

Densidade Mineral Óssea em Nadadoras Portuguesas de Rendimento

REGO CM*, GUERRA AJM**, PRATA A***, BORGES G****, AZEVEDO E*****, LEBRE E*****, TEIXEIRA SANTOS N*

Resumo

A adolescência é um período de extrema importância para a aquisição de um adequado pico de massa óssea. O suprimento alimentar em cálcio, a função do sistema endócrino e a actividade física, são três dos factores mais relevantes para a sua optimização. O exercício físico de elevada intensidade condiciona adaptações hormonais, metabólicas, da composição corporal e do comportamento alimentar. É objectivo do presente trabalho estudar as repercussões da prática de natação em regime de rendimento durante a puberdade, sobre a mineralização óssea. Procedeu-se à avaliação de 14 atletas do sexo feminino, pertencentes às equipas de natação Junior e Sénior do Futebol Clube do Porto (idade cronológica: $15,1 \pm 1,6$ anos; treino = $22,7 \pm 1,7$ h/sem). Para grupo controle, foram seleccionadas 14 adolescentes saudáveis, de idêntica faixa etária, e sem prática regular de desporto organizado (desporto escolar = $2 \pm 0,5$ h/sem). As atletas apresentam um adequado estado de nutrição e uma normal progressão da puberdade, embora se registre uma elevada incidência de perturbações do ciclo menstrual (40%). Praticam uma dieta desequilibrada, caracterizada nomeadamente por um suprimento elevado em proteínas ($1,9 \pm 0,4$ gr/kg/d) e insuficiente em cálcio ($p < 0,05$ RDA). Regista-se uma hipercalciúria, sendo o valor médio ($0,8 \pm 0,5$ mg/mg) 3 vezes superior ao valor de referência para a idade. A densitometria radial óssea revela um valor de densidade mineral dentro dos parâmetros da normalidade para a idade ($1,0 \pm 0,2$ gr/cm³).

Os AA concluem que o insuficiente suprimento alimentar em cálcio, a hipercalciúria consequente ao exercício intenso e as perturbações do ciclo ovárico não tiveram tradução, até à data da observação, no processo de mineralização óssea deste grupo de nadadoras de rendimento. No entanto, consideram que os resultados obtidos obrigam a uma reavaliação posterior, tendo em conta fundamentalmente a avaliação da morfo-função renal e da mineralização óssea.

Palavras-chave: natação, adolescentes, densidade óssea.

Summary

Adolescence is a very important time to obtain optimal peak-bone mass. Dietary calcium supply, adequacy of endocrine system and active life-style are three important factors for this optimization. High intensity exercise induces changes in eating behavior, in body composition, as well as hormonal and metabolic adaptations.

The aim of the investigation was to evaluate the influence of swimming practice at high-competition level during puberty, in bone mineralization. We studied 14 female swimmers, of the Junior and Senior teams of Futebol Clube do Porto (chronological age: $15,1 \pm 1,6$ years; training load = $22,7 \pm 1,7$ h/week). We selected 14 age-matched healthy adolescents, without organized sports practice (school sport = $2 \pm 0,5$ h/week). All of them had adequate nutritional status, normal progression of puberty, but increased incidence of disturbances in menstrual cycle (40%). All swimmers had unbalanced calcium deficient ($p < 0,05$ RDA) diet, and high supply of protein ($1,9 \pm 0,4$ gr/kg/d). There was hypercalciuria (mean = $0,8 \pm 0,5$ mg/mg), three times higher than the controls. Bone radial densitometry showed a normal value for age ($1,0 \pm 0,2$ gr/m³).

The AA conclude that calcium intake, the hypercalciuria following vigorous exercise, and ovarian cycle disfunction, did not cause, at the time of the study, disturbance in bone mineralization. However, further studies are needed to follow-up the effects of those variables on bone density and renal function.

Key-words: Swimming, adolescents, bone density.

-
- * Departamento de Pediatria H. S. João. Mestre em Medicina Desportiva pela Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.
 - ** Departamento de Pediatria H. S. João
 - *** Licenciada em Ciências da Nutrição.
 - **** Hospital da Prelada – Porto.
 - ***** Licenciada em Farmácia. Acessora do Laboratório de Radioisótopos da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.
 - ***** Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Porto.

Entregue para publicação em 24/02/97.
Aceite para publicação em 15/04/97.

