

FISIOPATOLOGIA DA OSTEOPOROSE E O EXERCÍCIO FÍSICO COMO MEDIDA PREVENTIVA

Fabiana Cristina Zazula*

Marli Aparecida dos Santos Pereira**

ZAZULA, F.C.; PEREIRA, M.A.S. Fisiopatologia da osteoporose e o exercício físico como medida preventiva. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 7(3):269-275,2003.

RESUMO: A osteoporose constitui-se a mais comum das doenças ósseas metabólicas, caracterizada por deteriorização microarquitetural do tecido ósseo, redução da massa óssea e elevado risco de fraturas, determinando mais um problema de saúde pública. Este trabalho de revisão teve como objetivo compilar textos de literatura referentes a morfofisiologia do tecido ósseo, fisiopatologia e fatores de risco da osteoporose. Descreve, ainda, sobre os efeitos benéficos do exercício físico, sobre o crescimento e a prevenção da perda da massa óssea, sendo necessário um protocolo de exercícios específicos para cada indivíduo.

PALAVRAS-CHAVE: exercícios físicos; osteoporose; prevenção; tratamento.

PATHOPHYSIOLOGY OF OSTEOPOROSIS AND PHYSICAL EXERCISES AS A PREVENTIVE MEASURE

ZAZULA, F.C.; PEREIRA, M.A.S. Pathophysiology of osteoporosis and physical exercises as a preventive measure. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 7(3):269-275,2003.

ABSTRACT: Osteoporosis is the most common metabolic bone disease and it is characterized by the deterioration of the bone tissue micro-architecture, bone mass reduction and a very high risk of fractures, therefore becoming another problem of public health. This review work had as its objective to compile the literature available regarding the morphophysiology of the bone tissue, and the pathophysiology and risk factors of osteoporosis. It also describes the beneficial effects of physical exercise on bone growth and prevention of bone mass loss, with each individual having its own protocol of specific exercises.

KEY WORDS: osteoporosis; physical exercises; prevention; treatment.

Introdução

Com o aumento na expectativa de vida, a população idosa é o segmento da população mundial que apresenta maior crescimento (CARNEIRO, 1988; KIDA *et al*, 1999). Os idosos estão constituindo-se num grupo definido e identificável com características próprias que requerem medidas sociais, políticas e econômicas adequadas que favoreçam um envelhecimento biopsicossocial saudável.

Diversas modificações ocorrem com o envelhecimento, nos diversos sistemas do organismo, em nível antropométrico e fisiológico, onde verifica-se um incremento no peso com aumento da porcentagem de gordura, diminuição da força, da massa muscular, da massa óssea, da eficiência cardiocirculatória, da coordenação motora e da agilidade.

Entre essas várias transformações biológicas que acometem o indivíduo no envelhecimento, a osteoporose sem dúvida é uma das quais mais se destaca, pois está relacionada à locomoção e à independência em suas atividades motoras.

Entende-se por osteoporose a diminuição da massa óssea por unidade de volume do osso (grama por cm²), acompanhada da desorganização da micro-estrutura do tecido ósseo e aumento da suscetibilidade de fraturas (MEIRELLES, 1994).

A osteoporose pode ser classificada em primária ou secundária. A osteoporose primária subdivide-se em tipo I ou pós-menopausa, tipo II ou senil, e na forma idiopática juvenil ou adulto jovem. A osteoporose secundária aparece

como resposta a fatores identificáveis, tais como doenças endócrinas, renais, gastrointestinais e neoplásicas, ou mesmo o uso crônico de drogas (ROSENBERG, 1997; KIDA *et al*, 1999). Quando o termo é usado de maneira irrestrita, refere-se habitualmente às formas primárias comuns ou osteoporose senil ou pós-menopausa (ROSENBERG, 1997).

URIST *et al* (1974), relatam que a frequência da osteoporose é de uma mulher em cada quatro, e um homem em cada cinco ou seis acima de 70 anos. As mulheres após a menopausa tendem a ter o enfraquecimento dos ossos de modo mais intenso, isto devido a perda do hormônio feminino, o estrogênio. Os homens também correm o risco de adquirir a osteoporose, mas o fato de terem uma estrutura óssea mais forte, uma queda lenta na produção hormonal, exercerem atividade física mais frequentes, faz com que o índice de adquirir a osteoporose seja menor e ocorra em período mais tardio da vida (LINS, 1998).

A osteoporose se instala por causas multifatoriais, ou seja, fatores nutricionais, hormonais e ambientais. De acordo com KAPLAN (1995) é mais eficaz prevenir a osteoporose do que tratá-la. Considerando-se o enorme custo e a morbidade das complicações relacionadas à osteoporose, a prevenção é a única abordagem médica com melhor relação custo-benefício. A ingestão apropriada ou suplementação com cálcio e vitamina D e a atividade física estão entre as medidas gerais de prevenção (CHAPUY *et al*, 1992; ROSENBERG, 1997; GREENSPAN, 1999).

* Acadêmica do Curso de Educação Física. Universidade Estadual de Maringá-PR.

** Professora Doutora do Departamento de Ciências Morfofisiológicas - Universidade Estadual de Maringá-PR.

Endereço: Marli A. dos Santos Pereira. DCM/UEM. Av. Colombo,5790. Bloco H79. 87030-900, Maringá-PR. e-mail: madspereira@uem.br

É muito importante identificar os fatores de risco para a osteoporose, e dentre eles aqueles fatores que podem ser controlados pelo paciente ou pelo médico através de prevenção e/ou tratamento. Diante do exposto, o presente trabalho de revisão têm o propósito de compilar textos referentes a morfofisiologia do tecido ósseo, a fisiopatologia e fatores de risco da osteoporose, e, ainda, descrever sobre a prática de atividade física como medida eficaz na prevenção dessa doença.

