



RBO
REVISTA BRASILEIRA DE ORTOPEDIA

www.rbo.org.br



Artigo Original

Grau de cifose torácica e pico de torque de flexores e extensores de tronco entre mulheres saudáveis[☆]

Renata Neves Granito^a, Mariana Chaves Aveiro^{b,*}, Ana Claudia Muniz Rennó^b,
Jorge Oishi^a e Patricia Driusso^a

^a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil

^b Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Campus Baixada Santista, Santos, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 3 de fevereiro de 2013

Aceito em 27 de maio de 2013

On-line em 7 de março de 2014

Palavras-chave:

Cifose

Força muscular

Envelhecimento

R E S U M O

Objetivo: analisar os efeitos do envelhecimento no grau de cifose torácica e no pico de torque dos músculos flexores e extensores de tronco entre mulheres sem diagnóstico densitométrico de osteoporose.

Métodos: foram selecionadas 30 mulheres para compor os três grupos: jovens ($n=10$; $24,60 \pm 2,27$ anos); adultas ($n=10$; $43,50 \pm 2,88$); e idosas ($n=10$; $62,40 \pm 2,67$). Densidade mineral óssea (DMO), grau de cifose torácica e pico de torque de flexores e extensores de tronco foram avaliados. Diferenças entre os grupos foram avaliadas pelos testes Anova de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U. Correlações entre as variáveis foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Foi considerado um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados: o Grupo Idosas apresentou um maior grau de cifose torácica ($p=0,009$) e menor pico de torque extensor e flexor de tronco do que o Grupo Jovens. O Grupo Adultas apresentou menor pico de torque flexor de tronco do que o Grupo Jovens. Foram observadas correlação negativa entre idade e pico de torque flexor e extensor de tronco ($p \leq 0,001$) e correlação positiva entre idade e grau de cifose torácica ($r=0,58$; $p \leq 0,001$). O Grupo Idosas apresentou valores mais altos para a relação excêntrico/concêntrico de pico de torque flexor ($p=0,03$) e extensor ($p=0,02$).

Conclusão: o envelhecimento fisiológico pode estar associado a um maior grau de cifose torácica e a menor força muscular de flexores e extensores de tronco. Ainda, as idosas mostram uma relativa capacidade de preservação da força excêntrica.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

[☆] Trabalho realizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: mariaveiro@yahoo.com (M.C. Aveiro).

Degree of thoracic kyphosis and peak torque of trunk flexors and extensors among healthy women

A B S T R A C T

Keywords:

Kyphosis
Muscle strength
Aging

Objective: the aim of this study was to analyze the effects of aging on the degree of thoracic kyphosis and peak torque of the trunk flexor and extensor muscles among women without a densitometric diagnosis of osteoporosis.

Methods: thirty women were selected to make up three groups: young women (n=10; 24.60 ± 2.27 years of age); adults (n=10; 43.50 ± 2.88); and elderly women (n=10; 62.40 ± 2.67). Bone mineral density (BMD), degree of thoracic kyphosis and peak torque of the trunk flexors and extensors were evaluated. Differences between the groups were evaluated using the Kruskal-Wallis ANOVA and Mann-Whitney U tests. Pearson's correlation coefficient was used to assess correlations between the variables. The significance level was taken to be 5% ($p \leq 0.05$).

Results: the elderly group presented a greater degree of thoracic kyphosis ($p=0.009$) and lower peak torque of the trunk flexors and extensors than the young group. The adult group presented lower peak torque of the trunk than the young group. A negative correlation was observed between age and peak torque of the trunk flexors and extensors ($p \leq 0.001$), and a positive correlation between age and the degree of thoracic kyphosis ($r=0.58$; $p \leq 0.001$). The elderly group presented higher values for the eccentric/concentric ratio of the peak torque for flexors ($p=0.03$) and extensors ($p=0.02$).