Introdução

O crescimento esquelético e o processo de mineralização óssea ocorrem desde a concepção, e processam-se ao longo de toda a idade pediátrica e início da idade adulta, sendo a adolescência um período de extrema importância (1-3). A partir da terceira década de vida a actividade osteoclástica supera a osteoblástica, iniciando-se um decréscimo progressivo da massa esquelética bem como do seu conteúdo mineral (4-6).

São múltiplos os factores responsáveis pelas variações inter-individuais do valor de massa óssea no final da maturação. Este é determinado pela interacção entre o potencial genético, a integridade do sistema endócrino, e factores de ordem ambiental, nomeadamente os hábitos alimentares e o exercício físico (1, 3, 7, 8). O pico de massa óssea atingido é um determinante importante do risco de fractura osteoporótica na idade adulta (1, 9, 10).

Nos últimos 15 anos, vários estudos demonstraram uma associação positiva entre um elevado suprimento alimentar de calcio durante a infância e adolescência, e o valor do pico de massa óssea atingido aquando da maturidade esquelética (4, 8, 11-13). O teor absoluto e relativo dos diferentes macro e micronutrientes, nomeadamente proteínas, fósforo e fibras, são factores condicionantes da biodisponibilidade do calcio alimentar (10, 14). A optimização do pico de massa óssea com base num adequado suprimento alimentar deste mineral ao longo da vida, é hoje considerado como o mais eficaz factor na profilaxia da osteoporose (2, 4, 15, 16).

No sexo feminino, a integridade do sistema endócrino é também indispensável para um adequado ganho de massa óssea. Uma situação de deficiência em estrogénios e/ou progesterona está associada a osteopenia, verificando-se sobretudo um compromisso na mineralização da trabecular óssea. Este compromisso da densidade óssea tem por base não só uma diminuição da deposição mineral como um aumento da mobilização e consequente perda dos depósitos pré-existentes (5, 6, 17, 18).

Trabalhos recentemente realizados em animais e humanos demonstraram que a actividade física regularmente praticada durante todo o período de crescimento e mantida ao longo da vida adulta, é um factor coadjuvante determinante para o ganho e manutenção de massa óssea, sendo a inactividade responsabilizada pela sua perda (7, 8, 19, 20).

É atributo das sociedades desenvolvidas, o aumento crescente do número de crianças que cedo iniciam a prática regular de uma actividade física. Paralelamente a esta procura de uma forma de vida activa desde idades muito jovens, ao longo da última década tem aumentado substancialmente o número de adolescentes praticantes de desporto de rendimento. Na prática desportiva de compe-

tição, a elevada intensidade de treinos associada a perturbações do comportamento alimentar, condiciona adaptações de ordem nutricional, endócrina e metabólica, podendo comprometer o adequado processo de mineralização óssea e conduzir a uma situação de osteopenia (21, 22). Tais perturbações poderiam explicar os resultados encontrados em trabalhos recentes, que sugerem que a relação positiva verificada entre o efeito mecânico do exercício e a densidade mineral óssea, não é linear mas sim hiperbólica (18, 23, 24).

Sabe-se hoje que um compromisso na mineralização óssea sustentado, que ocorra durante o período da adolescência, se torna impossível de reverter na sua totalidade, condicionando o aparecimento de osteoporose precoce (3, 23-25).

Os autores pretendem com o presente trabalho, caracterizar o estado de mineralização óssea de um grupo de adolescentes portuguesas praticantes de natação em regime de rendimento.

População

A população é constituída por 14 atletas do sexo feminino, praticantes de natação em regime de rendimento.

Métodos

1. Critérios de inclusão no estudo

1.1. – Foram inicialmente convocadas todas as atletas do sexo feminino da Secção de Natação do Futebol Clube do Porto, que efectuassem há dois ou mais anos um treino superior a 18 horas semanais (N = 20). Destas compareceram e foram observados 14 (70%).

1.2. – O grupo controle, constituído por adolescentes não atletas (2 horas/semana de exercício físico), foi seleccionado com base na concordância em relação à idade cronológica. Foram convocadas, de um modo aleatório, 30 alunas de uma Escola Secundária da cidade do Porto, tendo comparecido um total de 14.

2. Protocolo de avaliação:

Ambos os grupos foram sujeitos ao seguinte protocolo de avaliação:

2.1. – Avaliação do estado de nutrição e da composição corporal:

A avaliação do estado de nutrição e composição corporal foi efectuada após uma ausência de exercício físico de pelo menos 24 horas.

