

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

***Relação entre a prática de Ginástica Artística e a densidade mineral  
óssea diminuída decorrente do hiperparatireoidismo primário***

**Luiza Naujorks Reis**

**Porto Alegre - RS  
Dezembro 2010**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

***Relação entre a prática de Ginástica Artística e a densidade mineral óssea diminuída decorrente do hiperparatireoidismo primário***

**Luiza Naujorks Reis**

*Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para obter o  
título de licenciado em Educação Física pela  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
– UFRGS*

*Orientador: Prof. Dr. João Carlos Oliva*

**Porto Alegre - RS  
Dezembro 2010**

## RESUMO

A Ginástica Artística é uma modalidade muito complexa, onde os praticantes são estimulados a desenvolver muitas habilidades físicas. Vários estudos concordam que a Ginástica Artística aumenta a DMO em atletas dessa modalidade, em virtude do estresse mecânico envolvido no esporte. O Hiperparatireoidismo ocorre principalmente em mulheres com mais de 40 anos, quando a glândula paratireóide superativa, tendo entre seus sintomas a diminuição de cálcio nos ossos, diminuindo a DMO, facilitando as fraturas. O objetivo dessa revisão foi reunir as informações relevantes na literatura sobre densidade mineral óssea, a sua influência com a Ginástica Artística e a doença hiperparatireoidismo primário. Para isso, foram analisados estudos nacionais e alguns internacionais. Os aspectos discutidos foram: ginástica artística, tecido ósseo, biomecânica do osso, densidade mineral óssea, glândula paratireóide e hiperparatireoidismo primário. A partir dos dados encontrados na literatura, algumas constatações puderam ser realizadas. Concluimos que a Ginástica Artística é uma alternativa de exercício físico que aumenta a DMO das ginastas e poderia ser uma atividade física preventiva para algumas doenças como hiperparatireoidismo, porém, não pode ser praticado a partir de uma vida adulta e deveria ser iniciado a partir do diagnóstico precoce da doença no seu estágio inicial, por faltarem estudos práticos que comprovem esse benefício, talvez não seja o tipo de exercício mais adequado. Desta forma, são necessários novos estudos a respeito do hiperparatireoidismo primário, para definir claramente quais seriam os benefícios da atividade física nesse tipo de paciente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ginástica artística, Densidade mineral óssea, Hiperparatireoidismo primário.

## **ABSTRACT**

Artistic Gymnastics is a very complex modality, where the participants are stimulated to develop many physical abilities. A considerable number of studies agree that Artistic Gymnastics increases the BMD in athletes of this modality, due to the mechanical stress involved in its practice. The Hyperparathyroidism occurs mainly in women above forty years of age, when the parathyroid gland overactive, including between its symptoms the depletion in bone calcium, which decreases the level of BMD and facilitates fractures. And so, this revision's objective was to collect relevant information in literature about bone mineral density (BMD), its influence on Artistic Gymnastics and on primary hyperparathyroidism disease. For this research it was analyzed both national studies and some international ones. The discussed aspects were: artistic gymnastics, bone tissue, bone biomechanics, bone mineral density, parathyroid gland and primary hyperparathyroidism. From the data researched, some findings were made. We conclude, thus, that Artistic Gymnastics is one option of physical exercise which increases the BMD in gymnasts and could be used as a preventive physical activity for a number of diseases like hyperparathyroidism. However, it cannot be practiced after reaching adult life and should be started after an early diagnosis of the disease in its initial stage. Due to the lack of practical studies which verify the aforementioned benefit, perhaps Artistic Gymnastics isn't the most adequate exercise in this case. Therefore, we believe new studies about primary hyperparathyroidism are needed to clarify what're the benefits of physical activity for this kind of patient.

**KEYWORDS:** Artistic gymnastics, Bone mineral density, Primary hyperparathyroidism

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: PROCESSO DE FORMAÇÃO DOS OSSOS.....	25
FIGURA 2: REMODELAMENTO ÓSSEO .....	28

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: COMPONENTE CELULAR: OSTEOLASTO, OSTEOLASTO, OSTEÓCITO .....	20
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPT - carcinoma papilífero da tireóide

CMO - conteúdo mineral ósseo

DMO - densidade mineral óssea

FIG - Federação Internacional de Ginástica

GA - ginástica artística

IMC - índice de massa corporal

HPP- hiperparatireoidismo primário

HPS - hiperparatireoidismo secundário

HPT- hiperparatireoidismo

LES - lúpus eritematoso sistêmico

NEM1 - neoplasia endócrina múltipla tipo 1

PTH - paratormônio

UMBs - unidades multicelulares básicas

VO<sub>2</sub> máx - consumo máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 JUSTIFICATIVAS .....	12
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	12
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	13
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO.....	13
2.1.1 <i>Plano de coleta de dados</i> .....	13
2.1.1.1 <i>Identificação das fontes</i> .....	13
2.1.1.2 <i>Localização das fontes</i> .....	14
2.1.1.3 <i>Compilação</i> .....	14
2.1.1.4 <i>Fichamento</i> .....	14
2.1.1.5 <i>Análise e interpretação</i> .....	14
2.1.1.6 <i>Redação</i> .....	14
2.2 PROBLEMA .....	14
2.3 HIPÓTESES.....	15
3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISE .....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
3.1 HISTÓRICO DA GINÁSTICA ARTÍSTICA.....	16
3.2 A PRÁTICA DA GINÁSTICA ARTÍSTICA.....	17
3.3 SISTEMA ÓSSEO .....	19
3.4 BIOMECÂNICA DO OSSO .....	26
3.5 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA .....	29
3.6 GLÂNDULA PARATIREÓIDE .....	38
3.7 HIPERPARATIREOIDISMO.....	38
4. DISCUSSÃO .....	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
REFERÊNCIAS.....	47

## 1 INTRODUÇÃO

A ginástica artística (GA) é um esporte olímpico, praticado por homens e mulheres desde muito jovens. Ela é subdividida em quatro aparelhos no feminino, sendo eles a trave de equilíbrio, as paralelas assimétricas, o solo e o salto sobre a mesa; e seis no masculino: solo, salto sobre a mesa, barra fixa, paralelas simétricas, cavalo com alças e argolas. Os praticantes são estimulados a desenvolver muitas habilidades físicas como flexibilidade, força, resistência muscular, coordenação motora, equilíbrio e conscientização corporal, o que necessita muito esforço físico e treinamento disciplinado (SOUZA, 2006). A GA está entre os esportes tecnicamente complexos, em virtude da expressão dessas atividades motoras, da complexidade na coordenação dos exercícios e as elevadas exigências de estabilidade durante a execução.

Desde muito jovens, crianças são incentivadas a participar da GA não apenas de forma lúdica. O treinamento competitivo é estimulado desde cedo, para que a ginasta consiga alcançar a perfeição desejada. A enorme e constante carga de treinamento, tanto físico quanto técnico, acaba por causar um estresse mecânico nos ossos dos membros inferiores e superiores dos atletas que praticam esta modalidade. Os ossos são tecidos vivos que respondem a diversos estímulos. O estresse mecânico pode ser considerado como um deles, fazendo com que o osso se remodele. Essa remodelação não significa que o osso sofrerá uma deformidade, mas sim que ele irá se re-fazer, tanto na sua estrutura quanto no seu tamanho. Portanto, os ossos tendem a se modificar de acordo com a carga sofrida.

A densidade mineral óssea (DMO) permite a quantificação precisa da massa óssea de um indivíduo. Muitos fatores a influenciam, entre eles a raça, o sexo, a hereditariedade, o peso corporal, a dieta, a atividade física e o status hormonal. Durante a infância, de 2 a 10 anos (GALLAHUE e OZMUN, 2001), a DMO aumenta de forma gradual, enquanto na adolescência - de 12 a 18 anos (GALLAHUE e OZMUN, 2001) - ela aumenta de forma acelerada (LEWIN et al., 1997). Silva et al. (2004) afirmam que a adolescência é um período fundamental para a aquisição da massa óssea. Além de o pico de massa óssea poder aumentar com o estresse mecânico imposto aos ossos de acordo com o exercício que é praticado, a prática

de exercícios é recomendada como um método não-farmacológico para maximizar a densidade mineral óssea durante a adolescência (KELLEY et al. apud OLIVA, 2006).

Lewin et al. (1997) também afirma que após o crescimento ter sido completado, a massa óssea continuaria aumentando até atingir um pico. Este pico seria a quantidade máxima de massa óssea que um indivíduo acumularia desde o seu nascimento até a maturidade do seu esqueleto. E, após ter sido alcançado, poderia ser mantido por algum tempo ou entraria em declínio logo após ser atingido.

Em crianças, a estrutura óssea irá sofrer alterações no comprimento, na largura e na rigidez (NUNOMURA et al., 2009) e será mais vulnerável à desnutrição, à fadiga e ao surgimento de doenças (GALLAHUE apud NUNOMURA, 2009). Na adolescência, a prática de exercícios melhorará a saúde e contribuirá na diminuição da incidência de doenças crônicas como a osteoporose (NUNOMURA, 2009).

Dados encontrados em ginastas (OLIVA, 2006) dos 6 aos 12 anos que praticavam G.A. mais de três horas diárias, seis vezes por semana, indicam que a DMO de seus membros, tanto inferiores quanto superiores, é aumentada sempre quando comparadas a um grupo controle (meninas e meninos não atletas).

A doença hiperparatireoidismo (HPT) ocorre devido ao excesso de funcionamento das glândulas paratireóides, levando a um aumento do hormônio da paratireóide, o paratormônio (PTH). Tem como sintomas o aumento de cálcio no sangue (hipercalcemia), o aumento de cálcio na urina (hipercalcúria) e a retirada de cálcio dos ossos. Sendo assim, um indivíduo que sofre dessa doença tem a sua densidade mineral óssea diminuída. A diminuição da quantidade de cálcio nos ossos acaba por enfraquecê-los, levando a uma facilitação a fraturas.

O HPT pode ser primário ou secundário, sendo o primário caracterizado por uma desordem originada nas próprias glândulas paratireóides, fazendo com que elas secretem muito hormônio PTH. Já o secundário é causado devido a problemas como insuficiências renais, fazendo com que as paratireóides superativem.

O tratamento para o HPT é feito através de uma cirurgia que retira as glândulas paratireóides que estão superativadas. Para o hiperparatireoidismo secundário (HPS) são receitados calcimiméticos, sendo que alguns pacientes não necessitam de tratamento imediato.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo tentar relacionar, através do que existe na literatura acerca desses assuntos supracitados, a prática da GA com a DMO em portadores de hiperparatireoidismo primário (HPP).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Justifico a relevância deste estudo em virtude da existência de pacientes de HPP que não necessitam de tratamento cirúrgico nem farmacológico, sendo dessa forma, talvez possível a manutenção da DMO em níveis normais por mais tempo apenas com a prática da GA, reduzindo o risco de fraturas.

Além disso, já é comprovado pela literatura existente que o aumento do estresse mecânico nos ossos acarretaria um aumento da sua DMO. Sendo a GA uma modalidade esportiva caracterizada por grande estresse mecânico em seus treinamentos, viu-se que atletas dessa modalidade tendem a ter uma DMO aumentada em seus membros inferiores e superiores (OLIVA, 2006). Dessa maneira, tornam-se relevantes estudos que relacionem estes dois assuntos citados. Além disso, percebemos que a literatura existente referente à prática de GA relacionada com DMO é muito vasta, porém, quando relacionada a alguma doença, é muito limitada.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo dessa revisão foi reunir as informações relevantes na literatura sobre densidade mineral óssea, a sua influência com a Ginástica Artística e a doença hiperparatireoidismo primário, apontando algumas lacunas que possam ser objeto de pesquisas adicionais.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a diminuição da DMO ocorrida em função do HPP;
- Analisar o aumento da DMO dos membros inferiores e superiores ocorridos em função da prática de GA;
- Analisar a interferência da prática desportiva em portadores de HPP;
- Analisar e relacionar a diminuição da DMO em decorrência do HPP e a prática de GA.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO**

O presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa bibliográfica. Viso encontrar na literatura existente na área da DMO, da GA e do HPP algo que nos possa ser útil para melhoras da saúde dos portadores da doença, buscando aprofundar mais sobre o assunto. A pesquisa foi limitada entre os anos 1997 e 2010, não eliminando os artigos de revisão. O texto foi organizado em sete tópicos.

