

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

EFEITOS DO ENVELHECIMENTO E DA OSTEOPOROSE NA
CIFOSE TORÁCICA, NA PROPRIOCEPÇÃO E NO TORQUE DOS
MÚSCULOS DO TRONCO.

Renata Neves Granito

SÃO CARLOS – SP

2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

EFEITOS DO ENVELHECIMENTO E DA OSTEOPOROSE NA
CIFOSE TORÁCICA, NA PROPRIOCEPÇÃO E NO TORQUE DOS
MÚSCULOS DO TRONCO.

Orientanda: Renata Neves Granito

Orientador: Prof. Dr. Jorge Oishi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

SÃO CARLOS – SP

2005

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

G759ee

Granito, Renata Neves.

Efeitos do envelhecimento e da osteoporose na cifose torácica, na propriocepção e no torque dos músculos do tronco / Renata Neves Granito. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

76 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Fisioterapia. 2. Osteoporose. 3. Envelhecimento. 4. Cifose torácica. 5. Propriocepção. 6. Avaliação isocinética. I. Título.

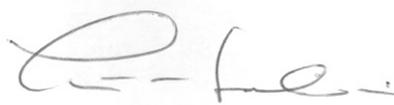
CDD: 615.82 (20^a)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado de RENATA NEVES GRANITO, APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 18 DE FEVEREIRO DE 2005.

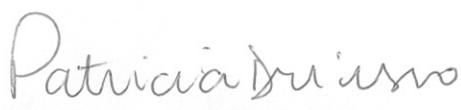
BANCA EXAMINADORA:



Jorge Oishi
UFSCar



Tania de Fátima Salvini
UFSCar



Patrícia Driusso
UNICID

Dedico este trabalho...

... aos meus pais Odair e Janete.

Diversas vezes tentei traduzir em palavras o amor que sinto por vocês, não consegui. É algo muito especial, que o dicionário não consegue decifrar. Vou apenas aqui documentar minha profunda admiração por vocês e agradecer o apoio na concretização de todos os meus sonhos. O amor, deixa para depois, tamanha intensidade transmite-se mais facilmente com um abraço forte.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Jorge Oishi

Orientador deste trabalho que, aliando sabedoria e simplicidade, transmite aos seus alunos conhecimentos muito além dos necessários para a conclusão do mestrado. Professor e exemplo como ser humano. Muito obrigada pela oportunidade e pela confiança.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Dr^a Patrícia Driusso, pelo apoio, pela leitura atenciosa e pelas valiosas sugestões que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

À Prof^a Dr^a Tânia de Fátima Salvini, por permitir o uso do dinamômetro isocinético, pelo conhecimento compartilhado e pelas sugestões.

À Prof^a Dr^a Stella M. Matiello Gonçalves Rosa, pelo carinho e pelos conselhos.

Às voluntárias deste estudo, pela seriedade e dedicação com que se dispuseram a colaborar.

Ao Instituto Romeu Santini e ao Centro Integrado de Diagnóstico por Imagem (CIDI) da cidade São Carlos, por possibilitarem a obtenção dos exames de densitometria óssea e radiografia da coluna vertebral, respectivamente.

Aos meus amigos, que preenchem e dão um sentido mais bonito à minha vida, em especial os deste Programa de Pós-Graduação, pelo apoio mútuo e por todos os momentos vivenciados.

À amiga Ana Claudia Muniz Rennó, pelo incentivo, pelos conselhos e, acima de tudo, por estar sempre presente, tanto nos momentos de aflição como nos de descontração, que tornaram nossa amizade tão singular.

Aos meus irmãos Roberta e Júnior e aos meus primos, em especial a Marília. Vocês estão sempre presentes no meu coração.

Aos amigos companheiros de república, Luciana Cofiel, Karina Gramani, Tatiane Lopes, Paula Castro, Moacir Ponti Jr, Ana Claudia Rennó, Karina Nogueira e Fernanda Romaguera, por verdadeiramente constituírem minha família são-carlense, pela ajuda mútua e por todos os momentos que tornaram esses anos inesquecíveis.

Ao Nuno, pelo apoio, pela paciência, por estar sempre disposto a ajudar e, principalmente, por ser tão especial.

Aos amigos do laboratório Osteovida, em especial Mariana Chaves Aveiro e Marcelo Tavella Navega, pela ajuda fundamental no desenvolvimento deste trabalho, pelo carinho e pela amizade.

Aos amigos Paula Camargo e Paulo Bossini, pela ajuda durante as avaliações com o dinamômetro isocinético.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, pela experiência transmitida.

Aos funcionários Ana Paula e Heitor, pelo trabalho competente.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Sumário

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Envelhecimento Populacional.....	1
1.2 Envelhecimento Fisiológico.....	3
1.3 Osteoporose.....	7
1.3.1 Fisiopatologia.....	7
1.3.2 Epidemiologia.....	10
1.3.3 Quadro Clínico.....	11
2. OBJETIVO.....	19
3. Materiais e métodos.....	20
3.1 Amostra.....	20
3.2 Caraterização da Amostra.....	22
3.3 Materiais.....	23
3.4 Avaliação Física.....	24
3.5 Avaliação da Densidade Mineral Óssea.....	24
3.6 Avaliação do Grau de Cifose Torácica.....	25
3.7 Avaliações no Equipamento Biodex Sytem 3.....	26

3.7.1 Avaliação da Propriocepção do Tronco.....	28
3.7.2 Avaliação Isocinética do Tronco.....	29
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	31
5. RESULTADOS	32
5.1 Grau de Cifose Torácica.....	32
5.2 Pico de Torque Extensor do Tronco.....	33
Concêntrico	33
Excêntrico	35
5.3 Pico de Torque Flexor do Tronco	36
Concêntrico	36
Excêntrico	38
5.4 Relação entre os Picos de Torque Extensor e Flexor (Relação E/F).....	40
5.5 Relação Excêntrico/ Concêntrico (E/C)	41
5.6 Propriocepção.....	42
5.7 Correlações entre as variáveis do estudo.....	44
5.8 Síntese Geral dos Resultados	45
6. DISCUSSÃO	46
6.1 Grau de Cifose Torácica.....	46
6.2 Torque Extensor	48
6.3 Torque Flexor.....	51
6.4 Relação Entre os Torques Extensor e Flexor do Tronco.....	53

6.5 Relações Entre as Ações Musculares Concêntricas e Excêntricas.....	55
6.6 Velocidades do Teste Isocinético	56
6.7 Propriocepção.....	57
7. CONCLUSÃO.....	59
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
ANEXOS	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos grupos de voluntárias quanto à idade, peso corporal, estatura e IMC.	22
Tabela 2. Grau de cifose torácica e porcentagem de voluntárias hipercifóticas em cada grupo do estudo, obtidos por meio da análise de radiografias da coluna torácica em perfil....	32
Tabela 3. Pico de torque extensor concêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.	33
Tabela 4. Pico de torque extensor excêntrico nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.	35
Tabela 5. Pico de torque flexor concêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.	37
Tabela 6. Pico de torque flexor excêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.	38
Tabela 7. Relações entre os torques Extensor/ Flexor durante contrações musculares concêntricas e excêntricas, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtidas por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.....	40
Tabela 8. Relações entre os torques Excêntrico/ Concêntrico obtidas na avaliação dos músculos extensores e flexores do tronco no equipamento BIODEX SYSTEM 3, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, nos diferentes grupos de voluntárias.	41
Tabela 9. Correlações entre a Densidade Mineral Óssea (DMO) de L2-L4, o Grau de Cifose Torácica e a Idade com diversas variáveis do estudo.	44
Tabela 10. Comparação entre os grupos de voluntárias, demonstrando aumento (↑), diminuição (↓) ou manutenção (=) dos valores das variáveis do presente estudo.	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cadeira especial para avaliação do tronco no equipamento Biodex Multi Joint System 3, nas vistas anterior e lateral.....	26
Figura 2. Posicionamento e estabilização da voluntária no equipamento Biodex Multi Joint System 3.....	27
Figura 3. Grau de cifose torácica nos diferentes grupos de voluntárias.....	33
Figura 4. Pico de torque extensor concêntrico nas velocidades de 20°/s e 45°/s dos diferentes grupos de voluntárias.....	34
Figura 5. Pico de torque extensor excêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, dos diferentes grupos de voluntárias.....	36
Figura 6. Pico de torque flexor concêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, dos diferentes grupos de voluntárias.....	38
Figura 7. Pico de torque flexor excêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, dos diferentes grupos de voluntárias.....	39
Figura 8: Análise do déficit proprioceptivo através dos Componentes de Variância, nos Grupos Adulto-jovem, Adulto, Idoso sem Osteoporose e Idoso com Osteoporose.....	42

LISTA DE ANEXOS

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	69
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	71
FICHA DE AVALIAÇÃO FÍSICA.....	75

RESUMO

“Efeitos do envelhecimento e da osteoporose na cifose torácica, na propriocepção e no torque dos músculos do tronco.”

A proposta deste estudo foi verificar os efeitos do envelhecimento e da osteoporose no grau de cifose torácica, no torque extensor e flexor dos músculos do tronco e na propriocepção, além de correlacionar estas variáveis visando verificar a interdependência entre elas. Para isso, foram avaliadas 40 mulheres voluntárias, dispostas em quatro grupos distintos. O Grupo Adulto-jovem foi composto por 10 mulheres com idade entre 20 e 30 anos, o Grupo Adulto por 10 mulheres dos 40 aos 50 anos de idade, o Grupo Idoso sem Osteoporose foi composto por 10 mulheres com idade superior a 60 anos e, por fim, o Grupo Idoso com Osteoporose incluiu 10 mulheres da mesma faixa etária do grupo anterior, porém com diagnóstico de osteoporose na coluna vertebral. As voluntárias foram submetidas a uma entrevista inicial, ao exame de densitometria óssea, com o intuito de quantificar a massa óssea da coluna vertebral, e a radiografia da coluna torácica em vista lateral, para determinação do grau de cifose torácica. Além disso, as voluntárias foram submetidas ao teste de propriocepção e ao teste isocinético dos músculos do tronco, ambos realizados no equipamento BIODEX SYSTEM 3. Os dados foram analisados estatisticamente ($p \leq 0,05$). Verificou-se que o grau de cifose torácica foi significativamente maior no grupo idoso com osteoporose, seguido pelo grupo idoso sem osteoporose, adulto e, por fim, o grupo adulto-jovem. Os resultados demonstraram também uma diminuição no pico de torque extensor do tronco imposta pelo envelhecimento e agravada pela osteoporose. O envelhecimento também foi responsável por uma diminuição no torque flexor do tronco, no entanto esta condição não foi exacerbada pela osteoporose. O torque extensor foi maior que o flexor, durante tanto as contrações excêntricas como as concêntricas, nas duas velocidades do teste isocinético. Porém, não existiram diferenças significativas entre os grupos na relação entre os torques extensor e flexor do tronco. As voluntárias idosas, com e sem osteoporose, apresentaram um déficit proprioceptivo significativamente maior que as adultas-jovens. Houve correlação significativa da densidade mineral óssea da coluna com o grau de cifose torácica (correlação negativa) e com o torque extensor do tronco (correlação positiva). O grau de cifose torácica correlacionou-se, negativamente, com o torque extensor do tronco e, positivamente, com a idade e com o déficit proprioceptivo. O estudo conclui que o envelhecimento fisiológico é responsável por aumento do grau de cifose torácica, diminuição no torque extensor e flexor do tronco e diminuição na sensibilidade proprioceptiva. A osteoporose acentua esse aumento no grau de cifose torácica e o declínio no torque extensor do tronco, porém não agrava a diminuição no torque flexor, nem o déficit proprioceptivo.

Palavras chave: osteoporose, envelhecimento, cifose torácica, propriocepção, avaliação isocinética

ABSTRACT

“Effects of aging and osteoporosis on thoracic kyphosis, on proprioception and on trunk muscle torque”.

The aim of this study was to evaluate the effects of aging and osteoporosis on thoracic kyphosis degree, on extensors and flexors trunk muscles torque and on proprioception. Moreover, this study investigated the possible correlation among the variables studied in this work. It was evaluated 40 voluntary women, divided in four distinct groups: Young Group (10 women) aged between 20 and 30 years old, Adult Group (10 women) aged between 40 and 50 years old, Old Group (10 women) aged more than 60 years old and Osteoporotic Group (10 women) aged the same as the previous group, however with diagnosis of osteoporosis on spine. The volunteers were submitted to a previous interview, to a bone densitometry to quantify the bone mineral density of lumbar spine and to an x-ray of the thoracic spine in lateral view to verify the thoracic kyphosis degree. Moreover, the volunteer were submitted to a proprioception evaluation and to the isokinetic test of the trunk muscles, both performed on the BIODEX SYSTEM 3 equipment. Data were statistically analyzed ($p \leq 0,05$). The results showed that thoracic kyphosis degree was significantly greater in the Osteoporotic Group, followed by the Old Group, Adult and the Young Group. It was found a significant reduction on the trunk extensor torque imposed by ageing and aggravated by osteoporosis. The ageing process was still responsible for a reduction on the trunk flexor torque, but this condition was not exacerbated by osteoporosis. The extensor torque was greater than the flexor, during both eccentric and concentric contractions, in both velocities of the isokinetic test. However, there were no significant differences between the groups on the extensor and flexor torque relation. The older volunteers, with and without osteoporosis, showed a greater proprioceptive deficit than the younger volunteers. It was found a significant negative correlation between bone mineral density with kyphosis degree and positive correlation between mineral density and trunk extensor torque. The thoracic kyphosis degree showed a negative correlation with the trunk extensor torque and a positive correlation with age and proprioceptive deficit. This study concluded that the physiologic aging process is responsible for an increased thoracic kyphosis, a reduction of the extensor and flexor trunk torques and a reduction of the proprioceptive sensibility. The osteoporosis amplifies the increase in thoracic kyphosis and the reduction on the trunk extensor torque imposed by age. However, the osteoporosis does not have any effect on the aging reduction of flexor torque of trunk muscles and on proprioceptive deficit.

Key words: osteoporosis, aging, toracic kyphosis, proprioception, isokinetics evaluation.

1. INTRODUÇÃO

1.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL

No século XX observou-se um aumento na proporção de idosos na população de diversos países, determinando um processo de transição demográfica, que se estende aos dias atuais e cujas projeções futuras indicam uma expansão deste quadro conhecido como envelhecimento populacional (VERAS, 2002). Estimativas prevêm que, no período de 1990 a 2025, ocorrerá um aumento de 2,4% na população idosa mundial, ao passo que a população total será apenas 1,3% maior (PAPALEO NETO, 1996). Essa transição demográfica constitui um fenômeno global, apesar das discrepâncias entre as sociedades (VERAS, 2002).

No Brasil, o envelhecimento populacional iniciou-se em 1960, com o declínio da fecundidade em algumas regiões mais desenvolvidas. A partir da década de 70, este fenômeno se estendeu às demais regiões brasileiras, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais, abrangendo todas as classes sociais, porém de maneira não igualitária. Assim, a queda das taxas de fecundidade modificou a estrutura etária, estreitando progressivamente a base da pirâmide populacional, desencadeando o envelhecimento populacional. Nas quatro primeiras décadas do século passado a população brasileira era extremamente jovem, o grupo com menos de 15 anos representava de 42 a 46% do total, enquanto que 2,5% da população eram idosos. Posteriormente, o peso relativo dos jovens decaiu progressivamente, com um aumento na proporção de idosos (CHAIMOWICZ, 1997). Estima-se que, em 2025, 15% da população brasileira seja constituída por pessoas com idade acima de 60 anos, com um aumento médio de

6,5% de idosos ao ano e redução nos números absolutos de jovens entre 0 e 14 anos (GONÇALVES, 2000). Com o processo de transição demográfica consolidado, qualquer aumento na proporção de idosos será resultante principalmente da redução da mortalidade, e não mais do declínio da fecundidade, como já ocorre em países como Suécia, Inglaterra e Estados Unidos (CHAIMOWICZ, 1997).

Além do aumento proporcional na população, os dados apontam ainda um crescimento do número de idosos no Brasil. Se em 1950 o país ocupava a 16^o posição mundial em número de pessoas idosas, com 2,1 milhões de indivíduos com 60 anos ou mais, até 2025 estima-se que terá alcançado o sexto lugar, com 31,8 milhões de idosos. Desta forma, a população idosa terá aumentado quinze vezes, ao passo que a população brasileira como um todo será apenas cinco vezes maior (VERAS, 1994, CHAIMOWICZ, 1997).