Em relação a cada adolescente, procedeu-se à avaliação antropométrica (peso e estatura), de acordo com a metodologia internacionalmente recomendada (26).

Foram avaliadas as pregas cutâneas tricipital e sub-escapular, utilizando-se para o efeito um lipocalibrador Harpenden. Para cada prega foram efectuadas 3 medições, sendo calculada a média aritmética. Foi posteriormente calculada a soma das 2 pregas.

O estado de nutrição foi avaliado pelo índice de massa corporal de Quetelet (P/A²)⁽²⁷⁾.

Utilizaram-se as Tabelas de Frisancho como padrão de referência para todos os parâmetros antropométricos avaliados⁽²⁸⁾.

A composição corporal foi determinada por impedância bioelétrica, usando-se um analisador portátil com 4 terminais (BIA 101/S Alcaim, RJL – Systems), sendo os resultados obtidos tratados em programa computadorizado, previamente testado e fornecido pelos fabricantes.

2.2. – Caracterização da maturidade sexual:

A maturidade sexual foi avaliada segundo os critérios de Tanner⁽²⁹⁾, e os dados referentes à menarca e caracterização do ciclo menstrual foram obtidos por questionário oral. Foi definido como oligomenorreia a ocorrência de interlúnios $\geq 35 < 89$ dias, e a defenição de amenorreia secundária baseou-se na ausência de hemorragia menstrual por um período superior a 3 meses⁽³⁰⁾.

2.3. – Caracterização dos hábitos alimentares:

A caracterização dos hábitos alimentares efectuou-se por recolha da dieta de 24 horas, usando modelos alimentares^(31, 32). A quantificação dos alimentos em nutrientes foi efectuada com recurso a programa informático^(33, 34).

2.4. – Caracterização dos hábitos de treino:

Os hábitos de treino foram caracterizados com base em inquérito oral, que incidiu sobre as horas de treino semanal actualmente praticadas.

2.5. – Avaliação analítica:

Procedeu-se em relação a cada adolescente à colheita de uma amostra de urina correspondente à 2.^a micção da manhã, e após uma ausência de treino/exercício físico de pelo menos 24 horas (ocasião 1); no grupo das nadadoras efectuou-se colheita de uma segunda amostra logo após um treino com a duração de duas horas, e de elevada intensidade (ocasião 2). Procedeu-se em relação a cada amostra ao doseamento do cálcio e da creatinina, sendo posteriormente efectuado o cálculo da relação cálcio/creatinina urinária⁽³⁵⁾.

2.6. – Avaliação do estado de mineralização óssea:

A determinação do estado de mineralização óssea foi efectuada por absorptometria fotónica radial simples, sendo usada uma fonte de iodo radioactivo (I 125) (Molsgaard Medical – Bone density Scanner Type 1100 A). O valor considerado para a densidade óssea corresponde à média de 10 varrimentos (6 horizontais e 4 verticais) efectuados em um ponto localizado a dois terços da distancia olcrâneo-apófise estilóide, no membro não dominante. Procedeu-se a uma calibração diária com fantoma. Os resultados são expressos em gr/cm².

3. Tratamento estatístico:

Os resultados referentes à caracterização morfológica são expressos em desvios-padrão para o P50. Os resultados do estudo descritivo das variáveis analisadas são expressos em médias e desvios-padrão. Procedeu-se ao estudo comparativo utilizando o teste T de Student para valores pareados.

Resultados

No Quadro I podem ser observados os valores referentes à idade cronológica, aos parâmetros antropométricos, ao estado de nutrição e à composição corporal de ambos os grupos.

QUADRO I

Adolescentes nadadoras e grupo controle: idade cronológica (anos), parâmetros antropométricos e índice de massa corporal (IMC) em d-p (M \pm d-p). Caracterização da composição corporal por impedância bioelétrica (%) (M \pm d-p).

	Nadadoras (n=14)	G. Controle (n=14)
Idade cronológica	15,1 \pm 1,6	16,0 \pm 1,2
Peso	-0,09 \pm 0,4	0,2 \pm 0,6
Estatura	0,6 \pm 0,9	-0,2 \pm 1,2
IMC	-0,12 \pm 0,4	0,4 \pm 0,7
Sompregas	-0,6 \pm 0,4	0,2 \pm 0,8
MM	81,2 \pm 4,9	* 72,3 \pm 5,1
MG	18,8 \pm 4,9	* 27,7 \pm 5,1

* p<0,01

A caracterização da maturidade sexual segundo os estadios de Tanner pode ser observada na figura 1.