#### **2.1.1 Plano de coleta de dados**

Para a realização da pesquisa foram efetuados os seguintes passos:

##### **2.1.1.1 Identificação das fontes:**

Realizada através de procuras na internet, em periódicos de artigos científicos, em bibliografias citadas em livros referentes aos assuntos e em revistas científicas.

##### **2.1.1.2 Localização das fontes:**

Realizada através dos catálogos das bibliotecas da UFRGS para obtenção de livros e periódicos e da internet em sites atualizados.

##### **2.1.1.3 Compilação:**

O material selecionado foi lido para que pudessem ser identificadas as informações, a ponto de serem relacionadas e analisadas.

A leitura do material encontrado seguiu a seguinte ordem: leitura exploratória, leitura seletiva, leitura analítica e leitura interpretativa.

#### 2.1.1.4 Fichamento:

Realizado depois da leitura do material encontrado. Ele tem como objetivo a confecção das fichas através da identificação das obras consultadas, do registro dos conteúdos da obra, do registro dos comentários em relação à obra, colocando em ordem os registros e classificando as fichas.

#### 2.1.1.5 Análise e interpretação:

Realizadas através da crítica do material consultado.

#### 2.1.1.6 Redação:

Etapa final da pesquisa, onde o estudo foi redigido dentro das normas exigidas pela comissão de graduação do curso de Educação Física da UFRGS.

## 2.2 PROBLEMA

O problema compõe-se da seguinte interrogação: qual seria a influência da prática da GA na diminuição da DMO ocorrida em função da doença HPP?

## 2.3 HIPÓTESE

A prática da GA traria benefícios positivos quanto ao aumento da DMO em portadores da doença HPP, entre eles o fortalecimento dos seus ossos, diminuindo o risco de fraturas.

## 2.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISE

Primeiramente será citado um histórico da GA, passando por uma explicação sobre a prática e os praticantes da modalidade. A seguir sustentaremos nossa hipótese sobre o estresse mecânico influenciar o aumento da densidade mineral óssea em atletas através de uma explicação sobre o assunto. Depois disso, comentaremos o tecido ósseo e suas implicações para que no final, seja possível, após uma análise da doença HPP, tirarmos nossas conclusões a respeito da relação entre a prática de GA e o aumento de DMO em portadores dessa doença.

As fontes disponíveis para consultas serão: sites com conteúdos eletrônicos, capítulos de livros, artigos científicos, monografias, teses e dissertações sobre o tema em questão.

As palavras buscadas serão: Densidade Mineral Óssea, Ginástica Artística ou Ginástica Olímpica, Hiperparatireoidismo, Hiperparatireoidismo Primário, Glândula Paratireóide, Tecido Ósseo, Estresse Mecânico.

O texto será organizado em sete tópicos para melhor entendimento da análise:

- Histórico da Ginástica Artística
- A prática da Ginástica Artística
- Tecido ósseo
- Biomecânica do osso
- Densidade mineral óssea
- Glândula paratireóide
- Hiperparatireoidismo primário

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 HISTÓRICO DA GINÁSTICA ARTÍSTICA

Primeiramente, vale explicar as duas denominações incorporadas a esta modalidade. Anteriormente era conhecida como Ginástica Olímpica (GO), mas atualmente vem sendo chamada de Ginástica Artística (GA). Essa mudança de denominação aconteceu, pois a Federação Internacional de Ginástica (FIG) denominou a modalidade como Ginástica Artística, em virtude de entender que ginástica olímpica são todas as ginásticas praticadas nas Olimpíadas (Ginástica Artística masculina e feminina, Ginástica Rítmica e Trampolim Acrobático). Enquanto a denominação não receber uma padronização, ainda serão encontrados os dois tipos de nomes para a mesma modalidade (NUNOMURA e NISTA-PICCOLO, 2005).

A GA foi iniciada após a derrota vergonhosa da Prússia para a França na “Batalha de Jena” (1806), que influenciou o professor Johann Friedrich Ludwig Christoph Jahn a incitar a mocidade prussiana para se preparar fisicamente para expulsar o exército invasor. Este trabalho de Jahn é considerado a “célula mater” da GA e, por isso, ele é conhecido como Turnvater (pai da ginástica) (PÚBLIO, 2005).

Para Jahn,

“Caminhar, correr, saltar, lançar, sustentar-se são exercícios que nada custam, que podem ser praticados em toda a parte, gratuitos como o ar. Isso o Estado pode oferecer a todos: para os pobres, para a classe média, para os ricos, tendo cada um sua necessidade”. (JAHN apud PÚBLIO, 2005, p. 16)

Jahn lecionava em um instituto e era o encarregado das saídas bissemanais dos alunos até uma área sem cultivo e arborizada chamada Hasenheide, onde efetuava essas “batalhas simuladas”. Ele inaugurou, em Hasenheide, o primeiro local para a prática da Ginástica alemã ao ar livre. Então, Jahn proibiu o uso da palavra Gimnasia, substituindo-a por *Turnkunst*, pois considerava a ginástica de origem alemã (PÚBLIO, 2005).

Além da palavra *Turnkunst* para designar a ginástica em si, Jahn também inventou outras palavras, que se tornaram termos técnicos verdadeiros para a ginástica de aparelhos alemã. Entre eles *turnen* (praticar ginástica), *turnplatz* (local de ginástica), *Turner* (ginasta), *voltigieren* (balançar, voltear), *turner* (lutar, brigar), *turntag* (Dia da Ginástica). (PÚBLIO, 2005).

Sendo assim, o *turnen* tinha como objetivos alcançar autoconfiança, autodisciplina, independência, lealdade e obediência. Foi considerado como lema do movimento ginástico alemão: fidelidade, força, fé e fervor. (PÚBLIO, 2005).

Em 1813, Jahn e 137 ginastas participaram ativamente do Terceiro Batalhão na luta de libertação nacional contra o poderio estrangeiro de Napoleão, que acontecia desde a derrota vergonhosa na “Batalha de Jena”. Em 1815, o movimento *turnen* cresce, muitos jovens procuram a Hasenheide. Assim, foi necessária a divisão dos alunos em grupos, de acordo com a idade, a categoria e a capacidade. Então, a Prússia passa de mutilada (1807) a ressuscitada (1815), (PÚBLIO, 2005).

Com a guerra ganha, Jahn passa a ser malvisto por tentar convencer a juventude alemã a praticar a ginástica. Assim, em 1818, o *turnen* passa a ser considerado revolucionário e demagógico, sendo proibida a sua prática. Este momento histórico ficou conhecido como “bloqueio ginástico”. Diversos ginastas alemães emigraram, difundindo a ginástica para o mundo inteiro. (PÚBLIO, 2005).

Vale salientar a importância de Guts Muths, considerado o pai da ginástica pedagógica alemã. Jahn empregou muitos dos exercícios publicados nos livros de Muths. Dessa maneira, Guts Muths é considerado o introdutor da ginástica pedagógico-didática, constituindo-a como base sistemática que serve de fundamento para a ginástica educativa. Para Jahn, cabe o mérito de ter disseminado a ginástica em aparelhos para o mundo (PÚBLIO, 2005).

### 3.2 A PRÁTICA DA GINÁSTICA ARTÍSTICA

Segundo Smoleuskiy e Gaverdouskiy (1998), a GA é uma atividade que se expressa na coordenação complexa de ações individuais onde as ginastas são avaliadas por um quadro de juízes de acordo com os critérios de dificuldade, a

composição e a qualidade de execução da série executada. A GA feminina compreende quatro aparelhos: salto sobre a mesa, paralelas assimétricas, trave de equilíbrio e solo. Enquanto a GA masculina compreende seis: solo, cavalo com alças, argolas, salto sobre a mesa, paralelas simétricas e barra fixa (NUNOMURA, 2002).

A GA é conhecida como uma modalidade esportiva acessível a poucas pessoas e com uma enorme complexidade de execução. Ela é composta de elementos considerados fundamentais para o desenvolvimento motor do ser humano: rolar, equilibrar, saltar, girar, entre outros. Dessa forma, ao aprendermos a executar esses elementos, combinando-os, facilitaríamos o aprimoramento das nossas capacidades físicas mais complexas, ampliando as nossas possibilidades de desempenho de habilidades motoras (NISTA-PICCOLO, 2005). O programa de treinamento de GA é formado por exercícios de preparação física geral, preparação física especial, preparação motora especial e preparação técnica especial (SMOLEUSKIY e GAVEROUSKIY, 1998).

Nista-Piccolo (2005) afirmou que, apesar de a prática da GA ter aumentado em função dos resultados dos ginastas brasileiros em campeonatos internacionais, ela ainda está longe de ter uma prática maciça no Brasil. Para ela, isso ocorre devido a vários fatores, entre eles, o custo dos aparelhos elevado, a falta de espaço suficiente e de professores qualificados.

Segundo Nunomura e Tsukamoto (2005), os fundamentos da GA são:

- No solo: rolamentos, parada-de-mãos, estrela, rodante, reversões
- Nas paralelas: oitavas, giros, quipes
- No salto: salto grupado, afastado, reversão

Todos os elementos da GA se agrupam em famílias de acordo com o seu valor de dificuldade caracterizado pelo código de pontuação da Federação Internacional de Ginástica (FIG).

A prática da GA é, na maioria das vezes, feita apenas com objetivos competitivos, de formar futuros atletas. Não lembro, na minha experiência nesta modalidade, de conhecer algum professor que tivesse como objetivo nos seus alunos apenas ampliar o seu repertório motor ou melhoras das condições de sua saúde.

Segundo Nunomura (2005), muitas pessoas têm medo de praticar GA por considerá-la uma modalidade muito perigosa, mas estudos trazem que, em comparação a outras modalidades esportivas, a GA encontra-se em 7º lugar em número de acidentes (ALCAZAR apud NUNOMURA, 2005). Outro estudo que levantou o número de pessoas que chegavam ao centro de emergência de hospitais em função de acidentes no esporte mostrou a GA como 24ª colocada (SANDS apud NUNOMURA, 2005). Dessa maneira, a GA pode ser considerada como um esporte relativamente seguro.

### 3.3 SISTEMA ÓSSEO

Os ossos constituem a parte passiva do aparelho locomotor. É considerada a parte passiva, pois o seu movimento se dá a partir da contração e do relaxamento dos músculos que neles se inserem (MARCHETTI et al., 2007).

Segundo Astrand et al. (2006), o esqueleto é a estrutura que suporta o corpo e protege órgãos vitais como o sistema nervoso, o coração e os pulmões. Ele é composto pelos 206 ossos que existem no corpo humano. Segundo Marchetti et al. (2007), 126 destes ossos estão no esqueleto apendicular, 74 no axial e seis ossículos no ouvido, sendo responsáveis por em torno de 16% do peso corporal total. Frankel e Nordin (2005) afirmam que o osso está entre as estruturas mais duras do corpo, perdendo apenas para a dentina e o esmalte dentário. O tecido ósseo é a maior reserva de cálcio e fósforo do corpo. Suas cavidades são preenchidas pela medula óssea, que produz células sanguíneas durante toda a vida (MARCHETTI et al, 2007).

