

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Educação Física - FEF
Bacharelado em Educação Física

ISABELA AMORIM CÂNDIDO CARDOSO

TREINAMENTO DE ALTA INTENSIDADE E MENARCA EM ATLETAS DE GINÁSTICA RÍTMICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Brasília - DF
2026

ISABELA AMORIM CÂNDIDO CARDOSO

TREINAMENTO DE ALTA INTENSIDADE E MENARCA EM ATLETAS DE GINÁSTICA RÍTMICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade de Brasília - Faculdade de Educação Física, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Educação Física.
Orientadora: Profª. Drª. Luciana Hagström

Brasília – DF
2026

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta caminhada, me guiando e tornando possível a realização desta etapa.

À minha família, expresso minha mais profunda gratidão pelo amor, incentivo, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos. Vocês foram fundamentais durante essa trajetória, tornando possível mais essa conquista.

Aos amigos da graduação, agradeço pela parceria, companheirismo e apoio ao longo dessa jornada. Compartilhar desafios, aprendizados e conquistas tornou essa caminhada mais leve e significativa. Levarei comigo as amizades construídas e todas as experiências vividas durante essa etapa.

À minha orientadora, agradeço pela ajuda desde sempre, dedicação e contribuição para que este trabalho se tornasse possível. Sua orientação, conhecimento e confiança foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e para a concretização desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal. Cada gesto de incentivo e apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui. Encerro esse ciclo com o coração cheio de gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama da biologia da iniciação da Puberdade (DAY et al., 2015).

Figura 2. Estadiamento de Tanner no sexo feminino - mamas (MARSHALL e TANNER, 1969).

Figura 3. Estadiamento de Tanner no sexo feminino - pelos pubianos (MARSHALL e TANNER, 1969).

Figura 4. Porcentagem da quantidade de atletas a atingirem a menarca, por faixa etária, em cada modalidade esportiva (BAXTER-JONES et al., 1994).

Figura 5. Relação entre a idade da menarca entre mães e filhas, nas modalidades de: ginástica, natação e tênis (BAXTER-JONES et al., 1994).

LISTA DE ABREVIATURAS

BPA: Bisfenol A

DLK1: *Delta-like non-canonical Notch ligand 1*

EDCs: *Endocrine Disrupting Chemicals*

FIG: Federação Internacional de Ginástica

FSH: Hormônio Folículo-estimulante

GnRH: Gonadotrofinas

GR: Ginástica Rítmica

HHG: Hipotálamo-hipófise-gonadal

KISS1: *Kisspeptin gene*

KISS1R: *Kisspeptin receptor gene*

LH: Hormônio Luteinizante

MKRN3: *Makorin Ring Finger Protein 3*

PCBs: Bifenilos Policlorados

RED-S: Deficiência Relativa de Energia no Esporte

SUMÁRIO

Resumo **7**

Abstract **8**

1. Introdução **9**

2. Puberdade **10**

2.1 Influência de fatores hereditários 15

2.2 Influência de fatores ambientais 15

3. A menarca **18**

4. Maturação sexual e treinamento físico **19**

5. Ginástica Rítmica **21**

6. Treinamento de alta intensidade e puberdade **23**

7. Conclusão **28**

8. Referências **30**

TREINAMENTO DE ALTA INTENSIDADE E MENARCA EM ATLETAS DE GINÁSTICA RÍTMICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Isabela Amorim Cândido Cardoso[1], Luciana Hagström[1]

[1] Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Contextualização: A Ginástica Rítmica é uma modalidade esportiva que exige elevado nível de desempenho técnico, artístico e físico. No alto rendimento é caracterizada pelo intenso volume de treinamento iniciado precocemente, além de rigorosas exigências relacionadas à composição corporal.

Objetivos: Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio da literatura científica, a relação entre o treinamento de alta intensidade e a ocorrência do atraso da menarca em atletas da modalidade, buscando compreender os impactos fisiológicos associados a essa condição.

Principais resultados: A análise da literatura evidenciou que o atraso da menarca na Ginástica Rítmica possui origem multifatorial, estando relacionado à interação entre fatores como o início precoce da prática esportiva, o estresse fisiológico decorrente do treinamento, a elevada carga de treino e a baixa disponibilidade energética, considerada o principal fator responsável por alterações no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. Verificou-se, ainda, que essa condição pode estar associada a prejuízos no crescimento, redução da densidade mineral óssea e aumento do risco de lesões.

Conclusões: Com isso, foi possível concluir que o acompanhamento multidisciplinar e o monitoramento adequado do treinamento e do estado nutricional das atletas são fundamentais para minimizar os impactos da menarca tardia.

PALAVRAS-CHAVE

Ginástica Rítmica, Treinamento Esportivo, Puberdade, Maturação Sexual

Background: Rhythmic Gymnastics is a sport that requires a high level of technical, artistic, and physical performance, characterized by intensive training initiated at an early age, as well as strict demands regarding body composition.

Objectives: In this context, the present study aimed to analyze, through a literature review, the relationship between high-intensity training and the occurrence of delayed menarche in athletes practicing this sport, seeking to understand the physiological impacts associated with this condition.

Key findings: The literature analysis demonstrated that delayed menarche in Rhythmic Gymnastics has a multifactorial origin, resulting from the interaction of factors such as early sports participation, physiological stress induced by training, high training loads, and low energy availability, which is considered the main factor responsible for alterations in the hypothalamic-pituitary-gonadal axis. Furthermore, this condition may be associated with impaired growth, reduced bone mineral density, and an increased risk of injuries.

Conclusions: Therefore, it was concluded that multidisciplinary follow-up and appropriate monitoring of training and nutritional status are essential to minimize the impacts of delayed menarche.

KEYWORDS

Rhythmic Gymnastics, Sports Training, Puberty, Sexual Maturation.

1 Introdução

A Ginástica Rítmica (GR) é uma modalidade esportiva caracterizada pela execução de movimentos corporais de alta complexidade sincronizados à música. Em competições oficiais, a coreografia tem duração de até 1 minuto e 30 segundos para apresentações individuais e até 2 minutos e 30 segundos quando realizadas em conjunto, composto por 5 atletas. As ginastas devem combinar elementos de dança, flexibilidade, equilíbrio, força, coordenação, agilidade e expressão corporal com a manipulação de aparelhos específicos da modalidade, sendo eles: corda, arco, bola, maças e fita. Reconhecida por seu elevado grau de complexidade técnica e artística, a GR exige treinamento físico intenso, iniciado, na maioria das vezes, ainda na infância, período em que ocorrem importantes etapas do crescimento e do desenvolvimento físico. Para alcançar o alto rendimento competitivo, as atletas são submetidas a elevados volumes e intensidades de treinamento, além de rigorosas exigências relacionadas ao desempenho técnico e à composição corporal (ÁVILA-CARVALHO et al., 2012; Federação Internacional de Ginástica, 2025; TAKADA; LOURENÇO, 2004).

Em razão dessas exigências, atletas de GR frequentemente apresentam elevado volume de treinamento associado ao baixo percentual de gordura corporal. Em muitos casos, é observado práticas alimentares restritivas voltadas à manutenção de um biotipo considerado ideal para a modalidade. Embora tudo isso possa favorecer o desempenho esportivo, também pode repercutir sobre o crescimento, a maturação biológica e o desenvolvimento puberal, sobretudo quando ocorrem durante a infância e a adolescência, ocasionando a menarca tardia (NATTIV et al., 2007; MOUNTJOY et al., 2018).