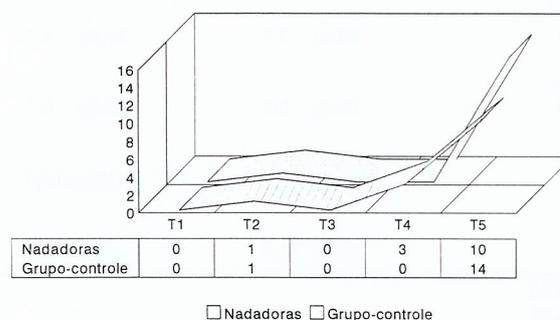


FIG. 1 – Adolescentes nadadoras e grupo controle: caracterização da maturidade sexual segundo os critérios de Tanner.

Verificou-se para a totalidade das adolescentes observadas uma normal progressão da puberdade. A idade média da ocorrência da menarca bem como a incidência de perturbações do ciclo menstrual podem ser observadas no Quadro II.

QUADRO II

Adolescentes nadadoras e grupo controle: idade da menarca (anos) ($M \pm d-p$) e perturbações do ciclo menstrual (%).

	Nadadoras (n=14)	G. Controle (n=14)
Idade menarca (anos)	12,9 \pm 0,9	11,9 \pm 1,2
Perturbações do ciclo menstrual	%	%
Oligomenorreia	30	15,4
Amenorreia secundária	10	0
Regulares	60	84,6

No grupo das nadadoras, 20% (n=2) das atletas com perturbações do ciclo menstrual, efectuem terapêutica hormonal substitutiva, não se registando nenhum caso no grupo controle.

A caracterização dos hábitos alimentares pode ser observada no Quadro III.

QUADRO III

Adolescentes nadadoras e grupo controle: caracterização dos hábitos alimentares (24h recall) ($M \pm d-p$).

	Nadadoras (n=14)	G. Controle (n=14)
VCT (Kcal/d)	2533,4 \pm 587,5	1694,7 \pm 512,3
Proteínas (%VCT)	16,1 \pm 2,6	17,9 \pm 5,8
Hid. Carbono (%VCT)	50,5 \pm 7,7	46,0 \pm 6,7
Gorduras (%VCT)	33,4 \pm 8,1	36,0 \pm 6,5
Calcio (mg/d)	693,9 \pm 256,7	** 385,8 \pm 211,9
Ferro (mg/d)	13,3 \pm 11,9	* 8,4 \pm 7,7

** p < 0,05

* p < 0,01

Ambos os grupos efectuem uma dieta desequilibrada, com elevado suprimento em proteínas (1,9 \pm 0,4 gr/kg/d

para o grupo das nadadoras e 1,4 \pm 0,7 gr/kg/d para o grupo controle), e suprimentos em cálcio e ferro significativamente inferiores aos recomendados⁽³⁶⁾.

As nadadoras treinam em média 22,7 \pm 1,7 horas/semana, efectuando um exercício físico de elevada intensidade; as alunas liceais praticam em média 2h/semana de desporto escolar, com intensidade leve a moderada.

O valor da relação cálcio/creatinina na urina (CaU/CrU) pode ser observado na Figura 2.

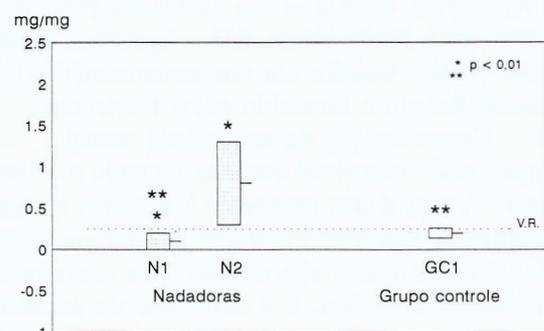


FIG. 2 – Adolescentes nadadoras (N) e grupo controle (GC): avaliação da excreção renal de cálcio (CaU/CrU) (mg/mg): N1 e CG1 em ausência de exercício físico há mais de 24 horas, e N2 após exercício físico de elevada intensidade ($M \pm d-p$).

Após um treino vigoroso o grupo das nadadoras apresenta uma calciúria (N2) cerca de 3 vezes superior ao valor de referência para a idade, sendo o valor médio de 0.8 \pm 0.5 mg/mg ($M \pm d-p$)⁽³⁷⁾.