Esse aumento do número de idosos foi decorrente da queda da mortalidade no século passado, que deveu-se principalmente ao controle das doenças infecciosas e parasitárias, a partir do aprimoramento das condições sociais, econômicas e da saúde. Então, com o aumento da expectativa de vida, os indivíduos passaram a conviver com fatores de risco para doenças crônico-degenerativas. Ao invés de processos agudos que conduzem à cura ou ao óbito, tornam-se predominantes as doenças crônicas e suas complicações (VERAS, 1994, CHAIMOWICZ, 1997). A osteoporose, a incontinência urinária, a hipertensão arterial e a demência, denominadas “gigantes da geriatria” por serem comuns na população idosa, merecem atenção nesse atual contexto de envelhecimento populacional (CHAIMOWICZ, 1997) que, no Brasil, possui características muito peculiares, como a intensidade com que ocorre e o volume da população envolvida (MOREIRA, 1998).

Sendo assim, verifica-se uma forte correlação entre os processos de transição demográfica e epidemiológica, que deve ser considerada pela sociedade e pelas políticas governamentais, visando assegurar a saúde e o bem estar dos idosos.

O aumento acentuado dos idosos na população desencadeou também um interesse progressivo pelo estudo do processo do envelhecimento biológico e das doenças a ele associadas, tornando essenciais as pesquisas nesta área, antes relegadas a plano secundário (RAUCHBACH, 1990; CARVALHO FILHO e ALENCAR, 1994; JACOB FILHO e SOUZA, 1994).

1.2 ENVELHECIMENTO FISIOLÓGICO

O envelhecimento pode ser conceituado como um processo dinâmico e progressivo, no qual há alterações morfológicas, funcionais e bioquímicas, que vão limitando progressivamente o organismo, tornando-o mais susceptível às agressões intrínsecas e extrínsecas que terminam por levá-lo à morte (CARVALHO FILHO e ALENCAR, 1994). Assim, diversas alterações estruturais e funcionais, em todos os sistemas do organismo, irão determinar um declínio das variáveis fisiológicas e deterioração da saúde (CAROMANO, 1998).

No sistema nervoso, o envelhecimento gera um declínio no número de células nervosas, do número de sinapses, da quantidade de enzimas envolvidas na síntese de neurotransmissores, de receptores pós-sinápticos e menor velocidade de condução nervosa quando comparados com indivíduos jovens (MASORO, 1995). Verifica-se um declínio nas funções intelectuais e na capacidade de memória. O envelhecimento também afeta a capacidade de detecção de estímulos e processamento de informações para produzir uma resposta (CLARKSON, 1978).

As funções sensoriais são também afetadas, incluindo a propriocepção. BRUMAGNE et al. (2004), avaliaram 20 indivíduos jovens e 20 idosos na posição ortostática em uma plataforma de força e, analisando as variações no centro de pressão após perturbação da postura com vibração dos músculos paraespinais e do tornozelo, concluíram que o processo do envelhecimento biológico altera o controle da postura devido a alterações na sensibilidade proprioceptiva. Outro estudo, realizado por AMIRIDIS et al. (2003), também avaliou a adaptação na postura em adultos jovens e idosos por meio da análise de variação no centro de pressão em uma plataforma de força, porém o procedimento também avaliou a atividade eletromiográfica dos músculos do quadril e tornozelo e incluiu a realização de tarefas de progressiva dificuldade. Os autores verificaram que os idosos apresentaram maior deslocamento do centro de pressão, maior atividade eletromiográfica e maior deslocamento articular, sugerindo a ocorrência de modificações no controle postural estático induzido pelo avançar da idade.

Com relação ao tecido muscular, diversos estudos mostraram que o envelhecimento determina diminuição tanto do número como da área de secção transversa das fibras musculares. Acredita-se que, dos 24 aos 50 anos de idade, ocorra uma diminuição de 10% na área de secção transversa dos músculos. Verifica-se ainda redução das unidades motoras de contração rápida decorrente da redução na quantidade de motoneurônios que inervam estas fibras, resultando em uma maior proporção de fibras de contração lenta. Esses fatores determinam uma redução da força máxima gerada pelo músculo. Por década, acredita-se que ocorra uma perda de 15% na força muscular dos 50 aos 70 anos de idade. Já entre os 70 e 80 anos de idade, acredita-se que a redução na força muscular seja de 30% (WILLMORE e COSTILL, 2000; THOMPSON, 2002). ROGERS e EVANS (1993) indicaram um declínio aproximado de 40% na área de secção transversa do músculo e de 30% na força muscular entre a segunda e a sétima décadas de vida.

TRAPPE et al. (2003) realizaram um estudo para determinar o declínio relacionado à idade na função contrátil isométrica e isotônica de fibras musculares de contração rápida (Tipo IIa) e lenta (Tipo I). Para isso, foram analisadas fibras musculares do músculo vasto lateral de 6 homens jovens (média de idade 25 ± 1 anos), 6 mulheres jovens (25 ± 1 anos), 6 homens idosos (80 ± 4 anos) e 6 mulheres idosas (78 ± 2 anos) para investigar as propriedades *in vitro* de força-velocidade, pico de força e velocidade contrátil. Foram observadas diminuições nestes parâmetros relacionadas ao sexo e à idade, porém as diferenças tornaram-se inexistentes quando os dados foram normalizados para o tamanho da célula, sugerindo que as disparidades na função muscular que ocorrem com o avançar da idade são reguladas apenas por parâmetros quantitativos. Similarmente, em um trabalho realizado por CANNON et al. (2001), as alterações quantitativas na massa muscular, como a diminuição da sua área de secção transversa, foram as responsáveis pela diminuição do pico de torque isométrico dos extensores do joelho em indivíduos mais velhos comparados a indivíduos jovens. Sugeriram, portanto, que a preservação da massa muscular através do treino de resistência pode reduzir as diferenças no pico de força muscular associadas à idade.

No entanto, STEVENS et al. (2003) propuseram que existe ainda um déficit na ativação muscular em função da idade que explicaria a maior porcentagem de diminuição na força quando comparada à diminuição da massa muscular que ocorre com o envelhecimento. Essa conclusão foi obtida após análise da ativação muscular voluntária do quadríceps femoral de 64 adultos jovens (18 - 32 anos) e 64 idosos (64 - 84 anos) e constatação de uma diminuição de 11% na ativação muscular no segundo grupo.

YAMADA et al. (2002) estudaram a adaptação neuromuscular que ocorre com o envelhecimento, comparando mudanças nas variáveis eletromiográficas durante contração voluntária máxima do músculo tibial anterior em 12 jovens (21.4 ± 1.7 anos de idade) e 13

idosos (70.8 ± 3.1 anos de idade). O grupo composto por sujeitos idosos apresentou menor força muscular durante a dorsiflexão e menor velocidade de condução na fibra muscular. Os autores sugeriram que o sistema neuromuscular em indivíduos idosos é afetado pela atrofia seletiva das fibras musculares de contração rápida e pelo déficit na ativação das unidades motoras.

THOMPSON (2002) afirma que uma característica importante do músculo esquelético é a sua capacidade de adaptação a algumas condições, por meio de alterações morfológicas, bioquímicas e moleculares que modificam, conseqüentemente, a sua função. Desta forma, a diminuição do pico de força e da potência muscular que ocorrem com a inatividade e com o envelhecimento é decorrente de adaptações quantitativas nos músculos esqueléticos, como a atrofia induzida pela diminuição na síntese proteica aliada ao aumento na degradação das mesmas; e também devido a adaptações qualitativas, como alterações na estrutura de proteínas-chaves, que levam a modificações nas suas propriedades contráteis.

O tecido ósseo também é afetado pelo envelhecimento. A partir da quarta e quinta décadas de vida inicia, em ambos os sexos, o processo gradual de perda fisiológica de massa óssea, que está relacionado ao aumento da reabsorção óssea através da atividade destrutiva dos osteoclastos, que prepondera sobre a formação do osso pela atividade dos osteoblastos (DANOWSKI, 1996, GUYTON e HALL, 1996).

RUTHERFORD e JONES (1992) realizaram um estudo avaliando a densidade mineral óssea da coluna e do fêmur, além da força e da área de secção transversa (CSA) do quadríceps de 216 mulheres. Verificaram que a força muscular, a CSA e a densidade mineral óssea do fêmur reduzem linearmente a partir da terceira década de vida. A redução na densidade mineral óssea da coluna ocorreu a partir da quarta década, com um período de redução acelerada na sexta década de vida. Os resultados sugeriram ainda uma correlação positiva entre as variáveis analisadas.

Essas alterações fisiológicas que ocorrem com o envelhecimento podem, quando excessivas, desencadear uma série de comprometimentos para os indivíduos. No caso do tecido ósseo, uma perda intensa do seu conteúdo mineral pode desencadear um quadro de osteoporose (DANOWSKI, 1996).

1.3 OSTEOPOROSE

A Organização Mundial da Saúde (OMS) definiu a osteoporose como uma “doença esquelética sistêmica caracterizada por massa óssea baixa e deterioração microarquitetural do tecido ósseo, com conseqüente aumento da fragilidade óssea e susceptibilidade à fratura” (CONSENSUS, 1993).

1.3.1 Fisiopatologia

O tecido ósseo, um dos mais resistentes e rígidos do corpo humano, é um tipo especializado de tecido conjuntivo formado por células e material intercelular calcificado, a matriz óssea. As células que constituem o tecido ósseo são os osteócitos, que se situam em cavidades ou lacunas no interior da matriz; os osteoblastos, produtores da parte orgânica da matriz; e os osteoclastos, que reabsorvem o tecido ósseo, participando dos processos de remodelação dos ossos (JUNQUEIRA e SILVA FILHO, 1990; AIRES, 1999).

Apesar da resistência às pressões e da dureza, o tecido ósseo é muito plástico, sendo capaz de remodelar sua estrutura interna em resposta a modificações nas forças a que está submetido normalmente ou em resposta às necessidades iônicas do organismo. A atividade destrutiva dos osteoclastos e construtiva dos osteoblastos possibilita a remodelação dos ossos. Esse processo é

regulado por hormônios, fatores de crescimento sistêmicos e forças mecânicas externas e, em geral, está em perfeito equilíbrio (JUNQUEIRA e SILVA FILHO, 1990).

Durante a fase de crescimento do esqueleto, a formação de osso é superior à quantidade de osso reabsorvido. Desse modo, a massa óssea aumenta, em ambos os sexos, atingindo pico máximo em um período que varia dos 20 aos 30 anos de idade, quando alcança um equilíbrio entre formação e reabsorção. A partir da quarta e quinta décadas de vida inicia, em ambos os sexos, o processo gradual de perda fisiológica de osso, que continua inexoravelmente por toda a vida (osteopenia). Esse processo se relaciona com o aumento da reabsorção que prepondera sobre a formação do osso (DANOWSKI, 1996, GUYTON e HALL, 1996).

O pico de massa óssea e a perda fisiológica da mesma são influenciados por diversos fatores como hereditariedade, raça, composição corporal, nível de atividade física e dieta. Nas mulheres, o declínio da atividade ovariana é o principal fator envolvido nesse processo. A partir da menopausa, devido à deficiência estrogênica, as mulheres perdem cerca de 8% da massa óssea por década, enquanto que os homens na mesma faixa etária perdem 3% por década (FRISCHENBRUDER e ROSE, 1996).

Essa diminuição da massa óssea pode desencadear um quadro de osteoporose, que inicialmente é assintomática, levando alguns autores a classificarem-na como "epidemia silenciosa do século XX" ou "doença traiçoeira", devido ao fato das primeiras manifestações clínicas surgirem após perda de 30% a 40% da massa óssea (DANOWSKI, 1996).

Especialistas em osteoporose, em reunião da World Health Organization, definiram que a massa óssea é considerada normal quando a densidade mineral óssea é menor que 1 desvio padrão em relação ao adulto jovem. Quando a densidade está situada entre menos 1 desvio padrão e menos 2,5 desvios padrão, denomina-se osteopenia. Já a osteoporose é diagnosticada quando os valores densitométricos são inferiores a menos 2,5 desvios padrão quando

comparados a adultos jovens. E, é considerada osteoporose grave quando além dessa perda de massa óssea, há a presença de fratura (KANIS et al., 1994).

Nessa doença, embora ocorra redução na quantidade de osso abaixo dos níveis necessários para um adequado apoio mecânico, deve-se considerar ainda a possibilidade de mudanças qualitativas na matriz óssea. Assim, torna-se necessário a reconsideração da definição da osteoporose apenas como decréscimo na massa óssea, devendo ainda ser discutida a influência das desordens genéticas nas proteínas da matriz óssea (VÄÄNÄNEN, 1991).

A osteoporose pode ser classificada em primária, a forma mais comum e relacionada à idade avançada; e secundária, que se refere à perda óssea associada a uma série de síndromes patológicas bem definidas, como a desnutrição (deficiência de proteína, cálcio, vitamina D ou C), várias endocrinopatias e imobilização prolongada (MILLARD et al., 1997; ROBBINS et al., 2000).

A osteoporose primária pode ainda ser subdividida em tipo I (osteoporose pós-menopausa), na qual uma aceleração na atividade dos osteoclastos determina elevadas taxas de reabsorção óssea; e tipo II (osteoporose senil ou de involução), na qual a reabsorção óssea é normal ou ligeiramente aumentada, associada à diminuição na atividade dos osteoblastos (MELTON e RIGGS, 1986). No entanto, RIGGS (1999) citado em MARQUES NETO (2001), sugeriu que o termo osteoporose primária fosse utilizado como conceito unitário, tendo em vista a improbabilidade da esquematização das atividades osteoclásticas e osteoblásticas em duas doenças diferentes. Pode-se considerar, então, que a osteoporose é decorrente de uma diminuição na massa óssea devido a um desequilíbrio no processo de remodelação dos ossos, pela maior atividade osteoclástica ou menor atividade osteoblástica.

1.3.2 Epidemiologia

A osteoporose primária é a doença óssea metabólica mais comum e, por estar relacionada com o avançar da idade dos indivíduos, merece destaque no atual contexto de envelhecimento populacional.

Esta doença tornou-se o maior problema de Saúde Pública da atualidade, com enormes repercussões sociais e econômicas (ENGERMANN et al., 2005; XU et al., 2005). Na Europa, estima-se que 23% das mulheres após os 50 anos apresentam osteoporose (DENNISON e COOPER, 2000). Entre os chineses, a incidência da osteoporose primária na população total foi estimada em 6,97%, no ano 2000 (LIU et al., 2002). Nos Estados Unidos, essa doença afeta mais de 25 milhões de pessoas, sendo que 20 milhões são mulheres (MILLARD et al., 1997). Anualmente, mais de 1,5 milhões de americanos sofrem fraturas osteoporóticas (RIGGS e MELTON, 1992; JOHNELL, 1996; MILLARD et al., 1997), sendo 46,8% nas vértebras, 16,6% no antebraço distal, 16,6% no quadril e 20% nos outros ossos (RIGGS e MELTON, 1992), ocasionando um custo de 10 bilhões para os cofres do governo (MILLARD et al., 1997). GALSWORTHY e WILSON (1996) estimam que uma em cada duas mulheres e um em cada cinco homens acima dos 65 anos apresentarão, em algum momento da vida, pelo menos uma fratura relacionada à osteoporose. No Brasil, há escassez de dados referentes à população acometida. Segundo o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE), o número de pessoas com risco de apresentar osteoporose aumentou de 7,5 milhões em 1980 para 15 milhões no ano 2000.

1.3.3 Quadro Clínico

A principal consequência da diminuição da densidade mineral óssea devido à osteoporose é o aumento do risco de fraturas. Segundo BARRET-CONNOR (2005), um decréscimo de 1 desvio padrão na densidade mineral óssea aumenta em 50% o risco de ocorrência de fraturas. Os locais mais susceptíveis à ocorrência destas lesões são as vértebras, a extremidade distal do rádio (fraturas de Colles) e o colo do fêmur (ROBINS et al., 2000). Estudos populacionais mostraram que, para mulheres brancas com 50 anos, o risco estimado de fraturas devido à osteoporose é cerca de 16% para fraturas de quadril, 15% para fraturas de Colles e 32% para fraturas vertebrais (ENGERMANN et al., 2005)

Ao menos 1,3 milhões de fraturas osteoporóticas ocorrem anualmente nos EUA, representando um custo aproximado de 8 bilhões de dólares (DENILSON e COOPER, 1996). Na Inglaterra, em 1990, ocorreram cerca de 1,66 milhões de fraturas de quadril, sendo que a maior parte dos casos necessita de hospitalização e gera um custo anual aproximado de 960 milhões de dólares para os sistemas de saúde (COOPER et al., 1992). Em um futuro próximo, o número de fraturas devido à osteoporose deverá aumentar consistentemente, devido ao crescente número de idosos na população (ENGERMANN et al., 2005).

As fraturas do quadril estão relacionadas a altos índices de morbidade e mortalidade. Segundo LAU (2004), 10 a 20% dos pacientes vão a óbito dentro de um ano após a fratura. Aproximadamente 35% desses pacientes ficarão dependentes de outras pessoas ou de meios auxiliares, tais como muletas ou bengalas, para auxiliá-los em suas atividades da vida diária (PLAPLER, 1997). Já no caso das fraturas de punho, sabe-se que raramente são fatais, sendo que em 20% dos casos há a necessidade de hospitalização (DENILSON e COOPER, 1996).

