



Ginástica de competição: factor de influência no crescimento, estado de nutrição e maturação ao longo da idade pediátrica?

Maria João Sá, Carla Rêgo

Resumo

A prática regular de exercício físico tem adquirido uma importância crescente na sociedade actual, sendo encarada como um factor promotor de saúde. Muito embora a prática regular de desporto em idade pediátrica seja cada vez mais promovida, a massificação do desporto permite um maior leque de escolha de talentos e a incentiva ao treino precoce. Esta atitude poderá conduzir à aplicação de programas de treino desrespeitadores da imaturidade biológica e psicológica das crianças e adolescentes.

Na ginástica de competição, a maior parte dos atletas iniciam o treino intenso por volta dos cinco anos e treinam, a partir da adolescência, cerca de 24-36 horas por semana. Numa modalidade em que é requerida elevada capacidade de coordenação, flexibilidade e força, a necessidade de, por exigências estéticas, manter um baixo peso, torna-se um paradoxo.

O baixo suprimento energético e a elevada intensidade do treino conduzem a alterações do estado nutricional e da composição corporal. Como consequência última, estes interferem na maturação sexual e no crescimento que é lento e com um pico de velocidade tardio em relação aos pares.

São diversos os factores intrínsecos a esta modalidade tão particular, que podem influenciar o normal desenvolvimento em idade pediátrica. É assim objectivo desta revisão compreender de que forma pode a ginástica de competição influenciar a realidade biológica destes atletas que, ao mesmo tempo, são crianças e adolescentes em crescimento.

Palavras-chave: Ginástica, crescimento, maturação sexual, aporte nutricional, composição corporal, densidade mineral óssea

Acta Pediatr Port 2013;44(1):37-42

Elite gymnastics: influence on growth, nutritional status and maturation during pediatric age?

Abstract

Nowadays, regular sports practice has been increasing and is faced as a promoter of health. The massive sports practice on pediatric age allows, in one hand, a bigger range of talented athletes but, on other hand, training has to start at a very early age. This way, elite gymnastics may lead to hard training programs disrespecting the biological and psychological immaturity of children and adolescents.

On elite gymnastics, most of the athletes start hard training around the age of five and, after adolescence, they train about 24-36 hours per week. In this discipline, strength, flexibility and coordination abilities are absolutely required and so, the need of keeping a low weight becomes paradoxical.

The low energetic supply and the high intensity of training lead to nutritional and body composition disorders. As ultimate consequence, these interfere in the sexual maturation and growth, which is slow with a late velocity peak, comparing to their pairs. There's a wide range of intrinsic factors on this peculiar discipline which may influence the normal development on pediatric age, along with the genetic influence which performs a basic determinant role. The aim of this study is to understand in which way elite gymnastics may influence the biological reality of these athletes, who are simultaneously children and adolescents growing up.

Key words: Gymnastics, growth, development, nutritional supply, body composition, bone density

Acta Pediatr Port 2013;44(1):37-42

Introdução

A ginástica é uma das modalidades em que as características físicas assumem um papel determinante, quase tão importante quanto a técnica individual. O padrão estético ideal do ginasta de competição, caracterizado pelo baixo peso e biótipo longi-

Recebido: 10.04.2012

Aceite: 27.05.2013

Correspondência:

Carla Rêgo

carlambssrego@gmail.com

línico, permite a realização dos elementos técnicos e a obtenção da fluidez corporal, com maior sucesso. Tais exigências requerem do ginasta uma elevada capacidade de coordenação, força e flexibilidade que o obrigam a despende cerca de 24-36 horas de treino por semana, quatro a seis horas por dia, doze meses por ano¹.

É hoje reconhecido que para estes ginastas serem bem sucedidos a nível internacional o treino intenso deve iniciar-se antes da puberdade. Muitos deles, iniciam-no por volta dos cinco anos, alcançam o pico do seu desempenho pessoal aos 16 anos e são considerados extraordinários se se mantiverem nos quadros competitivos internacionais até aos 20 anos^{2,3}.

