

Pereira, MM; Jacó de Oliveira, Ricardo; Silva, MAF; Souza, LHR; Vianna, LG
Efeitos do Tai Chi Chuan na força dos músculos extensores dos joelhos e no equilíbrio em idosas
Revista Brasileira de Fisioterapia, vol. 12, núm. 2, março-abril, 2008, pp. 121-126
Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia
São Carlos, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235016537008>

Efeitos do *Tai Chi Chuan* na força dos músculos extensores dos joelhos e no equilíbrio em idosas

Effects of *Tai Chi Chuan* on knee extensor muscle strength and balance in elderly women

Pereira MM, Oliveira RJ, Silva MAF, Souza LHR, Vianna LG

Resumo

Contextualização: Alguns estudos têm indicado que o *Tai Chi Chuan* (TCC) é capaz de melhorar o condicionamento físico, a força muscular e o equilíbrio entre os praticantes idosos, prevenindo quedas, fraturas e dependência física. **Objetivo:** Verificar os efeitos do TCC no equilíbrio (EQ) e na força dos músculos extensores dos joelhos (F) em mulheres idosas. **Materiais e métodos:** Participaram do estudo 77 mulheres saudáveis, não praticantes de atividade física orientada. No Grupo Experimental (G1) foram incluídas 38 voluntárias (68 ± 5 anos) e no Grupo Controle (G2), 39 voluntárias (69 ± 7 anos). O G1 praticou o TCC estilo Yang de 24 movimentos durante 12 semanas, três vezes por semana, com duração de 50 minutos. O G2 não realizou atividades físicas orientadas. A força foi mensurada pelo teste de 1-RM na cadeira extensora e o equilíbrio foi avaliado utilizando o teste de apoio unipodal com os olhos fechados. Na análise estatística, utilizou-se teste de normalidade, *split-plot* análise de variância (ANOVA) e correlação de Pearson. **Resultados:** O Grupo Experimental apresentou incrementos de 17,83% na F e 26,10% no EQ. O Grupo Controle não apresentou alteração significativa em nenhuma variável. Não foi observada correlação significativa entre estas duas variáveis no G1 ($r = 0,09$; $p = 0,554$) e no G2 ($r = 0,07$; $p = 0,660$). **Conclusões:** Estes resultados sugerem que o TCC melhora F e EQ em mulheres idosas. Entretanto, a força dos músculos extensores dos joelhos não está necessariamente ligada ao equilíbrio nesta modalidade.

Palavras-chave: envelhecimento; *Tai Chi Chuan*; força; equilíbrio.

Abstract

Background: Some studies have indicated that *Tai Chi Chuan* (TCC) is capable of improving physical fitness, muscle strength and balance in elderly people. This improvement could prevent falls, fractures and physical dependence. **Objective:** To investigate the effects of TCC on balance and knee extensor muscle strength among elderly women. **Methods:** Seventy-seven healthy women who were not engaged in any guided physical activity participated in this study. There were 38 volunteers (68 ± 5 years) in the Experimental Group and 39 volunteers (69 ± 7 years) in the Control Group. The Experimental Group practiced 24-movement Yang-style TCC for 12 weeks, consisting of 50-minute sessions three times per week. The Control Group did not perform any guided physical activities. Strength was measured using the one maximum repetition test in an extensor chair and balance was evaluated using the unipodal support test with the eyes closed. The statistical analysis consisted of the normality test, split-plot analysis of variance (ANOVA) and Pearson's correlation coefficient. **Results:** The Experimental Group presented increases of 17.83% in knee extensor muscle strength and 26.10% in balance. The Control Group did not show any significant changes in these variables. No significant correlation was observed between these two variables in the Experimental ($r = 0.09$; $p = 0.554$) or in the Control Groups ($r = 0.07$; $p = 0.660$). **Conclusions:** These results suggest that TCC improves knee extensor muscle strength and balance among elderly women. However, knee extensor muscle strength was not necessarily linked to balance in this activity.

Key words: aging; *Tai Chi Chuan*; strength; balance.