Conclusion: this study suggests that physiological aging may be associated with a greater degree of thoracic kyphosis and lower muscle strength of the trunk flexors and extensors. Moreover, the elderly women showed a relative capacity for preservation of eccentric strength.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

A hipercifose torácica entre mulheres pode ocorrer em decorrência do envelhecimento e de algumas condições de saúde, tais como a osteoporose.¹⁻³ Kado et al.³ verificaram, em um estudo de coorte retrospectivo com 1.196 mulheres, que a progressão da hipercifose pode ser resultado de múltiplos fatores, dentre eles: idade, fraturas vertebrais, baixa densidade mineral óssea, doença degenerativa do disco intervertebral, história familiar de hipercifose e perda de massa corporal.

A diminuição de massa e força muscular que acompanha o envelhecimento tem sido associada com o aumento do grau de cifose torácica,² já que a estabilização da coluna, favorecida pela massa muscular, pode ser importante para diminuir a incidência de deformidades posturais.² e fraturas vertebrais.⁴

Granito et al.⁵ verificaram que o torque muscular concêntrico e excêntrico de extensores de tronco apresenta correlação significativa com o grau de cifose torácica entre idosos e diferença significativa entre mulheres idosas com e sem osteoporose. Ainda, homens e mulheres podem apresentar perda de torque muscular isométrico, concêntrico e excêntrico com o envelhecimento,⁶ decorrente da perda de massa muscular e/ou diminuição da capacidade de os músculos gerarem tensão.⁷ Sinaki et al.⁸ verificaram que os homens apresentaram perda de 64% de torque muscular de extensores de tronco entre a quarta e a nona décadas de vida e as mulheres apresentaram uma perda de 50,4% entre a quinta e a nona décadas.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do envelhecimento no grau de cifose torácica e no pico de torque

flexor e extensor do tronco entre mulheres saudáveis sem diagnóstico densitométrico de osteoporose. A hipótese do estudo consiste em que há aumento do grau de cifose torácica e diminuição do torque flexor e extensor do tronco com o avanço da idade.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo transversal, conduzido entre mulheres sem doenças ortopédicas, neurológicas ou cardiovasculares, de diferentes faixas etárias. Foram recrutadas 30 mulheres e distribuídas, de acordo com a idade, em três diferentes grupos.

- Grupo mulheres jovens (n = 10): entre 20 e 30 anos;
- Grupo mulheres adultas (n = 10): entre 40 e 50 anos;
- Grupo mulheres idosas (n = 10): acima de 65 anos.

Todas as participantes foram esclarecidas sobre os procedimentos do estudo, concordaram em participar voluntariamente e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (88/2005) e está de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e com a Declaração de Helsinki.

Inicialmente, todas as participantes foram submetidas a uma avaliação geral dos critérios de inclusão e exclusão, por um fisioterapeuta, na qual foram feitas uma anamnese, para coleta de dados pessoais e de saúde, e avaliação física, que constou de verificação da massa corporal (Kg) e da altura (m).

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado com a divisão da massa corporal (kg) pela altura ao quadrado (m^2).⁹

Foram incluídas mulheres brancas, não fumantes, sedentárias. Foram consideradas sedentárias aquelas que fazem menos de 150 minutos de atividade física por semana.¹⁰ Foram excluídas as mulheres que apresentaram doença musculoesquelética ou neurológica que pudesse comprometer a função sensorial ou motora, déficits cognitivos, uso de drogas que afetam o sistema nervoso central ou controle postural (sedativos, ansiolíticos), uso de drogas que comprometem a força muscular (corticosteroides), artralgias nos membros inferiores e diagnóstico densitométrico de osteoporose ($t < -2,5$) ou outras disordens na coluna vertebral lombar.

A avaliação de densitometria foi feita por meio de um densitômetro computadorizado com método de absorção de raios-X de dupla emissão da Lunar DPX-L-Equipment (Lunar, Madison, WI, USA) no Instituto Romeu Santini; e exame radiográfico da coluna torácica para determinar a medida da cifose torácica, feito no Centro Integrado de Diagnóstico por Imagem (CIDI).

