improving lower limb response time to prevent backward falls in the elderly? **AGE** 2009; 31:163–170.
 17. Wu G, Zhao F, Zhou X, Wei L. Improvement of isokinetic knee extensor strength and reduction of postural sway in the elderly from long-term Tai Chi exercise. **Arch Phys Med Rehabil** 2002; 1364-9. Contato:

Laboratório de Pesquisa do Exercício - LAPEX
Departamento de Plasticidade Neuromuscular
Rua Felizardo, 750 - Bairro Jardim Botânico - Porto Alegre/RS

e-mails: matiasfu@gmail.com;
rafael.baptista@pucrs.br; souza.castro@ufrgs.br;
marcovaz@esef.ufrgs.br