Recebido: 19/06/2007 – Revisado: 16/10/2007 – Aceito: 19/12/2007

Introdução ::::

O envelhecimento é acompanhado por um menor desempenho neuromotor, associado à diminuição no número e tamanho das fibras musculares, levando a uma perda gradativa da força muscular¹. Nesse sentido, a fraqueza muscular reduz a capacidade para realizar as atividades da vida diária (AVD), levando o idoso à dependência. Baumgartner² relacionou a força muscular com a estabilidade postural e sugeriu que diminuições importantes na força podem estar correlacionadas com o aumento de quedas em indivíduos idosos.

A prática regular de exercício físico tem sido citada como importante fator para a redução de quedas³⁻⁶. No entanto, questiona-se sobre qual modalidade de exercício deve ser praticada pelos idosos com este objetivo. Dessa forma, Feder et al.⁷ e Oliveira et al.⁸ indicam que o *Tai Chi Chuan* (TCC), modalidade de ginástica chinesa, é capaz de melhorar o condicionamento físico, a força e o equilíbrio entre os praticantes idosos, ajudando na prevenção de quedas.

Feder et al.⁷, em seu estudo, deram importantes orientações para a prevenção de quedas em pessoas com idade superior a 65 anos; o objetivo da pesquisa era de transformar em evidência experimental recomendações para reduzir a taxa de quedas em idosos. No estudo de Oliveira et al.⁸, o objetivo foi verificar os efeitos do TCC com relação às variáveis antropométricas e neuromotoras. Verificaram que a prática do TCC tem resultados positivos sobre as variáveis de aptidão física, sendo indicado para a manutenção da capacidade funcional e melhora da qualidade de vida das mulheres. Lan et al.⁹ aplicaram um treinamento de TCC em idosas durante seis meses, 54 minutos por sessão, cinco vezes por semana, sob uma intensidade de 70% da freqüência cardíaca máxima ($FC_{máx}$). Após esta intervenção, notaram melhora na força dos músculos extensores do joelho.

Correlações específicas entre a força dos membros inferiores e a melhora no equilíbrio de mulheres idosas têm sido questionados¹⁰. Isto estabelece uma controvérsia na literatura com relação à tendência de se explicar melhorias no equilíbrio verificadas nas intervenções com TCC em grupos de idosos a partir dos incrementos na força dos membros inferiores. Por um lado, o avançar da idade favorece a sarcopenia e a redução na força; por outro, verifica-se que a atividade física pode contribuir diretamente para a manutenção e para o incremento das funções do aparelho locomotor, amenizando os efeitos do sedentarismo, do desuso, da imobilidade, da má adaptação e das doenças crônicas¹¹. Blair e Garcia¹² afirmam que o TCC é uma modalidade de exercício capaz de manter força muscular em indivíduos idosos. Lan et al.¹³ demonstraram, em idosos, que o TCC realizado, com intensidade de 52 a 63% da $FC_{máx}$, fez melhorar significativamente a força dos músculos flexores e extensores dos joelhos em relação ao grupo controle. Melhora

no equilíbrio e redução das quedas em idosos tem sido relatada como resultado da prática de exercícios físicos em geral e do TCC, em particular^{5,6,14,15}.

Sendo assim, existe a necessidade de se realizar estudos que visem esclarecer a possível correlação entre incrementos no equilíbrio de praticantes de TCC e o desenvolvimento de força nos membros inferiores, tanto no sentido geral, quanto relativamente a grupos musculares específicos, tais como a musculatura extensora dos joelhos. Nesse sentido, o propósito desse estudo foi verificar a hipótese de que o incremento de força na musculatura extensora dos joelhos de mulheres idosas praticantes de TCC está correlacionado à melhora no equilíbrio, de forma a explicar parte do mecanismo da redução de quedas relatada como um dos efeitos desta modalidade.

Materias e métodos ::::

Amostra

Após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica de Brasília (UCB), conforme parecer número 006/2004, foram realizados os procedimentos para seleção das voluntárias e início da intervenção.

Foram recrutadas, a partir das 100 idosas cadastradas no programa de atividades físicas para a terceira idade da universidade, 77 idosas. Todas as idosas participantes da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. As participantes foram distribuídas aleatoriamente em Grupo Experimental (G1; n= 38; idade = 68 ± 5 anos; estatura = $152,46 \pm 3,54$ cm) que praticou TCC durante 12 semanas e Grupo Controle (G2; n= 39; idade = 69 ± 7 anos, estatura = $152,13 \pm 3,93$ cm) que permaneceu realizando as AVD, mas foram orientados a não realizar atividade física durante o estudo.

