

ACHADOS ELETROCARDIOGRÁFICOS ASSOCIADOS A CONDIÇÕES CARDIOVASCULARES RELACIONADAS À MORTE SÚBITA EM ATLETAS PEDIÁTRICOS E ADOLESCENTES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

ELECTROCARDIOGRAPHIC FINDINGS ASSOCIATED WITH CARDIOVASCULAR CONDITIONS LINKED TO SUDDEN DEATH IN PEDIATRIC AND ADOLESCENT ATHLETES: AN INTEGRATIVE REVIEW

HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS ASOCIADOS A CONDICIONES CARDIOVASCULARES RELACIONADAS CON LA MUERTE SÚBITA EN ATLETAS PEDIÁTRICOS Y ADOLESCENTES: UNA REVISIÓN INTEGRADORA

Rafaella Ferreira Rocha Santana¹

Ana Carolina Oliveira Cardoso²

Ana Paula Scher Barreto Leal³

Liena Kalline Vitor Camboim⁴

RESUMO: **Introdução:** A prática esportiva em crianças e adolescentes proporciona importantes benefícios à saúde, porém a exposição ao exercício físico intenso pode desencadear eventos cardiovasculares graves em indivíduos com doenças cardíacas previamente não diagnosticadas. **Objetivo:** Analisar e integrar as evidências disponíveis sobre os achados eletrocardiográficos identificados em atletas pediátricos e adolescentes durante a avaliação cardiovascular pré-participação. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem descritiva e qualitativa, conduzida em seis etapas. A busca foi realizada nas bases PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os termos “adolescent athlete”, “ECG” e “cardiovascular screening”. **Resultados e Discussão:** Achados demonstraram elevada frequência de alterações consideradas fisiológicas em atletas jovens, destacando-se bradicardia sinusal, repolarização precoce, bloqueio incompleto do ramo direito e critérios isolados de voltagem para hipertrofia ventricular. A frequência e a interpretação desses padrões variaram conforme idade, sexo, características raciais e modalidade esportiva. **Considerações finais:** O ECG constitui importante ferramenta para a identificação inicial de alterações cardiovasculares em jovens atletas, mas não deve ser utilizado isoladamente para prever ou excluir o risco de MSC. Sua interpretação deve considerar as particularidades do desenvolvimento pediátrico e ser integrada à história clínica e familiar, exame físico e, quando indicado, exames complementares.

Palavras-chave: Eletrocardiografia. Atletas. Morte súbita cardíaca.

¹ Discente do curso de Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna/BA.

² Discente do curso de Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna/BA.

³ Cardiologista e Docente do curso Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna/BA.

⁴ Fisioterapeuta, Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Docente do curso Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna/BA.

ABSTRACT: **Introduction:** Sports participation offers significant health benefits for children and adolescents; however, exposure to intense physical exercise can trigger serious cardiovascular events in individuals with undiagnosed heart conditions. **Objective:** To analyze and synthesize available evidence regarding electrocardiographic findings in pediatric and adolescent athletes during pre-participation cardiovascular screening. **Methodology:** An integrative literature review with a descriptive and qualitative approach was conducted in six stages. Searches were performed in the PubMed and Virtual Health Library (VHL) databases using the terms "adolescent athlete," "ECG," and "cardiovascular screening." **Results and Discussion:** Findings revealed a high frequency of changes considered physiological in young athletes, notably sinus bradycardia, early repolarization, incomplete right bundle branch block, and isolated voltage criteria for ventricular hypertrophy. The frequency and interpretation of these patterns varied according to age, sex, race, and sport discipline. **Final Considerations:** The ECG is a valuable tool for the initial identification of cardiovascular abnormalities in young athletes but should not be used in isolation to predict or rule out the risk of sudden cardiac death (SCD). Its interpretation must account for the specific characteristics of pediatric development and be integrated with clinical and family history, physical examination, and—when indicated—supplementary tests.

Keywords: Electrocardiography. Athletes. Sudden cardiac death.