Conforme Marchetti et al. (2007), o osso é uma estrutura dinâmica viva, provida de vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos. Como qualquer outro tecido vivo, precisa de nutrientes essenciais e, por isso, recebe um grande suprimento sanguíneo (WILMORE e COSTILL, 2001), além de ser um dos tecidos mais metabólicos e dinamicamente ativos, se mantendo ativo durante toda a vida (FRANKEL e NORDIN, 2005).

O tecido ósseo é composto por materiais orgânicos e inorgânicos, formados por matriz e células (MARCHETTI et al, 2007). A sua constituição é de células distribuídas através de um arranjo do tipo treliça (WILMORE e COSTILL, 2001). A parte inorgânica é formada por minerais, sendo os principais, carbonato de cálcio, fosfato de cálcio e cristais de hidroxiapatia. Em função dos depósitos de minerais, ele é duro e denso. A parte orgânica é composta pelo componente celular (osteoblastos, osteoclastos, osteócitos), as fibras da matriz extracelular e as substâncias de base produzidas pelas células, sendo 95% formada por colágenos. Em função disso, o osso também é flexível e elástico (MARCHETTI et al, 2007). Ou seja, os componentes inorgânicos o tornam um tecido duro e rígido, e os orgânicos, flexível e elástico. A composição do osso (quantidade de componentes orgânicos e inorgânicos) depende do local, da idade, da dieta e da presença de doenças. (FRANKEL e NORDIN, 2005).

O componente celular, citado anteriormente como componente da parte orgânica do osso, é composto basicamente pelos osteoblastos, osteoclastos e osteócitos segundo Marchetti et al. (2007):

**TABELA 1: componente celular: osteoblasto, osteoclasto, osteócito**

	<b>Osteoblasto</b>	<b>Osteoclasto</b>	<b>Osteócito</b>
	Células jovens	Originários de monócitos sangüíneos, fundidos pela membrana dos vasos	Osteoblastos envolvidos totalmente por matriz
	Núcleo grande e claro	Células gigantes multinucleadas (6 a 50 núcleos)	Cromatina é condensada
	Prolongamentos que formam canalículos	Localizados em depressões formadas por enzimas após digerirem o tecido ósseo, formando os sítios de reabsorção óssea	Ocupam lacunas de onde partem canalículos, que são junções comunicantes
<b>Quantidade de Retículo Endoplasmático Rugoso e Complexo de Golgi</b>	Grande quantidade, por serem sintetizadores ativos de matriz		Pouca quantidade, por não serem sintetizadores ativos de matriz

<b>Função:</b>	Síntese da parte orgânica da matriz óssea, localizada na superfície óssea. (células formadoras de osso)(WILMORE e COSTILL, 2001)	Reabsorção de lisossomos, permitindo sua renovação. Secretam ácidos e enzimas que atacam a matriz e liberam cálcio.	Manutenção da matriz orgânica
----------------	--	---	-------------------------------

(Fonte: Marchetti et al., 2007)

Segundo Marchetti et al. (2007), os ossos são classificados de acordo com a sua forma, existindo cinco categorias: ossos longos, ossos planos ou chatos, ossos curtos, ossos irregulares e ossos pneumáticos. Podendo ainda ser divididos em sesamóides e acessórios.

Mais especificamente a respeito dos ossos longos, neles podem ser percebidas uma diáfise (parte central) e duas epífises (extremidades). A diáfise, ou corpo, tem formato cilíndrico e contém a cavidade medular (cavidade envolta por osso compacto onde se encontra a medula óssea), enquanto as epífises, ou cabeças, têm formato irregular com relevos atípicos (cabeça, côndilos, tubérculos, incisuras, fossas, trocânteres ou tuberosidades) que servem de inserções para ligamentos e tendões, permitindo encaixes firmes com os ossos vizinhos, ocasionando o tipo de movimento possível nas articulações (MARCHETTI et al., 2007).

Em conjunto com as articulações, as cartilagens e os ligamentos, os ossos formam o suporte estrutural do corpo. Eles têm como função fornecer pontos de fixação para os músculos, proteger tecidos delicados e atuar como reservatórios de cálcio e de fósforo, além de alguns estarem envolvidos na formação de células do sangue (WILMORE e COSTILL, 2001). Podemos dividir suas funções em mecânicas (proteção dos órgãos nobres, sustentação do corpo, movimento corporal) e fisiológicas (reserva mineral de cálcio, fosfato e íons e hematopoiese, protegendo a medula óssea) (MARCHETTI et al, 2007).

O esqueleto do ser humano é composto por tecidos conjuntivos de três tipos: ossos, cartilagens e tecido conjuntivo propriamente dito. O tecido conjuntivo propriamente dito nada mais é do que o que conecta os ossos, ou seja, as articulações sinoviais que nos permitem movimentos (ASTRAND et al., 2006).

Cada tipo de tecido conjuntivo citado no parágrafo anterior é formado por células imersas em uma matriz extracelular produzida pelas próprias células. Os

fitoblastos (tecido conjuntivo propriamente dito), condroblastos (cartilagens) e osteoblastos (ossos). Estes três tipos de células consistem em uma substância fundamental amorfa, reforçada por fibras colágenas, tendo a sua diferença entre essas substâncias e entre o tipo de fibra colágena presente, fazendo com que tenham um desenvolvimento muito parecido, porém difiram totalmente quanto a aparência e natureza (ASTRAND et al., 2006).

Falando mais especificamente sobre a matriz extracelular de cada um desses três tipos de células, a matriz do tecido conjuntivo propriamente dito tem a consistência de um gel macio, em ligamentos e tendões a quantidade de fibras colágenas supera a quantidade de células. Além de a maior parte das fibras colágenas terem orientação paralela em relação à principal direção do tendão, fazendo com que forneçam uma alta força tênsil nas estruturas envolvidas. Já a matriz da cartilagem é composta de grandes complexos proteoglicanos que formam, em conjunto com as fibras colágenas, uma rede por toda ela, garantindo consistência firme e elástica à cartilagem. É possível perceber uma grande semelhança entre a matriz dos ossos e das cartilagens, porém a sua principal diferença é que a matriz dos ossos tem a propriedade de ser mineralizada pela deposição de fosfato de cálcio (ASTRAND et al., 2006).

Como já foi dito anteriormente os ossos são compostos de células imersas em uma matriz extracelular produzida pelas próprias células. Logo depois da produção da matriz pelos osteoblastos (que só são chamados dessa maneira nessa fase preliminar da formação, recebendo posteriormente o nome de osteócitos), ela é mineralizada pela deposição de fosfato de cálcio na forma de hidroxiapatita. Se ocorrer um atraso nessa mineralização a quantidade de substância não-mineralizada se torna muito grande, fazendo com que os ossos não consigam suportar o peso do corpo, e causando anormalidades típicas do esqueleto (ASTRAND et al., 2006).

Os fetos têm, em sua maioria, as cartilagens, que gradualmente vão sendo substituídas pelos ossos. A predominância em quantidade nos adultos é de ossos, enquanto que nos fetos, de cartilagens. Sendo assim, no adulto, sobra cartilagem apenas nos discos epifisários, nas superfícies articulares e em locais onde a elasticidade é importante (exemplo: extremidades esternais das costelas). É através da quantidade de ossos e cartilagens que pode ser determinada a idade esquelética de uma criança. Já é comprovado (C.A.Basset, 1962 apud ASTRAND et al., 2006)

que o desenvolvimento ósseo é afetado por fatores ambientais, além, é claro, de fatores endócrinos e nutricionais.

O processo de formação dos ossos (processo de ossificação) começa no mesênquima embrionário, que estabelece “modelos” com formas semelhantes a dos futuros ossos definitivos. As células se transformam em osteoblastos e depositam na cartilagem o osteóide para formar uma matriz óssea. Este depósito de minerais acontece nos núcleos de ossificação, núcleos estes que podem ser formados em cartilagens ou membranas fibrosas (MARCHETTI et al, 2007).

Como já vimos anteriormente, segundo Marchetti et al. (2007), existem diferentes tipos de ossos, tipos estes que diferem-se desde a sua formação. Os processos de ossificação dos ossos longos se chamam endocondrais e acontecem da seguinte forma. Primeiramente é formado um núcleo de ossificação na porção média do modelo cartilagíneo, que chamaremos de núcleo de ossificação primário. Este núcleo forma as diáfises ao se ossificar em direção às extremidades. Durante a formação da diáfise surgem dois novos núcleos nas extremidades, caracterizando as epífises, que chamaremos de núcleos de ossificação secundários. Surgem discos cartilaginosos entre as epífises e a diáfise, em função do crescimento simultâneo delas. Estes discos têm como função o crescimento dos ossos longos em comprimento e permanecem até o indivíduo terminar o seu desenvolvimento ósseo. Após o período do desenvolvimento ósseo, estes discos se ossificam formando a comissura diafisária, que será o osso maduro.

Wilmore e Costill (2001) explicam mais detalhadamente como ocorre o processo de ossificação. Segundo eles, o processo de ossificação é o processo no qual a cartilagem é transformada em osso, que começa a acontecer na diáfise. A seguir, de maneira resumida, as etapas da ossificação:

- 1) Na diáfise, a cartilagem que irá se transformar em osso é coberta pelo pericôndrio;
- 2) A ossificação em si começa quando o pericôndrio é penetrado por vasos sanguíneos. O pericôndrio vascularizado é chamado de periosteio;
- 3) As células formadoras de cartilagem (condrócitos) transformam-se em osteoblastos;
- 4) Os osteoblastos secretam substâncias que formam um anel de osso em torno da diáfise. No mesmo momento as células da cartilagem da área

central da diáfise sofrem várias alterações que causam a calcificação do osso. A área de formação do osso é chamada de centro primário de ossificação;

- 5) A cartilagem continua crescendo em comprimento e espessura. Ao mesmo tempo, continuam ocorrendo em direção as epífises o desenvolvimento periosteal e a formação de osso no centro primário de ossificação;
- 6) Após o nascimento surgem centros secundários de ossificação nas epífises;
- 7) As epífises começam a ossificar nesses centros secundários de ossificação;
- 8) Neste momento a formação do osso ocorre na diáfise e nas epífises deixando uma placa de cartilagem entre elas, esta placa é chamada de placa epifisária. A placa epifisária permite que nossos ossos alonguem durante nosso crescimento;
- 9) Ao mesmo tempo em que a cartilagem da borda diafisária é substituída, o crescimento cartilagenoso continua ocorrendo na borda epifisária, fazendo com que as placas epifisárias permaneçam com a mesma espessura;
- 10) O processo de ossificação termina quando as células da cartilagem pararam de crescer e as placas epifisárias são substituídas por osso. Nesse momento funde-se a diáfise com as epífises e não é mais possível aumentar o comprimento do osso.

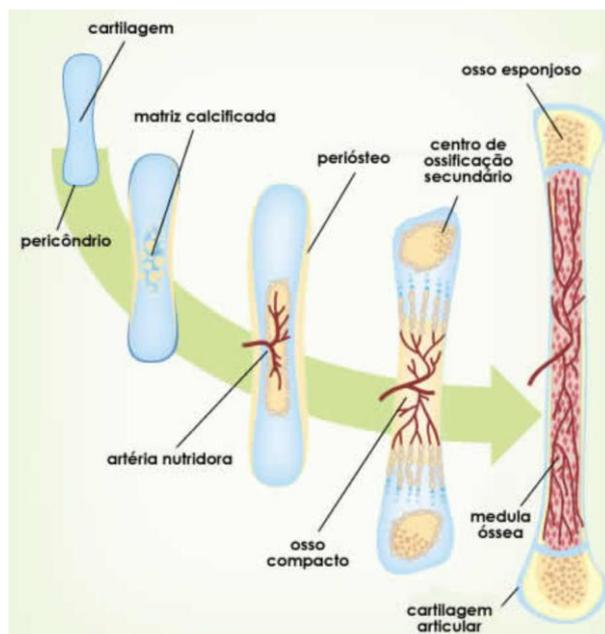


Figura 1: processo de formação dos ossos

Fonte: Google imagens em 23/09/2010

O processo de formação de outros tipos de ossos (planos, curtos, irregulares e pneumáticos) é chamado de intermembranoso. Nele a mineralização ocorre através de apenas um núcleo de ossificação, por não haver epífises e diáfise (MARCHETTI et al, 2007).