Desenvolvimento

Morfofisiologia do tecido ósseo

Os tratados e compêndios de histologia compulsados descrevem que o tecido ósseo é composto, basicamente, por células (osteoblastos, osteócitos e osteoclastos) e material extracelular calcificada, a matriz óssea (HAM & CORMACK, 1983; BURKITT *et al*, 1994; GARTNER & HIATT, 1997; KESSEL, 2001).

O osteoblasto é a célula responsável pela formação óssea através da síntese de proteínas que compõem a matriz óssea (OLIVEIRA & RASSI, 1988). Os osteócitos são células maduras do osso, derivadas dos osteoblastos, que ficam situadas em lacunas no interior da matriz óssea calcificada. Partindo das lacunas e se irradiando em todas as direções, existem estreitos espaços em forma de túneis, chamados canaliculos, onde se situam prolongamentos citoplasmáticos. Embora os osteócitos pareçam ser células inativas, eles secretam substâncias necessárias para a manutenção do osso (SNELL, 1985; GARTNER & HIATT, 1997). O osteoclasto é responsável pela reabsorção óssea (GARTNER & HIATT, 1997).

A matriz óssea é constituída de 2 partes. A parte orgânica formada por colágeno e a parte inorgânica (mineral) do osso, que tem como componente principal o cálcio e o fósforo, junto com outros componentes como o bicarbonato, o citrato, magnésio, sódio e potássio (GARTNER & HIATT, 1997; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1999).

A matriz orgânica do osso é constituída por 90 a 95% de fibras colágenas do tipo I, e o restante é um meio gelatinoso homogêneo chamado de substância fundamental. As fibras colágenas se estendem primariamente ao longo das linhas de força de tensão. Estas fibras conferem ao osso sua poderosa força tênsil (GUYTON & HALL, 1996).

Até a idade de 20 anos ocorre ganho de massa óssea; dos 20 aos 30 anos há um equilíbrio entre os mecanismos de formação e reabsorção óssea. A partir dos 30 anos se inicia uma perda óssea imperceptível (0,5% ao ano); é a chamada "Involução Esquelética", sendo que nas mulheres, com menopausa, esta perda se torna mais acentuada (1 a 2% ao ano) (OLIVEIRA & RASSI, 1988). Fatores hormonais, nutricionais e ambientais também contribuem para a obtenção da massa óssea máxima. Os períodos de deficiência de estrógenos (p. ex.: na anorexia nervosa ou na amenorréia provocada por exercício), imobilização prolongada por doença ou fratura, ou deficiência de cálcio na juventude, podem contribuir para uma menor massa óssea máxima (MATSUDO & MATSUDO, 1991).

Fisiopatologia da Osteoporose

A osteoporose enquadra-se no grupo de doenças metabólicas do osso caracterizadas pela densidade diminuída

(unidade de massa/volume) do osso normalmente mineralizado. A massa óssea reduzida enfraquece a força mecânica do osso tornando-se assim muito mais fácil de se quebrar, freqüentemente com pequeno ou nenhum trauma (KAPLAN, 1995).

Para compreender a fisiopatologia da osteoporose deve-se ter em mente que o osso não é uma estrutura estática, mas encontra-se submetido a uma constante remodelação, ou seja, é reabsorvido e reconstituído permanentemente. O exato equilíbrio entre as duas fases de remodelação óssea depende do funcionamento adequado dos osteoclastos e dos osteoblastos (MATEO, 1998).

A reabsorção óssea na osteoporose senil é maior do que a formação do osso, e esta situação depende de uma maior atividade osteoclástica, de uma diminuição da função osteoblástica ou de uma combinação de ambas (ROSENBERG, 1997). Além disso, as proteínas depositadas na matriz (fatores de crescimento, que são mitogênicos para as células osteoprogenitoras, ao mesmo tempo em que estimulam a atividade sintética osteoblástica) perdem o seu vigor biológico com o passar do tempo (MOSQUERA, 1995). A menor atividade física que está associada ao envelhecimento contribui para a osteoporose senil. Assim, a atividade física reduzida, a imobilização ou paralisia de alguma região também elevam o ritmo de perda óssea (ROSENBERG, 1997).

A osteoporose afeta primariamente as pessoas de meia-idade e idosas especialmente mulheres (as brancas mais do que as negras). As mulheres produzem menores quantidades de hormônios sexuais, especialmente os estrógenos, após a menopausa (TORTORA, 2000). Estudos demonstraram que níveis de estrogênio baixos resultam em maior secreção de interleucina-1 (IL-1) pelos monócitos do sangue (PACIFICI, 1992). A IL-1 é o estimulador conhecido mais potente para o recrutamento e atividade dos osteoclastos (ROSENBERG, 1997).

O envelhecimento no homem está associado com alterações mais graduais no eixo hipotálamo - hipófise - gônada, que resulta em notável declínio nos níveis de testosterona total e livre. Parece que a insuficiência gonadal no homem, que acontece tardiamente, pode ser uma das causas pela qual a osteoporose na senilidade atinge tanto mulheres como homens (FIAT & RUSSO, 1996).