RESUMEN: **Introducción:** La práctica deportiva en niños y adolescentes aporta importantes beneficios para la salud; sin embargo, la exposición al ejercicio físico intenso puede desencadenar eventos cardiovasculares graves en individuos con cardiopatías no diagnosticadas previamente. **Objetivo:** analizar e integrar la evidencia disponible sobre los hallazgos electrocardiográficos identificados en atletas pediátricos y adolescentes durante la evaluación cardiovascular de preparticipación. **Metodología:** se realizó una revisión integradora de la literatura, con enfoque descriptivo y cualitativo, llevada a cabo en seis etapas. La búsqueda se efectuó en las bases de datos PubMed y Biblioteca Virtual en Salud (BVS), utilizando los términos "adolescent athlete", "ECG" y "cardiovascular screening". **Resultados y discusión:** los hallazgos mostraron una elevada frecuencia de alteraciones consideradas fisiológicas en atletas jóvenes, destacándose la bradicardia sinusal, la repolarización precoz, el bloqueo incompleto de rama derecha y los criterios aislados de voltaje para hipertrofia ventricular. La frecuencia y la interpretación de estos patrones variaron según la edad, el sexo, las características raciales y la modalidad deportiva. **Consideraciones finales:** el ECG constituye una herramienta importante para la identificación inicial de alteraciones cardiovasculares en atletas jóvenes, pero no debe utilizarse de forma aislada para predecir o descartar el riesgo de muerte súbita cardíaca (MSC). Su interpretación debe considerar las particularidades del desarrollo pediátrico e integrarse con la historia clínica y familiar, el examen físico y, cuando esté indicado, pruebas complementarias.

Palabras clave: Electrocardiografía. Atletas. Muerte súbita cardíaca.

INTRODUÇÃO

A prática regular de atividade física e a participação esportiva estão associadas a importantes benefícios para a saúde cardiovascular, metabólica e psicossocial de crianças e

adolescentes. Entretanto, a prática esportiva de alta intensidade pode desencadear eventos cardiovasculares graves em indivíduos com doenças cardíacas previamente não diagnosticadas. Entre esses eventos, destaca-se a morte súbita cardíaca (MSC), cuja ocorrência em atletas jovens, embora rara, apresenta grande impacto clínico e social por acometer frequentemente indivíduos aparentemente saudáveis e assintomáticos (Drezner *et al.*, 2017).

As condições cardiovasculares associadas à MSC nessa população são heterogêneas e incluem cardiomiopatias, síndromes arrítmicas hereditárias, canalopatias, alterações estruturais e anomalias das artérias coronárias. Nesse contexto, a identificação precoce de indivíduos sob risco constitui um dos principais objetivos da avaliação cardiovascular pré-participação esportiva (Pelliccia *et al.*, 2021; Tsang e Nakasuka, 2025).

Dessa forma, a avaliação cardiovascular de crianças e adolescentes atletas apresenta particularidades relacionadas ao crescimento, ao desenvolvimento corporal e à maturação cardiovascular. Além disso, o treinamento físico promove adaptações fisiológicas que podem modificar os padrões cardiovasculares e eletrocardiográficos, tornando necessária uma interpretação adequada dos achados nessa população. Essas características diferenciam os atletas pediátricos dos adultos e reforçam a importância de critérios específicos para sua avaliação (Pielek *et al.*, 2026).

3

Nesse contexto, o eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações apresenta papel relevante na avaliação cardiovascular por ser um exame amplamente disponível, de baixo custo e capaz de identificar alterações elétricas sugestivas de determinadas doenças cardiovasculares. Entretanto, atletas podem apresentar alterações eletrocardiográficas decorrentes das adaptações fisiológicas ao treinamento, como bradicardia sinusal, repolarização precoce, aumento da voltagem do complexo QRS e bloqueio incompleto do ramo direito. Dessa forma, a interpretação do ECG exige a diferenciação entre alterações fisiológicas relacionadas ao treinamento e padrões potencialmente sugestivos de cardiopatias associadas ao risco de MSC (Drezner *et al.*, 2017; Pingitore *et al.*, 2023).