As fraturas vertebrais são as mais comuns em indivíduos osteoporóticos, uma vez que 32% das mulheres brancas acima de 50 anos irão experimentar pelo menos uma fratura na coluna durante sua vida (ENSRUD et al., 1997). Nos Estados Unidos, 650.000 fraturas vertebrais são clinicamente detectadas por ano. No entanto, sabe-se que a prevalência dessas fraturas é subestimada, devido à falta de consenso em relação à sua definição radiológica e ao fato dessas fraturas serem, em sua maioria, assintomáticas e resultantes de traumas pequenos, sendo que poucos pacientes necessitam de cuidados médicos e hospitalização (MILLARD et al., 1997; PLAPLER, 1997).

A diminuição da densidade óssea das vértebras leva à uma redução da região anterior dos corpos vertebrais, resultando em compressão e colapso dessas vértebras, com estreitamento dos discos e espaços intervertebrais (DANOWSKI, 1996). NOTELOVITZ e WARE (1982) afirmam que metade das mulheres com idade superior a 65 anos apresenta ao menos uma compressão vertebral e que em 10% dessas mulheres já se verifica um colapso vertebral.

As fraturas vertebrais podem ser de compressão anterior, que ocorrem com maior frequência na região torácica e na junção tóraco-lombar; bicôncavas, comuns nas vértebras lombares; ou colapsos vertebrais, nos quais a altura total da vértebra encontra-se diminuída, quando comparada a vértebras adjacentes. A definição radiográfica comumente aceita para essas fraturas implica em redução de 15 a 20% da região anterior, posterior ou central do corpo vertebral (LUKERT, 1994).

As compressões e os colapsos vertebrais são responsáveis por uma série de deformidades na coluna e por modificações posturais; dentre as mais comuns destacam-se a retificação das lordoses lombar e cervical, cifoescoliose, escoliose e principalmente um aumento da cifose dorsal (LOURENÇO e BATTISTELA, 1994). Conforme demonstrado em pesquisa envolvendo 6459 mulheres osteoporóticas, realizada por ENSRUD et al. (1997), um aumento de 10 anos na

idade está associado a um aumento de 4,4° na curvatura torácica, e 15° de aumento no grau de cifose está associado a uma perda de mais de 4 cm de altura e aumento da prevalência de fraturas em mulheres com osteoporose. Os autores concluíram que o grau de cifose torácica está diretamente relacionado com o local, o tipo e o número de fraturas vertebrais. Segundo LYLES et al. (1993), indivíduos osteoporóticos com fraturas vertebrais apresentam um significativo aumento do grau de cifose quando comparados a indivíduos da mesma idade e saudáveis.

Um outro estudo, realizado por De SMET et al. (1988), analisou a distribuição de fraturas nas regiões torácica e lombar da coluna vertebral de 87 voluntárias com osteoporose, no intuito de relacioná-las à cifose torácica. Foram identificadas 208 fraturas na região anterior das vértebras e 143 fraturas de compressão na região central. Quanto maior a idade da paciente, maior o número de fraturas encontradas. As fraturas de compressão central foram freqüentemente identificadas entre L1 e L4 devido à compressão central exercida pela perda de osso trabecular e à resistência oferecida pela lordose lombar normal às forças anteriores. Já as fraturas anteriores foram identificadas com maior freqüência na região central da coluna torácica e na junção tóraco-lombar. Verificou-se que a deformidade anterior das vértebras torácicas impostas por esse tipo de fratura está relacionada com maiores graus de cifose torácica. A relação fratura/cifose foi claramente comprovada na análise das pacientes com hipercifose, pois 80% das mulheres com 4 ou mais fraturas e 40% das mulheres com 1 a 3 fraturas eram hipercifóticas. No entanto, apesar da maioria das voluntárias com hipercifose possuírem fraturas de compressão anterior, 16,7% delas não apresentavam fraturas. Nessas pacientes, a hipercifose provavelmente resulta de fatores não-esqueléticos, como baixo tônus muscular. O estudo concluiu que a hipercifose existente em mulheres com osteoporose está relacionada às fraturas de compressão anterior, somadas com a contribuição dos fatores não-esqueléticos.

Como fator não-esquelético para a hipercifose torácica destaca-se a força dos músculos extensores do tronco. SINAKI et al. (1996) realizaram um estudo visando correlacionar estas duas variáveis em mulheres com deficiência de estrogênio e verificaram que quanto maior a força dos músculos extensores do tronco, menor era o grau de cifose torácica e maiores os graus de lordose lombar e inclinação sacral.

Considerando a força dos músculos extensores do tronco como outro fator que influencia o grau de cifose torácica, indivíduos com osteoporose tornam-se ainda mais predispostos ao desenvolvimento desta deformidade pois, segundo estudo realizado por SINAKI et al. (1993), mulheres com osteoporose possuem força muscular extensora do tronco significativamente menor que mulheres normais.

PLAPLER (2001), ao comparar 68 mulheres com idade superior a 40 anos pertencentes a três grupos distintos (mulheres normais, osteopênicas e osteoporóticas), concluiu que os picos de torque flexor e extensor do tronco diminuem com a perda da massa óssea, porém a relação entre flexores e extensores permanece constante.

A manutenção da correta proporção entre a força dos músculos extensores e flexores do tronco também é essencial para a biomecânica da coluna vertebral. EKHOLM et al. (1982), em um estudo com a musculatura do tronco, concluiu que a coordenação da atividade muscular é tão importante quanto a força de músculos específicos. SINAKI (1998) também refere que a fraqueza dos músculos extensores do tronco quando em desequilíbrio com o peso corporal ou com a força dos flexores é prejudicial, podendo aumentar a compressão das vértebras osteoporóticas.

Ao considerar a postura humana, deve-se também enfatizar a propriocepção, definida pela capacidade de percepção da posição do corpo humano com relação à força da gravidade e das posições relativas entre os seus diversos segmentos (propriocepção estática), como também pela

capacidade de percepção do movimento articular (propriocepção dinâmica) (GUYTON e HALL, 1996).

O conhecimento das posições estática e dinâmica é advindo de diversos tipos de receptores especializados, localizados profundamente em músculos (fuso muscular), tendões (órgão tendinoso de golgi), ligamentos, fâscias e cápsulas articulares, que quando deformados mecanicamente originam impulsos nervosos inconscientes transmitidos ao Sistema Nervoso Central (SNC), particularmente a medula espinhal e outros centros superiores como o cerebelo, que através do reflexo miotático e demais vias geram influências excitatórias e inibitórias que ajustam o tônus muscular para adequá-lo a uma tarefa comportamental adequada, como a manutenção da postura. Além disso, são também gerados pelos proprioceptores estímulos nervosos conscientes, que atingem o córtex cerebral e permitem a um indivíduo, mesmo de olhos fechados, ter a percepção do seu corpo e de suas partes, bem como do movimento nas articulações (GUYTON e HALL, 1996).

Desta forma, é evidente que a propriocepção é essencial no ajuste postural. Segundo SINAKI (2003), os estímulos proprioceptivos gerados nas articulações, ligamentos e músculos contribuem para informação a respeito da orientação relativa das unidades funcionais da coluna em repouso e durante os seus movimentos, constituindo um importante fator para a postura, o equilíbrio e a locomoção.

Em indivíduos osteoporóticos, um treinamento proprioceptivo é importante para o melhor recrutamento dos músculos extensores do tronco, que iria promover diminuição do grau de cifose torácica e da dorsalgia, e conseqüentemente aumentar a mobilidade e a qualidade de vida após ocorrência de fraturas vertebrais. O treino proprioceptivo também é essencial para melhora do equilíbrio e diminuição do risco de quedas nestes indivíduos (SINAKI e LYNN, 2002; PFEITER et al., 2004).

A importância em se conhecer e correlacionar os diversos fatores envolvidos na hiper cifose torácica presente em indivíduos com osteoporose consiste no fato de que esta deformidade pode determinar prejuízos locais e, além disso, ocasionar modificações posturais compensatórias em outras regiões do corpo humano. Um estudo desenvolvido por ITOI (1991) analisou as relações posturais entre a coluna vertebral e os membros inferiores a partir de radiografias em ortostatismo de 100 pacientes com osteoporose. Verificou-se que a hiper cifose torácica, geralmente a primeira deformidade a se manifestar pela osteoporose, ocasionou compensações na coluna lombar, nas articulações sacro-ilíacas, nos quadris e nos joelhos.

Além de ser um problema estético que ocasiona diminuição da auto-estima e alteração da imagem corporal, os defeitos posturais podem originar desconforto, dor ou incapacidade. A má postura resulta em sobrecarga e tensão indevidas sobre ossos, articulações e músculos (KENDALL et al., 1995). Ainda mais, um alinhamento defeituoso aumenta o risco de quedas e de fraturas associadas, que irão agravar os defeitos posturais, originando um ciclo vicioso (ITOI e SINAKI, 1994). Segundo WOODHULL-McNEAL (1992), as alterações posturais em indivíduos idosos são relevantes devido a sua associação com a diminuição na mobilidade e com a possibilidade de quedas.

As modificações posturais também interferem no funcionamento normal de órgãos e sistemas do organismo, podendo resultar em um declínio das suas funções. O formato da caixa torácica sofre alterações, que são responsáveis por aumento do diâmetro ântero-posterior do tórax, diminuição da distância do processo xifóide ao púbis e alteração na posição das costelas, fazendo com que elas se sobreponham ao conteúdo abdominal. Essas modificações determinam uma diminuição da mobilidade torácica e conseqüente redução das capacidades cardíaca e pulmonar (FISHER et al., 1990).

Somando-se a isso, após a ocorrência de múltiplas fraturas e a subsequente deformidade na coluna, indivíduos com osteoporose podem relatar presença de dores crônicas em diversas regiões corporais. Uma pesquisa realizada por HALLAL (1991) avaliou 101 mulheres com osteoporose na coluna que apresentavam pelo menos uma fratura vertebral e verificou que 83,2% das voluntárias reportaram a presença de dor na região posterior do tronco. Resultados semelhantes foram obtidos por GRANITO et al. (2004) em um estudo envolvendo mulheres com osteoporose na coluna, no qual verificou-se que 81,25% das voluntárias afirmaram possuir dor no pescoço crônica.

Além disso, também são conseqüências das fraturas vertebrais uma limitação dos movimentos da coluna, fraqueza generalizada, alterações de equilíbrio e propriocepção, diminuição da capacidade de marcha e piora da imagem corporal (PLAPLER, 1997), determinando prejuízo substancial na performance física e funcional de mulheres com osteoporose (LYLES et al., 1993).

Todo esse quadro que surge a partir das fraturas osteoporóticas leva ao desenvolvimento de severas limitações emocionais e sociais, que podem comprometer significativamente a qualidade de vida dos indivíduos acometidos (GALSWORTHY e WILSON, 1996). As deformidades progressivas, a alteração da imagem corporal, a dor, a perda de equilíbrio e o medo de quedas ou fraturas contribuem para a instalação de um quadro depressivo, uma vez que os indivíduos com osteoporose acabam adotando um estilo de vida sedentário e mais isolado socialmente (PLAPLER, 1997).

As repercussões das doenças nas diversas dimensões da vida merecem atenção dos profissionais da saúde, uma vez que a OMS considera a saúde como um bem estar físico, mental e social (MELLO e MARQUES, 1995). Com isso, torna-se cada vez mais necessário estudos que avaliem as limitações impostas pela osteoporose, incluindo as deformidades posturais, para

que sejam adotadas, com maior embasamento, medidas preventivas e restauradoras, no intuito de proporcionar uma melhoria na qualidade de vida dos indivíduos acometidos.

Visto que a hipercifose torácica presente nesta população pode estar relacionada à diminuição da densidade mineral óssea, ao déficit proprioceptivo, bem como à fraqueza muscular dos músculos extensores do tronco ou ao seu desequilíbrio em relação aos músculos flexores, torna-se imprescindível o desenvolvimento de estudos que correlacionem e avaliem estas variáveis diante do envelhecimento fisiológico e patológico, como no caso da osteoporose. Diante do exposto, justificou-se a realização desta pesquisa.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi correlacionar a idade, a densidade mineral óssea da coluna vertebral, o grau de cifose torácica, a propriocepção, o pico de torque concêntrico e excêntrico dos músculos extensores do tronco e a relação proporcional entre o pico de torque dos músculos extensores e flexores do tronco visando verificar a interdependência entre estas variáveis e os efeitos do envelhecimento fisiológico e da osteoporose nas mesmas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA

Participaram deste estudo 40 mulheres voluntárias, dispostas em quatro grupos distintos:

- Grupo Adulto-jovem – composto por 10 mulheres com idade entre 20 a 30 anos. Esta faixa etária foi selecionada pois sabe-se que o pico de massa óssea é atingido neste período, assim o processo de crescimento ósseo está finalizado e ainda não foram desenvolvidas alterações vertebrais (STAGNARA, 1982; DANOWSKI, 1996; GUYTON e HALL, 1996);
- Grupo Adulto – composto por 10 mulheres com idade entre 40 a 50 anos;
- Grupo Idoso sem OP – composto por 10 mulheres com idade superior a 60 anos ausentes de osteoporose;
- Grupo Idoso com OP - composto por 10 mulheres da mesma faixa etária do Grupo Idoso sem OP, porém com diagnóstico densitométrico de osteoporose na coluna vertebral.

As voluntárias foram selecionadas com base nos seguintes critérios de inclusão:

- Sexo feminino;
- Raça branca;
- Sedentarismo, caracterizado pela ausência da prática de atividade física por no mínimo 3 dias por semana, durante 30 minutos a cada dia, segundo a posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (CARVALHO et al., 1996),

- Ausência de obesidade. Para isso, foi calculado o Índice de Massa Corpórea (IMC), que é uma medida mundialmente aceita como indicador de gordura corporal (GUERRA, 2000), sendo $IMC = \text{Peso (Kg)} / \text{Estatura (m}^2\text{)}$. Foram incluídas nesta pesquisa as voluntárias com IMC inferior a 25 Kg/m², valor que corresponde a ausência de obesidade
- Capacidade de compreensão e execução do teste isocinético.

Foram excluídas do estudo as voluntárias que apresentaram:

- Diagnóstico densitométrico de osteoporose (nos grupos adulto-jovem, adulto e idoso sem OP);
- Antecedente conhecido ou suspeito de cardiopatias, hipertensão ou outras patologias cardiovasculares;
- Presença de doenças neurológicas ou ortopédicas que pudessem interferir na postura corporal,
- Presença de qualquer tipo de dor no dia da realização do teste isocinético, para evitar que uma reação de proteção, desencadeada por este sintoma, impedisse a produção de torque muscular máximo pelas voluntárias (MAYER et al., 1985).

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (ANEXO 1). As voluntárias foram previamente informadas das características desta pesquisa e assinaram um Termo de Consciência e Concordância, consentindo a obtenção dos dados para pesquisa e publicação, conforme determina a resolução 196/96 do CNS (ANEXO 2).

3.2 CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA

As características dos 4 grupos de voluntárias quanto à idade, estatura, peso corporal e índice de massa corporal (IMC) constam na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos grupos de voluntárias quanto à idade, peso corporal, estatura e IMC.

Grupo (N)	Idade (anos)	Peso (Kg)	Estatura (m)	IMC (Kg/m ²)	DMO L2-L4 (g/cm ²)
Adulto-jovem (10)	24,6 ± 2,27	56,90 ± 4,04	1,65 ± 0,04	20,90 ± 1,45	1,081 ± 0,122
Adulto (10)	43,50 ± 2,88	57,40 ± 8,57	1,61 ± 0,08	22,09 ± 1,94	1,179 ± 0,137
Idoso sem OP (10)	62,40 ± 2,67	56,49 ± 2,63	1,57 ± 0,06	23,02 ± 1,29	1,290 ± 0,132
Idoso com OP (10)	62,80 ± 3,16	56,10 ± 8,25	1,56 ± 0,06	23,17 ± 2,02	0,743 ± 0,068

N = número de mulheres; Kg = quilogramas; m = metros; IMC = índice de massa corporal; Kg/m² = quilograma por metro quadrado; DMO L2- L4 = densidade mineral óssea de L2 a L4. Os valores estão expressos em média ± desvio padrão.

Não foram verificadas diferenças significativas entre os quatro grupos com relação ao Índice de Massa Corporal (IMC).

Além disso, também não existiram diferenças significativas entre os Grupos Adulto-jovem, Adulto e Idoso sem Osteoporose com relação à densidade mineral óssea da coluna (DMO L2-L4). Estes três grupos apresentaram os valores da DMO L2-L4 significativamente superiores que o Grupo Idoso com Osteoporose.