A optimização do crescimento depende de factores ambientais, assim como de factores genéticos. Muito embora a predisposição genética condicione a estatura final, os factores ambientais, nomeadamente a nutrição mas também o *stress* e a actividade física intensa, podem alterar o padrão de crescimento. Os ginastas de competição foram identificados como particularmente susceptíveis a estas alterações⁴. Efectivamente, na generalidade, os ginastas são reconhecidos como sendo menos maduros e de menor estatura que os restantes atletas e controlos da mesma idade cronológica.

É conhecido que o desenvolvimento pubertário, a menarca, o crescimento e a maturidade biológica estão comprometidos na maioria das modalidades de ginástica. No entanto, não é ainda clara a responsabilidade dos factores de predisposição genética ou os efeitos deletérios do treino intenso.

O ginasta de competição é considerado um atleta de risco para o desenvolvimento de comportamentos alimentares perturbados, dada a forte pressão para alcançar um baixo peso e baixa percentagem de gordura corporal. A nutrição adequada num jovem ginasta é pois, essencial: o consumo nutricional diário deve suprimir as necessidades biológicas de um organismo em crescimento e sua manutenção, assim como aquelas relacionadas com a exigente actividade física. Desta forma, a combinação entre a restrição calórica e a intensidade do treino está associada a um atraso no desenvolvimento pubertário e à desregulação menstrual nas jovens ginastas⁵.

Também os distúrbios associados à densidade mineral óssea são alarmantes, já que constituem parte do conceito clássico da “tríade da mulher atleta”. O crescimento, o estado de nutrição e a maturação estão intrinsecamente conectados e reciprocamente influenciados por uma panóplia de factores, tornando-se, cada vez mais, alvo de preocupação da comunidade científica.

É assim objectivo desta revisão compreender de que forma pode a ginástica de competição influenciar a realidade biológica destes atletas.

Métodos

Pesquisou-se na Medline entre 1999 e 2011 (PubMed Interface) utilizando as palavras-chave “gymnastics” em combinação com “growth and development”, “body composition” e “bone density”. Foram incluídos todos os artigos indexados

até Dezembro de 2011, referentes a humanos, nas línguas inglesa, portuguesa ou espanhola e que focavam apenas sujeitos em idade pediátrica.

Foram encontrados 95 títulos. De 77 títulos relevantes, foram revistos 37 artigos que focavam em particular os objectivos desta revisão. Outros sete artigos relevantes foram incluídos utilizando referência cruzada, dada a sua importância histórica ou relevância no esclarecimento de alguns dados.

Resultados

1. Crescimento e Maturação

É crença comum que a prática de actividade física moderada é benéfica para a criança em crescimento. No entanto, quando praticada de forma intensa e particularmente em períodos críticos do crescimento, levanta algumas questões^{1-3,6,7}. Efectivamente, a intensidade, a frequência e o tipo de metabolismo muscular envolvidos são factores determinantes das possíveis implicações do exercício no padrão de crescimento e maturação.

1.1 Crescimento. De uma forma geral, a literatura refere um padrão de crescimento lento e uma maturação tardia nos ginastas, quando comparados com outros atletas e controlos, e provavelmente diferente de crianças normalmente mais baixas e de maturação lenta¹. Em boa verdade, as ginastas possuem, em média, a menor estatura entre as jovens atletas de elite, com estaturas médias que se aproximam do percentil dez dos valores de referência⁸.

Estudos de coorte considerados históricos indicam que: 1) as ginastas apresentam menor estatura que os seus pares de outras modalidades desportivas competitivas antes da sua selecção^{9,10}; 2) as ginastas de topo têm menor estatura que os seus pares de modalidades menos competitivas ou que praticam ginástica não competitiva, mesmo antes de iniciarem a prática da modalidade^{9,11}, e 3) os progenitores destas atletas de elite têm, em média, menor estatura⁹.