Na osteoporose pós-menopausa o aumento sutil da atividade osteoclástica afeta principalmente os ossos ou porções dos ossos que possuem uma área superficial, tais como o compartimento esponjoso dos corpos vertebrais. As trabéculas osteoporóticas ficam adelgaçadas e perdem suas interconexões, dando origem a microfraturas progressivas e eventual colapso. Na osteoporose senil, a cortical osteoporótica é adelgaçada por reabsorção subperióstica e endóstica, enquanto os sistemas de Havers ficam alargados. Nos casos graves, os sistemas de Havers ficam tão aumentados que a cortical acaba simulando o osso esponjoso. O osso que permanece é de composição normal (ROSENBERG, 1997).

A osteoporose, mesmo intensa, pode ser assintomática por um longo período, onde as queixas mais freqüentes, quando ocorrem, são lombalgia ou dorsalgia (localizada difusa com ausência de sinais radiculares), principalmente noturna (OLIVEIRA & RASSI, 1988).

Quando já há sintomas, percebe-se o aparecimento de dores da coluna que são generalizados e são, principalmente,

decorrentes das microfraturas que ocorrem no corpo vertebral. Concomitantemente ocorre uma alteração da postura da mulher, que vai perdendo a altura com o passar dos anos. Ocorre o surgimento de cifose e a escoliose anterior se acentua, o tórax com uma expansibilidade menor e o abdômen fica propuso (KNOPLICH, 1992). Junto a este quadro, surgem também as fraturas, consideradas o efeito mais sério dentro da epidemiologia da osteoporose. As fraturas podem ocorrer em todos os ossos. No caso do fêmur as trabéculas ficam diminuídas, mais finas, até se formar um verdadeiro furo. Ele faz com que o colo do fêmur fique muito frágil. A qualquer mal jeito, esse colo do fêmur se rompe, aparecendo a fratura. Os lugares onde ocorrem as fraturas com mais frequência são: coluna, pulso, quadril e fêmur (PIMENTEL *et al*, 1996).

Está bem documentado que os estrogênios mantêm a massa óssea (ROSENBERG, 1997; GREENSPAN, 1999; TORTORA, 2000). São eles que vão impedir a perda maior de tecido ósseo na mãe quando da mineralização do esqueleto fetal; e agem, ainda, diminuindo a perda óssea talvez em maior intensidade do que provocando aumento da quantidade de tecido ósseo.

As citocinas secretadas pelos osteoblastos, e que seriam moduladas pelos estrogênios, são: interleucinas (IL-1 β) e a IL-6 β , sendo que, as IL-1 α , α IL-11 e exerceriam, também, um papel importante nesta modulação. É possível ainda, que os estrogênios diminuam a produção do fator do crescimento (TGF-B) que diminui a absorção óssea (PACIFICI, 1992; SOARES FILHO & LEMGRUBER, 1996; ROSENBERG, 1997).

Segundo SUNYER *et al* (1999), os efeitos protetores do estrogênio sobre o osso envolvem a supressão de interleucinas (IL-1 e IL-6) que promovem a osteoclastogênese e conseqüentemente a reabsorção óssea. Na osteoporose pós-menopausa o aumento sutil da atividade osteoclástica afeta principalmente os ossos ou porções dos ossos que possuem uma maior área superficial, tais como o compartimento esponjoso dos corpos vertebrais. As trabéculas osteoporóticas ficam adelgadas e perdem suas interconexões, dando origem a microfraturas progressivas e eventual colapso.

MANOLAGAS & JILKA (1995), lembram que tanto osteoclastos como osteoblastos derivam de genitores da medula óssea; os osteoblastos pertencem à linhagem mesenquimal do estroma medular e os osteoclastos, à linhagem hematopoiética. As células progenitoras dos osteoclastos são a maior fonte de citocinas críticas para a osteoclastogênese, como a IL-6 e a IL-11. A secreção destas é regulada pelos hormônios sexuais. Afirmam, ainda, que a senescência pode diminuir a habilidade da medula em formar precursores dos osteoblastos.

Fatores de risco, diagnóstico e medidas preventivas

Os fatores ditos de "risco" são importantes na gênese da osteoporose do tipo I. CARNEIRO (1994) enumera os seguintes fatores: deficiência de calcitonina endógena; fator genético (herança); sedentarismo; baixa ingestão de cálcio e vitamina D; ingestão de bebidas alcoólicas; uso de café; tabagismo; doenças articulares inflamatórias; nuliparidade; menopausa precoce espontânea ou cirúrgica, acarretando a falta de estrogênio; pele clara; baixa estatura; baixo peso corporal. Estes fatores ajudam a prever quais indivíduos terão diminuição da massa óssea ou riscos associados a fraturas

nas osteoporoses senil ou pós-menopausa (KAPLAN, 1983; GRIFFIN, 1990).

A osteoporose pós-menopausa está diretamente associada à deficiência de estrogênios secundário a menopausa, ooforectomia bilateral ou amenorréia em mulheres jovens, sendo nesse tipo, a perda óssea trabecular três vezes maior que a perda óssea normal (LAUTERT *et al*, 1995). Entre 15 a 20% das mulheres terão uma fratura de fêmur durante a vida e 12 a 20% delas morrerão em um ano após a fratura, em conseqüência de complicações graves (MEIRELLES, 1994). Aproximadamente 80% de todos os casos de fraturas do quadril ocorre em mulheres com mais de 45 anos (GRIFFIN, 1990; KIDA *et al*, 1999).

TORTORA (2000) ressalta que a osteoporose pode ocorrer também nos maratonistas masculinos cuja ingestão calórica é inadequada, nas adolescentes que se alimentam mal, nas mulheres jovens que sofrem de transtornos alimentares, pessoas alérgicas aos laticínios, mães amamentando (MATEO, 1998).