A determinação do estado de mineralização óssea, revela um valor médio dentro da normalidade, e sobreponível para ambos os grupos (Figura 3).

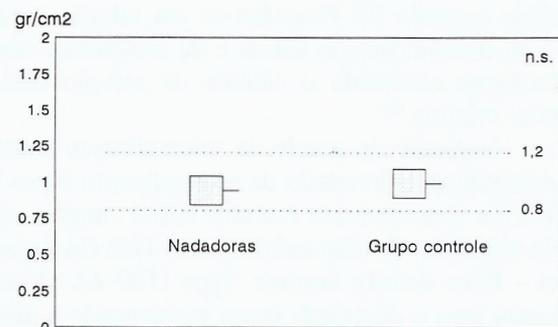


FIG. 3 – Adolescentes nadadoras e grupo controle: avaliação da densidade mineral por absorctofotometria radial simples ($M \pm d-p$).

Discussão

A prática regular de exercício físico condiciona modificações do estado de nutrição e da composição corporal^(36, 38). Tais modificações dependem não só do tipo e intensidade do exercício físico praticado, como das perturbações do comportamento alimentar frequentemente associadas, visando a obtenção da aptidão física máxima^(38, 39). Embora praticando uma dieta hipoenergética para a idade e gasto energético acrescido pelo exercício físico, as nadadoras apresentam um adequado estado de nutrição, verificando-se no entanto uma diferença significativa para o valor percentual dos diferentes componentes corporais quando comparadas com as adolescentes sedentárias (Quadro I). A mais elevada percentagem de massa magra registada nas nadadoras, poderá ser atribuída não só à adaptação ao exercício físico, como também ao treino de força, com efeito de hipertrofia muscular, habitualmente praticado por atletas desta e outras modalidades. De referir que embora significativamente inferior ao grupo controle, o valor encontrado para a massa gorda no grupo das nadadoras, e contrariamente e outras modalidades desportivas^(39, 40), se encontra dentro dos parâmetros de normalidade para a idade⁽⁴¹⁾.

É sabido que o exercício físico intenso condiciona uma diminuição de produção de Gn-RH hipofisária, levando à conseqüente diminuição da produção de gonadotrofinas, estrogénio e progesterona^(21, 22, 25). O exercício é ainda responsável pelo aumento transitório dos opioides endógenos, do cortisol e da prolactina, com um efeito frenador central, e conseqüente aumento do risco de ocorrência de amenorreia^(42, 43). Vários trabalhos demonstram uma perturbação da progressão da puberdade em raparigas praticantes de desporto de rendimento, bem como uma incidência aumentada de perturbações do ciclo menstrual^(40, 44, 45). A intensidade das perturbações observadas está também directamente relacionada com a idade de início da prática de desporto de rendimento, a intensidade e tipo de exercício praticado, o "stress" psíquico condicionado pela competição, as perturbações do comportamento alimentar e ainda com a modificação da composição corporal registadas^(38, 40, 45, 46). No presente trabalho, as nadadoras avaliadas não apresentam atraso da idade da menarca nem perturbações do desenvolvimento pubertário, registando-se todavia, tal como referido por outros autores, uma elevada percentagem de perturbações do ciclo menstrual (fig 1, Quadro II). Tal facto é seguramente dependente de perturbações da função ovárica, caracterizadas por uma deficiência da fase luteínica e baixos níveis de progesterona, como o demonstram trabalhos recentes^(21, 47). O encurtamento da fase luteínica é considerado por vários autores como o primeiro passo para a ocorrência de ciclos anovulatórios e/ou amenorreia secundária⁽⁴⁷⁾.

Trabalhos recentes demonstraram que o treino intenso, embora podendo não provocar alterações do ciclo menstrual, ao condicionar estas alterações subtis das hormonas sexuais exerce um efeito deletério na formação do esqueleto^(5, 18, 21, 22).