Segundo Wilmore e Costill (2001), a idade em que os ossos tendem a terminar esse processo varia de um indivíduo para outro, mas tende a iniciar o seu término na fase da pré-adolescência e terminar na segunda década de vida. Normalmente, as meninas atingem a maturidade óssea antes dos meninos. Marchetti et al (2007) concordam com isso ao afirmar que na maioria dos casos a ossificação apresenta variação individual e entre os ossos, mas em sua maioria tende a ocorrer entre 16 e 20 anos.

O exercício não exerce influência no crescimento ósseo quanto ao seu comprimento, porém ele aumenta a largura e a densidade óssea, depositando mais minerais na matriz óssea e aumentando a força do osso (WILMORE e COSTILL, 2001). Por ser um tecido altamente vascularizado, o osso tem excelente capacidade de se regenerar e alterar suas propriedades em função da demanda mecânica imposta a ele. Ver “Biomecânica do osso” e “densidade mineral óssea” a seguir.

*“Mudanças na densidade do osso são comumente observadas depois de períodos de desuso e uso intenso; mudanças na forma do osso são notadas durante as curas de fraturas e depois de certas operações. Dessa maneira, os ossos se adaptam as demandas mecânicas impostas a eles”. (FRANKEL e NORDIN, 2005)*

O cálcio é um nutriente essencial dos nossos ossos, que os armazenam. Quase a totalidade do cálcio do organismo (99%) está presente no tecido esquelético (MARCHETTI et al, 2007). Quando a concentração de cálcio é muito elevada, eles podem ser armazenados nos nossos ossos para serem utilizados quando a concentração estiver muito baixa. Por isso, os nossos ossos estão em constante mudança ao longo da nossa vida (WILMORE e COSTILL, 2001). Segundo Marchetti et al. (2007), o cálcio é um mineral fundamental na composição dos dentes e dos ossos, compondo em torno de 70% destas estruturas. Além disso, o cálcio tem

grande influência na contração muscular, na transmissão dos impulsos nervosos e na coagulação do sangue.

### 3.4 BIOMECÂNICA DO OSSO

Os ossos que apresentam maior interesse quando o assunto é biomecânica, segundo Marchetti et al. (2007), são os longos, devido a sua função de sustentação e de produzir alavancas permitindo os movimentos.

Segundo Frankel e Nordin (2005) as propriedades mecânicas do osso mais importantes são sua resistência e sua rigidez. Essas propriedades podem ser mais bem entendidas pelo seu comportamento sob cargas.

Existem diferentes tipos de força que são aplicadas ao osso. Deformação é a mudança de forma decorrente destas forças aplicadas (MARCHETTI et al, 2007). Essa deformação na estrutura pode ser mensurada em uma curva de carga-deformação (FRANKEL e NORDIN, 2005).

Elasticidade é a capacidade do osso para retornar a sua forma original depois de a carga ter sido removida. Enquanto a carga é aplicada, as fibras mais externas da estrutura começam a ceder em um ponto (limite elástico da estrutura). Ao exceder esse limite, a estrutura exhibe um componente plástico. Se a carga chegar a este componente plástico, a estrutura não mais voltará a sua dimensão original. Se a carga continuar sendo aumentada a estrutura falhará, acarretando a fratura do osso (FRANKEL e NORDIN, 2005).

Estas forças são classificadas de acordo com a tendência aplicada para deformar o osso. Sendo assim, são divididas em forças de tração, de compressão, de cisalhamento, de flexão e de torção. A seguir, explicarei brevemente cada uma delas (MARCHETTI et al, 2007).

- Tração: cargas iguais e opostas aplicadas na direção externa da estrutura. Resultando em alongamento e estreitamento do osso.
- Compressão: cargas iguais e opostas aplicadas na direção interna da estrutura. Resultando em encurtamento e alargamento do osso.

- Cisalhamento: cargas paralelas à superfície da estrutura. Resultando em deformação tangencial.
- Flexão: combinação de cargas de tração e compressão, devido ao envergamento da estrutura causado pelas cargas aplicadas.
- Torção: carga aplicada faz com que a estrutura gire em torno do seu próprio eixo. Resultando em torque produzido dentro do osso.

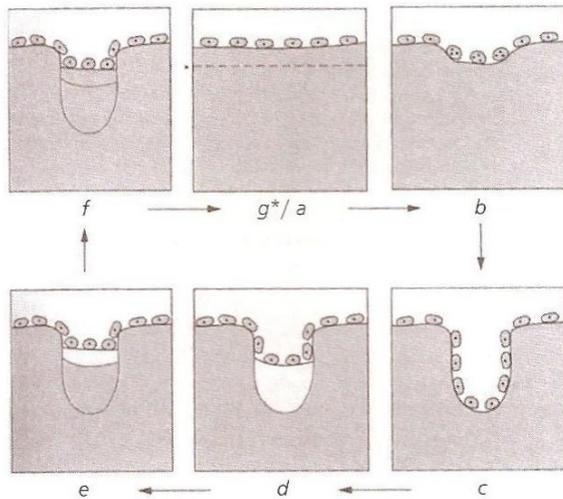
Expresso dessa maneira, parece que estas cargas trariam inúmeros prejuízos aos nossos ossos quando ocorressem, que seriam raras às vezes. Mas nos enganamos ao pensarmos dessa maneira, pois essas cargas mecânicas estão incidindo sobre os nossos ossos o tempo inteiro e, normalmente, essas cargas são combinadas, ocorrendo mais de uma ao mesmo tempo.

“As forças externas que agem sobre o corpo impõem cargas mecânicas que afetam suas estruturas internas (deformação), e para que o processo de remodelação óssea aconteça de forma satisfatória, torna-se necessário que os indivíduos submetam seus ossos a essas mesmas forças”. (MARCHETTI et al, 2007, p. 50)

Apesar de parecer que não mudem após a idade adulta, os ossos sofrem um remodelamento ósseo a cada 10 anos, substituindo uma quantidade de ossos correspondente a um esqueleto humano inteiro (Manola, 2000 apud ASTRAND et al., 2006). Segundo Marchetti et al. (2007), remodelamento ósseo é um processo contínuo que ocorre quando o tecido ósseo velho é destruído e reabsorvido. Este remodelamento ósseo é realizado pelos osteoclastos (reabsorvem os ossos) e os osteoblastos (formam os ossos), conhecidas como unidades multicelulares básicas (UMBs) (ASTRAND et al, 2006). Frankel e Nordin (2005) dizem que o processo de remodelação óssea é influenciado e modelado pelo estresse mecânico.

O remodelamento ósseo acontece nas superfícies ósseas da seguinte maneira:

- 1) Um grupo de osteoblastos perfura uma cavidade na superfície do osso;
- 2) Células osteogênicas proliferam-se, revestem a cavidade e começam a produzir uma nova matriz óssea;
- 3) A nova matriz óssea começa a ser mineralizada;
- 4) A nova matriz óssea passa a ser totalmente mineralizada.



**Figura 7.8** Ciclo do remodelamento ósseo: (a) superfície trabecular em repouso; (b) osteoclastos multinucleados fazem uma cavidade na superfície óssea; (c) a remoção dos ossos é completada por fagócitos mononucleares, e os osteoblastos invadem a cavidade de reabsorção, iniciando a secreção de nova matriz óssea (d); (e) continua a secreção da nova matriz óssea, e a mineralização acontece com pequena defasagem em relação à secreção; (f) a mineralização é completada, e o osso volta ao estado de imobilidade, com um pequeno déficit (\*) na massa óssea (g).

Com autorização de *Annual Review of Medicine*, Volume 38 © 1987 by Annual Reviews [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org).

## Figura 2: remodelamento ósseo

Fonte: Astrand et al, 2006

No final deste processo de remodelamento pode ser percebido que a quantidade de osso recém-formado é um pouco menor que a de osso substituído, causando uma pequena perda de tecido ósseo. Ao longo dos anos, essas perdas vão acumulando e gerando a perda óssea associada à idade. Além disso, é possível perceber que, por este processo ocorrer nas superfícies ósseas, ele ocorre mais nos ossos trabeculares do que nos compactos. Isso ocorre em função dos ossos trabeculares terem maior área de superfície. Desta maneira, a perda óssea associada à idade ocorre mais nos ossos trabeculares (exemplo: colo do fêmur), locais famosos pela incidência de fraturas osteoporóticas. (ASTRAND et al., 2006).

Um nível adequado de deformação é necessário para que o crescimento e o desenvolvimento dos nossos ossos ocorram de forma normal. Pois, quanto maior forem as cargas aplicadas aos nossos ossos, maior será o seu depósito de minerais, aumentando a DMO e deixando-os mais resistentes. Enquanto uma deformação

excessiva fará com que o crescimento ocorra de forma normal, podendo gerar lesões. Assim como a solicitação mecânica reduzida acarretará uma redução na DMO (MARCHETTI et al, 2007). Frankel e Nordin (2005) dizem que em repouso absoluto ocorre um declínio de massa óssea de aproximadamente 1% por semana.

Silva et al. (2004) citam que apesar de ser muito dito que o exercício físico intensifica o crescimento ósseo, ainda não foram encontrados na literatura científica específicos estudos bem desenvolvidos que sustentem essa afirmação. Segundo Silva, Teixeira e Lederer (2003) o pico de massa óssea em adolescentes atletas pode aumentar em virtude do estresse mecânico imposto aos exercícios pelo exercício praticado. Entretanto, ainda não se sabe ao certo quanto à intensidade adequada da prescrição do exercício físico. Talvez em treinamentos extenuantes os benefícios sobre a saúde dos ossos possam ser anulados ou diminuídos.

### 3.5 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

Segundo Davies et al (2005), 80% da nossa massa óssea é determinada geneticamente, porém existem muitos fatores que influenciam o acúmulo ósseo ao longo da nossa vida. Em seu estudo de revisão, eles consideraram a existência de três influências, a genética, a fetal e a do meio ambiente sobre a aquisição de massa óssea em crianças saudáveis.

Silva, Teixeira e Goldberg (2004) fizeram um estudo de revisão sobre o impacto da ingestão de cálcio sobre a mineralização óssea em adolescentes. Encontraram que excessos de proteínas e de refrigerantes comprometem a mineralização óssea, concluindo que, pelo menos durante o período da puberdade, é indicado manter o aporte de cálcio em níveis adequados para maximizar o pico de massa óssea.

Silva et al. (2004) estudaram a mineralização óssea em adolescentes do sexo masculino para averiguar os anos críticos para aquisição de massa óssea. Seu objetivo foi verificar o comportamento do CMO e da DMO em adolescentes do sexo masculino em função da faixa etária e do nível maturacional dos caracteres sexuais secundários. Para isso utilizaram 47 adolescentes saudáveis entre 10 e 19 anos de idade, sendo avaliados quanto à ingestão de cálcio, peso, estatura, índice de massa

corporal (IMC), estágio puberal, DMO e conteúdo mineral ósseo (CMO) na coluna e no fêmur. A massa óssea foi mensurada por densitometria óssea. Concluíram que há um aumento importante na mineralização óssea durante a adolescência, sendo que essa evidência foi percebida em níveis maturacionais superiores a G3. Este estudo concluiu que os anos críticos para a aquisição de massa óssea são 14-15 anos de idade.