Perante ao exposto, essa diferenciação torna-se particularmente importante em atletas pediátricos e adolescentes, nos quais as características eletrocardiográficas podem variar de acordo com idade, sexo, desenvolvimento corporal e estágio de maturação puberal. Assim, a correta interpretação dos achados do ECG pode contribuir para o reconhecimento precoce de

alterações potencialmente relevantes e para o direcionamento da investigação cardiovascular desses indivíduos (Pieleś *et al.*, 2026).

Diante disso, compreender os principais achados eletrocardiográficos encontrados em jovens atletas e seu significado clínico é fundamental para aprimorar a avaliação cardiovascular pré-participação e favorecer a distinção entre adaptações fisiológicas ao exercício e alterações potencialmente associadas a doenças cardiovasculares e à morte súbita cardíaca.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem descritiva e qualitativa, método que possibilita a reunião, análise e síntese de evidências científicas provenientes de diferentes delineamentos metodológicos, permitindo uma compreensão ampla do fenômeno investigado e a identificação de lacunas no conhecimento científico (Souza; Silva; Carvalho, 2010). A investigação foi conduzida a partir da seguinte questão norteadora: “Quais são os principais achados eletrocardiográficos identificados em atletas pediátricos e adolescentes durante a avaliação cardiovascular pré-participação e qual é sua relevância na identificação de condições cardiovasculares associadas ao risco de morte súbita cardíaca?”

Para a elaboração da questão norteadora, foi utilizada a estratégia PCC (População, Conceito e Contexto), considerando como população adolescentes atletas envolvidos regularmente em atividades esportivas ou treinamento físico sistematizado; como conceito, os padrões eletrocardiográficos fisiológicos, limítrofes e potencialmente patológicos; e como contexto, a avaliação cardiovascular pré-participação esportiva, com ênfase na identificação de achados eletrocardiográficos relacionados a condições cardiovasculares potencialmente associadas ao risco de morte súbita cardíaca.

A identificação dos estudos foi realizada nas bases de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e *National Library of Medicine* (PubMed), selecionadas por sua relevância na disseminação e recuperação de produções científicas nas áreas de cardiologia, medicina esportiva, eletrocardiografia e saúde do adolescente. A estratégia de busca foi estruturada a partir de termos controlados e termos livres identificados nos vocabulários Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), utilizando os termos “*adolescent athlete*”, “ECG” e “*cardiovascular screening*”, combinados por meio do operador booleano AND.

A coleta dos dados foi realizada no período de julho a agosto de 2026, considerando estudos publicados entre 2021 e 2026, com o objetivo de contemplar evidências científicas recentes relacionadas aos achados eletrocardiográficos em adolescentes atletas. Foram estabelecidos como critérios de inclusão artigos publicados nos idiomas português, inglês ou espanhol, com texto completo e acesso gratuito, que abordassem diretamente adolescentes atletas submetidos à avaliação eletrocardiográfica no contexto da avaliação cardiovascular pré-participação esportiva. Foram considerados elegíveis estudos que apresentassem informações sobre achados eletrocardiográficos, sua classificação ou interpretação e sua possível relação com condições cardiovasculares potencialmente associadas ao risco de morte súbita cardíaca. Foram incluídos artigos originais, estudos observacionais, estudos transversais, estudos de coorte e revisões sistemáticas que apresentassem relação direta com a questão norteadora.

Foram excluídos estudos duplicados, artigos de opinião, editoriais, cartas ao editor, relatos de caso isolados e publicações sem metodologia científica definida. Também foram excluídos trabalhos que não apresentassem relação direta com adolescentes atletas, eletrocardiografia ou avaliação cardiovascular pré-participação, além de estudos realizados exclusivamente em adultos que não apresentassem dados específicos ou separáveis referentes à população adolescente. Estudos que abordassem atletas sem apresentar informações relacionadas aos achados eletrocardiográficos ou à avaliação cardiovascular pré-participação também foram excluídos.