Posteriormente as voluntárias foram submetidas a uma avaliação do pico de torque concêntrico (PTC) e do pico de torque excêntrico (PTE) de flexores e extensores de tronco, por meio do dinamômetro isocinético Biodex Multi-Joint System 3 (Biodex Inc., Chattanooga, USA). Inicialmente, as participantes fizeram um aquecimento de cinco minutos em bicicleta ergométrica na velocidade de 25 km/h. Em seguida, foram posicionadas sentadas, com 90° de flexão de quadril, na cadeira do dinamômetro. A estabilização foi feita por meio de um dispositivo para fixação dos joelhos a 90° de flexão e faixas na região do quadril, terço médio da coxa e tórax. O eixo do dinamômetro foi posicionado no espaço intervertebral de L5-S1, para avaliação da flexão e extensão de tronco.¹¹

Foram feitas três contrações concêntricas e três contrações excêntricas para os movimentos de flexão e extensão de tronco para determinar o pico de torque. As avaliações foram feitas por uma amplitude de movimento de 20° (entre 10° de flexão de tronco e 10° de extensão de tronco). O coeficiente de correlação teste/reteste foi maior entre as mulheres.¹¹ As avaliações foram feitas para as velocidades de 20°/s e 45°/s, que correspondem a tempos significativos de movimento funcional do tronco. A velocidade de 10°/s sugerida por Dvir e Keating.¹¹ não foi bem tolerada pelas participantes em um estudo-piloto e não foi adotada no presente estudo. Um intervalo de descanso de 30 segundos foi mantido entre os testes.

Todos os testes foram feitos pelo mesmo examinador e as participantes foram encorajadas a fazer a flexão e a extensão de tronco com a máxima força possível. Foram permitidas duas repetições livres, antes do teste efetivo, para familiarização com o equipamento. Foi usado para as análises o pico de torque normalizado pelo peso corporal.

Os exames de radiografia da coluna torácica foram feitos em vista lateral. Os filmes de radiografia foram usados para medida do grau de cifose, que foi determinado com o uso do ângulo de Cobb.¹² A técnica radiográfica foi feita no período matutino, pela mesma pessoa, com experiência de sete anos nesse tipo de avaliação, e foi empregada com precisa atenção para evitar variações da postura que pudessem afetar o grau de cifose.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

	Grupo Jovens	Grupo Adultas	Grupo Idosas
Idade (anos)	24,60 ± 2,27	43,50 ± 2,88	62,40 ± 2,67
Massa corporal (kg)	56,90 ± 4,04	59,40 ± 11,37	64,69 ± 5,48
Altura (m)	1,65 ± 0,04	1,61 ± 0,08	1,57 ± 0,06
IMC (kg/m ²)	20,90 ± 1,45	22,79 ± 2,71	26,20 ± 2,32

Análise estatística

Os dados estão expressos em média ± desvio-padrão. Todas as análises foram feitas por meio do software Statistica 7.0 (Copyright Statsoft Inc 1984-2004) e se considerou um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Inicialmente, a distribuição dos dados quanto à normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. Como foi constatada distribuição não normal, as diferenças entre os grupos em relação ao grau de cifose torácica, pico de torque de flexão e extensão de tronco foram determinadas pelo teste não paramétrico Anova de Kruskal-Wallis. Quando o efeito principal foi significativo, comparações por pares foram feitas com o uso do ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas. Correlações entre as variáveis foram determinadas pelo coeficiente de correlação de Pearson, $r=0,10$ a $0,30$ classificado como fraco, $r=0,40$ a $0,60$ moderado e $r=0,70$ a 1 forte.¹³

Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados de caracterização dos grupos, ou seja, idade, massa corporal, altura e índice de massa corporal (IMC).