Lewin et al. (1997) analisaram a influência do peso corporal e da idade na DMO vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras. Encontraram como resultados que as mulheres mais leves (40-49 kg) atingiram a DMO máxima aos 30-39 anos de idade, enquanto as mais pesadas (60-79 kg) aos 20 anos. A diminuição da DMO foi mais intensa e começou mais cedo nas mulheres mais leves, chegando-se a um declínio 5,3% maior que as mais pesadas.

Frazão e Naveira (2007) realizaram uma pesquisa com 413 mulheres brancas, para avaliar se os fatores para baixa DMO em mulheres idosas eram os mesmos para outras faixas etárias. Mais de 200 mulheres tinham menos de 59 anos, enquanto o resto tinha mais que 60 anos. Foram pesquisadas a idade, IMC, tabagismo, consumo de álcool e leite, atividade física e terapia de reposição hormonal. Pôde ser concluído que idade avançada, massa corporal, atividade física, consumo de leite e de álcool são importantes para a regulação da massa óssea. Fatores comportamentais se mostraram mais importantes como medidas preventivas na saúde de mulheres mais idosas.

Segundo Lazaretti-Castro (2004), os critérios para risco de fratura em mulheres pós-menopausadas parte do que é considerado “ideal” de massa óssea para adultos jovens de 20 a 30 anos de idade. Dessa forma, quanto maior o número de desvios padrão abaixo dessa média, maior é o risco de fratura, ou seja, o índice de fraturas é maior em indivíduos com DMO menor (DAVIES et al, 2005).

Havill et al. (2007) dizem que a DMO pode ter influência genética e que atividade física moderada traz efeitos notáveis aos ossos. Vale ressaltar que eles concluíram isso através de um estudo com 710 indivíduos de oito a 85 anos de idade com o objetivo de encontrar os efeitos dos genes, do sexo, da idade e da atividade física na DMO.

Ocarino e Serakides (2006) fizeram um estudo de revisão sobre os efeitos da atividade física no osso normal e na prevenção do tratamento da osteoporose.

Segundo eles, a atividade física, seja de forma direta ou indireta, interfere no tecido ósseo. Porém não são todos os tipos de exercícios que promovem efeito benéfico sobre o esqueleto de mulheres pós-menopausa. Exercícios com carga de peso moderada como caminhadas promovem um aumento do CMO, enquanto exercícios de baixa carga de peso como natação são ótimos para o condicionamento cardiovascular, porém não alteram o CMO. Dessa forma, é comprovado que exercícios físicos com carga de peso moderada ajudam na manutenção ou ganho de massa óssea em mulheres pós-menopausa. Pôde ser concluído que não existem dúvidas quanto aos efeitos benéficos da atividade física sobre o tecido ósseo, tanto em indivíduos normais, quanto na prevenção e tratamento da osteoporose<sup>1</sup>.

Florindo (2000), em sua dissertação de mestrado, analisou a correlação entre atividade física habitual ao longo da vida e a DMO em homens adultos e idosos. Para isso ele utilizou 326 homens com mais de 50 anos. Os dados de DMO foram coletados através de densitometria óssea do corpo total, colo do fêmur, triângulo de Ward, trocânter e coluna lombar. Os dados da atividade física foram coletados através de um questionário dividido em questões sobre atividades físicas de 10 a 20 anos de idade, de 21 a 30 anos de idade, de 31 a 50 anos de idade e nos últimos 12 meses. Encontrou como resultados que a prática de atividade física reduz ao longo da vida. Pode ser concluído que a atividade física habitual praticada durante a adolescência pode contribuir para a preservação da DMO e prevenção da osteoporose em adultos e idosos.

Almeida e Rodrigues (1997) relatam em seu estudo sobre a influência da atividade física e da ingestão de cálcio na osteoporose. Concluíram que a prática de atividades físicas que produzem carga sobre o tecido ósseo não exercem efeito elevador da massa óssea em situações de forte deprivação hormonal, como nos primeiros cinco anos depois da menopausa, época em que o estado hormonal é fator preponderante sobre a massa óssea.

Segundo Kalinina, Kalinine e Müller (2004), a atividade física sistemática melhora a saúde óssea (determinada pela DMO) e o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> máx) das pessoas. Dessa forma, fizeram um estudo com o objetivo de relacionar a DMO e o VO<sub>2</sub> máx em mulheres após a menopausa. Para isso

---

<sup>1</sup> A osteoporose é uma doença caracterizada pela diminuição do CMO, provocando um aumento da porosidade óssea e levando a um aumento no risco de fraturas.

utilizaram 12 mulheres com idade entre 50 e 60 anos, que já tinham feito exame de densitometria óssea. Para a coleta do VO<sub>2</sub> máx utilizaram o Teste de Caminhada de 400m de Kalinina (2002). Concluíram que o VO<sub>2</sub> máx pode ser usado como índice de saúde óssea em mulheres após a menopausa, pois a correlação entre VO<sub>2</sub> máx e DMO da coluna e do fêmur foi significativa.

Uusi-Rasi et al. (2008) fizeram um estudo prospectivo de 10 anos sobre a influência da ingestão de cálcio e atividade física na estrutura óssea de mulheres pré e pós-menopausa. Para isso foram utilizadas 133 mulheres na pré-menopausa e 134 na pós-menopausa com diferentes níveis de atividade física (alta e baixa prática) e consumo de cálcio (alta e baixa ingestão, respectivamente). Houve diferenças quanto a DMO inicial entre as mulheres que praticavam atividade física e as que não praticavam, sendo maior para as que praticavam. Diferenças estas que se mantiveram no final do estudo, com uma pequena diminuição da diferença entre a DMO do fêmur. O grupo de mulheres pré-menopausa com alta ingestão de cálcio teve um retardo no declínio da DMO do trocânter. Ou seja, a alta prática de atividades físicas nas mulheres mais velhas foi benéfica para a DMO do fêmur.

Em seu estudo de revisão, Silva, Teixeira e Lederer (2003) concluíram que em um grupo de atleta de diferentes modalidades e ambos os sexos há um DMO potencializada pelos exercícios quando comparados a um grupo controle.

Moser, Melo e Santos (2004) fizeram um estudo sobre a influência da atividade física praticada na infância e na adolescência sobre a DMO atual de 200 mulheres. Encontraram que a perda óssea de mulheres que praticaram atividade física na infância e continuam praticando foi menor que as que não praticaram atividade física na infância, concluindo que a prática de atividade física no passado exerce mais influência sobre a DMO das mulheres do que a prática atual.

Cadore, Brentano e Kruehl (2005) fizeram um estudo de revisão sobre os efeitos da atividade física na DMO e na remodelação do tecido ósseo. Puderam concluir que muitos estudos concluem que atividade física de alto impacto ou que exija alta produção de força pode aumentar benéficamente a DMO, isso por causa da remodelação óssea que ocorre durante a atividade. Sobre o tipo de atividade física que é ideal para aumentar o pico de massa óssea na adolescência e mantê-la na fase adulta ainda se encontram muitas divergências.

Igyi et al. (2010) fizeram um estudo prospectivo de 7 anos para verificar se o nível da atividade física de lazer durante a adolescência afeta o CMO e a DMO obtida na idade adulta. Para isso foram utilizadas 202 meninas finlandesas com idade entre 10 e 13 anos divididas em quatro grupos (baixa atividade física, elevada atividade física, mudou de baixa para alta atividade física, mudou de alta para baixa atividade física). A DMO foi medida por DXA<sup>2</sup>. A quantidade de atividade física de lazer realizada foi obtida através de questionário. No início do estudo não houve diferenças entre a CMO e a DMO entre os grupos. Aos 18 anos, o grupo de baixa atividade física teve menor DMO e CMO que o grupo de elevada atividade física e o grupo que mudou de baixa para alta atividade física. Com esses resultados, pôde ser concluído que atividade física de lazer à longo prazo tem efeito positivo sobre o ganho de massa óssea nas meninas durante a transição pré-puberdade e início da idade adulta. Meninas que aumentam sua atividade física durante a adolescência também têm esse benefício.

Barros et al. (2008) fizeram um estudo de revisão relacionando a massa óssea e a atividade física na infância e na adolescência. Puderam constatar que exercícios com compressões ósseas induzem adaptações da estrutura esquelética deixando-a mais resistente a estímulos externos. A GA, além de outros esportes como voleibol e basquetebol, está entre os mais indicados para aumentar a DMO. Do contrário, exercícios aquáticos não trazem nenhum benefício para a DMO. Porém, atletas femininas que praticam exercício de forma intensa, repetitiva e persistente podem apresentar fragilidade óssea em função do estrogênio diminuído com o exercício excessivo. Concluíram que o estudo dos processos maturacionais são complexos e multifatoriais, necessitando mais investigações sobre a influência do exercício no crescimento.

---

<sup>2</sup> DXA é um método muito preciso para medir conteúdo mineral através de pouca radiação. É baseado na atenuação sofrida pelos raios X ao atravessar os diferentes tecidos de um corpo. Os dois tipos de energia padronizados nesses raios X possibilitam a diferenciação entre os vários tecidos corporais, dividindo o organismo em conteúdo mineral, massa gorda e massa magra. No compartimento ósseo, o método é capaz de determinar a quantidade de mineral em gramas (CMO) contido numa determinada projeção de osso. Dividindo esse conteúdo mineral pela área óssea do local, obtém-se o que se convencionou chamar densidade, embora se trate de uma medida de interpretação g/cm<sup>2</sup>. (LAZARETTI-CASTRO, 2004)

Alves e Lima (2008) concordam com Barros et al. (2008) ao relatarem em seus estudos o impacto que a atividade física e os esportes fazem sobre o crescimento e a puberdade de crianças e adolescentes e que a atividade física extenuante afeta a mineralização óssea.

Nazarian, Khayambashi e Rahnama (2010) compararam a DMO na perna dominante e não-dominante de jogadores profissionais de futebol e não-atletas. Para isso, foram utilizados 15 jogadores profissionais de futebol e 14 indivíduos saudáveis não-atletas. Todos os participantes do estudo estavam livres de qualquer doença, não tomavam nenhum medicamento, nem utilizavam drogas, álcool e cigarro. Foram anotados os níveis de atividade física e a dieta de cada um. A DMO foi medida por DXA no fêmur e trocânter das pernas dominante e não-dominante. Percebeu-se que a perna não-dominante em jogadores de futebol teve uma DMO maior que a dominante. Não houve diferenças significativas entre as pernas no grupo controle. Ambas as pernas dos jogadores de futebol tiveram DMO superior as pernas do grupo controle. Concluiu-se que a DMO da perna não-dominante é maior em função do seu envolvimento na decolagem, pouso e posicionamento do chute. O futebol levou a um aumento da DMO de ambas as pernas, o que pode ser benéfico na prevenção da osteoporose.

Valdimarsson et al. (2005) compararam o impacto decorrente da prática do futebol entre 66 jogadoras de futebol feminino da Suécia (48 com idade média de 18 anos e 18 com idade média de 43 anos) e um grupo controle de 64 indivíduos de mesma idade e sexo, durante oito anos. Avaliaram a DMO e os efeitos do treinamento intenso e reduzido. Como resultados, obtiveram que tanto as jogadoras ainda ativas, quanto as que se aposentaram durante o acompanhamento e as que já estavam aposentadas tiveram DMO inicial maior do que o grupo controle para os membros inferiores. O ganho de DMO anual foi maior nos membros inferiores das jogadoras ativas em comparação ao grupo controle. Já as jogadoras de futebol que se aposentaram durante o período acompanhado tiveram uma perda de DMO durante o período. As jogadoras já aposentadas perderam DMO durante o período acompanhado, enquanto o grupo controle ganhou DMO no trocânter. Dessa forma, pôde ser concluído que mulheres que praticam exercício intenso após a puberdade obtêm um alto nível de DMO, enquanto o decréscimo de atividade física irá resultar a uma maior perda quando comparada a um grupo controle.