No sexo feminino, a menarca constitui um dos principais indicadores da maturação sexual e sua idade de ocorrência é influenciada pela interação entre fatores genéticos, ambientais, nutricionais e hormonais. Entretanto, em atletas submetidas a elevadas cargas de treinamento, especialmente quando associadas à baixa disponibilidade energética, observa-se maior frequência de atraso da menarca e de outras alterações menstruais quando comparadas à população geral (PARDINI, 2001).

O principal mecanismo envolvido a essas alterações está relacionado à baixa disponibilidade energética, condição em que a energia restante após o gasto com exercício é insuficiente para suprir adequadamente as necessidades fisiológicas do organismo. Como consequência, ocorre redução da atividade do eixo reprodutivo, comprometendo a secreção dos hormônios responsáveis pela maturação sexual. Esse entendimento foi consolidado pelo conceito de Deficiência Relativa de Energia no Esporte (RED-S, do inglês, *Relative Energy Deficiency in Sport*), que ampliou a compreensão dos efeitos da deficiência energética sobre diferentes sistemas fisiológicos, incluindo a saúde reprodutiva, óssea, metabólica, cardiovascular, imunológica e o próprio desempenho esportivo (LOUCKS, 2007; MOUNTJOY et al., 2018).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo geral analisar, por meio da literatura científica disponível, a relação entre a prática da GR de alta intensidade e a ocorrência do atraso puberal em atletas da modalidade, buscando compreender os impactos fisiológicos associados a essa condição. Considerando a elevada prevalência de alterações menstruais descritas, torna-se relevante compreender os fatores que predispõem ao atraso puberal e suas repercussões para a saúde e para a carreira esportiva, buscando contribuir com o conhecimento científico, e auxiliar na formação de profissionais que valorizem o desenvolvimento saudável e qualidade de vida das atletas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar, através da literatura científica disponível, a relação da prática da GR de alta intensidade com a ocorrência do atraso puberal em atletas da modalidade, a fim de compreender os impactos fisiológicos associados.

2 Puberdade

A puberdade constitui um processo biológico complexo caracterizado pela transição entre a infância e a vida adulta, período no qual ocorre a aquisição progressiva da capacidade reprodutiva, acompanhada de importantes modificações físicas, hormonais, metabólicas e psicossociais. A puberdade é um fenômeno multifatorial, regulado por mecanismos neuroendócrinos, cuja finalidade é promover a maturação sexual e o desenvolvimento das

características sexuais secundárias (ARGENTE et al., 2023; GUARNERI e KAMBOJ, 2019).

Nas meninas, a puberdade geralmente inicia-se entre 8 e 13 anos de idade, ou entre 9 a 14 anos em meninos, embora exista ampla variabilidade individual. Esta fase pode ser desencadeada por diversos fatores, como genéticos, nutricionais, ambientais e socioeconômicos (ARGENTE et al., 2023).

Nas meninas, o primeiro sinal clínico da puberdade, costuma ser a telarca, caracterizada pelo desenvolvimento das mamas em resposta ao aumento da produção estrogênica ovariana. Posteriormente, é observado o aparecimento dos pelos pubianos (pubarca); a aceleração do crescimento em estatura; as alterações na composição corporal, com aumento da deposição de tecido adiposo e, por fim, a ocorrência da menarca, que representa a primeira menstruação e sinaliza o início da capacidade reprodutiva (BREEHL e CABAN, 2023; KARAPANOU e PAPADIMITRIOU, 2010).

Do ponto de vista fisiológico, o início da puberdade ocorre primeiramente com modificações hormonais, em decorrência da reativação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (HHG), sistema desenvolvido durante a vida fetal, que permanece inibido durante grande parte da infância. Essa reativação é marcada pelo aumento pulsátil da secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) pelo hipotálamo. Como consequência, a hipófise anterior passa a liberar maiores quantidades de hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo-estimulante (FSH), os quais estimulam a atividade gonadal e a produção de esteroides sexuais, especialmente os estrogênios nas meninas (GUARNERI; KAMBOJ, 2019).

Dessa forma, a regulação do início do processo puberal resulta do equilíbrio dinâmico entre mecanismos inibitórios e estimulatórios que controlam a atividade dos neurônios produtores de GnRH (CANTON et al., 2025). Nesse contexto, o sistema de interação *Kisspeptin gene* (KISS1) e *Kisspeptin receptor gene* (KISS1R) constitui a principal via estimuladora da ativação do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas. O gene KISS1 codifica a kisspeptina, neuropeptídeo que se liga ao seu receptor, KISS1R, expresso na superfície dos neurônios hipotalâmicos produtores de GnRH. Essa interação promove o aumento da secreção pulsátil de GnRH, desencadeando a

liberação hipofisária de LH e FSH e, consequentemente, a maturação gonadal. Em contrapartida, os genes *Makorin Ring Finger Protein 3* (MKRN3) e *Delta-like non-canonical Notch ligand 1* (DLK1) exercem funções predominantemente inibitórias sobre esse processo durante o período pré-puberal (ABREU; KAISER, 2016; FAIENZA et al., 2022). A Figura 1 representa esses genes envolvidos na puberdade.

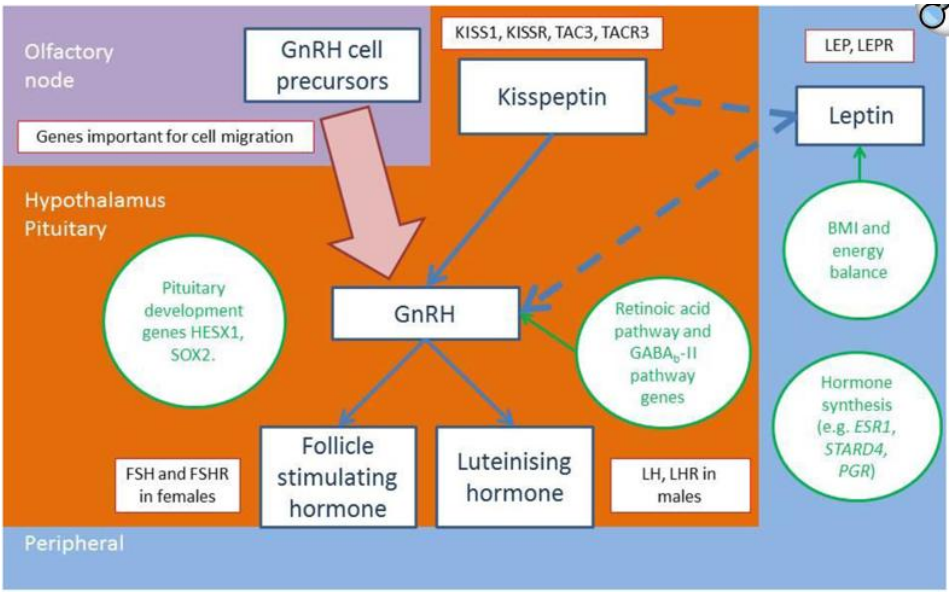


Figura 1

Diagrama da biologia da iniciação da Puberdade (DAY et al., 2015).

O acompanhamento dessas transformações pode ser realizado por meio dos estágios de Tanner, sistema desenvolvido por Marshall e Tanner na década de 1960. Esse método possui relevância, pois permite acompanhar a faixa etária em que se inicia o aparecimento dos caracteres sexuais, além da velocidade de progressão em que as mudanças ocorrem. Essa classificação divide o desenvolvimento puberal em cinco estágios progressivos, considerando principalmente o desenvolvimento mamário (Figura 2), sendo eles: M1 (mama infantil, elevação somente da papila), M2 (broto mamário, com aumento da glândula mamária, elevação da aréola e papila, formando uma pequena saliência), M3 (maior aumento da mama e da aréola), M4 (projeção da aréola e das papilas, para formar montículo secundário por cima da mama) e M5 (as mamas atingem o tamanho final de adulto), e considerando também, a distribuição dos pelos pubianos (Figura 3), em que: P1 (ausência de pelos pubianos), P2 (aparecimento de pelos longos e finos), P3 (maior quantidade de pelos, mais grossos e ásperos), P4 (pelugem do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica) e P5 (pelugem iguais ao adulto, em quantidade e distribuição, cobrindo todo o púbis e virilha). Os estágios de Tanner constituem um importante parâmetro clínico para monitorar a maturação sexual, permitindo identificar padrões normais e possíveis alterações do desenvolvimento puberal, além de favorecer a comparação entre diferentes grupos populacionais (MARSHALL; TANNER, 1969, 1970).