A tabela 2 apresenta os valores de grau de cifose torácica, pico de torque isocinético concêntrico (PTC) e excêntrico (PTE) para os músculos extensores e flexores de tronco nas velocidades de 20°/s e 45°/s. Observa-se aumento significativo do grau de cifose torácica e diminuição significativa no pico de torque concêntrico e excêntrico de extensores de tronco nas velocidades de 20°/s e 45°/s no grupo de mulheres idosas em relação ao grupo de mulheres jovens e no pico de torque concêntrico e excêntrico de flexores de tronco nas velocidades de 20°/s e 45°/s no grupo de mulheres adultas e idosas em relação ao grupo de mulheres jovens.

A tabela 3 apresenta as relações, em porcentagem, entre os torques extensor e flexor do tronco, nos diferentes grupos de voluntárias, durante ações musculares concêntricas e excêntricas, nas duas velocidades do teste isocinético. Não foi observada diferença significativa entre as relações de pico de torque extensor/flexor entre os grupos.

A tabela 4 apresenta as relações, em porcentagem, entre os torques obtidos durante as contrações excêntricas e concêntricas, nos diferentes grupos de voluntárias, na avaliação dos músculos extensores e flexores do tronco e nas duas velocidades do teste isocinético. Não foi observada diferença significativa entre as relações de pico de torque excêntrico/concêntrico entre os grupos na velocidade de 45°/s. A relação entre as contrações excêntricas e concêntricas na velocidade de 20°/s foi maior no grupo de mulheres idosas, em comparação com o grupo de adultas (extensores) e com o

Tabela 2 – Grau de cifose torácica, pico de torque isocinético concêntrico e excêntrico dos extensores e flexores de tronco nas velocidades de 20°/s e 45°/s

	Grupo Jovens	Grupo Adultas	Grupo Idosas	Valor de p
Extensores de tronco				
Grau de cifose torácica	29,99 ± 5,12	36,11 ± 3,71 ^j	37,14 ± 2,67 ^j	0,009
PTC 20°/s (N/m)	329,31 ± 89,97	260,05 ± 49,59	212,98 ± 52,73 ^j	0,007
PTC 45°/s (N/m)	326,62 ± 61,29	278,20 ± 45,06	212,70 ± 53,72 ^j	0,002
PTE 20°/s (N/m)	326,62 ± 61,29	267,68 ± 45,89	236,11 ± 51,96 ^j	0,005
PTE 45°/s (N/m)	393,34 ± 73,35	337,87 ± 52,46	273,93 ± 51,77 ^j	0,002
Flexores de tronco				
PTC 20°/s (N/m)	178,04 ± 32,73	112,25 ± 19,27 ^j	93,71 ± 23,63 ^j	<0,001
PTC 45°/s (N/m)	172,50 ± 30,53	131,28 ± 21,34	105,54 ± 19,85 ^j	<0,001
PTE 20°/s (N/m)	195,61 ± 19,30	134,07 ± 19,79 ^j	118,12 ± 25,50 ^j	<0,001
PTE 45°/s (N/m)	234,14 ± 22,79	181,58 ± 33,96 ^j	144,45 ± 28,31 ^j	<0,001

TC, pico de torque concêntrico; PTE, pico de torque excêntrico.

^j significativo em relação ao grupo mulheres jovens.

Tabela 3 – Relações entre os torques extensor/flexor durante contrações musculares concêntricas e excêntricas, nas velocidades de 20°/s e 45°/s

	Grupo Jovens	Grupo Adultas	Grupo Idosas	Valor de p
PTC (N/m) 20°/s	189%	232%	230%	0,06
PTC (N/m) 45°/s	196%	214%	202%	0,64
PTE (N/m) 20°/s	182%	201%	202%	0,27
PTE (N/m) 45°/s	168%	191%	192%	0,23

PTC, pico de torque concêntrico; PTE, pico de torque excêntrico.