Dowthwaite e Scerpella (2009) fizeram uma revisão sobre a geometria óssea e os índices de força esquelética associadas à exposição à carga da GA durante o crescimento. A literatura que se encontra sobre a adaptação geométrica óssea para a GA é escassa, além de limitada, pois se consiste de resultados para diferentes partes do esqueleto, fases da maturidade, gênero e métodos de avaliação, o que dificulta a síntese de uma visão prevalecente. Além de a maioria dos estudos analisarem apenas as meninas, não trazendo informações quanto aos meninos e adultos de ambos os sexos. Mas como já é sabido, a GA parece trazer benefícios para a DMO, aumentando a resistência óssea, havendo divergências entre o percentual de aumento. Os autores concluíram que são necessárias mais pesquisas que tratem de sexo, maturidade, adaptação do tecido ósseo específico e manutenção dos benefícios depois de parar de praticar GA.

Laing et al. (2005) fizeram um estudo onde compararam as características minerais dos ossos da coluna lombar e do fêmur de nove ginastas de alto nível e de 56 ginastas de baixo nível com um grupo controle (78), ambos com idade entre quatro e oito anos. É interessante ressaltar que neste estudo, as ginastas iniciaram na GA com uma DMO mais baixa que a do grupo controle. Porém, após dois anos de participação na GA, tanto as ginastas de alto nível quanto as de baixo nível tiveram um acúmulo significativamente maior no fêmur e na coluna lombar quando comparados ao grupo controle. As ginastas de alto nível obtiveram um ganho adicional no fêmur, quando comparadas as de baixo nível. Os dados de DMO foram medidos a cada seis meses usando DXA.

Nurmi-Lawton et al. (2004) investigaram as influências a longo prazo (três anos) do exercício de carga e impacto sobre a quantidade e qualidade óssea em jovens mulheres ginastas, após controlar o crescimento, a maturação e fatores hereditários. Eles utilizaram 45 ginastas e 52 indivíduos de um grupo controle normalmente ativos de oito a 17 anos de idade. A atividade física e o ultra-som quantitativo foram medidos anualmente. Escaneamentos por DXA do corpo total e da coluna lombar, CMO e DMO foram feitos três vezes em intervalos de um ano. As influências hereditárias foram avaliadas com 27 mães de ginastas e 26 mães do grupo controle voluntárias, através de medidas de antropometria, ultra-som quantitativo e DMO. Como resultado, as ginastas foram mais baixas e mais magras

como suas mães, porém com ultra-som quantitativo, conteúdo mineral ósseo e DMO axial e perpendicular mais altos, quando comparadas ao grupo controle.

Kudlac et al. (2004) examinaram as mudanças longitudinais na DMO de dez ginastas de GA em comparação com um grupo controle (nove não atletas). A DMO das ginastas foi determinada por DXA no início do seu último ano de competições e a do grupo controle durante um período de tempo similar. As ginastas tiveram uma DMO maior que o grupo controle no colo do fêmur, no triângulo de Ward, no trocânter e no corpo total. Com a retirada das competições, a DMO das ginastas permaneceu maior no corpo total, no colo do fêmur, no trocânter e no triângulo de Ward, sendo que em ambos os grupos houve um declínio de DMO. Concluiu-se, então, que ginastas de GA continuam a ter maior DMO apesar da diminuição de exercícios.

Markou et al. (2004), estudaram a influência do exercício físico intenso sobre a aquisição de massa óssea em atletas adolescentes de GA de elite. Foram utilizados 262 atletas, sendo 93 homens e 169 mulheres, com idade entre 13-23 anos, que participavam do 24º Campeonato Europeu realizado na Grécia. Pôde ser percebido que a idade óssea quando comparada a idade cronológica teve um atraso de dois anos para atletas femininos e um ano para atletas masculinos, porém para ambos o crescimento da DMO seguiu um padrão normal quando estimado de acordo com a idade óssea. Dessa forma, a aquisição óssea em adolescentes sob treinamento físico intenso segue um padrão normal apenas quando estimado de acordo com a idade óssea, além de a idade de início, a duração e a intensidade do exercício atenuarem a aquisição óssea.

Faulkner et al. (2003), compararam os índices de força óssea do fêmur proximal entre 30 ginastas pré-menarcas de elite e um grupo controle de idade similar (n=30). As propriedades estruturais do fêmur proximal incluíram medidas da largura sub-periosteal, diâmetro endosteal, área transversal, DMO, momento de inércia transversal e módulos seccionais, sendo que estes parâmetros foram medidos no colo estreito e na coluna. O índice de força da coluna foi calculado dividindo os módulos seccionais da coluna pelo comprimento do fêmur, além de também terem sido calculados os valores do CMO do corpo total, coluna lombar e fêmur proximal. Foram encontrados como resultados que as ginastas tiveram índices de força ajustados ao tamanho e CMO maior que os do grupo controle.

Dowthwaite et al. (2006) fez um estudo com o objetivo de testar a hipótese que a DMO é maior em ginastas que em não-ginastas, independente da idade e do tamanho do corpo. Para isso, avaliou 28 ginastas artísticas pré-menarcas e 28 não-ginastas. Foi utilizado DXA para medir a DMO do antebraço, do fêmur e da coluna lombar. Também foram avaliados altura, peso, atividade física e consumo de cálcio. Como resultado, os ginastas apresentaram maior DMO que não ginastas, independente do tamanho e idade. Os autores concluíram que são necessários estudos que avaliem a competência do osso que considerem o estado de maturidade e a atividade.

Pikkarainen et al. (2009) avaliaram os efeitos do treinamento sobre o CMO em adolescentes ginastas e corredores quando comparados a um grupo controle durante sete anos. Utilizaram 52 ginastas, 46 corredores e 44 não-atletas. Mediram peso, altura, tipo e quantidade de exercício, CMO da coluna lombar e do fêmur. A quantidade de exercício em ginastas foi maior que em corredores. O CMO da coluna lombar e do fêmur foi maior para as ginastas, quando comparadas aos dois grupos. Conclusão: o tipo de atividade física foi um fator significativo no CMO de mulheres adolescentes. Ginastas tiveram maior CMO que corredores e grupo controle durante os sete anos de acompanhamento.

### 3.6 GLÂNDULAS PARATIREÓIDES

As glândulas paratireóides fazem parte do Sistema Endócrino. Este sistema tem contato com praticamente todas as células do corpo humano. Ele tem como função monitorar o meio interno, detectando alterações e respondendo rapidamente para assegurar que a homeostasia não seja drasticamente modificada. Ele exerce esse controle através dos hormônios que libera (WILMORE e COSTILL, 2001).

As paratireóides liberam o paratormônio (PTH), hormônio que regula a concentração plasmática de cálcio e o fosfato plasmático. Dessa forma, a diminuição dos níveis plasmáticos de cálcio estimula a sua liberação (WILMORE e COSTILL, 2001).

O PTH é composto por 84 aminoácidos (CHIES et al., 2005) e exerce seus efeitos nos ossos, nos intestinos e nos rins. Nos ossos, o PTH estimula a atividade osteoclástica, aumentando a reabsorção óssea e incrementando a liberação de cálcio e fosfato no sangue. Nos intestinos, o PTH aumenta indiretamente a absorção de cálcio pela estimulação de uma enzima. Ao aumentar a absorção intestinal do cálcio, aumenta também a absorção de fosfato. Dessa forma, o PTH eleva as concentrações plasmáticas de íons fosfato, fazendo com que seja necessário que o excesso seja removido pelos rins. Isto ocorre, pois o PTH age nos rins aumentando a reabsorção de cálcio e diminuindo a de fosfato, promovendo a excreção urinária. (WILMORE e COSTILL, 2001).

O exercício físico aumenta a formação óssea. Isto ocorre devido ao aumento da absorção intestinal de  $Ca^{2+}$ , da redução da sua excreção urinária e do aumento da concentração de PTH. Desta maneira, imobilização promove reabsorção óssea, diminuindo a concentração de PTH. (WILMORE e COSTILL, 2001).

### 3.7 HIPERPARATIREOIDISMO

O hiperparatireoidismo primário (HPP) é uma doença ósteo-metabólica que resulta da secreção anormal do PTH (GALRÃO et al., 2004; CORRÊA, 2006). Apresenta-se como um distúrbio da hipersecreção do PTH e conseqüente hipercalcemia (MADEIRA et. al, 2005).

Segundo Corrêa (2006), é considerada uma doença rara no Brasil, apesar de ser encontrado um aumento significativo de sua ocorrência. A prevalência é estimada em um doente para cada mil pessoas, ocorrendo mais em mulheres (proporção 3:1) com mais de 60 anos. Madeira et al. (2005) vai ao encontro a essa prevalência, citando que a doença é mais comum em adultos entre 40 e 60 anos de idade, porém concordando que mulheres são mais atingidas. Sendo, por sua vez, incomum em crianças e adolescentes, supostamente tendo menos 100 casos conhecidos. Chies et al. (2005) concorda que ocorra mais em mulheres após a menopausa e acrescenta que a maioria dos casos são assintomáticos.

Esta doença tem como causas adenoma de paratireóide (uma ou mais das quatro glândulas), hiperplasia multiglandular e/ou mais raramente carcinoma de paratireóide (MADEIRA et. al, 2005; CORRÊA, 2006).

A grande maioria dos pacientes de HPP pode ter tratamento cirúrgico. É sabido que 90% dos casos ocorrem de adenomas em uma única glândula, o paciente estará curado após a extração da mesma. Porém, existe uma dificuldade em localizar uma glândula paratireóide, além de existirem riscos como complicações cardiopulmonares e cicatrizes (CORRÊA, 2006).

O diagnóstico do HPP se baseia na concomitância de hipercalcemia com PTH elevado e deficiência de vitamina D (FARIAS, 2010; CHIES et al, 2005). O declínio de vitamina D é o principal determinante do HPP nos idosos (FARIAS, 2010).

Entre os sintomas podem ser apresentados litíase renal, doença óssea e perda de força na musculatura proximal (CHIES et al., 2005), acarretando mais morbidade que mortalidade.

Em 2002 foram revistos os critérios para tratamento cirúrgico do HPP, eles são:

- concentração sérica de cálcio acima de 1mg/dL do limite superior da normalidade;
- calciúria de 24 horas > 400 mg;
- redução de 30% na depuração de creatinina endógena ajustada para a idade;
- densitometria óssea com escore T abaixo de 2,5 desvios padrões em qualquer localização;
- idade menor que 50 anos.

Chies et al. (2005) relatou o caso de uma paciente idosa com HPP. Segundo ele, o diagnóstico de HPP deve sempre ser lembrado em casos de osteoporose severa ou com fraturas espontâneas em idosos assintomáticos. De acordo com Chies et al. (2005), o tratamento cirúrgico é indicado para qualquer paciente que apresentar um dos sintomas citados anteriormente. Os pacientes que não necessitarem de tratamento cirúrgico devem ser acompanhados com dosagens semestrais de cálcio sérico e dosagens anuais de creatinina, além de exames de densitometria óssea (coluna lombar, fêmur e antebraço). Faz parte da orientação manter uma dieta com aporte normal de cálcio (1000-1200 mg/dia) e vitamina D, hidratação adequada e prática regular de atividade física. Não sendo necessário o uso de fármacos.