Um estudo recente acompanhou o primeiro treino de 54 promissoras atletas de elite entre os quatro e os oito anos de idade e comparou com 54 controlos, não registando diferenças significativas relativamente à estatura entre ambos os grupos¹². Contrariando alguns destes conceitos, outros estudos recentes revelam também que a estatura das ginastas no final da adolescência é igual à dos seus pares, apresentando no entanto um padrão da curva de crescimento diferente. Apesar da estatura das ginastas estar abaixo do percentil 50 desde os nove até aos 16 anos de idade, aos 19 anos estas já assumem um valor acima deste percentil^{2,3}. Este é um padrão típico de maturação tardia. Thomis *et al.* apoiam estes dados, ao estudarem um grupo de quinze atletas belgas entre 1990 e 1997: a curva de velocidade de crescimento encontra-se visivelmente desviada para a direita, o pico de velocidade de crescimento é mais tardio quando comparado com os controlos ($12,9 \pm 1,5$ anos *versus* $11,6 \pm 0,6$ anos, respectivamente) e a magnitude deste pico é ligeiramente inferior quando comparada com as referências ($6,8 \pm 1,1$ cm/ano *versus* $7,5 \pm 1,1$ cm/ano)⁸.

Curiosamente, os períodos em que o crescimento decorre correspondem aos períodos de menor carga de treino ou quando os ginastas abandonam a modalidade⁹.

Tem também sido sugerido que o treino da ginástica de competição compromete particularmente o crescimento do segmento inferior, conduzindo a baixa estatura. De referir que uma excepção se abre quando se observam as atletas de ginástica rítmica de alto nível competitivo, pois estas são mais altas e com membros mais longos, características importantes na identificação de jovens talentosas nesta modalidade em particular¹³⁻¹⁶.

Não se verifica, portanto, consensualidade relativamente à influência da actividade física intensa da ginástica no crescimento em idade pediátrica, parecendo no entanto não existir compromisso na estatura final.

1.2 Maturação sexual. Tem sido sugerido que nas jovens atletas, o treino intenso pode influenciar a maturação sexual¹⁴. De uma forma geral, as raparigas entram em Tanner para a mama cerca dos dez anos e meio de idade e em Tanner para o pêlo púbico, por volta dos onze anos de idade. No entanto, existe um grande intervalo de variação do normal¹⁷. Um estudo longitudinal que comparou 81 ginastas, 60 nadadoras e 81 tenistas entre os oito e os 19 anos de idade, verificou que nadadoras e tenistas entravam em Tanner 2 para mama e Tanner 4 para o pêlo púbico em idades semelhantes. Em contrapartida, as ginastas entravam em estadio cinco mais tardiamente, sugerindo que o crescimento é mais lento em ginastas que em tenistas ou nadadoras, durante este último período de maturação sexual^{2,3}. No entanto, apesar do treino poder ser um factor de influência, é também possível que as atletas que maturam mais tardiamente correspondam àquelas que se mantêm em competição e são avaliadas, ao contrário das que maturam precocemente e que abandonam. Outros estudos referem a importância da avaliação do desenvolvimento pubertário consoante seja considerada a idade cronológica ou a idade óssea¹⁴⁻¹⁶. De uma forma geral, o desenvolvimento pubertário decorre de acordo com a idade óssea. A maioria das atletas apresenta uma idade óssea mais avançada durante os períodos iniciais da puberdade até atingir os catorze anos. A partir de então, há uma normalização gradual desta diferença, que acaba por desaparecer quando a puberdade termina. Na medida em que o início da puberdade ultrapassa, neste grupo em particular, os catorze anos de idade, a maioria das atletas seguiram a idade cronológica ao invés da idade óssea⁴.

Particularmente no caso dos rapazes, quando comparados com outros atletas e controlos da mesma idade cronológica, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos níveis de testosterona, no desenvolvimento genital nem no desenvolvimento do pêlo púbico¹⁸. Sugere-se que nos indivíduos de sexo masculino, a ginástica apenas cause alterações transitórias e agudas nos níveis de testosterona, que não persistem cronicamente¹⁹.