Foram adotados como critérios de inclusão: voluntárias idosas com idade entre 60 e 82 anos, não praticantes de atividade física orientada e apresentação de atestado médico especificando indicação para prática de exercício físico. Como critérios de exclusão: a presença de sintomas de doenças que comprometem mobilidade, força, equilíbrio ou disposição para o exercício, tais como lesões do aparelho locomotor (tendinite, tenossinovite, artrose etc.), síndromes dolorosas (fibromialgia) e síndromes neurológicas (labirintite, enxaqueca etc.). Nenhuma desistência foi registrada ao longo do experimento.

Procedimentos de avaliação

O treinamento de TCC foi desenvolvido no campus da universidade, em espaço aberto, nivelado e sombreado. Tanto os protocolos de avaliação quanto a metodologia de treinamento

foram selecionados com base em estudos anteriores, que relataram baixo risco para o público alvo¹⁶⁻¹⁸. Nas duas semanas que antecederam a realização do teste, foram feitas sessões de familiarização com o instrumento e as situações dos testes. As avaliações da força dos músculos extensores dos joelhos e do equilíbrio foram aplicadas a G1 e G2 em dois momentos específicos: antes do treinamento de TCC (pré-teste) e após 12 semanas de prática do TCC (pós-teste).

Avaliação da força dos músculos extensores dos joelhos

Para mensuração da força dos músculos extensores dos joelhos, foi utilizado um banco (marca *Weider*, modelo Pro 330, Brasil) por meio do teste de 1-RM (Teste Isotônico de Uma Repetição Máxima), a maior carga contra a qual o indivíduo conseguiu realizar uma única extensão completa dos joelhos, de acordo com as recomendações de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício¹⁹. O teste consistiu de três etapas: aquecimento geral, aquecimento específico e teste de 1-RM dos extensores dos joelhos.

O aquecimento geral, com duração total de cinco minutos, consistiu de alongamentos e movimentos amplos dos grandes grupos musculares. A seguir, realizou-se o aquecimento específico, no qual o corpo foi posicionado no instrumento, com os joelhos em ângulo de 90°, realizando uma série de oito movimentos de extensão completa dos joelhos, utilizando aproximadamente 50% da carga máxima estimada para o indivíduo pelo protocolo crescente proposto por Baechle e Groves²⁰. No teste de 1-RM propriamente dito, realizou-se o movimento de extensão completa dos joelhos, utilizando uma carga próxima de 100% da máxima carga estimada para o indivíduo. A carga foi incrementada ou diminuída ao longo de, no máximo, cinco tentativas, registrando-se o valor da carga para 1-RM. O intervalo de repouso entre séries foi de 60 segundos. Já entre as tentativas, o intervalo de repouso foi de três minutos.

Avaliação do equilíbrio

Para mensuração do equilíbrio, foi utilizado o teste de apoio unipodal com os olhos fechados, de acordo com protocolo sugerido por Gustafson et al.¹⁷. O tempo de permanência em apoio unipodal foi mensurado utilizando-se um cronômetro digital (marca *Sanny*, modelo Progressivo, Brasil) com resolução de 0,01 s. O teste consistiu de três etapas: aquecimento geral, aquecimento específico e o teste propriamente dito. No aquecimento geral, realizou-se uma sessão de cinco minutos de movimentação global da musculatura. Para o aquecimento específico, utilizou-se uma tentativa de permanência máxima em apoio unipodal para cada pé, com os olhos abertos. Já o teste de apoio unipodal consistiu em permanecer o maior

tempo possível na posição ortostática, com as mãos nos quadris, em apoio unipodal e com os olhos fechados. O tempo de permanência máximo estipulado para cada tentativa foi de 30 segundos. Cada voluntária tomou a posição inicial com os olhos abertos, fixando a visão em um ponto colocado a um metro de distância à sua frente, ao nível dos olhos. Então, os olhos foram fechados e o cronômetro disparado.