Coutinho (2008) caracteriza o HPP como uma doença metabólica relativamente comum. Segundo ela, a maioria dos pacientes tem a forma esporádica da doença. A forma familiar, ocorrente em número menor de doentes, pode estar associada a outras doenças como, neoplasia endócrina múltipla tipo 1 (NEM1) e tipo 2, HPP-tumor da mandíbula, HPP neonatal severo. Desta forma, em sua dissertação de mestrado, Coutinho avaliou a DMO em pacientes com HPP hereditário associado à NEM1, antes e depois de ter sido realizada a paratireoidectomia (cirurgia para retirada da glândula paratireóide doente). Vale salientar algumas diferenças entre o HPP e o HPP associado à NEM1, acometimento multiglandular de paratireóides, início da doença mais cedo (entre 20 e 40 anos), homens e mulheres são afetados em proporções semelhantes, normalmente mais agressivo. Para este estudo foi utilizado 36 pacientes, sendo número igual de homens e mulheres, com diagnóstico de HPP associado à NEM1. A DMO foi medida no rádio, no fêmur e na coluna lombar através de DXA. 24 pacientes foram submetidos à paratireoidectomia total seguida de auto-implante em antebraço não dominante. Em 16 pacientes foi medida a DMO antes e depois da cirurgia. Como resultado pôde ser notado que 15 meses após a cirurgia, houve aumento significativo de DMO na coluna lombar e no fêmur, o que não ocorreu no rádio. Dessa forma pode-se concluir que a desmineralização da coluna lombar não está protegida no HPP associado à NEM1 como no HPP e que o rádio é o sítio ósseo preferencial para desmineralização óssea.

Galvão et al. (2004) fizeram um estudo de revisão de literatura com um paciente que portava HPP e lúpus eritematoso sistêmico (LES). Este paciente apresentava como manifestações clínicas dor óssea difusa, labilidade emocional e tumoração em ramo mandibular esquerdo, e como manifestações laboratoriais, cálcio sérico em 13,5mg/dL, fosfato em 1,8mg/dL, fosfatase alcalina em 3.028U/L e PTH intacto em 1472pg/dL. Concluíram que a associação de doenças deve ser sempre lembrada, pois pode mudar completamente a estratégia terapêutica.

Madeira et al. (2005) relataram um caso de um adolescente de 18 anos com HPP associado epifisiólise de cabeça do fêmur. As manifestações laboratoriais foram cálcio em 13,7mg/dL, PTH em 1.524pg/mL e fosfatase alcalina em 3.449U/L. Como manifestações clínicas este paciente mostrava dores e inúmeras deformidades ósseas. Concluíram que as deformidades ocorreram em função de diagnóstico tardio e de a doença ter ocorrido na fase de estirão puberal e que vários

outros fatores metabólicos e mecânicos contribuíram para esta associação de doenças. O paciente foi submetido a uma cirurgia de remoção do adenoma de paratireóide, que resultou em diminuição das dores ósseas e normalização dos níveis de cálcio e PTH.

Montenegro et al. (2005) fizeram um estudo para analisar a ocorrência de carcinoma papilífero da tireóide (CPT) em doentes HPT primário e secundário. Puderam concluir que a incidência de CPT é maior em HPP do que em HPS. Mas não pode ser concluído se esses resultados aconteceram por coincidência ou relação casual.

#### 4. DISCUSSÃO

Os estudos encontrados sobre GA, em sua maioria, tratam a respeito de crianças, principalmente com relação a futuros atletas e treinamento, ou sobre ex-ginastas ou ginastas de alto rendimento. Em concordância com Dowthwaite e Scerpella (2009), penso que faltam estudos referentes à GA que não sejam apenas sobre treinamento e meninas ginastas.

Vimos crianças começando a prática da GA de forma competitiva desde muito jovens. Este estudo não visa criticar ou defender essa forma de treinamento. Viemos, sim, questionar o fato de essa ser uma modalidade praticada em sua maioria por crianças, sendo ou não de forma competitiva. Pensamos então, concordando com o que afirma Nista-Piccolo (2005), que muitas pessoas se baseiam nas demonstrações de ginástica de alto nível que assistem na televisão, não conseguindo analisar quais as possibilidades de se começar a praticar GA, nem mesmo o porquê de fazê-la. Raramente pensamos na GA como uma atividade que possa auxiliar na saúde do seu participante.

Devemos extinguir essa idéia de que a GA é apenas uma modalidade esportiva de treinamento intenso. Temos que nos focar também em objetivos com relação às pessoas que praticam esta atividade sem fins competitivos. Poucos serão atletas no futuro, mas todos podem adquirir efetivos e permanentes ganhos com a GA como, por exemplo, aumento da DMO, fortalecendo seus ossos e diminuindo o risco de fraturas.

Atualmente, o público de pessoas mais velhas que tem interesse em praticar GA vem aumentando. Porém, ainda existe muito receio e vergonha entre os adultos. Além de existirem dificuldades em encontrar lugares para essa prática.

O medo pode vir a ser um dos principais motivos para que mulheres adultas não venham a se interessar em praticar a GA. Existe essa “crença” de que a GA é uma modalidade perigosa que oferece muitos riscos a seus praticantes. Porém, acidentes ocorrem em todas as modalidades e, até mesmo, em atividades da vida diária de cada um. Portanto não considero isso como um limitante para que nossa hipótese esteja correta. É sabido que as lesões não deixarão de ocorrer na GA, nem em outra prática de exercício físico. O que não se sabe é se o risco exato dessas

lesões possíveis de ocorrer seria maior que os benefícios com a prática para os portadores de HPP.

Garrick e Regua (apud NUNOMURA, 2002) realizaram um estudo de incidência de lesões em nível colegial, e encontraram como resultado uma ocorrência muito baixa de lesões em ginastas não competidores. Todavia, as fraturas ósseas estão entre os riscos possíveis que me preocupam, pois não sabemos as conseqüências da prática da GA para as mulheres portadoras do HPP. Indo de acordo com Lazaretti-Castro (2004), supomos que o risco de fraturas na prática da GA poderia ser grande.

Outro fator importante é que as pacientes e professores saibam que existem diferenças entre a prática e o treinamento para que não ocorram erros de prescrição dos exercícios, causando riscos desnecessários aos praticantes.

Na prática, não é possível afirmar que a GA aumentaria a DMO dos seus praticantes adultos que nunca haviam praticado essa atividade quando jovens por tempo indeterminado mesmo que cessem com esse tipo de exercício. Por outro lado, se a prática da GA não trazer benefícios quanto a DMO, com certeza trará benefícios como o equilíbrio corporal e a estabilidade, que ajudarão nas atividades da vida diária dos pacientes. Segundo Tsukamoto e Nunomura (2005), a prática da GA com baixa freqüência semanal, melhora o desenvolvimento do controle corporal e do equilíbrio estático e dinâmico, o que permite que o praticante conheça e domine seu próprio corpo. Além disso, a GA melhora as capacidades condicionais (força, flexibilidade e potência) e coordenativas (agilidade, equilíbrio e coordenação).

O fato de os dados de aumento de DMO nos membros inferiores e superiores terem sido encontrados em crianças praticantes de GA é um limitante para este estudo. Devido ao HPP ter como maioria de ocorrência mulheres com mais de 40 anos. Dessa forma, não podemos afirmar que a prática de GA, com fins “recreativos” e não competitivos, traria aumentos da DMO de mulheres adultas.

Se essa prática de GA fosse começada por mulheres adultas portadoras do HPP que nunca tivessem praticado essa modalidade anteriormente em suas vidas, é possível que as tornássemos “dependentes” da modalidade. Além disso, por não terem praticado GA na sua infância ou adolescência, ao parar a prática da atividade, a sua DMO poderia voltar a cair. Muitos estudos nos mostram como a prática de exercício físico na adolescência é importante para a manutenção e melhora da DMO

na vida adulta. Porém, não temos certeza quanto à melhora causada por quem apenas praticou exercício físico durante a fase adulta.

Talvez não fosse possível evoluir para exercícios além dos fundamentos básicos da GA. O que nos leva a mais um limitante, será que apenas com a execução dos fundamentos da GA aconteceria uma melhora da sua DMO? Levando em consideração o que Moser, Melo e Santos encontraram como resultados em seu estudo, talvez a prática atualmente da GA por mulheres que nunca haviam praticado anteriormente qualquer exercício físico não traga benefícios suficientes que sua DMO necessitaria.

Igyi et al. (2010) estudou atividades físicas de lazer durante a infância e adolescência e as aquisições ósseas que podem ter ao longo da vida em função dessas atividades. Foi um dos poucos estudos que pude encontrar que trataram tanto do início cedo da atividade física, quanto do início tardio. Além de tratar de atividades físicas de lazer e não de treinamentos. Porém, ainda faltam trabalhos que tratem do início da prática de atividades físicas de lazer na idade adulta.

Conforme pôde ser visto no estudo de Valdimarsson ET AL. (2005), mulheres que começam a prática da atividade física após a puberdade também obtêm um aumento significativo de DMO no seu corpo. Dessa forma, pode-se pensar que a prática da GA aumentaria os níveis de DMO, mas pode não ser a prática mais adequada para mulheres da idade onde ocorre maior incidência do HPP.

Existem muitos estudos que relatam casos do HPP em associação com outras doenças, o que nos faz pensar que não são casos raros. Dessa forma, a associação com outras doenças que envolvem outros sintomas podem ser relevantes para a prática de qualquer atividade física, tornando-as até inviáveis.

Como pode ser visto no estudo de Corrêa (2006), a maioria dos pacientes com HPP podem ser tratados com cirurgia. Dessa maneira, criou-nos uma dúvida quanto à objetividade do tratamento. A prática da GA apenas seria utilizada para melhora da DMO do paciente, não para tratar os outros sintomas ou causas. Dessa forma, pensamos que a prática da GA poderia ser uma alternativa pós-cirúrgica para acelerar a melhora da DMO tentando atingir a média considerada ideal, visto que em alguns estudos (COUTINHO, 2008) pode ser notado que mesmo após mais de 1 ano do acontecimento da cirurgia, a DMO não voltou a normalidade em alguns ossos específicos.

Porém, Chies et al. (2005) nos mostrou que não é necessário o uso de fármacos para pacientes de HPP que não necessitam de cirurgia. Acreditamos que a atividade física da GA traria aumentos da DMO que seria visto nas densitometrias ósseas realizadas periodicamente, diminuindo o risco de fraturas aos doentes.

Como o HPP pode ter causas genéticas, pensamos que a GA pode ser utilizada como método preventivo para a DMO de crianças que possuem casos de HPP na família. Assim, a prática da GA durante a infância e a adolescência propiciaria benefícios ósseos para toda a vida.

Não existem estudos experimentais que tratem de mulheres ou homens adultos que iniciaram a prática da GA mais tardiamente, quanto a benefícios ósseos. Sabemos que esses estudos são escassos, em função desse não ser um público significativo em número nessa prática. Porém achamos importante que sejam feitos, em função de que existem benefícios ósseos com essa prática também para adultos que poderiam ser mais explorados como prevenção ou até tratamento de doenças ósseas conhecidas.

Gostaríamos de defender a prática da GA para as pacientes de HPP, mas por motivos de segurança e saúde dessas mulheres, não podemos assegurar que essa prática é adequada. Necessitamos de mais estudos relacionando aos exercícios físicos de impacto com portadores de HPP, além de estudos que comparem a prática de atividades de impacto desde crianças com o aparecimento de doenças ósseas na fase adulta.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apenas com a revisão da literatura existente não é possível saber quais seriam as verdadeiras ações de uma atividade na prática. Através deste trabalho, foi possível perceber que a diminuição da DMO decorrente em casos de HPP é real e unânime.

O aumento da DMO, tanto em membros inferiores quanto em membros superiores, realmente ocorre com a prática da GA. Podendo, este fato, ser confirmado em muitos estudos. Porém, todos eles analisaram meninas ou meninos praticantes da modalidade de forma competitiva. Não foi possível concluir se a prática da GA para mulheres adultas que nunca haviam praticado essa modalidade anteriormente em suas vidas seria benéfica para o aumento da DMO. Apenas supusemos que o aumento ocorreria.