Os passos do diagnóstico da osteoporose são: história, exame físico, métodos de imagem e laboratoriais. Entre os métodos de imagem destacam-se desde a radiografia até a densitometria óssea, passando pela tomografia computadorizada quantitativa e ultra-sonografia (MEIRELLES, 1994; PINHEIRO *et al*, 1997).

A radiografia simples só evidencia a osteopenia da osteoporose, quando a perda da massa óssea já for superior a 30%, não sendo portanto, um exame capaz de detectar precocemente a doença, acompanhar a sua evolução e os efeitos do tratamento (MEIRELLES, 1994; MACEDO & ARAÚJO, 1997).

Segundo GREENSPAN (1999) as medidas preventivas gerais para preservar a massa óssea incluem uma ingestão apropriada de cálcio e vitamina D; exercícios físicos; e em mulheres pós-menopausa para a prevenção e/ou tratamento da osteoporose, recomenda-se a reposição hormonal e medicamentos tais como: alendronato, calcitonina e cloridrato de raloxifeno.

Atividade física

O papel da atividade física na manutenção da saúde e da mineralização óssea tornou-se um importante meio de pesquisa. O osso tem seu genótipo que determina sua estrutura geral. O efeito do estresse mecânico sobre o osso (exercício) é localizado. Cada osso tem seu limiar específico para a quantidade de estresse necessário para produzir hipertrofia. Cada osso responde localmente ao estresse mecânico, enquanto o sistema esquelético como um todo responde aos níveis de cálcio. Se os ossos específicos são estressados e a dieta de cálcio é inadequada, o cálcio pode ser mobilizado a partir de ossos com menos estresse. Quando o osso é tencionado, cargas negativas formam-se no segmento comprimido, estimulando a formação óssea (SMITH, 1989).

As trabéculas ósseas se adaptam às direções das cargas impostas, provocando alterações na estrutura do osso, bem como na forma externa e função, tornando o osso mais forte na direção de maior exigência conforme o exercício. Ainda se sabe, que quanto maior a pressão exercida sobre o osso, maior será a deposição de cálcio e conseqüentemente a reorganização da estrutura óssea para suportar cargas semelhantes impostas mais tarde (NUNES, 2001).

As respostas ósseas à sobrecarga de exercícios e à contração muscular, segundo MATSUDO & MATSUDO (1991), acarretam em aumento de força muscular e modificações na estrutura interna do organismo. Para manter a força e o tamanho, o sistema esquelético necessita de estímulo de carga mecânica. Estudos que foram realizados em sete espécies de animais comprovaram o papel da atividade física com utilização de cargas no incremento da massa óssea, proporcionando à intensidade da prática.

DALSKY (1990) apresenta quatro conceitos básicos sobre a relação entre osso e carga mecânica: (1) a carga mecânica através do exercício tem influência positiva na densidade mineral óssea; (2) a falta de atividade física é uma influência negativa na densidade mineral óssea. Na falta de peso gravitacional e no repouso em cama, o conteúdo mineral ósseo da coluna e o calcâneo diminui em torno de 1% semanal. A remoção ou diminuição das forças musculares ou gravitacionais nos segmentos ósseos causa atrofia óssea; (3) a força mecânica, imposta durante o exercício ao esqueleto gera um estímulo osteogênico, este estímulo leva a um incremento na massa óssea para reduzir a força ou o estresse a partir de cargas mecânicas comparáveis. Isto quer dizer que o osso está em constante reestruturação afim de suportar futuras cargas; (4) a influência positiva do exercício no osso pode ser atenuada por condições ambientais, como estado nutricional e hormonal do indivíduo.

Estudos mostram diferenças significativas na densidade óssea quando se compara atletas de modalidades diferentes. MATSUDO & MATSUDO (1991) descrevem em seus estudos que a modalidade que mais apresenta incrementos na densidade mineral óssea é o fisiculturismo (12,5%), seguido pelas jogadoras de vôlei (11%), jogadoras de basquete (7,5%), corredoras (4%) e nadadoras (menos 10%). O resultado sugere que, quanto maior for o impacto, maior será a estimulação para a formação óssea. Os dados mostrados pelas nadadoras de alto nível com densidade menor que as sedentárias, sugere que é devido permanecerem grande parte de seu dia dentro da água, onde o peso corporal diminui significativamente, e na posição horizontal, exercendo assim pouquíssimos impactos em seu sistema ósseo. Os dados destes estudos apoiam o conceito de que as atividades ou esportes que envolvam correr ou saltar levam à maior densidade óssea nos membros inferiores e na coluna lombar.

A osteoporose não se desenvolve pela falta de movimento, mas sim devido a ausência de tensão mecânica exercida sobre os ossos, decorrentes da poderosa ação antigravitacional, utilizadas para nos mantermos em pé ou andar. A imobilização de um membro ou do corpo todo causa rápida e acentuada diminuição da densidade óssea, acompanhada da perda proporcional tanto da matriz óssea como da mineral. Nada menos do que 30% a 40% da massa óssea total podem ser perdidas durante 6 meses de completa imobilização (KAPLAN, 1995).

ROSENBERG (1997) afirma que a atividade reduzida eleva o ritmo de perda óssea em seres humanos. A menor atividade física que está associada ao envelhecimento contribui para a osteoporose senil. SAIMKIN *et al* (1987), e ALOIA *et al* (1978), descrevem que o exercício "freia" a veloz redução da massa óssea e representa um eficaz programa preventivo, mas não há evidências que o exercício físico produza nenhuma recuperação do osso perdido, e ainda

salientam que um programa de exercício cuidadosamente planejado será um coadjuvante importante para a prevenção da excessiva perda óssea em mulheres pós-menopausadas.