Weinman *et al.* defendem que as diferenças encontradas entre sexos reflectem a idade de início do treino intenso mais tardia, os períodos de treino semanais mais curtos, a menor quantidade de treino intenso durante a fase de desenvolvimento pubertário nos rapazes e o facto de estes terem um aporte

energético mais adequado que as raparigas²⁰.

Assim, não é claro se a ginástica realmente influencia a pequena estatura e a maturação tardia, ou se estas características correspondem a factores de selecção próprios desta modalidade.

1.3 Menarca. A idade da menarca é maioritariamente determinada por factores genéticos e ambientais. O treino físico intenso, o *stress* crónico, os factores nutricionais, o baixo peso corporal e/ou a baixa massa gorda são factores importantes que podem alterar a função menstrual^{6,7}. O atraso da menarca é um achado comum entre atletas de várias modalidades desportivas, incluindo a ginástica. Não é no entanto consensual a sua causa^{1-4,8}: será este atraso atribuído a uma predisposição genética e consequente pré-selecção ou ao efeito do início precoce do treino intenso?

Um estudo de 1999, mostrou a ocorrência de um atraso da menarca em atletas quando comparadas com as suas mães e irmãs⁴. Também Erlandson *et al.* comparando 81 ginastas com 81 tenistas e 60 nadadoras, observou que as ginastas alcançaram a idade da menarca 0,81 anos, as nadadoras 0,44 e as tenistas 0,25 mais tardiamente que as suas mães^{2,3}. Apesar de estas diferenças não serem superiores a um ano, é de notar que é respectivamente o dobro e o triplo quando comparadas com o grupo de nadadoras e tenistas, sugerindo que factores adicionais, tais como as exigências físicas e intrínsecas do treino específico da ginástica, podem ser causadores deste efeito. Quando comparadas com jovens adolescentes sedentárias, este valor alcança um ano e meio a dois anos de diferença²¹.

Apesar destes resultados, estudos recentes contrariam esta ideia, sugerindo que a idade da menarca tardia é devida a factores genéticos, e as raparigas que maturam mais tardiamente escolhem desportos que requerem corpos pequenos e delgados²¹. Outros autores sugerem o papel da pré-selecção como factor determinante na idade da menarca nas jovens ginastas dado que as atletas provenientes de famílias com predisposição para menarca tardia têm tendência para serem bem sucedidas^{1,4}. Klentrou *et al.* calcularam o período de tempo entre a idade da menarca e a retirada do desporto. Noventa e dois por cento das ginastas foram menstruadas antes de abandonarem a modalidade, sugerindo que os efeitos do treino não causam atraso no aparecimento da menarca. Para além disso verificou-se ainda que as ginastas menstruadas correspondiam, na sua grande maioria, a um grupo de ginastas sujeitas a menor frequência e duração de treino que as não menstruadas²¹.

Apesar de não ser apoiada actualmente pela comunidade científica, a composição corporal foi utilizada para explicar o atraso na menstruação, assim como as irregularidades do ciclo menstrual em atletas de elite^{21,22}. Frisch and McArthur teorizaram uma associação entre a regularidade menstrual e o nível de gordura corporal, sugerindo que um valor mínimo de 17% é crítico para o início da menstruação e manutenção de um ciclo regular²³. Actualmente o campo de pesquisa da medicina desportiva está em mudança, com particular concentração na regulação do eixo hipotálamo-hipofisário. Dixon propôs que os altos níveis de actividade física levam a um aumento na secreção

de endorfinas que, acompanhado pela subnutrição típica destas atletas produz uma regulação anormal do hipotálamo²⁴. Tal desregulação hipotalâmica conduz a uma diminuição de frequência da secreção pulsátil das gonadotrofinas, levando ao atraso da maturação pubertária e consequente oligo- ou amenorreia^{23,25,26}.

2. Aporte Nutricional e Composição Corporal

Atletas e treinadores geralmente acreditam que a redução do peso corporal e a diminuição da massa gorda corporal melhorará a performance, mesmo quando se encontram dentro dos padrões comuns das ginastas de alto nível competitivo. Na verdade, as ginastas são atletas que apresentam baixo peso, baixo índice de massa corporal e baixa percentagem de gordura corporal¹³.