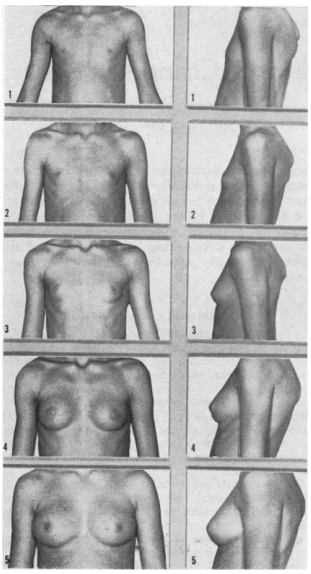


Figura 2

Estadiamento de Tanner no sexo feminino - mamas (MARSHALL e TANNER, 1969).

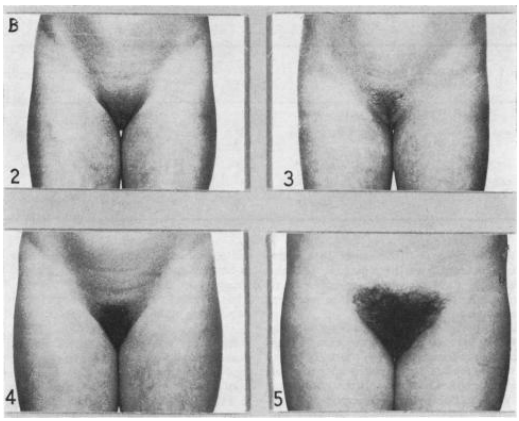


Figura 3

Estadiamento de Tanner no sexo feminino - pelos pubianos (MARSHALL e TANNER, 1969).

Embora a puberdade apresente uma sequência relativamente previsível de eventos, podem ocorrer variações importantes quanto à idade de início e à velocidade de progressão desse processo. A puberdade precoce é caracterizada pelo aparecimento dos caracteres sexuais secundários antes dos 8 anos de idade em meninas, podendo resultar em baixa estatura na fase adulta, aumento de riscos cardiometabólicos e de possíveis doenças crônicas (LATRONICO et al., 2026). O atraso puberal, definido pela ausência de menarca até os 15 anos, pode estar associado a condições patológicas, incluindo alterações genéticas, distúrbios endócrinos, doenças crônicas e déficits nutricionais. Além disso, a prática de atividade física de alta intensidade, especialmente quando associada à baixa ingestão calórica, pode contribuir para o atraso da maturação sexual por interferir no funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (PALMERT e DUNKEL, 2012).

Em atletas adolescentes, particularmente aquelas envolvidas em modalidades que valorizam baixo peso corporal ou elevada demanda de treinamento, como a ginástica, o balé e o tênis, a frequência de atraso na puberdade e na ocorrência da menarca é mais frequente (BAXTER-JONES et al., 1994). Esse fenômeno tem sido relacionado à redução da disponibilidade energética e das concentrações de leptina, hormônio que desempenha papel fundamental na regulação da função reprodutiva e no desencadeamento da puberdade. Dessa forma, o acompanhamento do crescimento, do estado nutricional e da maturação sexual torna-se essencial em adolescentes submetidas a elevados volumes de treinamento, visando à identificação precoce de possíveis alterações no desenvolvimento puberal e à prevenção de repercussões sobre a saúde óssea, metabólica e reprodutiva (MEIRA e NUNOMURA, 2010; PALMERT e DUNKEL, 2012).

2.1 Influência dos fatores hereditários

A puberdade é um processo biológico altamente regulado por mecanismos genéticos, sendo a hereditariedade um dos principais determinantes do momento de início e da progressão do desenvolvimento puberal. De fato, estudos mostraram

que a variabilidade observada na idade de aparecimento dos caracteres sexuais secundários e da menarca pode ser explicada, em grande parte, por fatores genéticos transmitidos entre gerações (ABREU; KAISER, 2016).

A influência hereditária pode ser observada pela semelhança da idade da menarca entre mães e filhas. Essa associação ocorre principalmente devido à transmissão hereditária de variantes genéticas que regulam a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas, responsável pelo desencadeamento da puberdade. Estudos de associação genômica identificaram que muitos dos genes relacionados ao tempo puberal apresentam agregação familiar, explicando por que a idade da menarca da mãe é frequentemente considerada um dos melhores preditores clínicos da idade puberal da filha. Além dos fatores genéticos, mecanismos epigenéticos herdáveis e características metabólicas familiares também podem contribuir para essa semelhança (DAY et al., 2015; SØRENSEN et al., 2018).

A epigenética compreende modificações na expressão gênica que não alteram a sequência do DNA, como a metilação do DNA e modificações das histonas. Tais mecanismos podem modular a atividade de genes envolvidos na maturação sexual, contribuindo para diferenças individuais no momento de início da puberdade (FAIENZA et al., 2022).

2.2 Influência de fatores ambientais

Para além do papel da herança genética no desenvolvimento puberal, diversos fatores ambientais podem influenciar no seu início e progressão. Nas últimas décadas, foi visto uma tendência global de redução da idade de início da puberdade, especialmente em meninas. Esse fenômeno tem sido associado às mudanças nas condições de vida, alimentação, estado nutricional e exposição a substâncias químicas presentes no ambiente (PARENT et al., 2015).

Entre os fatores ambientais mais estudados, o estado nutricional possui influência significativa. A disponibilidade energética adequada é essencial para a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. Crianças com excesso de peso ou obesidade frequentemente apresentam início puberal mais precoce. Esse fenômeno está relacionado ao aumento da produção de leptina pelo tecido

adiposo, hormônio que, além de estar envolvido na maturação sexual, atua como sinalizador da reserva energética corporal (KYTHREOTIS et al., 2025).

Além da leptina, alterações metabólicas associadas à obesidade, como a alta nos níveis de insulina no sangue e resistência à insulina, podem interferir na secreção hormonal e contribuir para a antecipação dos eventos puberais (KYTHREOTIS et al., 2025). Situações de desnutrição ou restrição energética prolongada podem resultar em atraso maturacional, e, em consequência, acarretar problemas graves como osteopenia, comprometimento no crescimento e anemia, além de outras condições. Em contrapartida, a literatura demonstra que crianças e adolescentes com adequado aporte energético tendem a apresentar desenvolvimento puberal dentro dos padrões esperados (KYTHREOTIS et al., 2025; SOLIMAN et al., 2014).

Outro aspecto amplamente investigado diz respeito à exposição aos chamados desreguladores endócrinos (EDCs, do inglês *Endocrine Disrupting Chemicals*). Os EDCs são substâncias químicas são capazes de interferir na produção, secreção, transporte ou ação dos hormônios naturais do organismo. Entre os principais exemplos encontram-se o bisfenol A (BPA), os ftalatos, os pesticidas organoclorados, as dioxinas e os bifenilos policlorados (PCBs), presentes em plásticos, cosméticos, embalagens alimentícias e diversos produtos industriais (COSTA et al., 2014; GREENSPAN et al., 2018; SHIM et al., 2021).