Cada tentativa foi encerrada quando a voluntária abriu os olhos ou retornou ao apoio bipodal, anotando-se o tempo de permanência na posição solicitada. Realizaram-se três tentativas para cada apoio (direito e esquerdo), anotando-se a melhor das três tentativas. O escore para equilíbrio resultou da média aritmética entre as duas medidas válidas (à direita e à esquerda) para cada indivíduo. O intervalo de repouso entre as tentativas foi de 60 segundos. Um avaliador auxiliar permaneceu próximo de cada participante para evitar risco de queda.

Procedimentos de intervenção

O programa de TCC foi desenvolvido em 12 semanas, com uma freqüência de três práticas semanais, sendo 50 minutos de duração cada aula. Os exercícios aplicados nas aulas foram planejados levando-se em consideração a segurança dos praticantes, com base na metodologia de TCC para idosos propostos por Pereira et al.¹⁸. As aulas foram ministradas com exercícios simples, coreografias curtas e poucas mudanças de direção.

Foi realizado um aquecimento com duração de 15 minutos composto por exercícios educativos selecionados dentre os 24 movimentos do repertório da série de treinamento de TCC e executados com ênfase no alongamento muscular e nos exercícios respiratórios. Para cada aula, foram escolhidos dez exercícios, e, para cada exercício, foi realizada uma série de cinco repetições, executadas de forma lenta, contínua e com concentração mental, com intensidade mantida entre os valores 1 e 2 da escala de percepção subjetiva do esforço CR10 de Borg (PSE)²¹.

Na fase de trabalho específico, as alunas trabalharam com as coreografias específicas de TCC, mantendo as características de lentidão, fluidez e concentração mental. Em cada aula, as coreografias foram constituídas de oito movimentos escolhidos dentro do repertório da série de TCC estilo Yang de 24 movimentos. Coreografias em dupla (*Tai Chi Tuishou*) também foram trabalhadas, com base nos exercícios da série de 24 movimentos. O repertório de exercícios foi composto pelos movimentos denominados: 1. Preparação, 2. Risma da Crina do Cavalo Selvagem, 3. Grou Branco Bate as Asas, 4. Coçar os Joelhos, 5. Dedilhar o Alaúde, 6. Garça Branca Estende as Asas Atrás, 7. Agarrar a Cauda do Pássaro à Esquerda, 8. Agarrar a Cauda do Pássaro à Direita, 9. Chicote à Esquerda, 10. Acenar Mão nas Nuvens, 11. Chicote à Direita, 12. Afagar o Cavalo,

13. Chutar com o Calcanhar Direito, 14. Bater nas Orelhas com os Dois Punhos, 15. Chutar com o Calcanhar Esquerdo, 16. Serpente Descendo à Esquerda, 17. Serpente Descendo à Direita, 18. Passar a Lança para a Direita e para a Esquerda, 19. Agulha no Fundo do Mar, 20. Defesa com os Dois Braços, 21. Virar-se para Golpear, 22. Recuar e Empurrar, 23. Braços Cruzados ao Peito, 24. Conclusão.

Na fase de relaxamento (15 minutos), buscou-se a descontração psíquica e muscular, por meio dos exercícios de meditação *Tao Yin* – parar, respirar e acalmar a mente. Buscou-se, ao final desta fase, que fossem apontados valores próximos aos do repouso, com intensidade abaixo de 1 na PSE.

Tratamento estatístico

Para verificação de que os dados eram paramétricos, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e, para verificação da homogeneidade, aplicou-se o teste de Levene. Os cálculos da média e do desvio-padrão foram utilizados na estatística descritiva. A comparação das médias obtidas no pré e no pós-teste das variáveis dependentes, força dos músculos extensores dos joelhos (F) e equilíbrio (EQ) foi realizada utilizando-se a análise de variância (*Split plot, ANOVA*) e correlação linear de Pearson. Em todos os testes, adotou-se o nível de significância $p \leq 0,05$. Os cálculos foram realizados utilizando-se o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 10,0, para Windows.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão da força pré e pós-teste nos grupos.