Os hábitos alimentares são outro factor determinante para a aquisição de uma adequada massa óssea, conforme acima referimos. Os resultados do presente trabalho revelam em ambos os grupos avaliados uma dieta desequilibrada no que diz respeito aos principais grupos de macronutrientes. Para tal contribuem seguramente, entre outros, factores de ordem cultural. A influência dos "mass media" na implementação do "fast-food" está na origem de uma dieta rica em proteína animal característica da população dos países desenvolvidos. Acrescenta-se a este aspecto, a atribuição indevida de potencialidades ergogénicas aos derivados proteicos, facto que contribui também para o elevado consumo deste grupo de macronutrientes pela maioria dos atletas de alto-rendimento, e que pudemos comprovar no presente trabalho (Quadro III). Regista-se também um baixo suprimento global em hidratos de carbono nos dois grupos estudados (Quadro III). No que diz respeito aos micronutrientes, nomeadamente ao cálcio e ao ferro, verifica-se nos dois grupos um suprimento inferior ao recomendado, particularmente evidente em relação ao suprimento de cálcio (Quadro III). Este suprimento alimentar inadequado, tanto dos macronutrientes como dos macrominerais, a manter-se, ocasionará situações de carência orgânica com seguro compromisso do processo de crescimento e da rentabilidade desportiva, bem como a ocorrência de osteopenia precoce^(8, 15).

Como oportunamente referimos, a optimização do pico de massa óssea depende de factores genéticos, hormonais, alimentares, e ainda do estilo de vida (actividade física)^(1, 5). Embora a natação seja um desporto em que, pelas suas características técnicas e comparativamente aos desportos de solo, se perde em grande parte o efeito estimulante da osteogénese exercido pela contractura muscular perpendicular ao maior eixo dos ossos longos, alguns trabalhos comprovam o benefício da sua prática, no que respeita à melhoria da densidade óssea^(7, 8, 20). Embora inferior ao do grupo controle, o valor da densidade óssea deste grupo de nadadoras encontra-se, à data da observação, dentro do intervalo de normalidade para raparigas desta idade⁽⁴⁸⁾. Para obviar o compromisso do processo de mineralização óssea nestes grupos de atletas, vários autores advogam a necessidade da suplementação em cálcio, mantendo-se no entanto controverso o recurso a terapêutica hormonal substitutiva (estrogénios e progesterona)^(2, 6, 22, 47, 49).

Existe ainda um outro aspecto que julgamos importante abordar, e que consiste na hipercalciúria observada no grupo das nadadoras, que se registou após um treino

de elevada intensidade (Fig. 2). É conhecida a ocorrência de hipercalciúria associada a desportos de resistência e "endurance" ⁽⁵⁰⁾. O aumento da excreção renal de cálcio é consequência do aumento da destruição muscular e da acidose metabólica decorrente de esforços físicos intensos ⁽⁵¹⁾. De igual modo, um suprimento alimentar elevado em proteína, tal como o registado no grupo avaliado, condiciona uma perda renal aumentada deste mineral ⁽¹⁴⁾. A prática habitual em nadadoras de rendimento de dois períodos diários de treino intenso, condicionando uma hipercalciúria mais ou menos sustentada, e períodos frequentes de acidose metabólica, poderão levar à nefrocalcinose. Esta situação não está contudo descrita na literatura de que tenhamos conhecimento. De igual modo não são conhecidos estudos sobre a morfofunção renal em atletas de rendimento. Julgamos assim importante a avaliação prospectiva destas atletas, de modo a podermos confirmar ou não a hipótese aqui referida.

Conclusões

Da revisão da bibliografia podemos concluir que a natação, praticada em regime de rendimento, embora não condicionando perturbações significativas no estado de nutrição e na progressão da puberdade, conduz a alterações metabólicas e hormonais.

Do presente trabalho concluímos que é adequado o estado de nutrição das nadadoras avaliadas. Regista-se um insuficiente suprimento alimentar em cálcio, bem como um aumento da sua excreção urinária. Observam-se ainda sinais indirectos de disfunção ovárica em algumas nadadoras.

Consideramos necessária uma orientação dietética bem como o recurso a suplemento alimentar em cálcio, dado o risco de desenvolvimento de uma situação de osteopenia e osteoporose precoce.

Julgamos importante o estudo prospectivo da densidade mineral óssea e da morfofunção renal destas atletas.