3.3 MATERIAIS

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram:

- Dinamômetro Isocinético marca Biodex, modelo Biodex Multi-Joint System 3 da *BIODEX MEDICAL SYSTEMS* Inc. computadorizado, locado no Departamento de Fisioterapia da UFSCar;
- Densitômetro marca LUNAR, locado no Instituto Romeu Santini em São Carlos - SP;
- Radiografias da coluna torácica obtidas em equipamento locado no Centro Integrado de Diagnóstico por Imagem (CIDI), na cidade de São Carlos;
- Estetoscópio marca Sprague Rappaport;
- Esfigmomanômetro marca Bic;
- Balança antropométrica;
- Negatoscópio;
- Goniômetro manual;
- Régua;
- Esquadro;
- Marcador para retro projetor, ponta fina (1,0 mm), marca Pilot.

3.4 AVALIAÇÃO FÍSICA

As voluntárias foram submetidas a uma entrevista inicial, por meio da aplicação de uma ficha de avaliação (ANEXO 3) na qual foram coletados dados pessoais e informações sobre suas queixas, doenças associadas, relato de dor, histórico de quedas e fraturas, menopausa e submissão a tratamento medicamentoso para osteoporose. Em seguida, foram aferidas a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA), além da verificação do peso e da altura.

3.5 AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

As voluntárias foram submetidas ao exame de densitometria óssea, com o intuito de quantificar a massa óssea da coluna. Estes exames foram realizados no Instituto Romeu Santini, na cidade de São Carlos, em um densitômetro computadorizado, com método de absorção de raios-X de dupla emissão – DEXA, da marca Lunar.

Para a mensuração da massa óssea da coluna lombar, as voluntárias foram posicionadas em decúbito dorsal, com um dispositivo para manutenção do quadril e joelhos fletidos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo fabricante do equipamento. Desta forma, foram obtidos os dados referentes à massa óssea de L2-L4, em g/cm², e a porcentagem de massa óssea comparada a indivíduos da mesma faixa etária, sexo, raça e peso. No caso das voluntárias idosas, foi obtida ainda a porcentagem de massa óssea comparada a adultos jovens normais, do mesmo sexo, raça e peso.

Os critérios estabelecidos pela OMS foram utilizados para o diagnóstico da osteoporose. Sendo assim, foram incluídas no grupo das voluntárias idosas com osteoporose aquelas cuja

densidade mineral óssea (DMO) era superior a 2,5 desvios padrão abaixo da média para adultos jovens.

3.6 AVALIAÇÃO DO GRAU DE CIFOSE TORÁCICA

Para determinação do grau de cifose torácica, foram utilizadas radiografias da coluna torácica em vista lateral. Para obtenção das radiografias em perfil, as voluntárias permaneciam em posição ortostática, encostadas no chassis, mantendo os membros superiores fletidos, paralelos ao solo, conforme padronização para avaliação desta curvatura (PLAPLER, 2001).

As radiografias foram realizadas no Centro Integrado de Diagnóstico por Imagem (CIDI), na cidade de São Carlos, todas no período da manhã.

Em cada radiografia, traçou-se, com uma régua, uma linha tangente ao bordo inferior da vértebra T12 e uma linha tangente ao bordo superior de T4 e, com o auxílio de um esquadro, traçou-se uma perpendicular a cada uma destas linhas. Desta maneira, foi obtido o ângulo de intersecção entre as linhas, medido com goniômetro manual. Este procedimento foi realizado três vezes, pelo mesmo pesquisador, em dias diferentes. A média das três medidas foi considerada como o grau de cifose torácica de cada voluntária (PLAPLER, 2001).

Foram consideradas voluntárias com hipercifose aquelas cuja média dos ângulos das medidas em perfil foram maiores do que 40° (KOSTUIK, 1991; PLAPLER, 2001).

3.7 AVALIAÇÕES NO EQUIPAMENTO BIODEX SYTEM 3

O equipamento BIODEX (Biodex Multi-Joint System 3) foi utilizado para avaliação proprioceptiva e isocinética do tronco.

Anteriormente à realização dos testes em cada voluntária, o equipamento foi devidamente calibrado segundo procedimento estabelecido pelo seu fabricante. Após a calibração, o equipamento era adequado para avaliação do tronco por meio da acoplagem de uma cadeira especial (Figura 1).



Figura 1. Cadeira especial para avaliação do tronco no equipamento Biodex Multi Joint System 3, nas vistas anterior e lateral.

Na seqüência, a voluntária realizava, durante 5 minutos, um aquecimento em uma bicicleta estacionária a uma velocidade de 25 Km/h (GUARATINI, 1999) e alongamentos dos principais

grupos musculares dos membros inferiores e do tronco, visando minimizar a possibilidade de lesões durante o teste.

Após posicionamento da voluntária (postura sentada com o quadril fletido a 90°), era realizado o alinhamento do eixo mecânico do equipamento com a espinha íliaca ântero-superior da voluntária (eixo biológico). Esta protuberância óssea foi escolhida como eixo biológico devido à menor variabilidade dos dados quando comparada a outras, verificada em um estudo conduzido por GRABINER et al. (1990), e devido à facilidade e maior precisão na sua localização (DVIR, 1995).

A estabilização foi realizada, conforme recomendação do fabricante do equipamento, por meio de um dispositivo para manutenção do joelho fletido a 90° e cintos especiais que se fixavam no terço médio da coxa, na região da articulação do quadril e no tórax das voluntárias (Figura 2).



Figura 2. Posicionamento e estabilização da voluntária no equipamento Biodes Multi Joint System 3.

3.7.1 Avaliação da Propriocepção do Tronco

Tradicionalmente, a propriocepção tem sido avaliada, em diversas articulações do corpo humano, de duas maneiras: pela capacidade de percepção do movimento articular (propriocepção dinâmica) e pela capacidade de reproduzir um ângulo articular pré-determinado, ativa ou passivamente (propriocepção estática) (SWANIK et al., 2002; WILLEMS, 2002; KUNI e SCHMITT, 2004).

No presente estudo, tendo em vista seu enfoque na postura humana, a avaliação da propriocepção do tronco consistiu na quantificação da capacidade das voluntárias em replicar uma posição articular pré-determinada.

Estando a voluntária devidamente posicionada e de olhos fechados, realizou-se uma seqüência de 3 demonstrações para compreensão do teste e de qual posição o movimento passivo do dinamômetro deveria ser interrompido. De maneira idêntica à da demonstração, seguiram-se 3 testes nos quais, partindo da posição de -15° de extensão do tronco, o equipamento realizou o movimento passivo de flexão do tronco em uma velocidade de $2^\circ/s$, que era interrompido pelo acionamento de um dispositivo manual executado pela voluntária quando achasse que estava na posição previamente demonstrada, ou seja, a posição a 0° (sentada com 90° de flexão do quadril). O equipamento forneceu a medida, em graus, da posição que cada voluntária acionou o dispositivo e a distância da posição alvo (0°). Este teste foi repetido 3 vezes.

O valor utilizado como índice de propriocepção de cada voluntária foi a média da distância, em graus, da posição alvo dividida pelo desvio padrão entre os três valores (Componente de Variância). Desta forma, a propriocepção foi avaliada tanto pela média da

distância entre a posição na qual a voluntária acionou o dispositivo e a posição alvo, como pela discrepância dos valores obtidos nas três repetições.

3.7.2 Avaliação Isocinética do Tronco

A avaliação do torque isocinético dos músculos do tronco foi realizada no equipamento BIODEX SYSTEM 3. As voluntárias foram posicionadas conforme descrito anteriormente e os testes realizados segundo preconizado na literatura (DVIR e KEATING, 2001).

A avaliação isocinética foi realizada com a voluntária na postura sentada e o protocolo consistiu de 3 pares de contrações concêntricas e excêntricas máximas dos músculos extensores do tronco nas velocidades de 20°/s e 45°/s, em uma amplitude de movimento de 20° (-10° de extensão a 10° de flexão), com 30 segundos de intervalo entre os testes nas 2 velocidades.

Após 3 minutos de repouso, o mesmo protocolo foi repetido para mensurar o torque isocinético dos músculos flexores do tronco.

Os testes foram realizados sempre pelo mesmo examinador e, durante a sua realização, as voluntárias eram estimuladas verbalmente a desenvolverem o maior esforço possível. É importante ressaltar que, anteriormente à realização do teste máximo, as voluntárias foram submetidas ao aquecimento e aos alongamentos anteriormente descritos, além da familiarização com o equipamento e com o protocolo.

Este protocolo de avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores do tronco foi proposto por DVIR e KEATING (2001), por meio de um estudo que comprovou ser este um protocolo válido para avaliação de indivíduos do sexo feminino. O protocolo se baseia em uma pequena amplitude de movimento, para evitar a ocorrência de lesões de qualquer natureza e para minimizar os erros associados ao componente gravitacional e ao desalinhamento entre o eixo

biológico do tronco e o eixo mecânico do dinamômetro. A opção pelas velocidades de movimento testadas deveu-se ao fato delas serem funcionais para o tronco (DVIR e KEATING, 2001). A notoriedade deste protocolo também reside na avaliação abrangente que envolve não apenas contrações concêntricas, como também excêntricas dos músculos flexores e extensores do tronco.

A única modificação que foi realizada no protocolo proposto por DVIR e KEATING (2001) foi o valor da menor velocidade de movimento. No protocolo original, a velocidade era 10°/s e, no presente estudo, optou-se pela velocidade 20°/s devido ao fato de que no estudo piloto as voluntárias não demonstraram boa tolerância com relação à primeira velocidade.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados coletados neste estudo foram analisados estatisticamente por meio de técnicas descritivas, tais como tabelas e gráficos, na forma de média e desvio padrão.

Os dados obtidos para a massa óssea da coluna, grau de cifose torácica e torque dos músculos do tronco foram comparados entre os quatro grupos de voluntárias por meio do teste estatístico não paramétrico de Kruskal Wallis. Na existência de diferenças significativas, foi utilizado o teste post hoc de Newman Keuls.

Para comparar os torques musculares obtidos durante as contrações concêntricas e excêntricas e para comparar os torques extensor e flexor foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon.

A análise estatística dos Componentes de Variância obtidos na avaliação da propriocepção do tronco foi realizada por meio do teste de Bartlett. Como existiram diferenças significativas entre as variâncias nos grupos de voluntárias, foi necessário aplicar uma transformação dos dados para a devida aplicação do ANOVA. A transformação adequada neste caso foi a logarítmica. Após o teste ANOVA, foi utilizado o teste post hoc de Duncan.

Além disso, o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para correlacionar os dados referentes à idade, densidade mineral óssea da coluna, grau de cifose torácica, propriocepção e torque dos músculos do tronco.

Para as conclusões das análises estatísticas foi adotado um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1 GRAU DE CIFOSE TORÁCICA

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados do grau de cifose torácica e a porcentagem de voluntárias com hipercifose, em cada grupo do estudo.

Tabela 2. Grau de cifose torácica e porcentagem de voluntárias hipercifóticas em cada grupo do estudo, obtidos por meio da análise de radiografias da coluna torácica em perfil.

GRUPO	Cifose Torácica (°)	% Hipercifose
Adulto-jovem	30,05 ± 4,97	0%
Adulto	37,72 ± 7,4 ^j	30%
Idoso sem OP	45,1 ± 8,1 ^{aj}	60%
Idoso com OP	54,93 ± 10,46 ^{iaj}	90%

Os valores para a cifose torácica estão expressos em média ± desvio padrão.
 $P \leq 0,05$: ⁱ vs Idoso sem OP; ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

Verifica-se na Tabela 2 que o grau de cifose torácica aumentou significativamente do Grupo Adulto-jovem para o Grupo Adulto, Idoso sem Osteoporose e Idoso com Osteoporose, com um aumento gradativo de voluntárias com hipercifose torácica do primeiro para o último grupo. Enquanto nenhuma voluntária pertencente ao Grupo Adulto-jovem possuía hipercifose torácica, 30% das adultas, 60% das idosas sem osteoporose e 90% das voluntárias idosas com osteoporose foram consideradas hipercifóticas.

A Figura 3 também demonstra o aumento no grau de cifose torácica desencadeado pelo envelhecimento e exacerbado pela osteoporose.

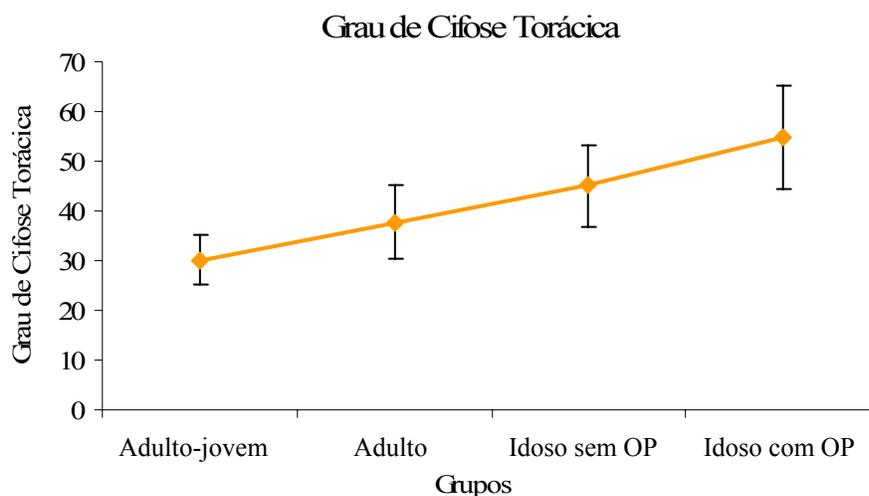


Figura 3. Grau de cifose torácica nos diferentes grupos de voluntárias.

5.2 PICO DE TORQUE EXTENSOR DO TRONCO

Concêntrico

A Tabela 3 apresenta os valores obtidos para o pico de torque extensor concêntrico, nas duas velocidades avaliadas, para os quatro grupos de voluntárias.

Tabela 3. Pico de torque extensor concêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.

GRUPO	Pico de Torque Extensor (N/m) 20°/s CON	Pico de Torque Extensor (N/m) 45°/s CON
Adulto-jovem	185,38 ± 41,8	184,36 ± 27,24
Adulto	162,79 ± 39,49	172,20 ± 28,61
Idoso sem OP	131,56 ± 21,81 ^j	130,87 ± 26,81 ^j
Idoso com OP	101,67 ± 5,52 ^{iaj}	108,78 ± 5,66 ^{iaj}

Os valores estão expressos em média ± desvio padrão.
 $P \leq 0,05$: ⁱ vs Idoso sem OP; ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

Pode-se verificar na Tabela 3 que o grupo adulto-jovem apresentou maiores valores de pico de torque extensor concêntrico nas duas velocidades avaliadas, seguido pelo grupo adulto, idoso sem osteoporose e, por fim, o grupo idoso com osteoporose. Este último grupo apresentou os menores valores de pico de torque extensor concêntrico. Após a aplicação do teste estatístico de Kruskal Wallis, verificou-se que existiam diferenças significativas entre os grupos em relação ao pico de torque extensor concêntrico, nas duas velocidades testadas. No teste post hoc de Newman Keuls, estas diferenças foram significativas ao se comparar o grupo adulto-jovem com os dois grupos de idosos, o grupo adulto com o idoso com osteoporose e entre os grupos de idosos com e sem osteoporose.

A Figura 4 também demonstra a redução no pico de torque extensor concêntrico ocorrida com o avançar da idade e com a osteoporose, porém evidencia que não existiu diferença significativa entre as duas velocidades do teste.

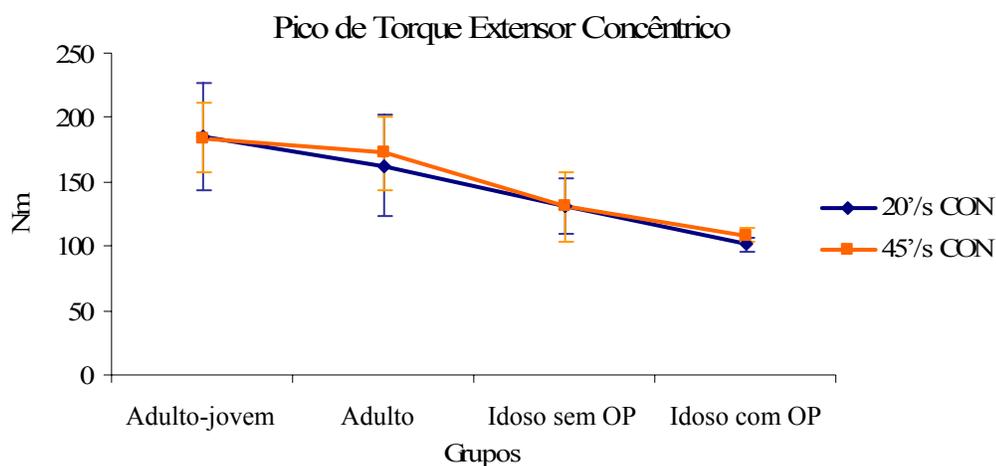


Figura 4. Pico de torque extensor concêntrico nas velocidades de 20°/s e 45°/s dos diferentes grupos de voluntárias.