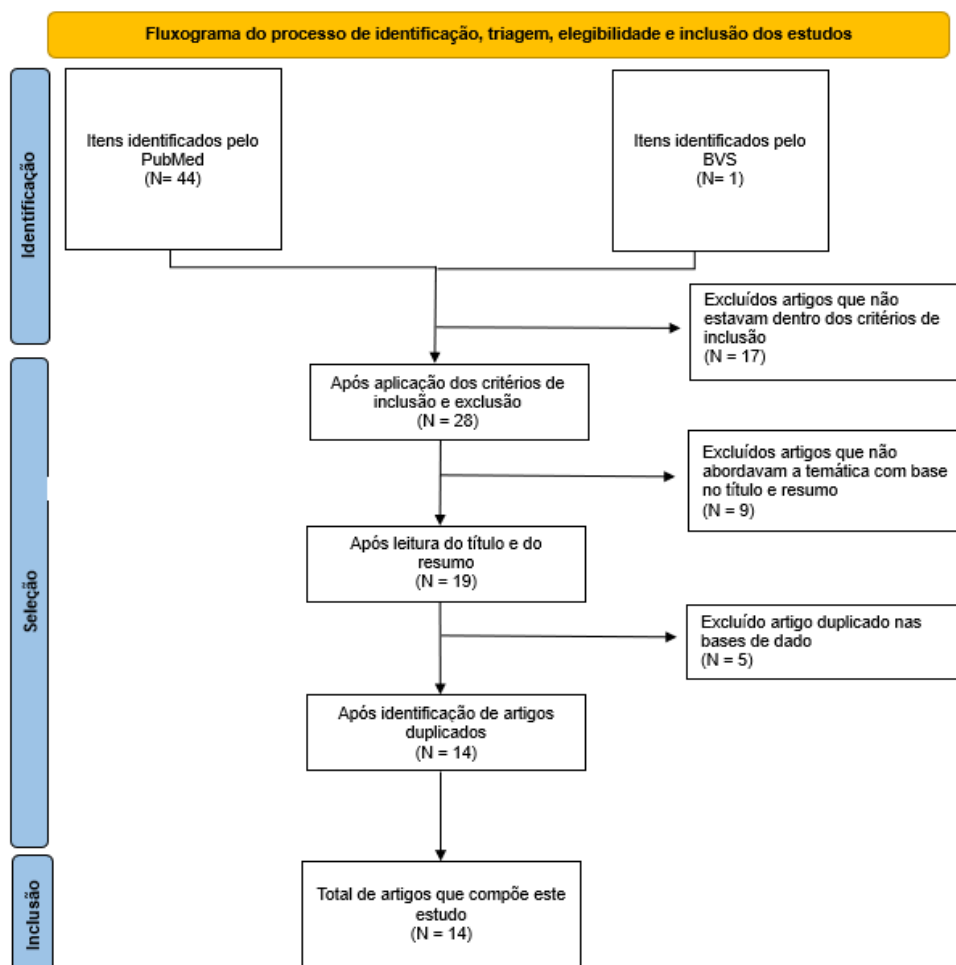
5

O processo de seleção dos estudos ocorreu de forma sistematizada, iniciando-se pela identificação das publicações nas bases de dados, seguida da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, leitura dos títulos e resumos e, posteriormente, análise integral dos artigos potencialmente elegíveis. Na busca inicial, foram identificados 45 trabalhos potencialmente relevantes, sendo 44 provenientes da PubMed e 1 da BVS. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 17 estudos foram excluídos, permanecendo 28 trabalhos para a etapa de triagem. Posteriormente, a análise dos títulos e resumos resultou na exclusão de 9 estudos por não apresentarem relação direta com a temática proposta. Em seguida, foram identificados 5 artigos duplicados, os quais foram removidos, totalizando 14 estudos incluídos na amostra final da revisão.

A seleção dos estudos foi organizada de acordo com as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão recomendadas pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and*

Meta-Analyses (PRISMA), buscando garantir maior transparência e reprodutibilidade do processo de seleção (Page *et al.*, 2021). O fluxo completo desse processo está apresentado na Figura 1, que demonstra as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos na revisão.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA da seleção de artigos utilizados na revisão.



Fonte: Autoria própria (2026)

Ademais, para fundamentar a interpretação clínica dos achados identificados nos estudos incluídos, foram adicionalmente consultados documentos de consenso, diretrizes e referências clássicas da cardiologia esportiva e pediátrica, utilizados como literatura complementar e não como estudos integrantes da amostra da revisão, as quais estarão expostas no quadro 1.