Vários estudos indicam que as ginastas têm um aporte energético inferior ao recomendado, tendo em conta a sua idade e actividade física^{1,13,26}. No entanto, existem diferenças quando se comparam ginastas mais novas, que treinam com intensidade inferior, com as mais velhas, que competem a um nível mais intenso e exigente. Soric *et al*²⁵ estudaram 39 atletas, de idade média de onze anos e verificaram que estas apresentavam uma distribuição da dieta de acordo com as actuais recomendações: 45-65% de hidratos de carbono, 10-15% de proteínas e 20-35% de gordura. Apresentam no entanto a particularidade de a contribuição dos hidratos de carbono para o total aporte de energia diário se encontrar no limite superior, não só em relação aos controlos, mas também às atletas de outras modalidades desportivas, e a gordura e as proteínas no limite inferior. O consumo energético total médio neste grupo de ginastas excedia as 40 kcal/kg/dia, correspondendo o valor mais elevado a ginastas mais jovens, registando as atletas mais velhas um aporte energético insuficiente. Muito embora esta seja uma modalidade em que a aparência física desempenha um papel determinante, é possível que, em contraste com as atletas mais velhas e adultas, a magreza e o peso ideal não constituam uma preocupação para estas atletas mais novas. Acrescente-se ainda que a percepção da chegada da puberdade tem sido sugerida como factor desencadeador deste tipo de preocupações²⁷.

Quando analisado o aporte específico de macronutrientes não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de ginastas e o grupo de controlo^{22,25,26}. Verifica-se aliás, melhores hábitos alimentares por parte das ginastas, já que apresentam um consumo superior em fibras, hidratos de carbono complexos e um menor consumo de gorduras saturadas e colesterol²², inferindo-se assim um papel educador da prática desportiva relativamente à alimentação. No que respeita ao consumo de vitaminas e minerais é consensual o aporte inadequado de fósforo, zinco, magnésio e cálcio^{13,17,19,22,26}.

No que respeita à análise da composição corporal, uma baixa percentagem de gordura corporal é um achado consensual. No entanto, as atletas da ginástica artística apresentam uma percentagem de gordura corporal significativamente inferior às da rítmica²⁵.

No caso particular dos rapazes ginastas, estes, quando comparados com atletas de outras modalidades e controlos da

mesma idade cronológica, apresentam menor percentagem de gordura corporal. Para além destes dados, foi também possível verificar uma correlação positiva entre pequena percentagem de gordura corporal e a elevada frequência de treino¹⁸.

3. Densidade mineral óssea

A aquisição de massa óssea e o valor individual do pico de massa óssea, muito embora geneticamente programadas, são influenciadas por factores ambientais, nomeadamente a actividade física, a nutrição e a composição corporal²⁸⁻³¹.

Vários trabalhos suportam o papel da prática de actividade física durante a infância e a adolescência como factor maximizante da mineralização óssea^{32,33}. Lehtonen-Veromaa *et al.*, num estudo de casos e controlos, confirmou que é possível aumentar a densidade mineral óssea no colo do fémur e na coluna lombar através do aumento da prática de actividade física³⁴.

No caso particular das ginastas estas apresentam um ganho na densidade mineral óssea nos locais referidos de 15,2% e 9,4% respectivamente, quando comparadas com pares da mesma idade óssea³¹. Outros autores corroboram estes achados^{35,40}, atribuindo-os ao impacto que é exercido sobre pontos específicos do esqueleto. As forças de reacção do solo envolvidas na prática da ginástica são praticamente dez vezes a massa óssea em ginastas adolescentes³⁵. Curiosamente, as atletas da ginástica artística apresentam uma maior densidade mineral óssea nos membros superiores em relação às demais ginastas, já que, na sua prática em diversos aparelhos gímnicos exercem aí um impacto muito superior. Acresce ainda o facto de o membro não dominante ser aquele que apresenta densidade relativa superior: frequentemente as ginastas usam o braço não dominante no final do movimento gímnico antes da estabilização final com os dois braços³⁵.