Tabela 4 – Relações entre pico de torque excêntrico/concêntrico obtidas na avaliação dos músculos extensores e flexores do tronco

	Grupo Jovens	Grupo Adultas	Grupo Idosas	Valor de p
Extensores 20°/s	107%	103%	112% ^a	0,02
Extensores 45°/s	121%	122%	132%	0,24
Flexores 20°/s	112%	120%	127% ^j	0,03
Flexores 45°/s	139%	138%	137%	0,96

^a significativo em relação ao grupo mulheres adultas.

^j significativo em relação ao grupo mulheres jovens.

Tabela 5 – Correlações da idade com o grau de cifose torácica e o pico de torque concêntrico e excêntrico de flexores e extensores de tronco

	Idade (anos)	
	r	p
Cifose torácica (graus)	0,58	<0,001
PTC flexores 20°/s	-0,77	<0,001
PTC flexores 45°/s	-0,75	<0,001
PTE flexores 20°/s	-0,81	<0,001
PTE flexores 45°/s	-0,82	<0,001
PTC extensores 20°/s	-0,62	<0,001
PTC extensores 45°/s	-0,68	<0,001
PTE extensores 20°/s	-0,58	<0,001
PTE extensores 45°/s	-0,66	<0,001

PTC, pico de torque concêntrico; PTE, pico de torque excêntrico.

grupo de jovens (flexores), o que indica menor perda proporcional de força excêntrica com o envelhecimento.

A tabela 5 apresenta os resultados das análises de correlação entre a idade com grau de cifose torácica e pico

de torque. A idade apresentou correlação positiva significativa com grau de cifose torácica e correlação negativa com o pico de torque concêntrico e excêntrico de flexores e extensores de tronco nas duas velocidades. A correlação entre idade e pico de torque de flexores de tronco pode ser considerada forte para as duas velocidades.

Discussão

Observou-se no presente estudo aumento do grau de cifose torácica no grupo de mulheres adultas e idosas em relação às jovens. Ainda, observou-se correlação moderada (positiva) entre grau de cifose torácica e idade, o que indica que o envelhecimento pode levar ao aumento do grau de cifose torácica. No estudo de Granito et al.,⁵ o grau de cifose torácica apresentou correlação (negativa) com a densidade mineral óssea, o que indica que a massa óssea pode contribuir para o aumento do grau de cifose torácica. Ainda, Cortet et al.¹⁴ fizeram um estudo com vistas a comparar as curvaturas da coluna vertebral de mulheres com e sem osteoporose. Foram

avaliadas 98 mulheres pós-menopáusicas, dentre as quais 51 tinham diagnóstico densitométrico de osteoporose e pelo menos uma fratura vertebral e 47 foram incluídas no grupo controle. Os autores verificaram um aumento significativo do grau de cifose torácica nas mulheres com osteoporose ($63^\circ \pm 13^\circ$) com relação às mulheres sem osteoporose ($52^\circ \pm 11^\circ$).¹⁴ Entretanto, os dados desse estudo demonstram que não só a massa óssea e, conseqüentemente, as fraturas de compressão presentes entre mulheres com osteopenia/osteoporose são responsáveis pelo aumento do grau de cifose torácica entre idosas, uma vez que foram incluídas apenas mulheres sem diagnóstico densitométrico de osteoporose. Fon et al.¹⁵ analisaram o grau de cifose torácica de 316 indivíduos considerados normais, com idade entre 2 e 77 anos. A partir da análise de radiografias do tórax, pela modificação do método de Cobb, concluíram que o envelhecimento determina um aumento do grau de cifose torácica. Milne e Williamson.¹⁶ e Bartynski et al.¹ também demonstraram a progressão da cifose torácica com o avançar da idade de indivíduos de ambos os sexos, o que corrobora os nossos resultados.

No presente estudo, verificamos que o torque muscular concêntrico e excêntrico de extensores de tronco apresentou diminuição significativa para as idosas em relação às jovens. Entretanto, para os flexores de tronco, observou-se diminuição significativa entre as adultas e idosas em relação às jovens. Observou-se com a idade correlação forte (negativa) entre flexores de tronco e moderada (negativa) para extensores.