A literatura sugere que a exposição a esses compostos, especialmente durante períodos críticos do desenvolvimento, como a vida fetal e a infância, pode alterar o tempo de início da puberdade. Dependendo do tipo de substância, da dose e do período de exposição, os efeitos podem resultar tanto em antecipação quanto em atraso puberal (GREENSPAN; LEE, 2018).

Entre os fatores capazes de influenciar a idade da menarca, é importante ressaltar a prática de treinamento físico de alta intensidade durante a infância e a adolescência. Embora a atividade física regular seja amplamente reconhecida por seus benefícios à saúde, evidências indicam que programas de treinamento intensivo, especialmente quando iniciados em idades precoces e associados a elevado volume e frequência de exercícios, podem estar relacionados ao atraso da maturação

sexual e, consequentemente, da ocorrência da menarca (DUSEK, 2001).

Além disso, fatores socioeconômicos e condições gerais de saúde exercem influência importante na puberdade. Melhorias nas condições sanitárias, redução das doenças infecciosas e aumento da disponibilidade alimentar observados ao longo dos séculos contribuíram para a diminuição progressiva da média de idade da menarca em diversas populações. Portanto, os fatores ambientais atuam de maneira integrada aos fatores genéticos, influenciando a regulação neuroendócrina da puberdade (GOMES et al., 2024; PARENT et al., 2015).

3 A menarca

A puberdade feminina é um processo fisiológico caracterizado pela interação entre mecanismos neuroendócrinos, genéticos, metabólicos e ambientais. O início desse processo ocorre com a reativação da secreção pulsátil do GnRH, que estimula a hipófise anterior a liberar LH e FSH, responsáveis pelo desenvolvimento folicular ovariano e pelo aumento progressivo da produção de estradiol. Consequentemente, ocorre o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, o crescimento uterino e a proliferação do endométrio, resultando na menarca (primeira menstruação). Geralmente, a menarca ocorre aproximadamente dois a três anos após o aparecimento das mamas (ABREU; KAISER, 2016).

A menarca constitui um dos principais marcos do desenvolvimento puberal feminino, representando a transição entre a infância e a maturidade reprodutiva. Embora seja frequentemente considerada um indicativo da aquisição da capacidade reprodutiva, a ocorrência da menarca não significa que o sistema reprodutor tenha atingido completa maturidade funcional, uma vez que os primeiros ciclos menstruais são, em sua maioria, anovulatórios (ABREU; KAISER, 2016; KARAPANOU; PAPADIMITRIOU, 2010).

Nos primeiros anos após o primeiro sangramento, a maioria das adolescentes apresenta ciclos irregulares, frequentemente anovulatórios, devido à imaturidade funcional do eixo hipotálamo-hipófise-ovariano. Esse período de adaptação pode persistir por aproximadamente 18 a 24 meses, até que os mecanismos neuroendócrinos atinjam maturidade

suficiente para estabelecer ciclos ovulatórios regulares. Dessa forma, irregularidades menstruais logo após a menarca não devem ser interpretadas, isoladamente, como indicativo de problema. Entretanto, vale ressaltar que a maioria dos ciclos irão variar dentro da faixa de 21 a 45 dias, e alterações que fogem à normalidade não devem ser negligenciadas (PIAZZA, 2016; ROSENFIELD, 2013).

A faixa etária em que a primeira menstruação ocorre, apresenta ampla variação entre diferentes populações e indivíduos. De maneira geral, a média atual é entre 12 e 13 anos, embora valores entre 10 e 15 anos sejam observados. Essa variabilidade decorre da interação entre fatores genéticos, nutricionais, ambientais, socioeconômicos e étnicos, que influenciam diretamente o momento da maturação sexual. Nas últimas décadas, observou-se uma tendência secular de redução da idade desse episódio da puberdade em diversos países, atribuída principalmente à melhora das condições socioeconômicas (CASTILHO, 2012; YERMACHENKO; DVORNYK, 2014).

As alterações na idade da menarca, em casos fora da média esperada da população em geral, possuem importante significado epidemiológico, uma vez que sua ocorrência precoce ou tardia está associada a diferentes desfechos em saúde ao longo da vida. A menarca precoce tem sido relacionada ao aumento do risco de obesidade, diabetes mellitus tipo 2, síndrome metabólica, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e câncer de mama, além de maior probabilidade de sintomas depressivos, ansiedade e início precoce da atividade sexual. Por outro lado, a menarca tardia está associada à menor exposição cumulativa aos estrogênios, porém pode estar relacionada à menor densidade mineral óssea, maior risco de osteoporose e fraturas em idade adulta (KARAPANOU; PAPADIMITRIOU, 2010; YERMACHENKO; DVORNYK, 2014).

4 Maturação sexual e treinamento físico

A prática regular de atividade física pode exercer influências positivas sobre o desenvolvimento durante a infância e a adolescência. Evidências científicas indicam que o exercício físico favorece adaptações importantes na juventude, como o aumento da força muscular, da aptidão cardiorrespiratória, da coordenação

motora, da densidade mineral óssea e da sensibilidade à insulina, além de contribuir para a saúde mental e para a prevenção de doenças crônicas ao longo da vida. Dessa forma, o treinamento físico, quando adequadamente planejado, atua como um importante estímulo para o desenvolvimento funcional do organismo em crescimento, potencializando capacidades físicas sem comprometer os processos naturais de crescimento e maturação (FAIGENBAUM et al., 2009; STRICKER et al., 2020).

Segundo alguns estudos, crianças e adolescentes fisicamente ativos apresentam menor prevalência de sobrepeso e obesidade, melhor controle metabólico, maior autoestima, menor incidência de sintomas de ansiedade e depressão e melhor desempenho das habilidades motoras fundamentais. Além disso, a prática regular favorece a aquisição de hábitos saudáveis que tendem a permanecer na vida adulta, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 e outras enfermidades associadas ao sedentarismo (FAIGENBAUM et al., 2009; STRICKER et al., 2020).

A Organização Mundial da Saúde (2010), recomenda que crianças e adolescentes acumulem, em média, pelo menos 60 minutos diários de atividade física de intensidade moderada a vigorosa, incluindo predominantemente exercícios aeróbios, complementados por atividades que promovam fortalecimento muscular e ósseo pelo menos três vezes por semana. Atualmente, há comprovações de que o treinamento de força é seguro quando conduzido por profissionais qualificados, domínio da técnica de execução e controle de cargas. Nessas condições, o treinamento resistido não prejudica o crescimento nem interfere negativamente nas cartilagens de crescimento, como se acreditava no passado, sendo considerado uma estratégia eficiente para o desenvolvimento da força muscular, da potência, da estabilidade articular e da prevenção de lesões (LLOYD et al., 2014; OMS, 2010; STRICKER et al., 2020).

Nas últimas décadas foi observado o início cada vez mais precoce da participação de crianças em programas esportivos e de treinamento físico. Esse fenômeno pode ser explicado pelo maior conhecimento acerca dos benefícios do exercício para a saúde, pela busca por estilos de vida mais saudáveis, pelo

incentivo familiar e escolar ou, em muitos casos, pelo desejo de alcançar elevado rendimento esportivo desde a infância. Embora essa inserção precoce possa favorecer o desenvolvimento motor e social quando conduzida adequadamente, há também a possibilidade de uma exposição a altos volumes de treinamento, incompatíveis com o estágio de desenvolvimento da criança (LLOYD et al., 2014; RAMOS; NEVES, 2008).