No entanto é de referir que, tal como Haapasalo *et al.* constataram, a resposta osteogénica é particularmente benéfica quando as ginastas iniciam o período de treino intenso antes da idade da menarca^{41,42}.

Para além do efeito do impacto e sua distribuição através da estrutura esquelética, a hipertrofia muscular promovida pela prática de ginástica, tem sido sugerida como factor independente promotor do efeito osteogénico^{43,44}. Outros factores poderão promover este efeito, no entanto as suas acções são ainda inconclusivas.

De referir pois, uma ausência de efeito deletério sobre a massa óssea na dependência da prática de ginástica de competição, devendo ter-se em atenção, um ajuste da sua interpretação em função da idade óssea e maturidade biológica.

Discussão

Os resultados desta revisão indicam que os ginastas de competição registam um crescimento atenuado durante o período intenso de treino e competições, apresentando mais tardiamente, próximo do final da puberdade, um pico de velocidade de crescimento. Não existem dados disponíveis que apontem para uma causa específica deste padrão, mas o acentuado crescimento visível

vel em períodos de menos treino ou nos meses após o abandono da modalidade, evidencia, em certa medida, uma relação causal⁹.

No que respeita à interpretação dos resultados, deve também ter-se em conta a influência da carga genética e do efeito de pré-selecção. Apesar de a maioria dos estudos mostrar que o treino intenso altera o crescimento e maturação normais dos ginastas, há também evidência simultânea que os progenitores destes ginastas são também mais pequenos e com história de maturação tardia quando, por exemplo, comparados com os progenitores de atletas de outras modalidades³. Assim, os ginastas bem sucedidos têm uma predisposição familiar e genética para uma menor estatura e maturação tardia. Este achado, e a observação da baixa estatura das ginastas mesmo antes do início do período de treino, sugerem que o padrão individual de crescimento para estes atletas não será alterado pelo mesmo.

Também os resultados relativos ao aporte nutricional deverão ser interpretados com alguma cautela. A metodologia utilizada para caracterizar o comportamento alimentar (registo vs recolha vs inquérito) poderá justificar alguns dos resultados encontrados. Questionam-se também as conclusões de Lehtonen-Veromma et al.: não terá o viés de selecção um papel importante nas diferenças encontradas na densidade mineral óssea entre as ginastas e controlos, já que as ginastas poderão ter uma predisposição genética para adquirir uma densidade mineral óssea superior? Estudos de seguimento a longo termo serão necessários à confirmação do sugerido efeito benéfico do exercício no osso em crescimento.

Se a ginástica de competição é um factor de influência no padrão de crescimento e maturação, os seus efeitos deveriam ser atribuídos não só aos factores intrínsecos da modalidade, mas também aos constitucionais, familiares e outros confundidores.

É vivamente recomendado um acompanhamento médico específico para estes atletas de competição, tendo em especial atenção o desenvolvimento pubertário e o aporte nutricional. Estas medidas de monitorização permitem não só a prevenção de perturbações no crescimento e maturação, mas também a prevenção de distúrbios do comportamento alimentar e servem ainda como instrumento valioso para os treinadores na determinação das capacidades de treino durante o período de desenvolvimento pubertário de cada ginasta.