BIBLIOGRAFIA

- Bonjour JP, Theintz G, Flaw F, Slosman D, Rizzoli R. Le pic de masse osseuse: réalités et incertitudes. *Arch Pédiatr* 1995; 2: 460-8.
- Abrams SA, Stuff JE. Calcium metabolism in girls: current dietary intakes lead to low rates of calcium absorption and retention during puberty. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 739-43.
- Fassler AC, Bonjour JP. Osteoporosis as a pediatric problem. *Ped Clin North Am* 1995; 42 (4): 811-24.
- Bronner F. Calcium and osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 831-6.
- Kreipe RE, Forbes GB. Osteoporosis: a "new morbidity" for fidgeting female adolescents? *Pediatrics* 1990; 86 (3): 478-80.
- Abrams SA, Silber TJ, Esteban NV, Vieira NE, Stuff JE, Meyers R, Majd M, Yergey AL. Mineral balance and bone turnover in adolescents with anorexia nervosa. *J Pediatr* 1993; 123 (2): 326-31.
- Aloia JF, Gohn SH, Ostuni JA, Cane R, Ellis K. Prevention of involutional bone loss by exercise. *An Int Med* 1978; 89 (3): 356-8.
- Gunnes M, Lehmann EH. Physical activity and dietary constituents as predictors of forearm cortical and trabecular bone gain in healthy children and adolescents: a prospective study. *Acta Paediatr* 1996; 85: 19-25.
- Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, et al. Bone density of various sites for prediction of hip fractures. *Lancet* 1993; 341: 72-5.
- Anderson JJB. The role of nutrition in the functioning of skeletal tissue. *Nutr Rev* 1992; 50: 388-94.
- Lee WTK, Leung SSF, Wang S-H, Xu Y-C, Zeng W-P, Lau J, Oppenheimer SJ, Cheng JCY. Double-blind, controlled calcium supplementation and bone mineral accretion in children accustomed to a low-calcium diet. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 744-50.
- Chan GM. Dietary calcium and bone mineral status of children and adolescents. *Am J Dis Child* 1991; 145: 631-4.
- Sandler RB, Slemenda CW, La Porte RE, et al. Postmenopausal bone density and milk consumption in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1985; 42: 270-4.
- Canas da Silva J, Matos AA, Viana de Queirós M. Doenças ósseas e metabólicas: da teoria à prática. *Metabolismo fosfo-cálcico (voll)*. Publicação do Núcleo de Reumatologia – Serviço Medicina IV. H. Sta. Maria – Lisboa.
- Chan GM. Dietary calcium and bone mineral status of children and adolescents. *AJDC* 1991; 145: 631-34.
- Chan GM, McMurry M, Westover K, Engelbert-Fenton K, Thomas MR. Effects of increased dietary calcium intake upon the calcium and bone mineral status of lactating adolescent and adult women. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 319-23.
- Parfitt AM. The contribution of bone histology to understanding the pathogenesis and improving the management of osteoporosis. *Clin Invest Med* 1982; 5: 163-7.
- Winters K, Adams WC, Meredith CN, Van Loan MD, Lasley BL. *Med Sci Sport Exerc* 1996; 28 (7): 776-85.
- Doyle FH, Brown J, LaChance C. Relation between bone mass and muscle weight. *Lancet* 1970; 1: 391-3.
- Smith EL, Reddan W. Physical activity – a modality for bone accretion in the aged. *Am J Roentgenol* 1976; 126: 1297.
- Drinkwater BL. Women: menstrual dysfunction, premature bone loss, and pregnancy. *International Series on Sports Sciences. Biochemistry of Exercise*. Ed. B Saltin. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois.
- Drinkwater BL. Amenorrheic athletes: at risk for premature osteoporosis? *Med Sci Sports Exerc* 1987; (Suppl) 19 (2): S12.
- Drinkwater BL; Nilson K, Chestnut CH, Bremner WJ, Shainholtz S, Southworth MB. Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *New Eng J Med* 1984; 311: 277-81.
- Marcus R, Cann C, Madvig P, Minkoff J, Goddard M. Menstrual function and bone mass in elite women distance runners: endocrine and metabolic features. *Ann Intern Med* 1985; 102: 158-63.
- Lindberg JS, Fears WB, Hunt MM, et al. Exercise induced amenorrhea and bone density. *Ann Intern Med* 1984; 101 (5): 647-8.
- Jelliffe DB, Jelliffe EFP. Direct assessment of nutritional status. *Anthropometry: major measurements*. In: Jelliffe DB, Jelliffe EFP, eds. *Community nutrition assessment with special reference to less technically developed countries*. New York: Oxford University Press 1989: 68-105.
- Lee J, Kolouel N, Hinds W. Relative merits of the weight-corrected-for-height indices. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 2521-9.
- Frisancho AR. *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*. 1993 Ann Arbor. The University of Michigan Press.
- Tanner JM. Normal growth and techniques of growth assessment. *Clin Endoc Metab* 1986; 15 (3): 411-52.
- Speroff L, Glass RH, Kase NG. *Clinical Gynecology Endocrinology and Infertility*. 5 th Ed 1994 William & Wilkins Ed.; 402-533.
- Frank GC, Farris RP, Major C. *In-House dietary studies methodology*. 2 th Ed. New Orleans, Louisiana State University Medical Center 1978.
- Frank GC, Berenson GS, Schilling PE, Moore MC. Adapting the 24-hr dietary recall for epidemiologic studies of school children. *J Am Diet Assoc* 1977; 71: 26-31.
- Gonçalves Ferreira FA, Silva Graça ME. *Tabela da Composição dos Alimentos Portugueses*. Lisboa: Direcção Geral de Saúde. Ministério da Saúde e Assistência. 1961.