5 A Ginástica Rítmica

A Ginástica Rítmica (GR) é uma modalidade esportiva que combina movimentos corporais com a manipulação de cinco aparelhos (corda, arco, bola, maças e fita), integrando elementos de dança, expressão corporal, coordenação motora e elevado nível de preparação física (COELHO et al., 2015). Reconhecida pela Federação Internacional de Ginástica (FIG) como exclusivamente feminina, a modalidade exige elevado domínio técnico, precisão dos movimentos, flexibilidade, equilíbrio, agilidade, coordenação e ritmo, sendo, então, um esporte de alta complexidade motora. Durante as apresentações, as atletas executam séries coreográficas sincronizadas com a música, nas quais são avaliadas, além da execução técnica, a dificuldade corporal e os aspectos artísticos. Em razão dessas características, a GR demanda desenvolvimento simultâneo das capacidades físicas e das habilidades motoras desde as fases iniciais da formação esportiva (ÁVILA-CARVALHO et al., 2012; COELHO et al., 2015; DOUDA et al., 2008).

As características específicas da GR fazem com que o processo de formação esportiva tenha início muito cedo na infância. Em programas de iniciação esportiva, muitas ginastas começam os treinamentos entre quatro e sete anos de idade, período considerado favorável ao desenvolvimento da flexibilidade, da coordenação motora e da aprendizagem técnica. À medida que evoluem para categorias competitivas, ocorre um aumento progressivo do volume e da intensidade dos treinamentos, podendo ultrapassar 30 horas semanais em atletas de alto rendimento (ÁVILA-CARVALHO et al., 2012; GEORGOPOULOS et al., 1999).

O treinamento de GR é caracterizado por elevada carga física e psicológica. Além do aperfeiçoamento técnico dos

elementos corporais e das manipulações dos aparelhos, a rotina das atletas envolve preparação física específica, treinamento coreográfico e preparação artística, exercícios visando a prevenção de lesões. Em equipes de alto nível competitivo, são frequentes sessões diárias de treinamento, realizadas seis dias por semana, com duração aproximada de cinco horas, visando a execução perfeita dos movimentos (ÁVILA-CARVALHO et al., 2012; LAFFRANCHI, 2001).

Além das demandas físicas, a GR apresenta forte componente estético. Os critérios de avaliação priorizam movimentos executados com leveza, amplitude, precisão técnica e harmonia corporal, características que historicamente contribuíram para a valorização de um padrão corporal longilíneo com baixo percentual de gordura. Embora o Código de Pontuação da FIG não estabeleça critérios relacionados ao peso corporal, aspectos culturais do esporte frequentemente influenciam treinadores, atletas e equipes multidisciplinares na busca pelo perfil físico considerado competitivo. Essa exigência do padrão corporal pode ocasionar alterações no perfil hormonal, trazendo possíveis prejuízos para as atletas da modalidade (BONEN, 1994; MANORE, 2002; TAKADA; LOURENÇO, 2004).

Na GR, as atletas convivem em um ambiente de treinamento caracterizado por elevados níveis de disciplina, rigor técnico e cobrança por desempenho. Esses fatores podem contribuir para o aumento do estresse físico e psicológico, especialmente durante a infância e a adolescência (SCHWARTZ et al., 1981; TAKADA; LOURENÇO, 2004).

No contexto do esporte de alto rendimento, o estresse pode ser compreendido como a resposta do organismo a estímulos internos e externos que exigem adaptação fisiológica, emocional e comportamental. Embora níveis moderados de estresse sejam considerados importantes para a adaptação ao treinamento e para a melhora do desempenho esportivo, sua exposição prolongada ou excessiva pode ocasionar alterações hormonais, emocionais e comportamentais capazes de comprometer tanto a saúde quanto o rendimento das atletas (WEINBERG; GOULD, 2017).

Além das exigências técnicas, a GR é considerada uma modalidade de estética esportiva, na qual aspectos relacionados à postura, elegância dos

movimentos e composição corporal recebem grande atenção durante o processo de treinamento. Embora o Código de Pontuação não estabeleça critérios de avaliação baseados no peso corporal, estudos indicam que, em alguns contextos esportivos, podem existir expectativas relacionadas à manutenção de um perfil físico considerado mais adequado para o desempenho competitivo. Esse cenário pode favorecer o surgimento de preocupações excessivas com a imagem corporal, comportamentos alimentares inadequados e aumento do estresse psicológico (MOUNTJOY et al., 2018; TAKADA; LOURENÇO, 2004).

6 Treinamento de alta intensidade e puberdade

Embora a atividade física regular seja amplamente reconhecida por seus benefícios à saúde, evidências indicam que programas de treinamento intensivo, especialmente quando iniciados em idades precoces e associados a elevado volume e frequência de exercícios, podem estar relacionados ao atraso da maturação sexual e, consequentemente, da ocorrência da menarca (MALINA, 1983, 2015).

Outro aspecto relevante se refere às modificações da composição corporal durante a adolescência. Em condições fisiológicas, o aumento da gordura corporal faz parte do desenvolvimento puberal feminino, sendo considerado importante para a síntese hormonal e para a manutenção da função reprodutiva. Entretanto, atletas submetidas a rigoroso controle do peso corporal frequentemente apresentam percentual de gordura inferior ao esperado para sua faixa etária, situação que pode interferir negativamente na maturação sexual (MALINA et al., 2004; MOUNTJOY et al., 2018).

Nesse contexto, o estudo realizado por Baxter-Jones *et al.* (1994) comparou a idade da menarca entre atletas submetidas a treinamento intensivo em diferentes modalidades esportivas, incluindo ginástica, natação e tênis (Figura 4). Os autores observaram diferenças significativas entre as modalidades avaliadas, verificando que as ginastas apresentaram idade da menarca mais tardia quando comparadas às nadadoras e tenistas. Esses dados sugerem que a influência do exercício sobre a maturação sexual não depende

apenas da prática esportiva em si, mas também das características específicas de cada modalidade, como intensidade, volume de treinamento, idade de início da prática, exigências físicas e composição corporal requerida para o desempenho esportivo (BAXTER-JONES et al. 1994).

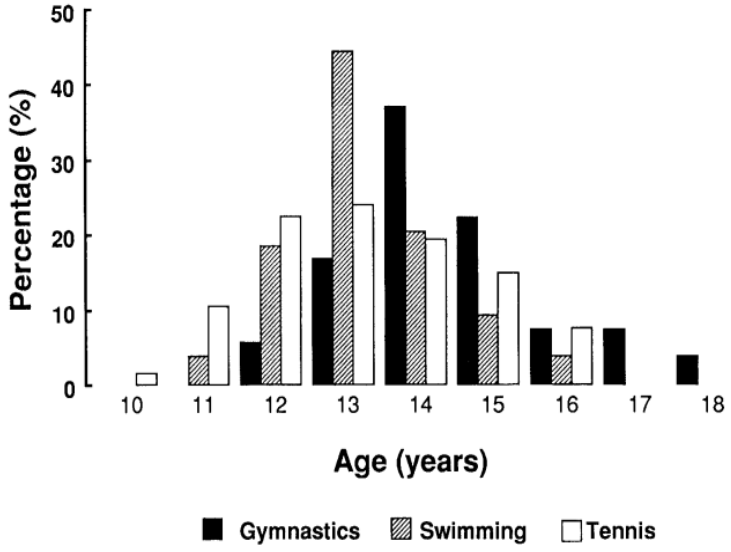


Figura 4

Porcentagem da quantidade de atletas a atingirem a menarca, por faixa etária, em cada modalidade esportiva (BAXTER-JONES et al., 1994).