	Fpré (kg)	Fpós (kg)	Δ (Fpós-Fpré) (kg)	$\Delta\%$
G1	$41,61 \pm 13,65$	$49,03 \pm 17,54^*$	7,42	17,83
G2	$35,79 \pm 12,60$	$36,10 \pm 12,70$	0,31	0,86**

F= Força; G1= Grupo Experimental; G2= Grupo Controle.

*Diferença significativa entre o pré e pós-teste ($p < 0,05$); **diferença significativa entre os Grupos Experimental e Controle ($p < 0,05$).

Tabela 2. Médias e desvios-padrão do equilíbrio pré e pós-teste nos grupos.

	EQpré (s)	EQpós (s)	Δ (EQpós-EQpré) (s)	$\Delta\%$
G1	$2,72 \pm 1,12$	$3,43 \pm 1,43^*$	0,71	26,10
G2	$2,74 \pm 1,10$	$2,66 \pm 1,00$	-0,08	-2,91**

F= Força; G1= Grupo Experimental; G2= Grupo Controle.

*Diferença significativa entre o pré e pós-teste ($p < 0,05$); **diferença significativa entre os grupos experimental e controle ($p < 0,05$).

Tabela 3. Correlação entre força dos músculos extensores dos joelhos e o equilíbrio.

	Δ (Fpós-Fpré) (kg)	Δ (EQpós-EQpré) (s)	Pearson (r)	p
G1	7,42	0,71	0,09	0,554
G2	0,31	-0,08	0,07	0,660

F= Força; EQ= Equilíbrio; G1= Grupo Experimental; G2= Grupo Controle.

Resultados

Na análise exploratória dos dados descritivos dos dois grupos não foram observados casos faltosos e também não foi detectado desvios de normalidade. Não houve significância ($p > 0,05$) em nenhuma das aplicações do teste de Levene, garantindo a aceitação da hipótese nula (H_0) de que as variâncias são homogêneas nos grupos, o que satisfaz à exigência da homocedasticidade para a realização dos testes paramétricos. Não houve significância ($p > 0,05$) em nenhuma das aplicações do teste de K-S, garantindo a aceitação da H_0 de que as variáveis têm distribuição normal dentro dos grupos. Observou-se também que não houve diferença significativa entre os Grupos G1 e G2 com relação às médias da idade e estatura ($p > 0,05$).

A Tabela 1 demonstra que a força dos músculos extensores do joelho aumentou entre as avaliações pré e pós-teste ($p < 0,001$) apenas para o Grupo Experimental, evidenciando-se a diferença significativa ($p < 0,001$) entre os grupos.

No que diz respeito ao equilíbrio, o tempo de permanência em apoio unipodal melhorou 26,10% no Grupo Experimental e no Grupo Controle foi observado um decréscimo de 2,91%. Foi observada diferença significativa entre o pré e o pós-teste no Grupo Experimental ($p = 0,01$) e diferença significativa intergrupos ($p = 0,001$) (Tabela 2).

Não foi observada correlação entre as variáveis força e equilíbrio tanto para o G1 ($r = 0,09$) quanto para o G2 ($r = 0,07$), considerando-se as avaliações pré e pós-teste (Tabela 3).

Discussão

O presente estudo mostrou que a força nos músculos extensores dos joelhos foi significativamente aumentada no grupo submetido à prática de TCC. Este incremento de força nos membros inferiores pode ser explicado pelas características do treinamento específico do TCC, que exige que as pernas estejam semiflexionadas durante toda a execução do exercício, com constante movimentação e transferência de peso de uma perna para a outra⁸. Os resultados desse estudo confirmam os achados que demonstraram melhora significativa na força dos músculos extensores dos joelhos em idosos de ambos os性os, que praticaram TCC, respectivamente, durante três, seis e 12 meses^{8,9,13}. Como o ganho de força obtido nas 12 semanas deste estudo é um valor intermediário entre os três trabalhos anteriores e mais próximos ao observado no treinamento de seis meses, verifica-se o efeito específico do treinamento do TCC, descartando-se outras explicações possíveis, tais como a adaptação neural presente nas primeiras semanas de qualquer treinamento de força.