Excêntrico

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos para o pico de torque extensor excêntrico, nas duas velocidades avaliadas, para os quatro grupos de voluntárias.

Tabela 4. Pico de torque extensor excêntrico nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.

GRUPO	Pico de Torque Extensor (N/m) 20 °/s EXC	Pico de Torque Extensor (N/m) 45 °/s EXC
Adulto-jovem	199,1 ± 53,28	222,06 ± 32,81
Adulto	167,68 ± 38,87	209,24 ± 32,42
Idoso sem OP	144,06 ± 18,92 ^j	167,29 ± 22,33 ^{aj}
Idoso com OP	114,46 ± 9,67 ^{iaj}	134,65 ± 16,58 ^{iaj}

Os valores estão expressos em média± desvio padrão.
 $P \leq 0,05$: ⁱ vs Idoso sem OP; ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

De maneira semelhante ao pico de torque concêntrico, os valores obtidos para o pico de torque excêntrico foram maiores no grupo adulto-jovem, seguido pelo adulto, idoso sem osteoporose e, por fim, o grupo idoso com osteoporose, com os menores valores para o pico de torque extensor excêntrico, nas duas velocidades testadas. Estas diferenças entre os grupos foram comprovadas com a aplicação do teste estatístico de Kruskal Wallis. O teste post hoc de Newman Keuls evidenciou que, na velocidade 20°/s, essas diferenças foram significativas ao se comparar o grupo adulto-jovem com os dois grupos de idosos, o grupo adulto com o idoso com osteoporose e entre os grupos de idosos com e sem osteoporose. Na velocidade 45°/s, as diferenças foram semelhantes às verificadas na menor velocidade, exceto na comparação entre os grupos adulto e idoso sem osteoporose, cujos valores foram significativamente inferiores neste segundo grupo.

A Figura 5 demonstra essas diferenças, porém evidencia que, ao contrário do teste concêntrico, os valores obtidos para o pico de torque extensor excêntrico foram significativamente superiores na velocidade de 45°/s quando comparada à velocidade de 20°/s.

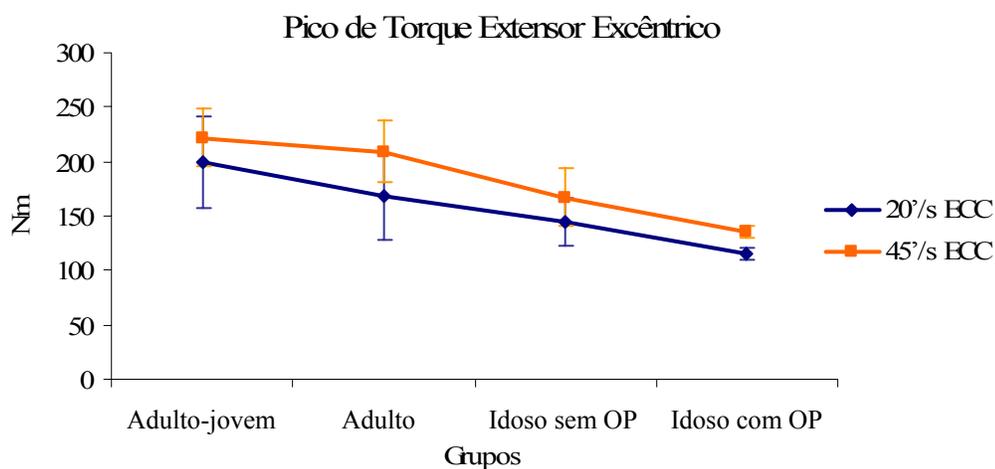


Figura 5. Pico de torque extensor excêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, dos diferentes grupos de voluntárias.

5.3 PICO DE TORQUE FLEXOR DO TRONCO

Concêntrico

A Tabela 5 demonstra os valores obtidos para o pico de torque flexor concêntrico, nas duas velocidades avaliadas, para os quatro grupos de voluntárias.

Tabela 5. Pico de torque flexor concêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.

GRUPO	Pico de Torque Flexor (N/m)	
	20 °/s CON	45 °/s CON
Adulto-jovem	101,54 ± 20,84	98,3 ± 19
Adulto	70,65 ± 18,41 ^j	81,5 ± 15,86 ^j
Idoso sem OP	60,37 ± 12,93 ^j	68,03 ± 9,49 ^{aj}
Idoso com OP	51,05 ± 10,81 ^{aj}	50,8 ± 13,36 ^{iaj}

Os valores estão expressos em média± desvio padrão.

P ≤ 0,05: ^j vs Idoso sem OP; ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

Verifica-se na Tabela 5 que o grupo adulto-jovem apresentou maiores valores de pico de torque flexor concêntrico nas duas velocidades avaliadas, seguido pelo grupo adulto, idoso sem osteoporose e, por fim, o grupo idoso com osteoporose. Na velocidade de 45°/s, foi estatisticamente significativa esta redução no pico de torque flexor concêntrico ocorrida com o avançar da idade e agravada pela osteoporose. Já na velocidade de 20°/s, as diferenças foram significativas apenas na comparação do grupo adulto-jovem com os demais e na comparação do grupo adulto com o grupo idoso com osteoporose.

A Figura 6 também demonstra as diferenças no pico de torque flexor concêntrico entre os diferentes grupos de voluntárias, porém evidencia que, apenas para os grupos adulto e idoso sem osteoporose, os valores obtidos foram superiores na velocidade 45°/s em relação à velocidade 20°/s. Nos grupos adulto-jovem e idoso com osteoporose não existiram diferenças significativas entre as duas velocidades do teste.

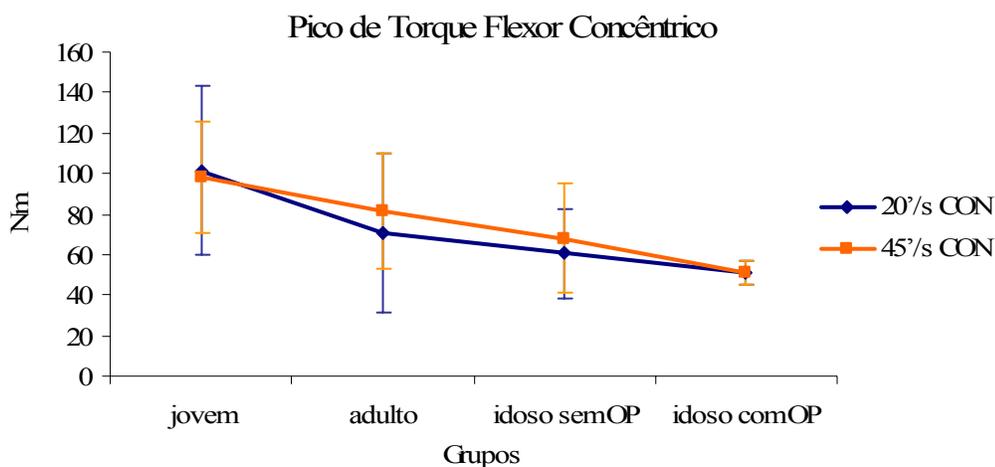


Figura 6. Pico de torque flexor concêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, dos diferentes grupos de voluntárias.

Excêntrico

Na Tabela 6 encontram-se os valores obtidos para o pico de torque flexor excêntrico, nas duas velocidades avaliadas, para os quatro grupos de voluntárias.

Tabela 6. Pico de torque flexor excêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtido por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.

GRUPO	Pico de Torque Flexor (N/m)	
	20 °/s EXC	45 °/s EXC
Adulto-jovem	111,37 ± 13,66	132,94 ± 13,14
Adulto	84 ± 19,63 ^j	112,41 ± 23,95 ^j
Idoso sem OP	76,06 ± 12,74 ^j	93,06 ± 13,83 ^{aj}
Idoso com OP	63,05 ± 15,71 ^{aj}	82,59 ± 17,63 ^{aj}

Os valores estão expressos em Média ± DP

P ≤ 0,05: ⁱ vs Idoso sem OP; ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

De maneira semelhante ao pico de torque concêntrico, a média dos valores obtidos para o pico de torque excêntrico foi maior no grupo adulto-jovem, seguido pelo adulto, idoso sem osteoporose e, por fim, o grupo idoso com osteoporose, com os menores valores para o pico de torque flexor excêntrico, nas duas velocidades testadas. No entanto, na velocidade 20°/s, essas diferenças apenas foram significativas nas comparações entre o grupo adulto-jovem e os demais grupos de voluntárias e entre o grupo adulto e idoso com osteoporose. Na velocidade 45°/s, apenas não existiram diferenças significativas entre os grupos de idosos com e sem osteoporose.

A Figura 7 demonstra esses achados, porém evidencia que, ao contrário do teste concêntrico, os valores obtidos para o pico de torque flexor excêntrico foram estatisticamente superiores na velocidade de 45°/s quando comparada à velocidade de 20°/s.

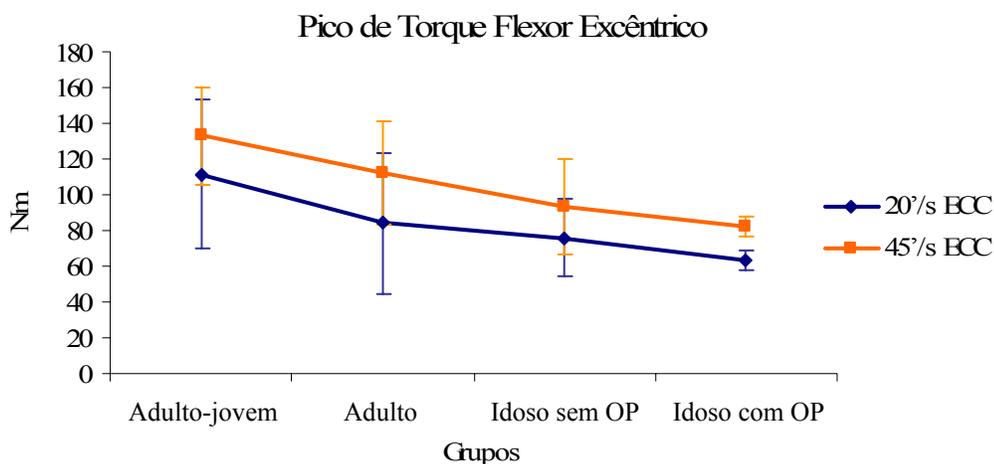


Figura 7. Pico de torque flexor excêntrico, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, dos diferentes grupos de voluntárias.

5.4 RELAÇÃO ENTRE OS PICOS DE TORQUE EXTENSOR E FLEXOR (RELAÇÃO E/F)

A Tabela 7 demonstra 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.

Tabela 7. Relações entre os torques Extensor/ Flexor durante contrações musculares concêntricas e excêntricas, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, obtidas por meio da avaliação dos diferentes grupos de voluntárias no equipamento BIODEX SYSTEM 3.

GRUPOS	Relação Extensor/ Flexor (Relação E/F)			
	Concêntrico 20°/s	Concêntrico 45°/s	Excêntrico 20°/s	Excêntrico 45°/s
Adulto-jovem	188,68%	196,18%	181,90%	168,22%
Adulto	232,13%	214,14%	201,21%	191,11%
Idoso sem OP	229,61%	202,02%	202,12%	192,04%
Idoso com OP	208,81%	232,33%	193,03%	172,42%
Média Geral	214,81%	211,17%	194,57%	180,95%

Valores percentuais médios.

Pode-se observar, na Tabela 7, que o torque extensor do tronco foi maior que o flexor durante as ações musculares concêntricas e excêntricas, nas duas velocidades de movimento testadas. A aplicação do teste estatístico de Wilcoxon demonstrou que foi significativa a superioridade nos valores obtidos para os torques extensores em relação aos flexores.

Após a aplicação do teste estatístico de Newman Keuls, verificou-se que a relação E/F não diferiu significativamente entre os quatro grupos de voluntárias.

5.5 RELAÇÃO EXCÊNTRICO/ CONCÊNTRICO (E/C)

A Tabela 8 demonstra 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.

Tabela 8. Relações entre os torques Excêntrico/ Concêntrico obtidas na avaliação dos músculos extensores e flexores do tronco no equipamento BIODEX SYSTEM 3, nas velocidades de 20°/s e 45°/s, nos diferentes grupos de voluntárias.

GRUPOS	Relação Excêntrico/ Concêntrico (Relação E/C)			
	Extensores 20°/s	Extensores 45°/s	Flexores 20°/s	Flexores 45°/s
Adulto-jovem	107,32%	120,71%	112,04%	139,15%
Adulto	103,24%	121,87%	120,2%	138,49%
Idoso sem OP	111,84%	131%	127,36%	136,9%
Idoso com OP	112,44%	123,64%	123,53%	167,83%
<i>Média Geral</i>	108,71%	124,56%	120,78%	145,59%

Valores percentuais médios.

Pode-se observar, na Tabela 8, que durante as ações musculares excêntricas, tanto os músculos extensores como os flexores do tronco, nas duas velocidades de movimento testadas, desenvolveram maior torque muscular, em comparação com o torque obtido durante as ações musculares concêntricas. A aplicação do teste estatístico de Wilcoxon demonstrou que foi significativa a superioridade nos valores obtidos para os torques excêntricos em relação aos concêntricos.

Comparando a relação E/C entre os diferentes grupos de voluntárias, através de teste de Newman Keuls, verificou-se que apenas existiram diferenças significativas entre os grupos adulto e idoso e entre os grupos adulto e idoso sem osteoporose, na avaliação dos músculos extensores a 20°/s. Portanto, verificou-se nos resultados obtidos que a relação E/C foi, em geral, similar entre os quatro grupos de voluntárias.

5.6 PROPRIOCEPÇÃO

A Figura 8 demonstra os dados referentes ao déficit proprioceptivo nos quatro grupos de voluntárias, obtidos com a análise dos Componentes de Variância, por meio do teste de Bartlett.

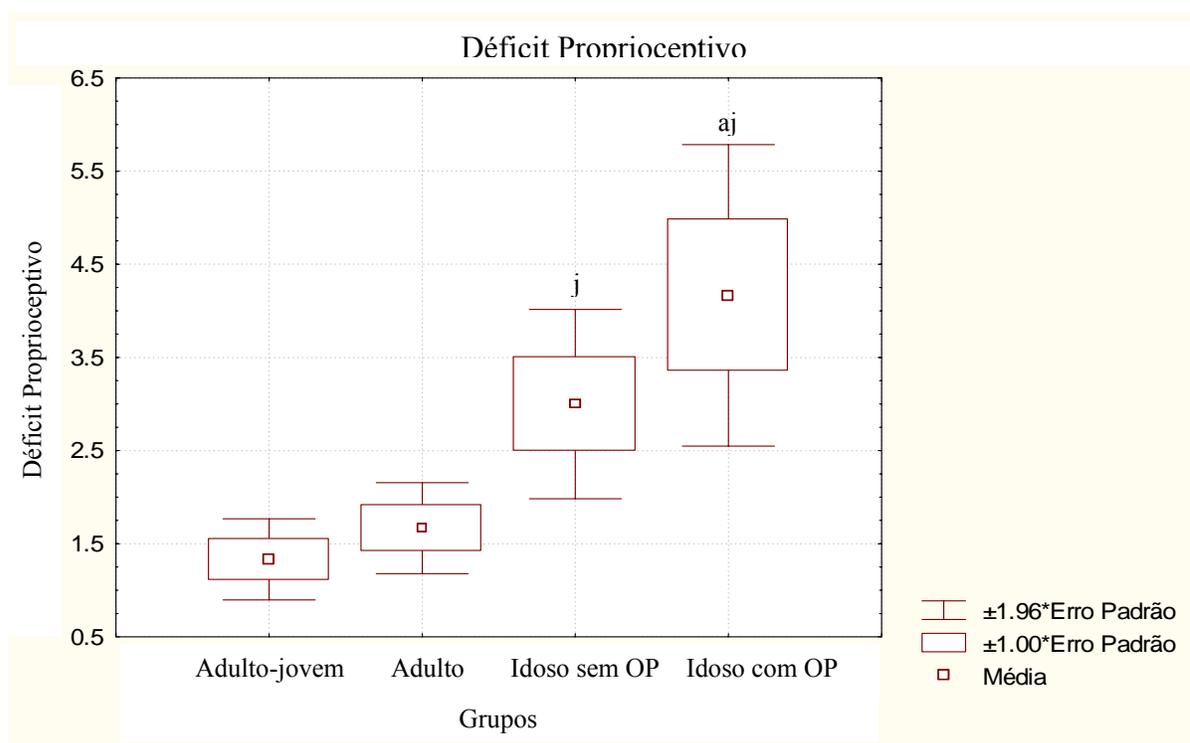


Figura 8: Análise do déficit proprioceptivo através dos Componentes de Variância, nos Grupos Adulto-jovem, Adulto, Idoso sem Osteoporose e Idoso com Osteoporose.