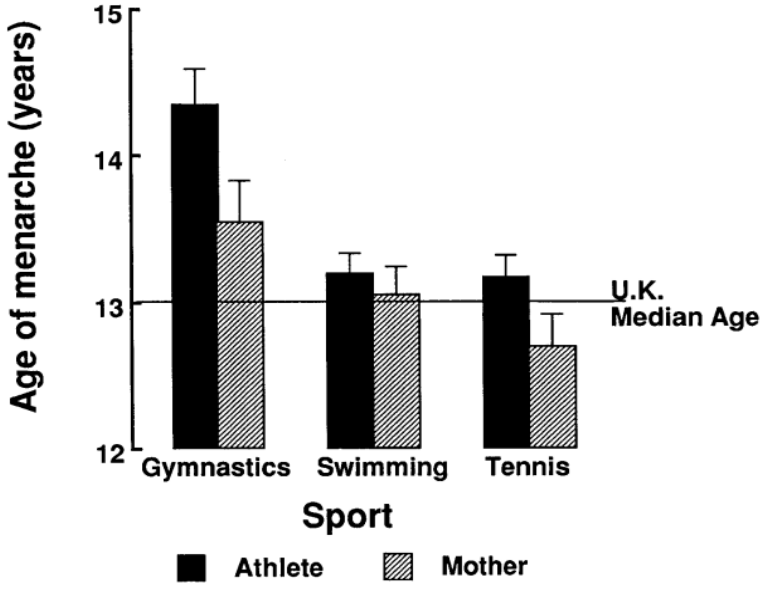


Figura 5

Relação entre a idade da menarca entre mães e filhas, nas modalidades de: ginástica, natação e tênis (BAXTER-JONES et al., 1994).

Baxter-Jones *et al.* (1994) ressaltaram que o atraso da menarca observado entre ginastas não deve ser atribuído exclusivamente ao treinamento físico. Os autores discutem que fatores genéticos, ambientais e diferenças individuais no padrão de crescimento e maturação, também desempenham papel importante. Entretanto, embora exista uma tendência de associação entre essas variáveis, indicando a importante influência genética sobre o momento da maturação sexual, observa-se que as ginastas apresentam a maior discrepância entre a idade da menarca materna e das filhas (Figura 5). Esse achado sugere que, nessa modalidade, os fatores relacionados ao treinamento intensivo e às demandas físicas podem exercer influência adicional sobre a idade da menarca, superando parcialmente a expectativa determinada pela herança genética. Nas nadadoras e tenistas, por outro lado, a correspondência entre a idade da menarca materna e a das filhas se mostrou mais consistente, indicando menor interferência (BAXTER-JONES et al., 1994).

A disponibilidade energética é definida como a ingestão de energia na dieta menos o gasto energético em exercícios. Quando a ingestão calórica é insuficiente para suprir simultaneamente as demandas do treinamento e das funções metabólicas essenciais, instala-se um quadro denominado baixa disponibilidade energética (LOUCKS, 2007). Nessa condição, o organismo passa a priorizar processos indispensáveis à sobrevivência, reduzindo temporariamente a atividade de sistemas considerados não essenciais, entre eles o sistema reprodutor (LOUCKS, 2007; MOUNTJOY et al., 2018).

Em atletas de GR, a baixa disponibilidade energética pode ocorrer de forma intencional ou não. Em alguns casos, há restrição alimentar motivada pela tentativa de manter um padrão corporal considerado favorável ao desempenho competitivo. Em outros, a ingestão alimentar simplesmente não acompanha o aumento das necessidades energéticas decorrentes do elevado volume de treinamento. Independentemente da causa, a manutenção desse desequilíbrio energético pode desencadear importantes alterações hormonais, metabólicas e reprodutivas (MOUNTJOY et al., 2018).

Diversos estudos demonstram que atletas de modalidades estéticas apresentam idade média da menarca

superior à observada na população geral. Entre ginastas rítmicas de alto rendimento, a primeira menstruação frequentemente ocorre após os 13 anos de idade, sendo registrados, em algumas pesquisas, valores médios entre 13,5 e 15 anos, podendo ser ainda mais tardia. Esses achados sugerem associação entre treinamento intenso, redução do percentual de gordura corporal e baixa disponibilidade energética, resultando no atraso da maturação sexual (DI CAGNO et al., 2012; GEORGOPOULOS et al., 1999; MALINA et al., 2009).

As consequências do atraso da menarca extrapolam o sistema reprodutor e podem comprometer diversos aspectos da saúde e do desempenho esportivo. A redução prolongada da produção de estrógenos durante a adolescência interfere diretamente na aquisição do pico de massa óssea, período considerado crítico para a formação do esqueleto adulto. Como consequência, aumenta o risco de redução da densidade mineral óssea (osteopenia). Isso progredir para osteoporose, com ocorrência de fraturas por estresse, lesões frequentemente descritas em atletas submetidas à baixa disponibilidade energética (DE SOUZA et al., 2014; NATTIV et al., 2007).

Nas últimas décadas, a compreensão dos efeitos da baixa disponibilidade energética sobre a saúde das atletas evoluiu significativamente. Inicialmente, esses efeitos eram descritos pelo conceito da Tríade da Mulher Atleta, composta por baixa disponibilidade energética, disfunção menstrual e redução da densidade mineral óssea. Posteriormente, esse modelo foi ampliado para o conceito de Deficiência Relativa de Energia no Esporte (RED-S), síndrome ocasionada pelo desequilíbrio entre a energia consumida e a energia gasta pela atleta, que reconhece impactos sistêmicos da deficiência energética sobre diversos sistemas fisiológicos, incluindo crescimento, metabolismo, imunidade, saúde cardiovascular, função psicológica, desempenho esportivo e saúde reprodutiva. No contexto da GR, esse modelo é particularmente relevante por contemplar tanto as consequências clínicas quanto os impactos sobre o rendimento competitivo (MOUNTJOY et al., 2018).

Além da restrição energética, o próprio exercício físico de alta intensidade pode exercer influência

neuroendócrina sobre o eixo reprodutivo. Durante esforços realizados próximos ou acima do limiar anaeróbio ocorre aumento da concentração de lactato no sangue e da secreção de opioides endógenos, especialmente as beta-endorfinas. Essas substâncias possuem ação inibitória sobre neurônios hipotalâmicos produtores de GnRH, reduzindo temporariamente sua liberação e contribuindo para a diminuição da secreção de LH e FSH (PARDINI, 2001). Considerando que as séries competitivas da GR são executadas predominantemente em intensidade submáxima e elevada demanda anaeróbica lática, sucessivas sessões de treinamento podem favorecer esse mecanismo neuroendócrino, podendo assim, desencadear a amenorreia (ausência de menstruação em mulher em idade reprodutiva) (PARDINI, 2001; TAKADA; LOURENÇO, 2004).

Apesar das evidências encontradas na literatura, é importante destacar que nem todas as atletas submetidas ao treinamento intenso apresentam atraso da menarca. A resposta biológica ao exercício depende da interação entre fatores genéticos, estado nutricional, qualidade da alimentação, composição corporal, características individuais do desenvolvimento, suporte multiprofissional e planejamento adequado das cargas de treinamento. Dessa forma, o treinamento esportivo, isoladamente, não deve ser considerado responsável pelo atraso maturacional, mas sim um dos diversos fatores que podem contribuir para esse fenômeno quando associado à baixa disponibilidade energética e a condições inadequadas de recuperação fisiológica (LOUCKS, 2000).

Dessa forma, esse entendimento reforça a necessidade de acompanhamento multidisciplinar envolvendo treinadores, nutricionistas, médicos e demais profissionais da saúde, visando garantir adequado aporte energético, desenvolvimento puberal, crescimento e desempenho esportivo saudável.

7 Conclusão

A partir da revisão de literatura realizada, é possível concluir que atletas de GR representam um grupo particularmente suscetível ao desenvolvimento de alterações maturacionais, uma vez que frequentemente iniciam treinamentos intensivos ainda na infância, de forma

precoce, permanecendo expostas por vários anos a elevadas cargas de treinamento físico e a exigências relacionadas à composição corporal.