Tanto em crianças como em adultos o exercício físico regular ou grande esforço sobre os ossos (como treinamento com pesos ou halterofilismo) são essenciais para manter a massa óssea. Estudos mostram o papel do exercício com pesos na manutenção da qualidade e da quantidade óssea. Além de seus efeitos diretos sobre o osso, o exercício também aumenta o tônus e a massa muscular (KAPLAN, 1995).

Em todos os tratamentos para osteoporose, a atividade física orientada acarreta benefícios (HACBARTH, 1996). Somente os exercícios físicos não são suficientes para prevenção da osteoporose, os mesmos devem ser associados a uma alimentação rica em cálcio e complementada com a exposição regular ao sol e ainda, realizar uma consulta médica regular (GREENSPAN, 1999).

Segundo ACHOUR JR & SILVA (1996) o exercício físico e o estado nutricional são fundamentais para o aumento da massa óssea, portanto pessoas ativas demonstram maior densidade óssea que pessoas sedentárias, mas é importante saber dosar o nível de exercício físico em particular o sexo feminino, não se deve exagerar no volume de treinamento, pois se for excessivo o que deveria ser benéfico em relação ao incremento da massa óssea torna-se deletério em razão da desordem no fluxo menstrual, podendo então impedir o crescimento e desenvolvimento ótimo da massa óssea, contribuindo assim para a fratura e osteoporose precoce.

Atividade física recomendada

As primeiras idéias sobre o efeito benéfico do exercício físico na massa óssea surgiu a partir de observações em atletas que praticam esportes que envolvem desempenho de um membro, como tênis e beisebol. Esses esportes que produzem estresse em um braço evidenciam que a hipertrofia no osso é regulada pelo estímulo mecânico local e não depende somente das variáveis genéticas e hormonais, observou-se assim que existe uma maior massa óssea no membro dominante desses atletas, comparado com o outro membro. Essas diferenças chegaram a ser de 40% a 50%.

CONROY & EARLE (1994) sugerem que as atividades físicas que provêm estímulo mínimo para a formação óssea são aquelas que aumentam em intensidade relativa à atividade normal diária. Por exemplo, em idosos e indivíduos sedentários, caminhadas suaves podem exceder o estímulo mínimo para a formação óssea, já para os mais jovens e ativos, as atividades físicas necessitam ter uma maior intensidade, tais como saltos e exercícios suportando o peso do corpo.

Exercícios com sustentação do peso do corpo tais como, caminhada, jogging e dança foram os primeiros exercícios prescritos para reduzir a perda óssea associada a menopausa (STEINBERG, 1989; MATSUDO & MATSUDO, 1992). No entanto, pesquisas sugerem que exercícios de sobrecarga em locais específicos promovem um estímulo mais efetivo ao osso do que cargas com distribuição generalizada (DALSKY, 1987; MARCUS *et al*, 1992; MCARDLE *et al*, 1995), ou seja, o exercício não tem somente um efeito sistêmico, mas também um efeito local sobre o osso, visto que o tecido ósseo é sensível às demandas que agem sobre ele e responde prontamente a elas, fazendo com que

cada modificação na função de um osso, seja acompanhada por uma alteração específica na arquitetura interna (Astrand & Rodah *apud* PINTO & CHIAPETA, 1995).

ERICKSON & JONES (1992) sugerem exercícios que ultrapassem a resistência gravitacional, envolvendo a suspensão de pesos ou trabalho muscular vigoroso, para aumentar a fixação do cálcio ósseo, e conseqüentemente, a prevenção da doença. Dentre os esportes estão aqueles que suportam o peso corporal como as corridas, o tênis e esqui (MATSUDO & MATSUDO, 1992).

O aumento na densidade óssea submetida a exercícios físicos tem efeito biomecânico muito estreito. Assim, atividades cíclicas e contínuas como o andar, ciclismo, corrida podem reforçar as estruturas ósseas naqueles ângulos solicitados, faltando movimentos laterais e de rotação para aumentar a massa óssea em todas as partes possíveis dos ossos (MARTIN & BROWN, 1989).

ZILSTRA *et al* (1989), verificaram aumento na densidade óssea da coluna lombar e no fêmur com 1 hora de caminhada diária. Além disso, houve redução de perda óssea de 0,7% na coluna lombar e 0,5% no fêmur. STEINBERG (1989) explica que caminhar 30 minutos diários a uma intensidade moderada, é excelente na prevenção da osteoporose. No entanto, ele faz um alerta às mulheres com osteoporose, dizendo que os exercícios rítmicos aeróbicos que se ensinam na televisão podem ser contra-indicados, especialmente se consistirem de saltos e rotação.

BASSEY (1995) relata que a corrida é mais eficiente. As atividades como as corridas ou exercícios aeróbicos de 20 a 30 minutos, realizadas 3 vezes por semana, têm auxiliado no aumento da densidade mineral dos ossos da coluna lombar ou pelo menos têm mantido em mulheres na pré ou pós-menopausa.

O autor supra citado descreve que a natação ou caminhadas leves não produzem um aumento da densidade mineral do osso, pois na água o peso do corpo é suportado e que as caminhadas leves são consideradas uma atividade muito usual. Entretanto seus estudos verificaram que a natação e caminhada provocou um aumento significativo na densidade mineral do osso radial. No entanto, não foi verificado nenhum outro estudo que relatasse o aumento na densidade mineral do fêmur em mulheres.

CAMPOS (2001) afirma que o programa inicial de exercícios (musculação) para portadores de osteoporose deve enfatizar grandes grupos musculares e a participação dos pequenos grupos musculares deve ser incluída após a adaptação. Na visão do autor, os exercícios utilizando aparelhos de resistência variável devem prevalecer no programa, e os exercícios com pesos livres devem ser evitados porque podem aumentar o risco de quedas.