Em relação ao equilíbrio, foi observado aumento significativo no grupo submetido ao treinamento quando comparado ao Controle. Os ganhos de equilíbrio resultantes da prática de TCC podem ser explicados pela combinação dos exercícios físicos com relaxamento e concentração mental, compondo um eficiente treinamento dos reflexos neuromotores²². Os resultados do presente estudo são corroborados pelos trabalhos de Tse e Bailey²³, Ross et al.²² e Hong et al.²⁴, que mostraram melhora significativa do equilíbrio em ambas as pernas em idosas praticantes de TCC testados em diversas situações de dificuldade. Entretanto, este resultado contraria os achados dos trabalhos clássicos de Wolf et al.^{6,25}, que compararam os efeitos da prática de TCC com os de um treinamento computadorizado de equilíbrio e com as medidas realizadas com grupo controle. Eles verificaram que, embora o TCC tenha reduzido o risco de quedas, não foi suficiente para melhorar significativamente o equilíbrio dos praticantes. A ausência de significância neste estudo provavelmente se deva ao protocolo de intervenção do TCC, que ofereceu pouca sobrecarga de trabalho, utilizando coreografia de apenas dez movimentos padronizados, o que equivale apenas à carga de trabalho do aquecimento da aula planejada de TCC utilizada no presente estudo.

Finalmente, os resultados obtidos no presente estudo demonstraram não haver correlação significativa entre a força dos músculos extensores dos joelhos e o equilíbrio em mulheres idosas praticantes de TCC, refutando a hipótese inicial deste trabalho. Esses resultados contradizem os trabalhos de Gryfry et al.²⁶ e Rubenstein et al.²⁷, que mostraram correlações positivas entre a força dos músculos extensores dos joelhos, o equilíbrio e a capacidade funcional de idosos. Gür e Çakin²⁸ propuseram uma possível explicação para esta contradição, a partir de avaliações múltiplas dos grupos musculares que movimentam os joelhos. Estes autores afirmaram que os ganhos no equilíbrio obtidos pelo fortalecimento dos membros inferiores devem-se mais aos incrementos simultâneos, tanto na musculatura extensora quanto flexora dos joelhos, do que aos

aumentos absolutos na força dos extensores. Sugere-se, então, que os ganhos na estabilidade devem-se, portanto, à melhora no equilíbrio muscular anteroposterior resultante do fortalecimento recíproco tanto da musculatura extensora quanto flexora dos joelhos. Este equilíbrio muscular levaria a um melhor controle dos movimentos com menor risco de quedas, por mecanismos outros que não passariam necessariamente pela melhora do equilíbrio.

Aniansson et al.²⁹, Lankhorst et al.³⁰ e Ringsberg et al.¹⁰ não verificaram correlação alguma entre a força dos músculos extensores dos joelhos e a melhora no equilíbrio estático de mulheres idosas, testado por diversos métodos de verificação do equilíbrio (teste unipodal, testes computadorizados em plataformas fixas e móveis, variações com olhos abertos e fechados). Isto sugere que, possivelmente, cada teste obtenha apenas informações sobre os diferentes aspectos do equilíbrio e cuja especificidade na predição de quedas ainda necessite esclarecimento na literatura científica.

Vale ressaltar a importância de se realizar outros estudos, entre idosas praticantes de TCC, utilizando testes computadorizados em plataformas fixas para verificar os efeitos do TCC sobre a coordenação, força, equilíbrio e quedas.

Conclusões ::::.

Este estudo confirmou que, em mulheres idosas, a prática do TCC incrementa tanto a força nos músculos extensores dos joelhos quanto o equilíbrio. Por outro lado, não foi verificada qualquer significância na correlação entre os incrementos de força nos músculos extensores dos joelhos e a melhora no equilíbrio. Sendo assim, verifica-se que o TCC agrupa as vantagens de um treinamento de baixo custo, com aplicabilidade versátil, que pode ser incorporado aos programas de exercícios para pessoas idosas com a finalidade de melhorar a força dos membros inferiores e o equilíbrio geral, auxiliando na prevenção de quedas.

Referências bibliográficas ::::.

1. Mazzeo RS, Cavanagh P, Evans WJ, Fiatarone M, Hagberg J, McAuley E, et al. American College of Sports Medicine position standard. Exercise and Physical Activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:992-1008.
2. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998;147:755-63.
3. Jarnlo GB. Hip fracture patients. Background factors and function. *Scand J Rehabil Med Suppl.* 1991;24:1-31.
4. Judge J, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D. Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther.* 1993;73(4):254-65.
5. Lord SR, Ward JA, Williams P, Strudwick M. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 1995;3(11):1198-206.
6. Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, Coogler C, Xu T. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of tai chi and computerized balance training. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44(5):489-97.