Vale ressaltar que o treinamento intenso, isoladamente, não é considerado o único responsável pelo atraso da menarca. As evidências científicas atuais apontam que esse fenômeno decorre principalmente da combinação entre elevada carga de treinamento, ingestão energética insuficiente para suprir as demandas fisiológicas e adaptações neuroendócrinas que promovem a supressão do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. Como consequência, observa-se redução da secreção dos hormônios responsáveis pelo desenvolvimento reprodutivo, podendo ocorrer atraso da menarca, irregularidades menstruais e outras alterações relacionadas à função endócrina.

Dentre os impactos dessa alteração, verificou-se que a baixa disponibilidade energética pode comprometer diferentes sistemas fisiológicos, afetando a saúde óssea, o crescimento, a recuperação muscular, a imunidade, o metabolismo e o desempenho esportivo. Nesse sentido, o conceito de RED-S ampliou a compreensão dessas alterações ao evidenciar que seus efeitos extrapolam a esfera reprodutiva, repercutindo sobre a saúde geral e a longevidade esportiva das atletas.

Em esportes como a GR, modalidade que combina elevado volume de treinamento, início precoce da prática esportiva e exigências estéticas relacionadas à composição corporal, torna-se fundamental que treinadores, profissionais de Educação Física, nutricionistas, médicos e demais integrantes da equipe multidisciplinar realizem acompanhamento contínuo do crescimento, da maturação biológica, do estado nutricional e da função menstrual das atletas. A adoção de estratégias preventivas que assegurem adequada disponibilidade energética e equilíbrio entre treinamento e recuperação é indispensável para favorecer o desenvolvimento saudável sem comprometer o desempenho competitivo.

Por fim, espera-se que este estudo contribua para ampliar o conhecimento sobre o tema e incentive novas pesquisas, capazes de aprofundar a compreensão dos fatores associados ao atraso da menarca e de orientar estratégias cada vez mais eficazes de promoção da saúde no

esporte, a fim de prevenir e até evitar a ocorrência dessas alterações.

Referências

1. ABREU, Ana Paula; KAISER, Ursula. Pubertal development and regulation. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, v. 4, n. 3, p. 254-264, 2016. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5192018/. Acesso em: 23 jun. 2026.
2. ARGENTE, Jesús; DUNKEL, Leo et al. Molecular basis of normal and pathological puberty: from basic mechanisms to clinical implications. *Endocrine Reviews*, Oxford, v. 43, n. 6, p. 1015-1072, 2023. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10198266/. Acesso em: 10 jun. 2026.
3. ÁVILA-CARVALHO, Lourdes et al. Body composition profile of elite group rhythmic gymnasts. Science of Gymnastics Journal, vol. 4, n.1, p. 21-32, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/390649192_BODY_COMPOSITION_PROFILE_OF_ELITE_GROUP_RHYTHMIC_GYMNASTS. Acesso em: 03 jul. 2026.
4. BAXTER-JONES, A.D.G.; HELMS, P.; BAINES-PREECE, J.; PREECE, M. M. Menarche in intensively trained gymnasts, swimmers and tennis players. *Annals of Human Biology*, v. 21, n. 5, p. 407-415, 1994. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/03014469400003422. Acesso em: 23 jun. 2026.
5. BONEN, Arena. *Exercise-induced menstrual cycle changes. A functional, temporary adaptation to metabolic stress. Sports medicine*, vol. 17, n. 6, p. 373-392, 1994. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8091047/. Acesso em: 07 jul. 2026.
6. BREEHL, Logen; CABAN, Omar. Fisiologia, Puberdade. National Library of Medicine. Flórida, 2023. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534827/. Acesso em: 21 out. 2025.
7. CASTILHO, Silvia et al. Tendência secular da idade da menarca avaliada em relação ao índice de massa corporal. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, vol. 56, n. 3, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abem/a/xfnzsQ6t5wpBSL6QdHypQZn/?format=html&lang=pt. Acesso em: 30 jun. 2026.
8. COELHO, Sabrina et al. Desequilíbrio hormonal e disfunção menstrual em atletas de ginástica rítmica. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, vol. 37, n. 3, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbce/a/p3Zjz4mBcnnrGxYqHr6tsXR/?format=html&lang=pt. Acesso em: 03 jul. 2026.
9. COSTA, Elaine et al. Efeitos dos desreguladores endócrinos no desenvolvimento do trato reprodutivo feminino. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, vol. 58, n. 2, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abem/a/fgfNxG

4QSG3sHyf4XrZ49ZD/abstract/?lang=pt. Acesso em: 25 jun. 2026.

10. DAY, Felix; PERRY, John; ONG, Ken. *Genetic regulation of puberty timing in humans*. Neuroendocrinology, v. 102, n. 4, p. 247–255, 2015. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6309186/. Acesso em: 25 jun. 2026.
11. DE SOUZA, Mary Jane et al. *2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad. British Journal of Sports Medicine*, v. 48, n. 4, p. 289, 2014. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24463911/. Acesso em: 07 jul. 2026.
12. DI CAGNO, Alessandra et al. *Is menstrual delay a serious problem for elite rhythmic gymnasts?. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 52, n. 6, p. 647-653, 2012. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23187328/. Acesso em: 08 jul. 2026.
13. DOUDA, Helen et al. Physiological and Anthropometric Determinants of Rhythmic Gymnastics Performance. *International journal of sports physiology and performance*, vol. 3, n. 1, p. 41-54, 2008. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19193953/. Acesso em: 03 jul. 2026.
14. DUSEK, Tina. *Influence of high intensity training on menstrual cycle disorders in athletes. Croatian medical journal,* vol. 42, n. 1, p. 79-82, 2001. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11172662/. Acesso em: 25 jun. 2026.
15. FAIENZA, Maria et al. *Genetic, epigenetic and environmental influencing factors on the regulation of precocious and delayed puberty*. *Frontiers in Endocrinology*, v. 13, 2022. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36619551/. Acesso em: 25 jun. 2026.
16. FAIGENBAUM, Avery et al. *Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. Journal of strength and conditioning research,* vol. 23, p. 60-79, 2009. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19620931/. Acesso em: 02 jul. 2026.
17. FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE GINÁSTICA (FIG). *Code of Points: Rhythmic Gymnastics 2025–2028.* FIG, 2025. Disponível em: https://cbginastica.com.br/. Acesso em: 08 jul. 2026.
18. GEORGOPOULOS, N. et al. *Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. The Journal of clinical endocrinology and metabolism,* vol. 84, n. 12, 1999. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10599712/. Acesso em: 07 jul. 2026.
19. GOMES, Daniele et al. Puberdade precoce e tardia: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 7, n.3, p. 01-16, 2024. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/

index.php/BJHR/article/view/70416/49618. Acesso em:

20. GREENSPAN, Louise; LEE, Mary. *Endocrine disrupters and pubertal timing*. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, v. 25, n. 1, p. 49–54, 2018. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6009831/. Acesso em: 25 jun. 2026.
21. GUARNERI, Alissa M.; KAMBOJ, Manmohan K. *Physiology of pubertal development in females*. *Pediatric Medicine*, Hong Kong, v. 2, p. 1-15, 2019. Disponível em: https://pm.amegroups.org/article/view/4978/. Acesso em: 10 jun. 2026.
22. HOWARD, Sasha. R; DUNKEL, Leo. The genetic basis of delayed puberty. Neuroendocrinology, vol. 106, n. 3, p. 283–291, 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28926843. Acesso em: 19 jun. 2026.
23. KARAPANOU, Olga; PAPADIMITRIOU, Anastasios. Determinants of menarche. *Reproductive Biology and Endocrinology*, Londres, v. 8, n. 115, p. 1-8, 2010. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/1477-7827-8-115?. Acesso em: 10 jun. 2026.
24. KNAPIK J. *The Importance of Physical Fitness for Injury Prevention: Part 2. Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals*. 2015;vol. 15, n. 2, p. 112-5.
25. KYTHREOTIS, Alexandros et al. *The Interplay Between Body Weight and the Onset of Puberty*. Filhos (Basileia), v. 12, n. 6, 2025. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12190951/. Acesso em: 25 jun. 2026.
26. LAFFRANCHI, Bárbara. Treinamento desportivo aplicado à Ginástica Rítmica. UNOPAR Editora. Londrina, p. 157, 2001.
27. LATRONICO, Ana Claudia; ROBERTS, Stephanie et al. Puberdade precoce central: uma diretriz de prática clínica da Endocrine Society, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, dgag 168, 2026. Disponível em: https://academic.oup.com/jcem/advance-article/doi/10.1210/clinem/dgag168/8697368. Acesso em: 19 jun. 2026.
28. LOUCKS, Anne. *Exercise training in the normal female*. In: WARREN, M. P.; CONSTANTINI, N. W. (Ed.). *Sports endocrinology*. Totowa, NJ: Humana Press, vol. 23, p. 165-180, 2000. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-59259-016-2_9#citeas. Acesso em: 08 jul. 2026.
29. LOUCKS, Anne. *Low energy availability in the marathon and other endurance sports. Sports medicine*, vol. 37, p. 348-352, 2007. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17465605/. Acesso em: 08 jul. 2026.
30. MALINA, Robert. *Menarche in athletes: a synthesis and hypothesis. Annals of*

Human Biology, vol. 10, n. 1, p. 1-24, 1983. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6838152/. Acesso em: 02 jul. 2026.

31. MALINA, Robert; BOUCHARD, Claude; BAR-OR, Oded. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2. ed. Champaign: *Human Kinetics*, 2004.
32. MALINA, Robert et al. "Biological maturation of youth athletes: assessment and implications." *British journal of sports medicine,* vol. 49, n. 13, 2015. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26084525/. Acesso em: 02 jul. 2026.
33. MANORE, Melinda. *Dietary recommendations and athletic menstrual dysfunction. Sports medicine*, vol. 32, n. 14, p. 887-901, 2002. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12427050/. Acesso em: 07 jul. 2026.
34. MARCHETTI, PH; Mattos VJ; Serpa EP; Silva JJ; Soares EG; Paulodeto AC; Correa DA; Vilela-Junior GB; Gomes WA. Alongamento intermitente e contínuo aumentam a amplitude de movimento e reduzem a força dos flexores de punho. Rev Bras Med Esporte, vol. 21(6), 2015.
35. MARSHALL, William A.; TANNER, James M. *Variations in pattern of pubertal changes in girls. Archives of Disease in Childhood*, Londres, v. 44, n. 235, p. 291-303, 1969. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2020314/. Acesso em: 19 jun. 2026.
36. MARSHALL, William A.; TANNER, James M. *Variations in the pattern of pubertal changes in boys*. *Archives of disease in childhood,* vol. 45, n. 239, p. 13-23, 1970. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2020414/. Acesso em: 19 jun. 2026.
37. MEIRA, Tatiana; NUNOMURA, Myrian. Interação entre leptina, ginástica artística, puberdade e exercício em atletas do sexo feminino. Rev Bras Ciênc Esporte, vol. 32, n. 1, p. 99-185, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbce/a/ttCKCwz8sGM8Xk5ZvM7BqNs/?lang=pt. Acesso em: 22 jun. 2026.
38. MOUNTJOY, Margo et al. *IOC consensus statement: Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. British Journal of Sports Medicine*, v. 52, n. 11, p. 687-697, 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29773536/. Acesso em: 07 jul. 2026.
39. NATTIV, Aurelia et al. *The Female Athlete Triad. Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 39, n. 10, p. 1867-1882, 2007. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17909417/. Acesso em: 08 jul. 2026.
40. PALMERT, M. R.; DUNKEL, L. Delayed puberty. *New England Journal of Medicine*, v. 366, n. 5, p. 443–453, 2012. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMcp1109290?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed. Acesso em: 19 jun. 2026.

41. PARDINI, Dolores P. Alterações hormonais da mulher atleta. Arquivos Brasileiros de Endocrionologia & Metabologia, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 343-351, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abem/a/zwPzH3Xbn3v7wWxrF3RZYpd/?lang=pt. Acesso em: 08 jul. 2026.
42. PARENT, Anne Simone et al. *Developmental variations in environmental influences including endocrine disruptors on pubertal timing and neuroendocrine control. Frontiers in Neuroendocrinology*, v. 38, p. 12–36, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091302214001125. Acesso em: 25 jun. 2026.
43. PIAZZA, Mauri. Desenvolvimento Sexual e Maturação Puberal. Femina, vol. 44, n.2, p. 131-136, 2016. Disponível em: femina-2016-442-131-136.pdf. Acesso em: 01 jul. 2026.
44. RAMOS, Adamilton; NEVES, Ricardo. A Iniciação Esportiva e a Especialização Precoce à Luz da Teoria da Complexidade - Notas Introdutórias. Pensar a Prática, Goiânia, vol. 11, n. 1, p. 1-8, 2008. Disponível em: https://revistas.ufg.br/fef/article/view/1786. Acesso em: 02 jul. 2026.
45. ROSENFIELD, Robert. *Adolescent anovulation: maturational mechanisms and implications. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, vol. 98, n. 9, 2013. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3763969/. Acesso em: 01 jul. 2026.
46. SCHWARTZ, Bárbara et al. *Exercise-associated amenorrhea: a distinct entity? American Journal of Obstetrics & Gynecology,* v. 141, n. 6, p. 662-670, 1981. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7315895/. Acesso em: 07 jul. 2026.
47. SHIM, Young Suk et al. *"Genetic factors in precocious puberty." Clinical and experimental pediatrics,* vol. 65, n. 4, p. 172-181, 2021. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8990949/. Acesso em: 25 jun. 2026.
48. SOLIMAN, Ashraf et al. *"Nutrition and pubertal development." Indian journal of endocrinology and metabolism,* vol. 18, 2014. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4266867/. Acesso em: 25 jun. 2026.
49. SØRENSEN, S. et al. *Maternal age at menarche and pubertal development in sons and daughters: a Nationwide Cohort Study*. *Human Reproduction*, v. 33, n. 11, p. 2043–2050, 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30312405/. Acesso em: 25 jun. 2026.
50. STRICKER, Paul et al. *Resistance Training for Children and Adolescents. Pediatrics*, v. 145, n. 6, 2020. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32457216/. Acesso em: 02 jul. 2026.

51. TAKADA, Sheilla; LOURENÇO, Márcia. Menarca tardia e osteopenia em atletas de Ginástica Rítmica: uma revisão de literatura. UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde, Londrina, v. 5/6, n. 1, p. 41-47, 2004. Disponível em: admin,+Gerente+da+revista,+1636-6313-1-CE.pdf. Acesso em: 02 jul. 2026.
52. WEINBERG, Robert; GOULD, Daniel. Fundamentos da Psicologia do Esporte e do Exercício. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
53. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization*, p. 17-21, 2010. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979. Acesso em: 02 jul. 2026.
54. YERMACHENKO, Anna; DVORNYK, Volodymyr. *Nongenetic Determinants of Age at Menarche: A Systematic Review. BioMed Research International*, 2014. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4094877/. Acesso em: 30 jun. 2026.

(Este trabalho foi formatado no modelo da *Frontiers in Sports and Active Living*)