DRINKWATER *et al* (1995), acrescentam que as atividades físicas que não carregam peso, não aumentam a densidade mineral do osso, mas que as mulheres que mantêm altos níveis de atividades físicas e uma velocidade mais alta de andar, apresentam incidência mais baixa de fraturas. Quanto à incidência da redução dos índices de riscos de fraturas, BASSEY (1995) expõe que os exercícios variados de breves e altos impactos de carga óssea, devem ser considerados como uma parte regular do estilo de vida da mulher desde a adolescência.

O exercício resistido (musculação) é de extrema

importância para o osteoporótico, não apenas pelo fato de proporcionar ganho de força e massa muscular, mas também por melhorar a flexibilidade, a coordenação, a agilidade, a postura e a resistência muscular, resultando em adaptações e melhora no processo de melhoria da remodelação óssea, interferindo direta e positivamente na qualidade de vida do indivíduo. Quando bem orientados, apresentam grande efeito osteogênico. CAMPOS (2001) relata que a atividade é bastante segura, porque a maioria dos equipamentos possuem apoios seguros e proporciona posições confortáveis.

Os exercícios aeróbicos são importantes por aumentar o estímulo para a osteogênese, além de melhorar o condicionamento cardiovascular, a agilidade, coordenação resistência e diversificar os estímulos promovidos ao sistema musculoesquelético, pois, o estímulo do exercício aeróbico introduz estresse ao esqueleto através de forças de reação de força do solo (CAMPOS, 2001).

Em todos os trabalhos de literatura compulsados referentes a osteoporose, a atividade física é enumerada como uma medida importante, trazendo benefícios contra a perda de massa óssea (HACBARTH, 1996; BUTLER *et al*, 1998; GREENSPAN, 1999), portanto é de grande importância na prevenção da osteoporose. Os exercícios devem ser adaptados, ou seja, deve ser levado em consideração a condição do indivíduo tais como: idade, condicionamento físico, formação esquelética, etc. Quando a osteoporose já está estabelecida o programa de atividade física prescrita deve ser diferente ao programa de um indivíduo saudável, ou seja, terá que ser realizado uma prescrição de exercícios específicos para o indivíduo que já está com a osteoporose.

De acordo com MATSUDO & MATSUDO (1991) é importante lembrar que a prescrição de exercícios para osteoporóticos e que a intensidade do exercício é medida pelo grau de estresse que acontece no tecido ósseo antes da resposta cardiovascular. Além da carga mecânica, o estímulo osteogênico depende do número de repetições (frequência e duração) e da arquitetura e massa óssea presentes. O efeito benéfico também depende dos níveis de cálcio e estrogênio. Em relação a escolha do exercício, o importante é permitir a liberdade de escolha, adequando a atividade física à pessoa e não a pessoa à atividade física (CAMPOS, 2001).

HACBARTH (1996) coloca que os exercícios físicos devem ser praticados em um ambiente tranquilo e devem ser realizados lentamente para evitar fraturas. Durante a realização dos exercícios a respiração deverá ser profunda, acompanhando a velocidade lenta dos movimentos na execução dos exercícios. No início do programa o exercício deve ser realizado apenas algumas vezes, aumentando gradativamente à medida que a aptidão progredir e que as sessões de exercícios devem tornar-se um hábito na vida diária das pessoas com osteoporose.

MATSUDO & MATSUDO (1992) completam informando que a prescrição do programa de atividade física para pessoas com osteoporose não difere de outro programa, mas que os profissionais ao aplicá-la deverão atentar à frequência, à intensidade, à duração e ao tipo de atividade prescrita, pois a prescrição do exercício deverá visar a saúde óssea, cuja intensidade observará a força exercida no local de interesse clínico.

Desta forma, é importante a elaboração de um programa baseado na avaliação médica e funcional prévia,

que reúna as qualidades da aptidão física para a saúde, selecionando atividades que mantenham um grau elevado de motivação, iniciando com exercícios suaves, aumentando o tempo e o número de repetições de forma gradual, evitando movimentos que ultrapassem os movimentos articulares dando atenção especial à patologia (MOREIRA, 2001).

Dalsky *apud* MATSUDO & MATSUDO (1992) relata que para prescrição de exercícios, as pessoas deverão ser divididos em três grupos. No primeiro grupo, estarão os indivíduos considerados em risco iminente de fratura, ou seja, quando existir suspeita de grande perda óssea. Para estes, o programa prescrito deverá minimizar a possibilidade de queda e evitar uma carga excessiva a ossos em risco. No segundo grupo é caracterizado pelos indivíduos com alto risco de osteoporose. Aqui, deve-se anteriormente determinar os fatores de risco e utilizar-se da mensuração da densidade óssea. Após estes cuidados, o indivíduo é orientado à uma fisioterapia para melhorar a força muscular e a postura. No desenvolvimento de atividades físicas, recomenda-se atividades sem peso, como a natação, bicicleta estacionária e programas de exercícios no solo para manter ou ampliar a força muscular e a flexibilidade. No terceiro grupo, estão os indivíduos com risco normal de fratura. Estes, devem começar ou continuar um programa regular de exercícios com uma frequência de execução de 3 vezes por semana, com uma duração de 45 minutos por dia, para a manutenção da massa óssea.