Foi possível verificar que casos de HPP têm como indicação de tratamento a prática de atividades físicas, o que nos levou a pensar que não existem restrições de exercitar-se. Contudo, sabemos que as atividades devem ser um pouco restritivas, devendo ocorrer uma comunicação entre o professor de educação física e o médico do paciente. Exceção feita aos casos onde existe a concomitância com outra doença. Nestes casos, deve ser feita uma análise pelo médico e indicado ao paciente se é possível ou não que pratique a GA ou outra modalidade.

Relacionando o aumento da DMO decorrente da prática da GA com a diminuição da DMO decorrente do HPP concluímos que a GA seria uma alternativa de atividade física que aumentaria possivelmente a DMO dos praticantes. Porém não achamos que seja o tipo de exercício físico mais indicado, em função do público alvo da doença ser mulheres adultas entre 40 e 60 anos de idade. Porém, pensamos que a GA poderia ser utilizada como agente preventivo em crianças que possuem casos de HPP na família, aumentando a sua DMO desde jovens.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Bráulio; RODRIGUES, Rubens. **Influência da atividade física e da ingestão de cálcio na osteoporose.** Motriz, vol.3, nº1, 1997.
- ALVES, Crésio; LIMA, Renata. **Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes.** Rev. Paul. Pediatr., vol. 26, nº 4, 2008.
- ASTRAND, Per-Olof et al.; tradução Álvaro Reischak de Oliveira et al. **Tratado de fisiologia do trabalho: bases fisiológicas do exercício.** Porto Alegre: Artmed, 2006.
- BARROS, Ronaldo et al. **Massa óssea e atividade física na infância e na adolescência.** Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte, vol 7, nº 1, 2008.
- CADORE, Eduardo; BRENTANO, Michel; KRUEL, Luiz. **Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, vol. 11, nº 6, 2005.
- CHIES, Ademar et al. **Adenoma de paratireóide em caso de hiperparatireoidismo primário no idoso – relato de caso.** Scientia Medica, vol. 15, nº 2, 2005.
- CORRÊA, Pedro. **Tratamento cirúrgico do hiperparatireoidismo.** Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia, vol. 50, nº 5, 2006.
- COUTINHO, Flávia. **Avaliação da densidade mineral óssea em pacientes com hiperparatireoidismo primário hereditário associado à neoplasia endócrina múltipla tipo 1, antes e após paratireoidectomia.** São Paulo, 2008. Tese de mestrado em Ciência – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008.
- DAVIES, J.H. **Bone mass acquisition in healthy children.** Department of child health, Cardiff University, UK, 2005.
- DOWTHWAITE, Jodi et al. **Maturity and activity-related differences in bone mineral density: Tanner I vs. II and gymnasts vs. non-gymnasts.** Bone, vol.39, pp 895-900, 2006.
- DOWTHWAITE, Jodi; SCERPELLA, T.A. **Skeletal geometry and indices of bone strength in artistic gymnasts.** J. Musculoskelet Neuronal Interact, vol.9, nº4, pp 198-214, 2009.
- FARIAS, Maria. **Hiperparatireoidismo primário: importante confirmar primeiro, localizar depois.** Arq. Bras. Endocrinol. Metab., vol.54, nº4, 2010.
- FAULKNER et al. **Strenght indices of the proximal femur and shaft in prepubertal female gymnasts.** Med. Sci. Sports Exerc., vol 35, nº 3, PP 513-518, 2003.

FLORINDO, AA. **Atividade física habitual e densidade mineral óssea em homens adultos e idosos.** São Paulo, 2000. Tese de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2000.

FRAZÃO, Paulo; NAVEIRA, Miguel. **Fatores associados à baixa densidade mineral óssea em mulheres brancas.** Revista de Saúde Pública, vol. 41, nº 5, 2007.

GALLAHUE, D. C.; OZMUN, J.C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos.** São Paulo: Phorte Editora, 2001.

GALRÃO, Liliana et al. **Hiperparatireoidismo primário em paciente com lúpus eritematoso sistêmico.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, vol. 48, nº 48, 2004.

HAVILL, Lorena et al. **Effects os genes, sex, age, and activity on BMC, boné size, and areal and volumetric DMO.** Journal of bone and mineral research, vol.22, nº5, 2007.

IGYI, Eszter et al. **Long-term leisure-time physical activity has a positive effect on bone mass gain in girls.** Journal of Bone and Mineral Research, vol.25, nº5, pp 1034-1041, 2010.

KALININA, Galina; KALININE, Iouri, MÜLLER, Savani. **Consumo máximo de oxigênio como índice de saúde óssea.** Revista digital, ano 10, nº 74, 2004.

KUDLAC, J. **Impact os detraining on boné loss in former collegiate female gymnasts.** Calcified Tissue Internacional, v 75, n 6, p 482-487, 2004.

LAING, E. M. et al. **Initial years of recreational artistic gymnastics training improves lumbar spine bone mineral accrual in 4- to 8-years-old females.** Department of Foods and Nutrition, The University of Georgia, 2005.

LAZARETTI-CASTRO, Marise. **Por que medir densidade mineral óssea em crianças e adolescentes?** Jornal de Pediatria, vol. 80, nº 6, 2004.

LEWIN, S. et al. **Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal.** Revista Ass. Med., vol.43, nº2, pp 127-136, 1997

MADEIRA et al. **Hiperparatireoidismo primário associado a epifisiólise de cabeça do fêmur em adolescente.** Arquivos Brasileiros de endocrinologia e metabolismo, vol. 49, nº 2, 2005.

MARCHETTI, Paulo Henrique; CALHEIROS, Ruy; CHARRO, Mario. **Biomecânica aplicada: uma abordagem para o treinamento de força.** Phorte editora, 2007.

MARKOU, Kostas et al. **The influence os intesive physical exercise on boné acquisition in adolescent elite female and male artistic gymnasts.** The Journal of Clinical Endocrinology e Metabolism, 2004.

MONTENEGRO, Fábio et al. **Associação de carcinoma papilífero da tireóide e hiperparatireoidismo**. Rev. Col. Bras. Cir., vol. 32, nº 3, p 115-119, 2005.

MOSER, Deise; MELO, Sebastião; SANTOS, Saray. **Influência da atividade física sobre a massa óssea de mulheres**. Revista Brasileira de Cineantropometria e desempenho humano, vol. 6, nº 1, p.46-53, 2004.

NAZARIAN, A.B.; KHAYAMBASHI, K.; RAHNAMA, N. **Dominant and non-dominant leg bone mineral density in professional soccer players and non-athlete subjects**. World Journal of Sport Sciences, vol.3, nº1, pp 28-31, 2010.

NISTA-PICCOLO, Vilma. **Pedagogia da Ginástica Artística**. In: NUNOMURA, Myrian; NISTA-PICCOLO, Vilma (Orgs). Compreendendo a Ginástica Artística. São Paulo: Phorte, p. 27-36, 2005

NORDIN, Margareta; FRANKEL, Victor. **Biomecânica básica do sistema músculo-esquelético**. Editora Guanabara, 2003.

NUNOMURA, Myrian. **Lesões na Ginástica Artística: principais incidências e medidas preventivas**. Motriz, vol 8, n 1, PP 17-24, 2002.

NUNOMURA, Myrian. **Segurança na Ginástica Artística**. In: NUNOMURA, Myrian; NISTA-PICCOLO, Vilma (Orgs). Compreendendo a Ginástica Artística. São Paulo: Phorte, p. 59-75, 2005

NUNOMURA, Myrian; CARRARA, Paulo; CARBINATTO, Michele. **Ginástica Artística competitiva: considerações sobre o desenvolvimento dos ginastas**. Motriz, Rio Claro, v.15 n.3 p.503-514, jul./set. 2009.

NUNOMURA, Myrian; TSUKAMOTO, Mariana. **Fundamentos da Ginástica Artística**. In: NUNOMURA, Myrian; NISTA-PICCOLO, Vilma (Orgs). Compreendendo a Ginástica Artística. São Paulo: Phorte, p. 37-58, 2005

NURMI-LAWTON, Jaana et al. **Evidence of sustained skeletal benefits from impact-loading exercise in young females: a 3-year longitudinal study**. Journal of Bone and Mineral Research, volume 19, issue 2, pages 314-322, 2004.

OCARINO, Natália; SERAKIDES, Rogéria. **Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, vol.12, nº3, 2006.

OLIVA, João Carlos. **Estudo longitudinal da densidade mineral óssea, maturidade sexual e perfil alimentar em jovens atletas que praticam ginástica artística**. Porto Alegre, 2006. Tese de Doutorado em Educação Física – Programa de Pós-graduação Universidade do Porto, 2006.

PAIVA, Maria de Fátima Nunes Duarte Barreto. **Avaliação antropométrica: estudo comparativo do crescimento de crianças praticantes e não praticantes de ginástica olímpica**. Natal, 2001. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001

PIKKARAINEN, M. et al. **Exercise-induced training effects on bone mineral content: a 7-year follow-up study with adolescent female gymnast and runners.** Scand J. Med Sci Sports, vol. 19, pp 166-173, 2009.

PÚBLIO, Nestor Soares. **Origem da Ginástica Olímpica.** In: NUNOMURA, Myrian; NISTA-PICCOLO, Vilma (Orgs). Compreendendo a Ginástica Artística. São Paulo: Phorte, p. 15-26, 2005

PÚBLIO, Nestor Soares. **História da Ginástica Olímpica.** Rev. Brasileira de Ciência e Movimento, 1997

SILVA, Carla et al. **O exercício físico potencializa ou compromete o crescimento longitudinal de crianças e adolescentes?** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, vol 10, nº6, 2004.

SILVA, Carla et al. **Mineralização óssea em adolescentes do sexo masculino: anos críticos para a aquisição de massa óssea.** Jornal de Pediatria, vol.80, nº6, 2004.

SILVA, Carla; TEIXEIRA, Altemir; LEDERER, Tamara. **O esporte e suas implicações na saúde óssea de atletas adolescentes.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, vol.9, nº6, 2003.

SILVA, Carla; TEIXEIRA, Altemir, GOLDBERG, Tamara. **Impacto da ingestão de cálcio sobre a mineralização óssea em adolescentes.** Revista de nutrição, vol. 17, nº 3, 2004.

SMOLEUSKIY, Vladimir; GAVERDOUSKIY, Iuriy. **Tratado general de gimnasia artística deportiva.** Editorial Paidotribo, 1998.

SOUZA, Geórgia M. **Queixa de dor músculo-esquelética das atletas de 6 a 20 anos praticantes de ginástica artística feminina.** Arq. Med. ABC, p. 67-72, 2006

TEIXEIRA, Luís. **Aprendizagem de habilidades motoras na Ginástica Artística.** In: NUNOMURA, Myrian; NISTA-PICCOLO, Vilma (Orgs). Compreendendo a Ginástica Artística. São Paulo: Phorte, p. 77-105, 2005

TSUKAMOTO, Mariana; NUNOMURA, Myrian. **Considerações sobre o crescimento e a maturação na Ginástica Artística.** In: NUNOMURA, Myrian; NISTA-PICCOLO, Vilma (Orgs). Compreendendo a Ginástica Artística. São Paulo: Phorte, p. 119-128, 2005

UUSI-RASI, Kirsti et al. **Influence of calcium intake and physical activity on proximal femur bone mass and structure among pre- and postmenopausal women. A 10-year prospective study.** Calcif Tissue Int, vol.82, pp 171-181, 2008.

VALDIMARSSON, Örnólfur et al. **Reduced training is associated with increased loss of BMD.** Journal of Bone and Mineral Research, volume 20, issue 6, pages 906-912, 2005

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L. **Fisiologia do esporte e do exercício.**  
Barueri: Editora Manole Ltda, 2001