$P \leq 0,05$: ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

As voluntárias pertencentes aos dois grupos de idosas, com e sem osteoporose, acionaram o dispositivo do equipamento a uma distância maior da posição alvo, em média, quando comparadas às voluntárias adultas-jovens e adultas. Além disso, verificou-se, nos grupos idosos, uma maior discrepância entre os valores obtidos nas três repetições do teste. Estes dois achados, em conjunto, foram demonstrados pelo Componente de Variância, cuja análise demonstrou maior déficit proprioceptivo nos grupos de idosos com e sem osteoporose, comparados aos grupos adulto-jovem e adulto. A Figura 8 mostra claramente que as diferenças se encontram entre os dois primeiros e os dois últimos grupos.

As diferenças entre os grupos foram comprovadas após aplicação do teste ANOVA que, seguido pelo teste post hoc de Duncan, demonstrou que as voluntárias idosas, com e sem osteoporose, apresentaram um déficit proprioceptivo significativamente maior que as adultas-jovens. E, as voluntárias idosas com osteoporose apresentaram maior déficit proprioceptivo quando comparadas às adultas, diferença que não foi verificada entre as voluntárias idosas sem osteoporose e adultas.

Não existiram diferenças significativas quanto a propriocepção do tronco entre os grupos adulto-jovem e adulto, nem entre os grupos de idosos com e sem osteoporose. No entanto, pode-se notar, na análise da Figura 8, uma tendência a um maior déficit proprioceptivo nas voluntárias com osteoporose quando comparadas às idosas ausentes desta doença.

5.7 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO ESTUDO

A Tabela 9 demonstra os resultados do teste de Pearson para correlação entre a densidade mineral óssea (DMO) da coluna, o grau de cifose torácica e a idade com outras variáveis analisadas neste estudo.

Tabela 9. Correlações entre a Idade, a Densidade Mineral Óssea (DMO) de L2-L4, o Grau de Cifose Torácica e a Idade com diversas variáveis do estudo.

	DMO (L2- L4)		Cifose Torácica		Idade	
	p	r	p	r	p	R
Grau de cifose torácica	0,022	- 0,36 *	—	—	0,0	0,72 *
Torque extensor (CON 20°/s)	0,001	0,51 *	0,00003	- 0,61 *	0,00002	- 0,63 *
Torque extensor (CON 45°/s)	0,001	0,52 *	0,000002	- 0,68 *	0,000001	- 0,68 *
Torque extensor (EXC 20°/s)	0,001	0,49 *	0,00025	- 0,55 *	0,00008	- 0,58 *
Torque extensor (EXC 45°/s)	0,00003	0,61 *	0,00002	- 0,62 *	0,000006	- 0,65 *
Relação E/ F (CON 20°/s)	0,197	0,21 NS	0,293	0,17 NS	0,173	0,22 NS
Relação E/ F (CON 45°/s)	0,350	- 0,15 NS	0,327	0,16 NS	0,366	0,15 NS
Relação E/ F (EXC 20°/s)	0,310	0,17 NS	0,855	0,03 NS	0,437	0,13 NS
Relação E/ F (EXC 45°/s)	0,052	0,31 NS	0,890	0,02 NS	0,369	0,15 NS
Déficit Proprioceptivo	0,156	- 0,23 NS	0,0044	0,45 *	0,0016	0,48 *

* - significativa ($p \leq 0,05$)

NS - Não Significativo

5.8 SÍNTESE GERAL DOS RESULTADOS

Para facilitar a visualização do conjunto de resultados obtidos, agrupou-se na Tabela 10 a comparação entre os grupos de voluntárias com relação às variáveis deste estudo.

Tabela 10. Comparação entre os grupos de voluntárias, demonstrando aumento (\uparrow), diminuição (\downarrow) ou manutenção (=) dos valores das variáveis do presente estudo.

VARIÁVEIS	GRUPOS		
	Adulto	Idoso sem Osteoporose	Idoso com Osteoporose
Grau de cifose torácica	\uparrow j	\uparrow aj	\uparrow iaj
Deficit proprioceptivo	=	\uparrow j	\uparrow aj
Pico de torque:			
Extensor concêntrico 20°/s	=	\downarrow j	\downarrow iaj
Extensor concêntrico 45°/s	=	\downarrow j	\downarrow iaj
Extensor excêntrico 20°/s	=	\downarrow j	\downarrow iaj
Extensor excêntrico 45°/s	=	\downarrow aj	\downarrow iaj
Flexor concêntrico 20°/s	\downarrow	\downarrow j	\downarrow aj
Flexor concêntrico 45°/s	\downarrow	\downarrow aj	\downarrow iaj
Flexor excêntrico 20°/s	\downarrow	\downarrow j	\downarrow aj
Flexor excêntrico 45°/s	\downarrow	\downarrow aj	\downarrow aj
Relação Extensor/Flexor	=	=	=
Relação Excêntrico/concêntrico	=	=	=

$P \leq 0,05$: ⁱ vs Idoso sem OP; ^a vs Adulto; ^j vs Adulto-jovem

6. DISCUSSÃO

6.1 GRAU DE CIFOSE TORÁCICA

Neste estudo, verificou-se um aumento progressivo do grau de cifose torácica do Grupo Adulto-jovem, para o Grupo Adulto, Idoso sem Osteoporose e Idoso com Osteoporose (Tabela 2), indicando que o envelhecimento foi responsável por um aumento nesta curvatura e que a osteoporose agrava ainda mais esta condição.

FON et al. (1980) 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 (1983) também demonstraram a progressão da cifose torácica com o avançar da idade de indivíduos de ambos os sexos.

Os dados obtidos no presente estudo indicam que o aumento da curvatura torácica nos idosos pode ser decorrente das diminuições no torque extensor do tronco e da sensibilidade proprioceptiva impostas pelo envelhecimento (Tabelas 3 e 4, Figura 8). O teste de Pearson demonstrou correlação significativa do grau de cifose torácica com a idade (positivamente), com o torque extensor do tronco e com a propriocepção (negativamente). No entanto, não existiu correlação significativa entre o grau de cifose torácica e a relação entre os torques extensor e flexor do tronco (Tabela 9). Com isso, neste estudo, verificou-se que a diminuição no torque extensor do tronco e o déficit proprioceptivo contribuem para a progressão da curvatura cifótica com o avançar da idade, porém a relação entre os torques extensor e flexor não influenciou nesta curvatura.

Outro fator responsável por aumentar a curvatura anterior da coluna torácica é a densidade mineral óssea da coluna vertebral. No presente estudo, verificou-se uma maior porcentagem de voluntárias hipercifóticas entre as idosas com osteoporose, que apresentaram maiores graus de cifose torácica quando comparadas às voluntárias adultas-jovens, adultas e idosas sem osteoporose (Tabela 2). No teste de Pearson, a Densidade Mineral Óssea (DMO) da coluna vertebral correlacionou-se significativamente com o grau de cifose torácica (correlação negativa) (Tabela 9).

WOODHULL McNEAL (1992) verificou maior prevalência de cifose torácica em idosos, quando comparados a indivíduos jovens, e concluiu que o envelhecimento é responsável por um maior encurvamento anterior da coluna torácica, que pode estar relacionado com a diminuição da força muscular e com a osteoporose.

De acordo com SINAKI (1998), a população geriátrica apresenta maior risco de alterações posturais que a população mais jovem, por diversos fatores. Os dois mais evidentes são a perda involucional da unidade motora funcional e a grande prevalência de osteoporose nesta população.

Os achados do presente estudo concordam com os demonstrados por PLAPLER (2001), que avaliou o grau de cifose torácica, de maneira semelhante à avaliação realizada no atual estudo, em mulheres com idade superior a 40 anos pertencentes a três grupos distintos (mulheres normais, osteopênicas e osteoporóticas). Um aumento significativo da curvatura torácica foi verificado nas voluntárias osteoporóticas e osteopênicas, quando comparadas às voluntárias normais quanto à densidade mineral óssea da coluna vertebral. Outra semelhança entre o presente estudo e o realizado por PLAPLER (2001) foi a maior porcentagem de voluntárias com hipercifose torácica no grupo com osteoporose.

CORTET et al. (1999) realizou um estudo visando comparar as curvaturas da coluna vertebral de mulheres com e sem osteoporose. Foram avaliadas 98 mulheres pós-menopáusicas, dentre as quais 51 possuíam diagnóstico densitométrico de osteoporose e pelo menos 1 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 ($52^{\circ} \pm 11^{\circ}$).

No presente estudo, verificou-se que o envelhecimento foi responsável por um aumento do grau de cifose torácica, que pode estar relacionado com diversos fatores, entre eles a diminuição do torque extensor do tronco e o déficit proprioceptivo. A osteoporose foi responsável por um aumento ainda maior nesta curvatura, provavelmente devido às microfraturas vertebrais impostas por esta doença, tendo em vista a conclusão de ENSRUD et al. (1997), que verificou que o grau de cifose torácica está diretamente relacionado com o local, o tipo e o número de fraturas vertebrais impostas pela osteoporose. Também segundo LYLES et al. (1993), indivíduos osteoporóticos com fraturas vertebrais apresentam um significativo aumento do grau de cifose quando comparados a indivíduos da mesma idade e saudáveis.

Em suma, sugere-se que maiores graus de cifose torácica são impostos pelo envelhecimento, pela perda de massa óssea, pela diminuição do torque extensor do tronco e pelo déficit proprioceptivo.

6.2 TORQUE EXTENSOR

Os resultados demonstraram uma diminuição no pico de torque extensor concêntrico e excêntrico do tronco com o avançar da idade dos indivíduos. Na comparação das voluntárias com

e sem osteoporose, verificou-se que esta doença foi responsável por uma diminuição ainda maior nestas variáveis (Tabelas 3 e 4).

Na velocidade de 20°/s, as idosas ausentes de osteoporose apresentaram, em média, uma redução de 29% no pico de torque extensor concêntrico, comparadas às adultas-jovens. Já a redução verificada nas voluntárias com osteoporose foi de aproximadamente 45%, em relação ao grupo adulto-jovem. Comparando os dois grupos de voluntárias idosas, verificou-se que as portadoras de osteoporose apresentaram uma redução de 22,72% na média obtida para o pico de torque extensor concêntrico.

Como não existiram diferenças significativas entre as duas velocidades testadas na fase concêntrica do movimento, na velocidade de 45°/s as diferenças entre os grupos, com relação ao pico de torque extensor concêntrico, foram aproximadamente semelhantes às verificadas na velocidade de 20°/s.

Com relação ao pico de torque extensor excêntrico, as idosas com osteoporose apresentaram, em média, uma diminuição de 42,51% em relação às adultas-jovens, de 31,74% em relação às adultas e de 20,55% em relação às idosas sem osteoporose, na velocidade 20°/s. E, na velocidade 45°/s, a diminuição no torque extensor excêntrico observada nas idosas com osteoporose foi de 39,36% em relação às adultas-jovens, 35,65% em relação às adultas e 19,51% em relação às idosas sem osteoporose.

A redução no torque extensor com o avançar da idade dos indivíduos, verificada neste estudo, também foi observada por LIMBURG et al. (1991), que avaliou o torque dos músculos extensores do tronco de 50 mulheres normais com idade variando entre 30 e 79 anos, em decúbito ventral, em um dinamômetro isométrico BID 2000. Estes autores verificaram uma redução progressiva do torque extensor do tronco nas sucessivas décadas de vida.

No entanto, ao comparar as voluntárias idosas do presente estudo, verificou-se que as osteoporóticas apresentaram uma redução ainda maior do torque extensor do tronco (Tabelas 3 e 4). O Grupo Idoso sem Osteoporose apresentou diminuição significativa do torque extensor (concêntrico, a 20°/s e 45°/s, e excêntrico a 20°/s) quando comparado ao Grupo Adulto-jovem, mas não em relação ao Grupo Adulto. Já o Grupo Idoso com Osteoporose apresentou valores significativamente menores desta variável que os Grupos Adulto-jovem, Adulto e Idoso sem Osteoporose.

Na comparação entre mulheres idosas com e sem osteoporose, os achados do presente estudo concordam com os de PLAPLER (2001), que ao avaliar 23 mulheres normais (idade média de 47,83± 5,6 anos), 16 mulheres osteopênicas (idade média de 59,13± 12,13 anos) e 29 mulheres osteoporóticas (idade média de 64,31± 8,54 anos), também verificou diminuição significativa no pico de torque extensor do tronco no grupo com osteoporose, quando comparado ao grupo de mulheres normais.

Concordando com o acima exposto, o torque extensor do tronco correlacionou-se, negativamente, com a idade das voluntárias e, positivamente, com a densidade mineral óssea da coluna vertebral (Tabela 9).

PLAPLER (2001) também verificou correlação significativa entre massa óssea da coluna, grau de cifose torácica e pico de torque extensor, em um estudo com 68 mulheres com idade superior a 40 anos.

SINAKI e OFFORD (1988), após avaliação da densidade mineral óssea da coluna e da força dos músculos extensores do tronco em 68 mulheres pós-menopausa (idade entre 49 a 65 anos), também observaram uma correlação positiva entre essas duas variáveis.

A diminuição do torque dos músculos extensores do tronco com o envelhecimento pode ser explicada pela diminuição tanto do número como da área de secção transversa das fibras

musculares, assim como pelo déficit na ativação das unidades motoras que ocorrem com o avançar da idade dos indivíduos (ROGERS e EVANS, 1993; CANNON et al., 2001; THOMPSON, 2002; YAMADA et al., 2002; TRAPPE et al., 2003; STEVENS et al., 2003). Já a maior redução do torque extensor nas mulheres idosas com osteoporose, quando comparadas às mulheres idosas ausentes desta doença, pode ser explicada pela diminuição da vantagem mecânica dos músculos extensores do tronco imposta pelo aumento da curvatura cifótica (KOSTUIK, 1991).

6.3 TORQUE FLEXOR

Os resultados demonstraram uma diminuição no pico de torque flexor concêntrico com o avançar da idade dos indivíduos. Na comparação das voluntárias com e sem osteoporose, verificou-se que esta doença foi responsável por uma diminuição ainda maior nesta variável apenas na velocidade 45°/s (Tabela 5).

Na velocidade 20°/s, as adultas-jovens apresentaram, em média, pico de torque flexor concêntrico 30,42% superior ao grupo adulto, 40,55% superior ao grupo idoso sem osteoporose e 49,73% superior ao grupo idoso com osteoporose. Na velocidade 45°/s, as idosas com osteoporose apresentaram, em média, pico de torque flexor concêntrico 51,68% inferior ao grupo adulto-jovem, 37,67% inferior ao grupo adulto e 25,33% inferior ao grupo idoso sem osteoporose.

Com relação ao pico de torque flexor excêntrico, na velocidade 20°/s, verificou-se o grupo adulto-jovem apresentou os valores significativamente maiores que todos os outros grupos, não existindo diferenças significativas entre os grupos adulto e idoso sem osteoporose e entre os dois

grupos de idosos. Na velocidade 45°/s, apenas não existiram diferenças significativas entre os grupos de idosos com e sem osteoporose (Tabela 6).

Na velocidade de 20°/s, o grupo adulto-jovem apresentou, em média, pico de torque flexor excêntrico 24,58% superior ao grupo adulto, 31,71% superior ao grupo idoso sem osteoporose e 43,39% superior ao grupo idoso com osteoporose. E, na velocidade de 45°/s, os valores obtidos para o grupo adulto-jovem em relação aos grupos adulto, idoso sem osteoporose e idoso com osteoporose foram, em média, 15,44%, 30% e 37,87% superiores, respectivamente.

PLAPLER (2001), avaliou mulheres normais, osteopênicas e osteoporóticas quanto ao torque flexor concêntrico do tronco, na velocidade 90°/s, e concluiu que o pico de torque flexor diminui com a perda de massa óssea. No presente estudo, a avaliação do torque flexor foi realizada nas velocidades 20°/s e 45°/s, em ações musculares concêntricas e excêntricas e apenas foram verificadas diferenças significativas entre os idosos normais e osteoporóticos no pico de torque flexor concêntrico a 20°/s, o que não permite a afirmação que o torque flexor diminui com a perda da massa óssea.

Já o envelhecimento influenciou nesta variável, o que pode ser comprovado pela redução no torque flexor, tanto concêntrico quanto excêntrico, nas duas velocidades testadas, dos demais grupos em relação ao grupo adulto-jovem (Tabelas 5 e 6).

Sendo assim, no presente estudo, foram verificadas diminuições dos torques extensor e flexor com a avançar da idade dos indivíduos, o que pode ser explicado pela diminuição tanto do número como da área de secção transversa das fibras musculares, assim como pelo déficit na ativação das unidades motoras que ocorrem com o envelhecimento (ROGERS e EVANS, 1993; CANNON et al., 2001; THOMPSON, 2002; YAMADA et al., 2002; TRAPPE et al., 2003; STEVENS et al., 2003).