Riagounov *apud* MATSUDO & MATSUDO (1992) salienta que o programa ideal de exercício para indivíduos com osteoporose inclui, no mínimo, 3 vezes por semana de exercícios, sendo, 5 a 10 minutos de exercícios de aquecimento (flexibilidade), 20 a 60 minutos de exercícios aeróbicos, treinamento com peso (força e endurance muscular) e 5 a 10 minutos de alongamento. O crescimento e a remodelação óssea podem ser afetados significativamente pelo tipo, intensidade e duração do exercício (MATSUDO & MATSUDO, 1991).

ALOIA (1989) descreve um programa de exercício para casa com pacientes que já adquiriram a doença. O exercício inicial é caminhar por 5 minutos, aumentando 1 minuto por semana até caminhar 20 minutos sem parar, idealmente 2 vezes por dia. A primeira recomendação feita a todo paciente é aumentar o nível de exercício físico na vida diária.

Considerações finais

A osteoporose é uma patologia que resulta na perda acelerada da massa óssea durante o envelhecimento. Embora a osteoporose seja um problema comum e devastador, pode ser prevenida e tratada. Tem lugar preponderante o diagnóstico precoce, no intuito de minimizar as conseqüências dessa manifestação clínica.

As medidas preventivas gerais em idosos incluem ingestão adequada de cálcio e vitamina D e exercícios físicos. A prevenção e/ou tratamento da doença, nas mulheres pós-menopáusicas é complementada através da terapia de reposição hormonal e utilização de medicamentos.

Com o aumento na expectativa de vida, há um número maior de pessoas idosas acometidas por esta patologia, que conseqüentemente provoca um declínio na qualidade de vida das pessoas, após uma determinada idade.

O processo de prevenção deve ser voltado para a promoção da atividade física tendo início desde a infância. É necessário um protocolo de exercícios específicos para cada indivíduo (idade, estado de saúde, etc.). O efeito que o exercício físico proverá, poderá ser menos significativo uma vez que o problema já tenha sido instalado, neste caso o exercício físico adequado seria utilizado como uma ação terapêutica, e quando não existir o problema o exercício deverá assumir postura preventiva, evitando assim o risco do aumento da doença.

Fica claro, neste trabalho de revisão de literatura, que o exercício tem tido efeito benéfico sobre o crescimento e prevenção da perda da massa óssea. Entre os benefícios do exercício físico para prevenção e/ou como parte do tratamento da osteopenia e osteoporose, destacam-se: aumento da densidade óssea; hipertrofia das trabéculas ósseas; aumento das atividades dos osteoblastos; aumento da síntese do colágeno; incremento de incorporação de cálcio no osso; melhora de agilidade; aumento da estabilidade postural; melhora flexibilidade; aumento de força e tamanho do osso; aumento de massa muscular; melhora do equilíbrio; melhora no pico de massa óssea no período pré-menopausa.

Referências Bibliográficas

- ACHOUR JR, A.; SILVA, E.N. Efeitos da atividade física na densidade óssea. *Revista de Apef. Atividade Física e Esporte*, 11(19): 80-90, 1996.
- ALOIA, J.F. *et al.* Prevention of involutional bone loss by exercise. *Annals of Internal Medicine*, 89(3): 356-358, 1978.
- ALOIA, J.F. *Osteoporosis: a guide to prevention and treatment.* Human Kinetics: Champaign, Illinois, 1989.
- BASSEY, E.J. Exercise in Primary Prevention of Osteoporosis in Women's. *Revista ARD*, 54(11), 1995.
- BURKITT, H.G.; YOUNG, B.; HEATH, J.W. *Wheater - histologia funcional*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.
- BUTLER, R.N. *et al.* Physical fitness: benefits of exercise for the older patient. *Geriatrics*, 53(10): 49-52, 1998.
- CAMPOS, M.A. *Musculação: diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças, obesos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2001. p.41-100.
- CARNEIRO, R.A. Repercussões sócio-econômicas da osteoporose no Brasil: estimativa de custos. *Arq. Bras. Med.*, 62(1): 65-69, 1988.
- CARNEIRO, R. A. Importância dos fatores de risco na osteoporose pós-menopausa (tipo I) - avaliação de 100 casos. *Rev. Bras. Med.* 51(1/2): 67-74, 1994.
- CHAPUY, M.C. *et al.* Vitamina D, and Calcium to prevent hips fractures in elderly women. *N. Engl. J. Med.*, 327: 1637-1642, 1992.
- CONROY, B.B.; EARLE, R.W. Bone, muscle, and connective tissue adaptation to physical activity. In: BAECHILE, T. R. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Illinois: Human Kinetics, 1994.
- DALSKY, G.P. Exercise: It's effect on bone mineral content. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 30(4): 820-832, 1987.
- DALSKY, G.P. Effect of exercise on bone: permissive influence of estrogen and calcium. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3): 281-285, 1990.