A redução no torque extensor com o avançar da idade, verificada neste estudo, também foi observada em diferentes estudos. Sinaki et al.⁸ identificaram uma perda de 50,4% do pico de torque extensor de tronco entre a quinta e a nona décadas de vida. Singh et al.¹⁷ observaram uma perda de 46% do pico de torque entre a terceira e a sexta décadas de vida. Limburg et al.¹⁸ verificaram uma redução progressiva do torque extensor do tronco nas sucessivas décadas de vida.

Por outro lado, os dados presentes apresentam correlação forte de torque de flexores de tronco com idade, o que indica importante perda de força de flexores de tronco entre mulheres com o aumento da idade. Ainda, mulheres adultas apresentaram diferença significativa em relação às jovens para pico de torque de flexores de tronco, o que não foi observado para músculos extensores de tronco.

Entre mulheres, a gestação pode comprometer a integridade dos músculos flexores de tronco, o que constitui mais um fator que pode contribuir para a diminuição do torque muscular com o envelhecimento, evidente entre 40 e 50 anos. Segundo Liaw et al.,¹⁹ déficits estruturais e funcionais dos músculos abdominais persistem seis meses pós-parto. A recuperação incompleta da integridade (distância) da linha alba pode determinar um déficit mecânico e resultar em redução da capacidade da musculatura abdominal de produzir força.¹⁹

Apesar da diminuição de torque muscular tanto de extensores quanto de flexores de tronco com o envelhecimento, foi mantida a mesma relação entre torque extensor/flexor nas diferentes faixas etárias. Portanto, o envelhecimento não determinou um desequilíbrio entre os grupos musculares. Por outro lado, observou-se uma menor perda proporcional de força excêntrica com o envelhecimento, especialmente para os extensores e flexores de tronco a $20^\circ/s$.

No estudo de Lindle et al.⁶ as mulheres apresentaram perda de força isométrica, concêntrica e excêntrica do pico de torque de extensão de joelho. Entretanto, a variação no pico de torque excêntrico foi menor. As mulheres apresentaram melhor preservação da qualidade da contração muscular para pico de torque excêntrico.

Os mecanismos de preservação da força excêntrica entre idosos parecem ser de origem mecânica e celular e incluem elementos ativos e passivos de regulação da resistência muscular à deformação. Durante a contração excêntrica, é possível desenvolver o mesmo torque de contrações isométricas e concêntricas, porém com um menor número de fibras motoras ativadas, para diferentes grupos musculares. O acúmulo de tecido não contrátil na unidade músculo-tendínea, relacionado a idade, pode oferecer uma vantagem mecânica durante as contrações excêntricas.²⁰

Como aspectos positivos do presente estudo podemos considerar o poder da amostra, que foi de 71%, calculado a partir dos dados da densidade mineral óssea das voluntárias, o que garante força para os resultados na generalização dos dados para a população geral. E ainda a medida de densidade mineral óssea por meio da densitometria óssea (DXA), que é considerada padrão-ouro para diagnóstico densitométrico de osteoporose não invasivo e tem sido usada para avaliar o risco de fratura na coluna, no quadril e em outras regiões periféricas do esqueleto entre mulheres na pós-menopausa.^{21,22}

Conclusão

A principal limitação do nosso estudo foi que o fisioterapeuta responsável pelas avaliações não foi cego, ou seja, não foi possível omitir a alocação dos sujeitos entre os grupos. Futuros estudos, que incluam homens, são necessários para excluir fatores ligados ao sexo na determinação dos efeitos do envelhecimento sobre o grau de cifose torácica e o torque muscular de tronco.