6.4 RELAÇÃO ENTRE OS TORQUES EXTENSOR E FLEXOR DO TRONCO

A extensão do tronco é um movimento importante para manutenção da postura ereta. Os músculos extensores contraem-se ativamente, em ações musculares concêntricas, para estender o tronco contra a força da gravidade e, em ações musculares excêntricas durante flexão do tronco. Assim, a manutenção destes músculos saudáveis é fundamental pois, além de promoverem a força necessária para a extensão do tronco, eles proporcionam estabilidade posterior para a coluna vertebral, contrapondo a gravidade na manutenção da postura ereta e são essenciais no controle da flexão do tronco (HAMILL e KNUTZEN, 1999).

Tendo em vista a relevância funcional dos músculos extensores do tronco, a maior produção de torque neste segmento corporal é desenvolvida durante o movimento de extensão (HAMILL e KNUTZEN, 1999). HASUE et al. (1980) avaliou o equilíbrio entre os flexores e extensores do tronco de indivíduos normais e verificou uma maior força neste segundo grupo muscular.

Concordando com o exposto acima, no presente estudo o torque extensor foi maior que o flexor, durante tanto as contrações excêntricas como as concêntricas, nas duas velocidades do teste isocinético (Tabela 7). Durante as contrações concêntricas a 20°/s e 45°/s, a relação E/F foi 214,81% e 211,17%, respectivamente. Nas contrações excêntricas a 20°/s e 45°/s, esta relação foi 194,57% e 180,95%, respectivamente.

Estes achados contradizem os apresentados por PLAPLER (2001), nos quais o pico de torque extensor do tronco foi menor que o flexor nos três grupos de voluntárias que compunham o estudo (mulheres idosas normais, osteopênicas e osteoporóticas). No entanto, no trabalho de PLAPLER, o teste isocinético foi realizado na postura em pé, o que oferece vantagem mecânica aos músculos flexores do tronco. E, além disso, a amplitude de movimento avaliada (-10° de

extensão a + 40° de flexão) também oferece vantagem aos músculos flexores, uma vez que o equipamento não corrige a influência da força da gravidade. Sendo assim, a ação da gravidade atuou em favor do movimento de flexão e contra a extensão do tronco, o que contribuiu para a maior produção de torque flexor, em relação ao extensor, no estudo conduzido por PLAPLER (2001).

Outro achado importante do atual estudo foi a inexistência de diferenças significativas na relação E/F entre os quatro grupos de voluntárias. Sendo assim, verificou-se que o envelhecimento e a osteoporose, apesar de responsáveis por alterações no torque extensor e flexor, não alteram a proporção entre esses torques e, portanto, não são responsáveis por desequilíbrios entre os dois grupos musculares. Achado semelhante foi verificado no trabalho realizado por PLAPLER (2001), pois na comparação entre mulheres normais, osteopênicas e osteoporóticas, os torques extensor e flexor do tronco diminuíram com a perda da massa óssea, porém de maneira proporcional, não causando alterações na relação E/F.

Além disso, no presente estudo, não foram verificadas correlações significativas da relação E/F com a idade, a densidade mineral óssea da coluna vertebral e o grau de cifose torácica (Tabela 9). Este achado também indica que o envelhecimento, embora ocasione diminuição nos torques extensor e flexor do tronco, não é responsável por um desequilíbrio entre esses dois grupos musculares, que seria um fator agravante para o aumento da curvatura torácica.

No estudo de PLAPLER (2001) também não foram verificadas correlações significativas entre a curvatura torácica e a relação Flexores/ Extensores na comparação entre grupos de mulheres normais, osteopênicas e osteoporóticas, contrariando sua hipótese de que um desequilíbrio de forças na coluna torácica, com predomínio do torque flexor, seria responsável pela maior incidência de hipercifose torácica em idosos com osteoporose.

6.5 RELAÇÕES ENTRE AS AÇÕES MUSCULARES CONCÊNTRICAS E EXCÊNTRICAS

Os diferentes tipos de ações musculares (concêntrica, excêntrica e isométrica) são também divergentes em termos de custo energético e produção de força. Durante contrações excêntricas, o músculo pode desenvolver o mesmo torque que os outros tipos de contrações, porém com um número menor de fibras ativadas e com menor consumo de oxigênio. Sendo assim, a ação muscular excêntrica é capaz de maior desenvolvimento de força que as ações musculares concêntrica e isométrica (KISNER e COLBY, 1998; HAMILL e KNUTZEN, 1999).

A produção de força muscular relaciona-se com o número de pontes transversas formadas entre os filamentos de actina e miosina nos sarcômeros. À medida que o músculo se encurta, reduz-se o número de pontes transversas, o que explica os menores níveis de força produzidos durante ações musculares concêntricas (HAMILL e KNUTZEN, 1999).

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com o exposto acima, pois o torque obtido durante as contrações excêntricas foi superior ao obtido nas contrações concêntricas (Tabela 8).

O valor porcentual obtido entre as ações musculares excêntricas e concêntricas foi 108,71%, no torque extensor a 20°/s; 124,56%, no torque extensor a 45°/s; 120,78%, no torque flexor a 20°/s e 145,59%, no torque flexor a 45°/s. Sendo assim, tanto os músculos extensores como os flexores do tronco foram capazes de desenvolver maior torque quando se contraíam excentricamente, nas duas velocidades de movimento avaliadas.

Outro achado importante neste trabalho foi a inexistência de diferenças significativas entre os quatro grupos de voluntárias quanto à proporção entre os torques obtidos durante as contrações excêntricas e concêntricas (Relação E/C). Portanto, sugere-se que o envelhecimento e a osteoporose, apesar de desencadearem alterações quantitativas e qualitativas nas fibras

musculares (THOMPSON, 2002), não alteram o maior resultado de torque excêntrico quando comparado ao concêntrico, nem a relação porcentual entre os torques desenvolvidos nestes dois tipos de ações musculares.

6.6 VELOCIDADES DO TESTE ISOCINÉTICO

As velocidades de movimento utilizadas no teste isocinético para quantificação dos torques extensor e flexor, tanto em contrações concêntricas quanto excêntricas, foram 20°/s e 45°/s. A escolha destas velocidades baseou-se no fato delas serem funcionais para o tronco (DVIR e KEATING, 2001).

A velocidade na qual determinado exercício físico é realizado afeta diretamente a capacidade de gerar força da unidade neuro-muscular (KISNER e COLBY, 1998).

Segundo HAMILL e KNUTZEN (1999), em ações musculares concêntricas, maiores níveis de força muscular são gerados em baixas velocidades de movimento. Esse fato pode ser explicado pela possibilidade de maior número de pontes cruzadas entre os filamentos de actina e miosina nos sarcômeros das fibras musculares em menores velocidades, possibilitando maior desenvolvimento de tensão e, conseqüentemente maior força muscular.

Já a relação força-velocidade, em uma ação muscular excêntrica, é oposta à observada nas ações musculares concêntricas. Assim, em contrações excêntricas, os músculos são capazes de desenvolver maiores níveis de força em maiores velocidades de movimento (KISNER e COLBY, 1998; HAMILL e KNUTZEN, 1999).

Neste trabalho, durante as contrações concêntricas, os picos de torque, tanto extensor como flexor, não diferiram entre as duas velocidades testadas (Figuras 4 e 6). Apenas verificou-se diferença significativa entre os torques nas duas velocidades nos grupos adulto e idoso sem

osteoporose, no pico de torque flexor concêntrico. Segundo a teoria discutida por KISNER e COLBY (1998) e por HAMILL e KNUTZEN (1999), esses achados não concordam com o esperado, provavelmente devido à proximidade entre as velocidades do teste. Sendo assim, durante as contrações concêntricas, a diferença de 25°/s entre as duas velocidades do teste não foi suficiente para provocar alterações nos picos de torque extensor e flexor.

Já na análise das contrações excêntricas, verificou-se que a velocidade 45°/s foi responsável por maiores picos de torque extensor e flexor, quando comparada à velocidade 20°/s (Figuras 5 e 7). Portanto, neste tipo de ação muscular, uma maior velocidade de movimento gerou um maior desenvolvimento de torque, o que concorda com a teoria abordada por KISNER e COLBY (1998) e por HAMILL e KNUTZEN (1999).

6.7 PROPRIOCEPÇÃO

Os resultados deste estudo demonstraram a ocorrência de um maior déficit proprioceptivo imposto pelo envelhecimento. No entanto, a osteoporose não foi responsável por uma piora na propriocepção pois, após análise estatística dos dados, verificou-se que não existiram diferenças significativas entre os grupos de voluntárias idosas com e sem osteoporose (Figura 8). No entanto, pode-se notar, na análise da Figura 8, uma tendência a um maior déficit proprioceptivo nas voluntárias com osteoporose, indicando que esta doença pode acentuar a diminuição na sensibilidade proprioceptiva imposta pelo envelhecimento fisiológico. Sugere-se, portanto, a realização de novos estudos que investiguem estes achados.

BRUMAGNE et al. (2004) também demonstraram uma alteração na sensibilidade proprioceptiva em decorrência do envelhecimento, através da avaliação de 20 indivíduos jovens e

20 idosos em uma plataforma de força, sugerindo que envelhecimento biológico altera o controle da postura devido a alterações na propriocepção.

Estes achados também concordam com os verificados por AMIRIDIS et al. (2003) que, após avaliações em adultos jovens e idosos, sugeriram a ocorrência de modificações no controle postural estático induzido pelo avançar da idade.

No presente estudo, o déficit proprioceptivo correlacionou-se, positivamente, com a idade das voluntárias, porém não se correlacionou significativamente com a densidade mineral óssea (Tabela 9).

Os resultados apresentados sugerem a ocorrência de alterações na sensibilidade proprioceptiva induzidas pelo avançar da idade, porém não comprovam a idéia de que a osteoporose possa agravar esta situação. No entanto, tendo em vista a prevalência desta doença entre os idosos e sua associação com as deformidades posturais, que aumentam o risco de quedas e fraturas, não deve ser desconsiderada a importância de um treinamento proprioceptivo específico para a população acometida, de acordo com o que foi abordado por SINAKI e LYNN (2002) e por PFEITER et al. (2004).

7. CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, conclui-se que:

O envelhecimento fisiológico em mulheres é responsável por aumento do grau de cifose torácica, diminuição do torque extensor e flexor do tronco e diminuição na sensibilidade proprioceptiva. Em condições patológicas, como em mulheres com osteoporose, ocorre uma maior acentuação do grau de cifose torácica e do declínio no torque extensor do tronco, porém não se intensifica a diminuição no torque flexor, nem o déficit proprioceptivo.

Maiores graus de cifose torácica são impostos pelo envelhecimento, pela perda de massa óssea, pela diminuição do torque extensor do tronco e pelo déficit proprioceptivo. A relação entre os torques extensor e flexor do tronco não influenciou nesta curvatura.

A diminuição no torque extensor do tronco acompanha o avançar da idade dos indivíduos, a diminuição na densidade mineral óssea da coluna vertebral e a progressão da curvatura cifótica na coluna torácica.

O envelhecimento e a osteoporose, apesar de responsáveis por alterações no torque extensor e flexor, não alteram a proporção entre esses torques e, portanto, não são responsáveis por desequilíbrios entre os dois grupos musculares.

O envelhecimento foi responsável por uma diminuição na sensibilidade proprioceptiva, que não foi agravada pela osteoporose. Porém, verificou-se uma tendência a um maior déficit proprioceptivo desencadeado por esta doença, que deve ser investigada por novos estudos.

PROJEÇÕES FUTURAS

Tendo em vista os comprometimentos impostos pelo envelhecimento fisiológico e pela osteoporose verificados neste estudo, sugere-se a realização de novos estudos que avaliem as aplicações clínicas destes achados em programas de reabilitação específicos para idosos e para indivíduos osteoporóticos.

Torna-se fundamental também o desenvolvimento de estudos que avaliem a eficácia de programas preventivos que visem minimizar a ocorrência destas limitações em indivíduos idosos e osteoporóticos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M. M. **Fisiologia**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, 795p.

AMIRIDIS, I.G.; HATZITAKI, V.; ARABATZI, F. Age-induced modifications of static postural control in humans. **Neurosci Lett**, v. 350, n. 3, p. 137-40, 2003.

BARRET-CONNOR, E.; SIRIS, E.S.; WEHREN, L.E.; MILLER, P.D.; ABBOTT, T.A.; BERGER, M.L.; SANTORA, A.C.; SHERWOOD, L.M. Osteoporosis and fracture risk in women of different ethnic groups. **J Bone Miner Res**, v. 20, n. 2, p. 185-94, 2005.

BRUMAGNE, S; CORDO, P; VERSCHUEREN, S. Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly persons during upright standing. **Neurosci Lett**, v. 366, n. 1, p. 63-6, 2004.

CANNON, J; TARPENNING, K; KAY, D; MARINO, F.E. Ageing is not associated with a decline in neuromuscular innervation or reduced specific force in men aged 20 and 50 years. **Clin Physiol**, v. 21, n. 3, p. 350-7, 2001.

CAROMANO, R.A. **Efeitos do treinamento e da manutenção de exercícios de baixa e moderada intensidade em idosos sedentários saudáveis**. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998, 176 p.

CARVALHO FILHO, E.T.; ALENCAR, Y.M.G. Teorias do envelhecimento. In: CARVALHO FILHO, E.T.; NETO, M.P. **Geriatrics**: fundamentos, clínica e terapêutica. São Paulo: Atheneu, 1994.

CARVALHO, T.; NÓBREGA, A.C.L.; LAZZOLI, J.K.; MAGNI, J.R.T.; REZENDE, L.; DRUMMOND, F.A.; OLIVEIRA, M.A.B.; DEROSE, E.H.; ARAUJO, C.G.S.; TEIXEIRA, J.A.C. Posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde. **Rev Bras Med Esp**, v. 2, p. 1-3, 1996.

CHAIMOWICZ, F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. **Rev Saúde Pública**, v. 31, n. 2, 1997.

CLARKSON, P.M. The effect of age and activity level on simple and fractionated response time. **Europ J Appl Physiology**, v. 40, p. 17, 1978.

CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE: Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis, **Am J Med**, 1993.

COOPER, C.; CAMPION, G.; MELTON, L.J. Hip fractures in elderly: a world-wide projection. **Osteoporosis Int**, v. 2, p. 285-9, 1992.

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**, v. 24, n. 18, p. 1921-25, 1999.

DANOWSKI, J.S. Osteoporose conceito, classificação e clínica. **ARS CVRANDI Clínica Médica**, v. 29, p. 21, 1996.

DE SMET, A. A.; ROBINSON, R. G.; JOHNSON, B. E.; LUKERT, B. P. **Radiology**, v. 166, p. 497-500, 1988.

DENNISON, E., COOPER, C. The epidemiology of osteoporosis. **Br J Clin Pract.**, v. 50, n. 1, p. 33-6, 1996.

DENNISON, E.; COOPER, C. Epidemiology of osteoporotic fractures. **Hormonal Research.**, v. 54, n. 58-63, 2000.

DVIR, Z. **Isokinetics: muscle testing, interpretation and clinical application**. 1ª edição Edinburg: Churchill Livingstone, 1995, 199p.

DVIR, Z.; KEATING, J. Reproducibility and validity of a new test protocol for measuring isokinetic trunk extension strength. **Clinical Biomechanics**, v. 16, p. 627-30, 2001.

ENGERMANN, M.; SCHNEIDER, E.; EVANS, C.H.; BALTZER, A.W. The potential of gene therapy for fracture healing in osteoporosis. **Osteoporos Int**, v. 15, n. 1, 2005.

ENSRUD, K.E.; BLACK, D.M.; HARRIS, F.; ETTINGER, B.; CUMMINGS, S.R. Correlates of Kyphosis in Older Women. **J Am Geriatr Soc.**, v. 45, p. 682-87, 1997.

EKHOLM, J.; ARBORELIUS, U.P.; NEMETH, G. The load on the lumbosacral joint and trunk muscle activity during lifting. **Ergonomics**, v. 25, p. 146-61, 1982.

FISCHER, L.R.; CAWLEY, M.I.; HOLGATE, S.T. Relation between chest expansion, pulmonary function and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis. **Ann Rheum Dis**, v. 49, p. 921-25, 1990.

FON, G.T.; PITT, M.J.; THIES JUNIOR, A. C. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. **Am J Roentgenol**, v. 134, n.5, p. 979-83, 1980.

FRICHENBRUDER J.A.; ROSE E. H. Osteoporose e exercício. **Rev Bras Med Esporte**, v. 2, n. 2, 1996.

GALSWORTHY, T.D.; WILSON, P.L. Osteoporosis: it steals more than bone. **Am J Nurs.**, v. 96, p. 27-33, 1996.

GRABINER, M.D.; JEZIOROWSKI, J.J.; DIVEKAR, A. D. Isokinetic measurements of trunk extension and flexion performance collected with the Biodex clinical data station. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 11, p. 590-8, 1990.