34. Paul AA, Southgate DAT, McCance and Widdowson's. The composition of foods. 3th Ed. London: Her Majesty's Stationery Office 1985.
35. Stapleton FB, Noe NH, Roy C. Hypercalciuria in children with urolithiasis. *Am J Dis Child* 1982; 136: 675-8.
36. Malina RM, Bouchard C. Energy and nutritional requirements. In: Growth, Maturation and physical activity. Human Kinetics Publishers, 1991 Part V, Chap 21: 353-71.
37. Ghazah S, Barnett TM. Urinary excretion of calcium and magnésium in children. *Arch Dis Child* 1974; 49: 9101.
38. Duhamel JF. L'enfant et le sport de haut niveau. *Arch Fr Pediatr* 1991; 48: 85-7.
39. Malina RM Growth, exercise, fitness and later outcomes. In: Exercise, Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BD. Part V; Chap 55: 637-53.
40. Rego C. Avaliação do estado de nutrição, caracterização morfológica, composição corporal e maturidade sexual de adolescentes femininas praticantes de ginástica rítmica de rendimento. Dissertação de Candidatura ao Grau de Mestre em Medicina Desportiva pela Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. 1996.
41. Ridder Cm, Bruning PF, Zonderland ML, Thijssem JHH, Bonfrer JMG, Blankenstein MA, Huisveld IA, Erich WBM. Body fat mass, body fat distribution and plasma hormones in early puberty in females. *J Clin Endoc Metab* 1990; 70 (4): 888-93.
42. Boyden TW, Pamerter RW, Stanforth PR, Rotkis TC, Wilmore JH. Sex steroids and endurance running in women. *Fertil Steril* 1983; 39: 629-32.
43. Boyden TW, Pamerter RW, Stanforth PR, Rotkis TC, Wilmore JH. Impaired gonadotropin responses to gonadotropin releasing hormone stimulation in endurance trained women. *Fertil Steril* 1984; 41: 359-63.
44. Cumming DC, Rebar RW, Ster B, Brunsting III LA, Strich G, Greenberg L, Bremer B, Liu JK, Muse K, Benson M, Hoper BR, Ries AL, Laron Z, Rogol AD (ed). *Hormones and Sport*. Serono Publications: Raven Press 1989.
45. Rego C, Guerra AJM, Prata A, Lebre E, Fontoura M, Teixeira Santos N. Estado de nutrição, composição corporal e maturação sexual de adolescentes praticantes de ginástica rítmica de alto-rendimento: estudo comparativo entre as Selecções de Portugal e da Rússia. (Aguarda publicação).
46. Mainsfiels MJ, Emans SJ. Growth in female gymnasts: should training decrease during puberty? *J Pediatr* 1993; 122: 237-40.
47. White CM, Hergenroeder AC. Amenorrhea, Osteopenia, and the female athlete. *Ped Clin North Am* 1990; 37 (5): 1125-41.
48. Landin L, Nilsson E. Forearm bone mineral content in children, normative data. *Acta Paediatr Scand* 1981; 70: 919-23.
49. Putukian M. The female triad. *Med Clin North Am* 1994; 78 (2): 345-56.
50. Bonilla-Felix M, Villegas-Medina O, Vekaskari VM. Renal acidification in children with idiopathic hypercalciuria. *The J Pediatr*, 1994; 123 (4): 529-34.

Agradecemos a colaboração do Conselho Directivo da Escola Secundária Filipa de Vilhena, dos dirigentes da Secção de Natação do Futebol Clube do Porto, bem como das alunas e atletas que voluntariamente participaram no estudo.

Correspondência: Carla Rego
Departamento de Pediatria
H. S. João
Alameda Prof. Hernani Monteiro
4250 PORTO