- DRINKWATER, D. *et al.* ACSM Position Stand on Osteoporosis and exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(4), 1995.
- ERICKSON, G.P.; JONES, J.A. Osteoporosis risk assessment of matur working women. *Aaohn Journal*, 40(9): 423-427, 1992.
- FIAT, J.A.C.; RUSSO, L.A.T. Osteoporose senil. *ARS CVRANDI*, junho, 75-90, 1996.
- GARTNER, L. P.; HIATT, J.L. *Tratado de histologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.
- GREENSPAN, S.L. Mulher de 73 anos com osteoporose. *JAMA Brasil*, 3(9): 2462-2476, 1999.
- GRIFFIN, J. Osteoporose e risco de fraturas. *Office of Health Economics*, 2 - 64, 1990.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. *Tratado de fisiologia médica*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 895-907.
- HACBARTH, E.T. *Osteoporose - informações para o paciente*. São Paulo: Pantograf, 1996.
- HAM, A.W.; CORMACK, D.H. *Histologia*. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. 907p.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1999. 427p.
- KAPLAN, F.S. Osteoporose: patofisiologia e prevenção. *Clinical Symposio sobre osteoporose*, 35(5): 2-15, 1983.
- KAPLAN, F.S. Prevenção e tratamento da osteoporose. *Clinical Symposia* 47(1): 6-38, 1995.
- KESSEL, R.G. *Histologia médica básica: a biologia das células, tecidos e órgãos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 511p.
- KIDA, A.A. *et al.* Osteoporose: e a saúde da mulher. *O mundo da saúde*, 23(2): 120-124, 1999.
- KNOPLICH, J. Osteoporose: já é problema de saúde pública. *Prática médica hospitalar*, 7(7): 32-33, 1992.
- LAUTERT, L. *et al.* Osteoporose: a epidemia silenciosa que deve se tornar publica. *Rev. Brasileira de Enfermagem*, 48(2): 161-167, 1995.
- LINS, R. *A importância do conhecimento sobre a osteoporose para a Educação Física*. Colorado: Departamento de Fundamentos da Educação Física da Universidade Estadual de Londrina, 1998.
- MACEDO, J.M.; ARAÚJO, L.M.B. Osteoporose: um problema de saúde pública. *Revista Brasileira de Medicina - ginecologia e obstetria*, 8:113-123, 1997.
- MANOLAGAS, S.C.; JILKA, R.L. Bone marrow, cytokines, and bone remodeling. Emerging insights into the pathophysiology of osteoporosis. *N. Engl. J. Med.*, 332:305, 1995.
- MARCUS, R. *et al.* Osteoporosis and exercise in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(6): 301-307, 1992.
- MARTIN, A.D.; BROWN, E. The effects of physical activity on the human skeleton. *Top Geriatr. Rehabil.*, 4(2): 25-35, 1989.
- MATEO, G.L. Osteoporose: o inimigo silencioso. *Atualidades em Geriatria*, 3(16): 28-31, 1998.
- MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Osteoporose e atividade física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 5(3): 33-60, 1991.
- MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Exercício, densidade óssea e osteoporose. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 27(10): 730-744, 1992.
- MCARDLE, R. *et al.* Posição do Colégio Americano de Medicina Desportiva sobre Osteoporose e Exercício. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27(4): 10, 1995.
- MEIRELLES, E.S. Osteoporose. *Revista Brasileira de Medicina*, 50: 135-149, 1994.
- MOREIRA, C.A. *Atividade física na maturidade: avaliação e prescrição de exercícios*. Rio de Janeiro: Shape, 2001. p. 107.
- MOSQUERA, J. Osteoporose: objetivos a alcançar com um único tratamento. *Atualidades em Geriatria*, 1(2): 39-42, 1995.
- NUNES, J.F. *Atividade física e osteoporose*. Londrina: Midograf, 2001. p. 47-52.
- OLIVEIRA, L.G.; RASSI, N. Osteoporose. *Medicina em monografias*, 4(2): 17-40, 1988.
- PACIFICI, R. Is there a casual role for IL-1 in postmenopausal bone loss? *Calcif. Tiss. Int.*, 50: 295, 1992.
- PIMENTEL, J.R.; MENDONÇA, L.M.C. de; STOLNIKI, B. Osteoporose e Osteopenia: estudo de imagem e massa óssea. *ARS CVRANDI*, 29(5): 29-59, 1996.
- PINHEIRO, M.M. *et al.* Ultra-sonometria óssea. *Rev. Bras. Reumatol.*, 37(4): 217-220, 1997.
- PINTO, R.M.A.; CHIAPETA, S.M.S.V. O cálcio, o estrogênio e a atividade física na intervenção da osteoporose em mulheres no climatério. *Rev. Min. Educ. Fis., Viçosa*, 3(2): 5-16, 1995.
- ROSENBERG, A.E. Sistema esquelético e tumores de partes moles. In: COTRAN, R. S. *et al. Patologia estrutural e funcional*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 1094-1150.
- SAIMKIN, A. *et al.* Increased trabecular bone density due to bone loading exercise in postmenopausal osteoporotic women. *Calcif Tissue Res.*, 40: 59-63, 1987.
- SMITH, E.L. Exercise in the elderly to prolong and improve the quality of life. In: SKINNER; *et al. Future directions in exercise and sport science research*. Human Kinetics Books: Champaign, Illinois, 1989.
- SNELL, R.S. *Histologia clínica*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985. 686p.
- SOARES FILHO, A.; LEMGRUBER, I. Menopausa e osteoporose. *Ars. Cvrandi*, 29(5): 60-74, 1996.
- STEINBERG, F.U. El ejercicio en la prevención y tratamiento de la osteoporosis. In: AVIOLI, L. V. *El Síndrome Osteoporótico*. Madrid: Ediciones CEA, 1989. p. 87-94.
- SUNYER, T. *et al.* Estrogen's bone - protective effects may involve differential IL-1 receptor regulation in human osteoclast - like cells. *J. Clin. Invest.*, 103(10): 1409-1418, 1999.
- TORTORA, G. J. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 4.ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 135p.
- URIST, M. *et al.* Current concepts in bone metabolism. *Ann. Int. Med.*, 80: 630, 1974.
- ZILSTRA, S. *et al.* Effect physical activity on lumbar spine and femoral neck bone densities. *Int. J. Sports Med.* 10: 181-186, 1989.

Recebido para publicação em: 14/08/2003.

Received for publication on 14 August 2003.

Aceito para publicação em: 18/11/2003.

Accepted for publication on 18 November 2003.