GRANITO, R.N.; AVEIRO, M.C.; RENNÓ, A.C.M.; NAVEGA, M.T.; DRIUSSO, P.; OISHI, J. Efeitos de um programa de atividade física na postura hipercifótica torácica, na dorsalgia e na qualidade de vida de mulheres com osteoporose. **Rev Bras Fisiot.**, v. 8, n. 3, p. 1-7, 2004.

GUARATINI, M.I. **Confiabilidade e precisão da medida para teste-reteste no dinamômetro isocinético Biodex.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de São Carlos – SP, 1999, 111p.

GUERRA, R.L.F. **Estudo dos efeitos de um programa de atividades motoras associado à orientação nutricional ou à restrição calórica sobre parâmetros lipídicos no plasma e composição corporal de mulheres obesas.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos – SP, 2000, 131p.

GUYTON, A.C.; HALL, J.H. **Tratado de Fisiologia Médica.** 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 1014p.

HALLAL, J.C. Back Pain with Postmenopausal Osteoporosis and Vertebral Fractures. **Ger. Nurs.**, nov./dec., p. 285-287, 1991.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases biomecânicas do movimento humano**, 1ª edição, Editora Manole, 1999.

HASUE, M.; FUJIWARA, M.; KIKUCHI, S. A new method of quantitative measurement of abdominal and back muscle strength. **Spine**, v. 5, n. 2, p. 143-8.

ITOI, E. Roentgenographic analysis of posture in spinal osteoporotics. **Spine**, v. 16, p. 750-6, 1991.

ITOI, E.; SINAKI, M. Effect of back strengthening exercise on posture in health women 49 to 65 years of age. **Mayo Clin Proc.**, v.6, p. 1054-1059, 1994.

JACOB FILHO; SOUZA, R.R Anatomia e fisiologia do envelhecimento. In: CARVALHO FILHO, E.T.; NETO, M.P. **Geriatrics: fundamentos, clínica e terapêutica.** São Paulo: Atheneu, 1994.

JOHNELL, O. Advances in osteoporosis: better identification of risk factors can reduce morbidity and mortality. **J. Int. Med.**, v. 239, p. 299-304, 1996.

JUNQUEIRA, L.C.V.; SILVA FILHO, J.C. **Histologia Básica.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990, 388p.

KANIS, J.A.; MELTON, L.J.; CHRISTIANSEN, C. Perspective: the diagnosis on osteoporosis. **J. Bone Miner. Res.**, v. 4, p. 1-28, 1994.

KENDALL, F.P.; McCREARY, E.K.; PROVANCE, P.G. **Músculos. Provas e Funções com Postura e Dor.** 4ª Edição. São Paulo: Manole, 1995.

KISNER, C.; COLBY, L.A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 3ª ed., São Paulo: Manole, 1998, 746p.

KOSTUIK, J.P. Adult kyphosis. In: FRYMOYER, J.W., ed. **The adult spine – principles and practice**. New York: Raven Press, 1991, p. 1369-403.

KUNI, B.; SCHMITT, H. Peak torque and proprioception at the ankle of dancers in professional training. *Sportverletz Sportschaden*, v. 18, n. 1, p. 15-21, 2004.

LAU, E.M. Preventing osteoporosis in every day life. **Clin Calcium**, v. 14, n. 3, p. 430-4, 2004.

LIMBURG, P.J.; SINAKI, M.; ROGERS, J.W.; CASKEY, P.E.; PIERSKALLA, B.K. A useful technique for measurement of back strength in osteoporotic and elderly patients. **Mayo Clin Proc**, v.66, p. 39-44, 1991.

LIU, Z.; PIAO, J.; PANG, L.; QING, X.; NAN, S.; PAN, Z.; GUO, Y. The diagnostic criteria for primary osteoporosis and the incidence of osteoporosis in China. *J Bone Miner Metab*, v. 20, n. 4, p. 181-9, 2002.

LOURENÇO, C.; BATTISTELA, L.R. Reabilitação na osteoporose: princípios básicos. **Acta Fisiátrica**, v. 1, n. 1, p. 7-12, 1994.

LUKERT, B.P. Vertebral compression fractures: how to manage pain, avoid disability. **Geriatrics**, v. 49, n. 2, p. 22-6, 1994.

LYLES, K.W.; GOLD, D.T.; SHIPP, K.M.; PREPER, C.F.; MARTINEZ, S.; MULHAUSEN, P.L. Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status. **Am J Med**, v. 94, p. 595-601, 1993.

MARQUES NETO, J.F. **Campanha nacional de prevenção da osteoporose**. 1ª ed. São Paulo: Merck Sharp & Dohme, 2001.

MASORO, E. **Handbook of physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts**. Oxford: Oxford University Press, 1995, 681p.

MAYER, T.; GARTCHEL, R.; BETANCUR, J.; BOVASSO, . Trunk muscle endurance measurement – isometric contrasted to isokinetic testing in normal subjects. **Spine**, v. 20, p. 920-7, 1985.

MELLO, M.; MARQUES, A.P. A imagem corporal representada pelos fibromiálgicos: um estudo preliminar. **Rev Fisiot Univ São Paulo**, v. 2, n. 2, p. 87-93, 1995.

MELTON, L.J.; RIGGS, B.L. Epidemiology and cost of osteoporotic fractures. In: **International Conference on Osteoporosis**. Milano, 1986.

MILLARD, P.S.; ROSEN, C.J.; JOHNSON, K.H. Osteoporotic Vertebral Fractures in Postmenopausal Women. **American Family Physician**, v. 55, n. 4, 1997.

MILNE, J.S.; WILLIAMSON, J. A longitudinal study of kyphosis in older people. *Age Ageing*, v. 12, n. 3, p. 225-33, 1983.

MOREIRA, M.M. Envelhecimento da população brasileira: intensidade, feminização e dependência. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v.15, n.1, p.79-93, 1998.

NOTELOVITZ, M., WARE, M.; **Stand tall: the informed women's guide to preventig osteoporosis**. The Triad publishin Company, 1982.

PAPALEO NETO, M. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada**. São Paulo: Atheneu, 1996, 524p.

PFEIFER, M.; SINAKI, M.; GEUSENS, P.; BOONEN, S.; PRISINGER, E.; MINNE, H.W. Musculoskeletal rehabilitation in osteoporosis: a review. **J Bone Miner Res**, v. 19, n. 8, p. 1208-14, 2004.

PLAPLER, P.G. Osteoporose e Exercícios. **Rev Hosp Clin Fac Med**, v. 52, n. 3, p. 163-170, 1997.

PLAPLER, P.G. **Correlação da densidade mineral óssea de L2-L4 com a dinamometria isocinética do tronco e grau da curva torácica em mulheres normais, osteopênicas e osteoporóticas**. Tese (doutorado) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001, 66p.

RAUCHBACH, R. **A atividade física para 3ª idade**. 1ª ed. Curitiba: Lovise, 1990, 149p.

RIGGS, B.L.; MELTON, L.J. The prevention and treatment of osteoporosis. **N. England J. Med.**, v. 327, p. 620-7, 1992.

ROBBINS, S.L.; COTRAN, R.S.; KUMAR, V.; COLLINS, T. **Patologia Estrutural e Funcional**. 6ª ed. São Paulo: Interamericana, 2000, 1404p.

RUTHERFORD, O.M.; JONES, D. A. The relationship of muscle and bone loss and activity levels with age in women. **Age and ageing**, v. 21, p. 286-293, 1992.

SINAKI, M.; OFFORD, K.P. Physical activity in postmenopausal women: Effect on back muscle strength and bone mineral density of the spine. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 69, p. 277-80, 1988.

SINAKI, M.; KHOSLA, S.; LIMBURG, P.J.; ROGERS, J.W.; MURTAUGH, P.A. Muscle strength in osteoporotic versus normal women. **Osteoporos Int**, v. 3, p. 8-12, 1993.

SINAKI, M.; ITOI, E.; ROGERS, J.W.; BERGSTRALH, E.J.; WAHNER, H.W. Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen-deficient women. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 75, p. 370-4, 1996.

SINAKI, M. Musculoskeletal challenges of osteoporosis. **Aging (Milano)**, v. 10, p. 249-62, 1998.

SINAKI, M.; LYNN, S.G. Reducing the risk of falls through proprioceptive dynamic posture training in osteoporotic women with kyphotic posturing: a randomized pilot study. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 81, n. 4, p. 241-6, 2002.

SINAKI, M. Critical appraisal of physical rehabilitation measures after osteoporotic vertebral fracture. **Osteoporos Int**, v. 14, n. 9, p. 773-9, 2003.

STAGNARA, P.; DEMAUROY, J.C.; DRAN, G.; GONON, G.P.; CONSTANZO, G.; DIMNET, J.; PASQUET, A. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine*, v. 7, p. 335-42, 1982.

STEVENS, J.E.; STACKHOUSE, S.K.; BINDER-MACLEOD, S.A.; SNYDER-MACKLER, L. Are voluntary muscle activation deficits in older adults meaningful? **Muscle Nerve**, v. 27, n. 1, p. 99-101, 2003.

SWANIK, K.A.; LEPHART, S.M.; SWANIK, C.B.; LEPHART, S.P.; STONE, D.A.; FU, F.H.; The effect of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. **J Shoulder Elbow Surg**, v. 11, n. 6, p. 579-86, 2002.

THOMPSON, L.V. Skeletal muscle adaptations with age, inactivity, and therapeutic exercise. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 32, n. 2, p. 44-57, 2002

TRAPPE, S; GALLAGHER, P; HARBER, M; CARRITHERS, J; FLUCKEY, J; TRAPPE, T. Single muscle fiber contractile properties in young and old men and women. **J Physiol**, v. 552, p. 47-58, 2003.

VÄÄNÄNEN, H.K. Pathogenesis of osteoporosis. **Calcify Tissue Int**, v. 49, p. S11-S14, 1991.

VERAS, R.P. A vida mais longa no mundo: determinantes demográficos. In: Veras RP. **País jovem com cabelos brancos**. A saúde do idoso no Brasil. Rio de Janeiro: Relume Dumara, 1994, 224p.

VERAS, R.P. **Terceira idade: gestão contemporânea em saúde**. Rio de Janeiro: Relume Dumara, 2002, 190p.

XU, H.; XIONG, D.H.; XU, F.H.; ZHANG, Y.Y.; LEI, S.F.; DENG, H.W. Association between VDR *ApaI* polymorphism and hip bone mineral density can be modified by body mass index: a study on postmenopausal chinese women. **Acta Biochim Biophys Sin**, v. 37, n. 1, p. 61-7, 2005.

YAMADA, H; MASUDA, T; OKADA, M. Age-related EMG variables during maximum voluntary contraction. **Percept Mot Skills**, v. 95, n. 1, p. 10-4, 2002.

WILLEMS, T.; WITVROUW, E.; VERSTUYFT, J.; VAES, P.; DE CLERCQ, D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. **J Athl Train**, v. 37, n. 4, p. 487-93, 2002.

WILLMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 1ª edição, Editora Manole, Capítulo 17, 2000.

WOODHULL-McNEAL, A.P. Changes in posture and balance with age. **Aging (Milano)**, v. 4, n. 3, p. 219-25, 1992.

ANEXO 1



Parecer N° 88/2005

Protocolo n° 146/04

Título do Projeto: Correlação da Densidade Mineral Óssea de L2-L4 com a Dinamometria Isocinética do Tronco, a Propriocepção e o Grau da Curvatura Torácica em Mulheres de Diversas Faixas Etárias e em Mulheres Idosas com Osteoporose

Pesquisador (es) Responsável (is): Jorge Oishi, Renata Neves Granito

1. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: Com os documentos acrescentados, foi atendida a solicitação constante do parecer 004/2005, de 10/02/2005. O projeto atende a resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

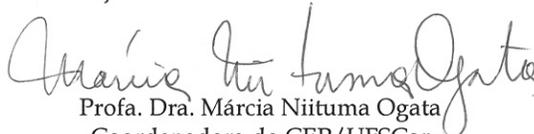
2. Conclusão:

Projeto aprovado

3. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

São Carlos, 2 de junho de 2005.


Prof. Dra. Márcia Niituma Ogata
Coordenadora do CEP/UFSCar

ANEXO 2



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

Via Washington Luiz, Km 235 - C.E.P 13565-905 -
São Carlos/SP – Brasil
TEL: (16) 260-8111 R: 8754 / FAX: (16) 261-2081

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Consentimento livre e esclarecido de participação no estudo intitulado: Correlação da densidade mineral óssea de L2-L4 com a dinamometria isocinética do tronco, com a propriocepção do tronco e com o grau da curvatura torácica em mulheres de diversas faixas etárias e em mulheres idosas com osteoporose.

Pesquisadora: Renata Neves Granito

Orientador: Prof. Dr. Jorge Oishi

Telefone para contato: 260-8241 Ramal: 8897

Eu, _____, portadora do RG nº
_____, residente à _____
_____, nº _____, bairro _____, na cidade
_____ - _____, declaro que tenho _____ anos de idade e que concordo em participar,
voluntariamente, na pesquisa conduzida pela pesquisadora responsável e pelo respectivo orientador.

Objetivo do estudo:

Este trabalho tem como objetivo geral correlacionar a densidade mineral óssea de L2-L4 com a dinamometria isocinética do tronco, a propriocepção do tronco e o grau da curvatura torácica em mulheres em mulheres pertencentes a diversas faixas etárias e no grupo idoso comparar mulheres normais e osteoporóticas.

Justificativa:

Tendo em vista a relevância da osteoporose na sociedade atual e os prejuízos impostos pelas alterações posturais nos indivíduos acometidos por esta doença, justifica-se a realização desta pesquisa.

Explicação do procedimento, acompanhamento e assistência:

Durante o experimento, receberei todas as informações necessárias à minha aprovação para participação das avaliações desta pesquisa. Estou ciente de que todas as avaliações serão realizadas pelo fisioterapeuta, responsável por esta pesquisa, ou pelos técnicos responsáveis pelos exames a serem realizados. Também estou ciente que não serei submetida a nenhum procedimento sem estar ciente ou sem meu consentimento, e posso me desligar dessa pesquisa a qualquer momento. Fui informada que os responsáveis por esta pesquisa estarão disponíveis para orientar e esclarecer dúvidas que possam ocorrer, no decorrer desta pesquisa.

Desconforto e risco:

Fui informada que este experimento é seguro, com e risco mínimo à minha saúde e que minha identidade será mantida em sigilo absoluto. Se no decorrer do estudo, for percebido qualquer tipo de risco ou dano à minha saúde, não previsto no termo de consentimento, o mesmo será suspenso.

Seguro Saúde ou de Vida:

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa me beneficiar em função da minha participação nesse estudo.

Liberdade de participação:

A minha participação nesse estudo é voluntária. É meu direito interromper minha participação a qualquer momento sem que isso incorra em qualquer penalidade ou prejuízo à minha pessoa.

Sigilo de identidade:

As informações obtidas nesta pesquisa não serão de maneira alguma associadas à minha identidade e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem minha autorização oficial. Estas informações poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fiquem resguardados a minha total privacidade e meu anonimato.

Os responsáveis pelo estudo me explicaram todos os riscos envolvidos, a necessidade da pesquisa e se prontificaram a responder todas as minhas questões sobre o experimento. Eu aceitei participar deste estudo de livre e espontânea vontade.

São Carlos, ____ de _____ de 2004

Nome por extenso

Assinatura da voluntária

Pesquisadora: Renata Neves Granito

Orientador: Prof. Dr. Jorge Oishi

ANEXO 3

FICHA DE AVALIAÇÃO FÍSICA

1. IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Data da Avaliação: ____/____/____

Raça: branca negra parda oriental

Estado Civil: solteira viúva casada desquitada separada

Tem filhos: sim não Quantos: _____

Fuma: sim não Quantos cigarros por dia? _____

Faz ou fazia atividade física? Qual? Quanto tempo? _____

2. ANAMNESE

Queixa Principal (QP) :

História da Moléstia Atual (HMA):

Histórico de quedas e fraturas:

Dores:

História Progressiva (HP):

Associação com outra doença:

Medicamentos: sim não Quais?

Antecedentes familiares:

3. DENSITOMETRIA ÓSSEA

Data do exame: ____/____/____

Coluna:

Perda de massa óssea em relação a jovens: _____

Massa óssea _____ superior

Perda de massa óssea em relação a pessoas da mesma idade: _____

Massa óssea _____ superior

Desvio Padrão: _____

Colo do fêmur:

Perda de massa óssea em relação a jovens: _____

Massa óssea _____ superior

Perda de massa óssea em relação a pessoas da mesma idade: _____

Massa óssea _____ superior

Desvio Padrão: _____

4. OSTEOPOROSE

Faz tratamento: sim não Médico: _____

Toma Hormônio: sim não

Cálcio: sim não

Vitamina D: sim não

Outro: sim não Qual: _____

Leite: sim não Quanto: _____

Menopausa: Quanto tempo: _____

5. AVALIAÇÃO FÍSICA

Altura: _____ m

Peso: _____ Kg

Frequência Cardíaca: _____

Pressão Arterial: _____