Referências

- Caine D, Lewis R, O'Connor P, Howe W, Bass S. Does gymnastics training inhibit growth of females? *Clin J Sport Med* 2001; 11: 260-70.
- Georgopoulos NA, Roupas ND, Theodoropoulou A, Vagenakis AG, Markou KB. The influence of intensive physical training on growth and pubertal development in athletes. *Ann N Y Acad Sci* 2010; 1205: 39-44.
- Erlanson MC, Sherar LB, Mirwald RL, Maffulli N, Baxter-Jones AD. Growth and maturation of adolescent female gymnasts, swimmers, and tennis players. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 34-42.
- Georgopoulos N, Markou K, Theodoropoulou A, Parakevopoulou P, Varaki L, Kazantzi Z, et al. Growth and development in elite female rhythmic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 4525-30.
- Adiyaman P, Ocal G, Berberoglu M, Evliyaoglu O, Aycan Z, Cetinkaya E, et al. Alterations in serum growth hormone (GH)/GH dependent ternary complex components (IGF-I, IGFBP-3, ALS, IGF-I/IGFBP-3 molar ratio) and the influence of these alterations on growth pattern in female rhythmic gymnasts. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2004; 17: 895-903.
- Parm AL, Saar M, Parna K, Jurimae J, Maasalu K, Neissaar I, et al. Relationships between anthropometric, body composition and bone mineral parameters in 7-8-year-old rhythmic gymnasts compared with controls. *Coll Antropol* 2011; 35: 739-45.
- Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Guidetti L, Piazza M. Anthropometric characteristics evolution in elite rhythmic gymnasts. *Ital J Anat Embryol* 2008; 113: 29-35.
- Thomis M, Claessens AL, Lefevre J, Philippaerts R, Beunen GP, Malina RM. Adolescent growth spurts in female gymnasts. *J Pediatr* 1999 Feb; 146: 239-44.
- Peltenburg AL, Erich WBM, Zonderland ML, Bemink MJ, VanDen-Brande JL, Huisveld IA, et al. A retrospective growth study of female gymnasts and girl swimmers. *Int J Sports Med* 1984; 5:262-7.
- Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Müller J. Is pubertal growth adversely affected by sport? *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1698-703.
- Malina RM. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol. 22. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994: 389-433.
- Poudevigne MS, O'Connor PJ, Laing EM, R Wilson AM, Modlesky CM, Lewis RD. Body images of 4-8 year old girls at the outset of their first artistic gymnastics class. *Int J Eat Disord* 2003; 34: 244-50.
- Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Brasili P, Merni F, Piazza M, et al. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48: 341-6.
- Courteix D, Jaffre C, Obert P, Benhamou L. Bone mass and somatic development in young female gymnasts: a longitudinal study. *Pediatr Exerc Sci* 2001; 13: 422-34.
- ScerPELLA TA, Dowthwaite JN, Rosenbaum PF. Sustained skeletal benefit from childhood mechanical loading. *Osteoporos Int* 2011; 22: 2205-10.
- Tournis S, Michopoulou E, Fatouros IG, Paspati I, Michalopoulou M, Raptou P, et al. Effect of rhythmic gymnastics on volumetric bone mineral density and bone geometry in premenarcheal female athletes and controls. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95: 2755-62.
- Baxter-Jones ADG, Maffulli N. Parental influence on sport participation in elite young athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 43:250-5.
- Gurd B, Klentrou P. Physical and pubertal development in young male gymnasts. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1011-5.
- Deutz RC, Benardot D, Martin DE, Cody MM. Relationship between energy deficits and body composition in elite female gymnasts and runners. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 659-68.
- Weimann E, Witzel C, Schwidrigall S, Bohles HJ. Peripubertal perturbations in elite gymnasts caused by sport specific training regimes and inadequate nutritional intake. *Int J Sports Med*. 2000; 21: 210-5.
- Klentrou P, Plyley M. Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. *Br J Sports Med* 2003; 37: 490-4.
- D'Alessandro C, Morelli E, Evangelisti I, Galetta F, Franzoni F, Lazzeri D, et al. Profiling the diet and body composition of subelite adolescent rhythmic gymnasts. *Pediatr Exerc Sci* 2007; 19: 215-27.
- Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Muller J. Body

- proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 54-60.
24. Dixon G, Eurman P, Stern BE, Schwartz B, Rebar RW. Hypothalamic function in amenorrheic runners. *Fertility and sterility* 1984; 42:377-383.
 25. Soric M, Misigoj-Durakovic M, Pedisic Z. Dietary intake and body composition of prepubescent female aesthetic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; 18: 343-54.
 26. Filaire E, Lac G. Nutritional status and body composition of juvenile elite female gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness* 2002; 42: 65-70.
 27. Sundgot J. Risk and trigger factors for the development of eating disorders in female elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 414-9.
 28. Erlandson MC, Kontulainen SA, Chilibeck PD, Arnold CM, Baxter-Jones AD. Bone Mineral accrual in 4 to 10 year old precompetitive recreational gymnasts: a 4 year longitudinal study. *J Bone Miner Res* 2011; 26: 1313-20.
 29. Markou KB, Mylonas P, Theodoropoulou A, Kontogiannis, Leglise M, Vagenakis AG, et al. The influence of intensive physical exercise on bone acquisition in adolescent elite female and male artistic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab* 2004 89: 4383-7.
 30. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PM R*.2011; 3: 861-7.
 31. Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Svedstrom E, Hakola P, Heinonen OJ, Viikari J. Physical activity and bone mineral acquisition in peripubertal girls. *Scand J Med Sci Sports* 2000; 10: 236-43.
 32. Snow CM, Williams DP, LaRiviere J, Fuchs RK, Robinson TL. Bone gains and losses follow seasonal training and detraining in gymnasts. *Calcif Tissue Int* 2001; 69: 7-12.
 33. Jaffré C, Courteix D, Dine G, Lac G, Delamarche P, Benhamou L. High-impact loading training induces bone hyperresorption activity in young elite female gymnasts. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2001; 14: 75-83.
 34. Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Nuotio I, Heinonen OJ, Viikari J. Influence of physical activity on ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry bone measurements in peripubertal girls: a cross-sectional study. *Calcif Tissue Int* 2000; 66: 248-54.
 35. Vicente-Rodriguez G, Dorado C, Ara I, Perez-Gomez J, Olmedillas H, Delgado-Guerra S, et al. Artistic versus rhythmic gymnastics: effects on bone and muscle mass in young girls. *Int J Sports Med* 2007; 28: 386-93.
 36. Dowthwaite JN, DiStefano JG, Ploutz-Snyder RJ, Kanaley JA, Scerpella TA. Maturity and activity-related differences in bone mineral density: Tanner I vs. II and gymnasts vs. non-gymnasts. *Bone* 2006; 39: 895-900.
 37. Erlandson MC, Kontulainen SA, Baxter-Jones AD. Precompetitive and recreational gymnasts have greater bone density, mass, and estimated strength at the distal radius in young childhood. *Osteoporos Int* 2011; 22: 75-84.
 38. Ward KA, Roberts SA, Adams JE, Mughal MZ. Bone geometry and density in the skeleton of pré-pubertal gymnasts and school children. *Bone* 2005; 36: 1012-8.
 39. Laing EM, Wilson AR, Modlesky CM, O'Connor PJ, Hall DB, Lewis RD. Initial years of recreational artistic gymnastics training improves lumbar spine bone mineral accrual in 4-to 8-year-old female. *J Bone Miner Res* 2005; 20: 509-19.
 40. Muñoz MT, de la Piedra C, Barrios V, Garrido G, Argente J. Changes in bone density and bone markers in rhythmic gymnasts and ballet dancers: implications for puberty and leptin levels. *Eur J Endocrinol* 2004; 151: 491-6.
 41. Scerpella TA, Dowthwaite JN, Gero NM, Kanaley JA, Ploutz-Snyder RJ. Skeletal benefits of pre-menarcheal gymnastics are retained after activity cessation. *Pediatr Exerc Sci* 2010; 22: 21-33.
 42. Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, Pasanen M, Uusi-Rasi K, Heinonen A, et al. Effect of long term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 310-9.
 43. Gruodyté R, Jurimae J, Saar M, Maasalu M, Jurimae T. Relationships between areal bone mineral density and jumping height in pubertal girls with different physical activity patterns. *J Sports Med Phys Fitness* 2009; 49: 474-9.
 44. Helge EW, Kanstrup IL. Bone density in female elite gymnasts: impact of muscle strength and sex hormones. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 174-80.

Artigo elaborado com base no trabalho de Tese de Mestrado Integrado em Medicina da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.