7. Feder G, Cryer C, Donovan S, Carter Y. Guidelines for the prevention of falls in people over 65. *BMJ*. 2000;32:1007-11.
8. Oliveira RF, Matsudo SMM, Andrade DR, Matsudo VKR. Efeitos do treinamento de Tai Chi Chuan na aptidão física de mulheres adultas e sedentárias. *Rev Bras Ciênc Mov*. 2001;9:15-22.
9. Lan C, Lai JS, Chen SY, Wong MK. Tai Chi Chuan to improve muscular strength and endurance in elderly individuals: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(5):604-7.
10. Ringsberg K, Gerdhem P, Johansson J, Obrant KJ. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? *Age Ageing*. 1999;28:289-93.
11. Singh MAF. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57(5):M262-82.
12. Blair SN, Garcia ME. Get up and move: a call to action for older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 1996;44:599-600.
13. Lan C, Lai JS, Chen SY, Wong MK. 12-month Tai Chi training in the elderly: its effect on health fitness. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(3):345-51.
14. Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J, King M, Amerman P, et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc*. 1996;44:498-506.
15. Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *Br Med J*. 2001;322:697-9.
16. Hausdorff JM, Nelson ME, Kaliton D, Layne JE, Bernstein MJ, Nuernberger A, et al. Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *J Appl Physiol*. 2001;90:2117-29.
17. Gustafson AS, Noaksson ACG, Kronhed ACG, Möller M, Möller C. Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73-80. *Scand J Rehabil Med*. 2000;32:168-72.
18. Pereira MM, Vianna LG, Oliveira RJ. Síncope e quedas na prática do Tai Chi Chuan em idosos. *Lecturas EF y deportes*. 2007;12(112):1-12.
19. Brown LE, Weir JP. Procedures Recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Phys*. 2003;4(3):1-21.
20. Baechle TR, Groves BR. *Weight training*. Champaign: Leisure Press; 1992.
21. Morales JMM. La percepción subjetiva del esfuerzo como parte de la evaluación de la intensidad del entrenamiento. *Lecturas EF y deportes*. 2004;10(73):1-7.
22. Ross MC, Bohannon AS, Davis DC, Gurchiek L. The effects of a short-term exercise program on movement, pain, and mood in the elderly. Results of a pilot study. *J Holist Nurs*. 1999;17(2):139-47.
23. Tse SK, Bailey DM. Tai Chi and postural control in the well elderly. *Am J Occup Ther*. 1992;46:295-300.
24. Hong Y, Li JX, Robinson PD. Balance control, flexibility, and cardiorespiratory fitness among older Tai Chi practitioners. *Br J Sports Med*. 2000;34(1):29-34.
25. Wolf SL, Barnhart HX, Ellison GL, Coogler CE. The effect of Tai Chi Chuan and computerized balance training on postural stability in older subjects. Atlanta FICSIT Group. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies on Intervention Techniques*. *Phys Ther*. 1997;77:371-81.
26. Gryfe CI, Amies A, Ashley MJ. A longitudinal study of fall in an elderly population: I. Incidence and morbidity. *Age Ageing*. 1977;6:201-10.
27. Rubenstein LZ, Robbins AS, Schulman BL, Rosado J, Osterweil D, Josephson KR. Falls and instability in the elderly. *J Am Geriatr Soc*. 1988;36:266-78.
28. Gür H, Çakın N. Muscle mass, isokinetic torque, and functional capacity in women with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(10):1534-41.
29. Aniansson A, Grimby G, Rundgren A. Isometric and isokinetic quadriceps muscle strength in 70-year-old men and women. *Scand J Rehabil Med*. 1980;12(4):161-8.
30. Lankhorst GJ, Van de Stadt RJ, Van der Korst JK. The relationships of functional capacity, pain, and isometric and isokinetic torque in osteoarthritis of the knee. *Scand J Rehabil Med*. 1985;17(4):167-72.