Assim, os dados do presente estudo sugerem que o envelhecimento fisiológico entre mulheres pode ser responsável por um aumento do grau de cifose torácica e uma diminuição do torque extensor e flexor do tronco, com menor perda proporcional de força excêntrica.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Bartynski WS, Heller MT, Grahovac SZ, Rothfus WE, Kurs-Lasky M. Severe thoracic kyphosis in the older patient in the absence of vertebral fracture: association of extreme curve with age. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2005;26(8):2077-85.
2. Mika A, Unnithan VB, Mika P. Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis. *Spine (Phila PA 1976).* 2005;30(2):241-6.
3. Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, Cawthon P, Katzman W, Hillier TA, et al. Factors associated with kyphosis progression in older women: 15 years' experience in the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res.* 2013;28(1):179-87.

4. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, Collins DA, Hodgson SF. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone*. 2002;30(6):836-41.
5. Granito RN, Aveiro MC, Renno ACM, Oishi J, Driusso P. Comparison of thoracic kyphosis degree, trunk muscle strength and joint position sense among healthy and osteoporotic women: a cross sectional preliminary study. *Arch Geriatr Gerontol*. 2012;54:e199-202.
6. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J Appl Physiol* (1985). 1997;83(5):1581-7.
7. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1991;71(2):644-50.
8. Sinaki M, Nwaogwugwu NC, Phillips BE, Mokri MP. Effect of gender, age, and anthropometry on axial and appendicular muscle strength. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(5):330-8.
9. De Castro SH, de Mato HJ, Gomes MB. Anthropometric parameters and metabolic syndrome in type 2 diabetes. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2006;50(3):450-5.
10. Hallal PC, Dumith SC, Bastos JP, Reichert FF, Siqueira FV, Azevedo MR. Evolution of the epidemiological research on physical activity in Brazil: a systematic review. *Rev Saude Publica*. 2007;41(3):453-60.
11. Dvir Z, Keating J. Reproducibility and validity of a new test protocol for measuring isokinetic trunk extension strength. *Clin Biomech* (Bristol, Avon). 2001;16(7):627-30.
12. Lombardi I Jr, Oliveira LM, Mayer AF, Jardim JR, Natour J. Evaluation of pulmonary function and quality of life in women with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2005;16(10):1247-53.
13. Dancy CP, Reidy J. Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
14. Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F, Roches E, Garnier P, Delcambre B. Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. *Spine* (Phila PA 1976). 1999;24(18):1921-5.
15. Fon GT, Pitt MJ, Thies Jr AC. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *AJR Am J Roentgenol*. 1980;134(5):979-83.
16. Milne JS, Williamson J. A longitudinal study of kyphosis in older people. *Age Ageing*. 1983;12(3):225-33.
17. Ajit Singh DK, Bailey M, Lee R. Strength and fatigue of lumbar extensor muscles in older adults. *Muscle Nerve*. 2011;44(1):74-9.
18. Limburg PJ, Sinaki M, Rogers JW, Caskey PE, Pierskalla BK. A useful technique for measurement of back strength in osteoporotic and elderly patients. *Mayo Clin Proc*. 1991;66(1):39-44.
19. Liaw LJ, Hsu MJ, Liao CF, Liu MF, Hsu AT. The relationships between inter-recti distance measured by ultrasound imaging and abdominal muscle function in postpartum women: a 6-month follow-up study. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(6):435-43.
20. Roig M, Macintyre DL, Eng JJ, Narici MV, Maganaris CN, Reid WD. Preservation of eccentric strength in older adults: Evidence, mechanisms and implications for training and rehabilitation. *Exp Gerontol*. 2010;45(6):400-9.
21. Lewiecki EM, Watts NB, McClung MR, Petak SM, Bachrach LK, Shepherd JA, Downs Jr RW. International Society for Clinical Densitometry. Official positions of the international society for clinical densitometry. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(8):3651-5.
22. Brandão CM, Camargos BM, Zerbini CA, Plapler PG, Mendonça LM, Albergaria BH, Pinheiro MM, Prado MD, Eis SR, et al. 2008 official positions of the Brazilian Society for Clinical Densitometry – SBDens. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2009;53(1):107-12.