Quadro 1 - Referências clássicas que compuseram a revisão

Artigo	Autor e ano	Principais conclusões
Critérios internacionais para interpretação eletrocardiográfica em atletas: Declaração de consenso	(Drezner <i>et al.</i> , 2017)	A morte súbita cardíaca (MSC) é uma das principais causas de mortalidade em atletas durante a prática esportiva e está frequentemente relacionada a doenças cardíacas hereditárias, estruturais ou elétricas. Muitas dessas alterações podem ser identificadas pelo eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações. Por isso, é fundamental que os profissionais responsáveis pela avaliação cardiovascular de atletas sejam capacitados para diferenciar adaptações fisiológicas próprias do exercício de achados anormais, embora a escassez de especialistas ainda limite a utilização ampla do ECG.
Cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito e atividade esportiva: das vias moleculares em corações doentes a novas perspectivas sobre a mimetização do coração em atletas	(Gasperetti <i>et al.</i> , 2021)	A cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito (CAVD) é uma doença hereditária associada a elevado risco de morte súbita cardíaca. O exercício físico pode favorecer sua manifestação, aumentar o risco de arritmias e contribuir para a progressão da doença. Em atletas, o diagnóstico é desafiador, pois as adaptações cardíacas ao exercício podem dificultar a diferenciação da CAVD, aumentando o risco de resultados falsos positivos ou falsos negativos.
Triagem cardiovascular pré-participação de jovens atletas competitivos para prevenção de morte súbita: proposta de um protocolo europeu comum: Declaração de consenso do Grupo de Estudos de Cardiologia do Esporte do Grupo de Trabalho de Reabilitação Cardíaca e Fisiologia do Exercício e do Grupo de Trabalho de Doenças Miocárdicas e Pericárdicas da Sociedade Europeia de Cardiologia.	(Corrado <i>et al.</i> , 2005)	O rastreamento cardiovascular pré-participação em jovens atletas é considerado importante para identificar condições associadas à morte súbita cardíaca. A experiência italiana destaca o papel do ECG de 12 derivações na detecção de cardiomiopatias e canalopatias, contribuindo para a prevenção de eventos fatais durante a prática esportiva.
2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: The Task Force on	(Pelliccia <i>et al.</i> , 2021)	O rastreio cardiovascular antes da participação em desportos recreativos e competitivos visa a detecção de doenças associadas à anemia falciforme e tem o potencial de reduzir o risco cardiovascular através de uma gestão individualizada e específica da doença.

sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC)		
Prevalência de cardiomiopatia em crianças italianas assintomáticas com inversão da onda T no eletrocardiograma durante o rastreio pré-participação.	(Migliori <i>et al.</i> , 2011)	A inversão da onda T pode representar um padrão juvenil normal, mas também está associada a cardiomiopatias relacionadas à morte súbita cardíaca em atletas, como a cardiomiopatia hipertrófica e a cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito. Por isso, sua identificação durante a triagem cardiovascular de crianças e jovens atletas requer avaliação cuidadosa.

Fonte: Autoria própria

Após a seleção, os estudos foram lidos integralmente e analisados criticamente, considerando informações como autores, ano, delineamento, amostra, faixa etária, modalidade esportiva, achados eletrocardiográficos, critérios de classificação e condições cardiovasculares associadas. Os resultados foram organizados de forma descritiva e comparativa, buscando identificar semelhanças e diferenças entre os estudos e distinguir alterações fisiológicas do treinamento de padrões potencialmente patológicos relacionados ao risco de arritmias graves e morte súbita cardíaca.

8

RESULTADOS

Este estudo contempla os quatorze estudos que atenderam integralmente à questão norteadora e aos objetivos propostos. A síntese dos estudos incluídos, contemplando autores, ano de publicação, objetivo, delineamento metodológico e principais contribuições, encontra-se organizada na Tabela 2

Tabela 2 - Estudos selecionados para a revisão integrativa

	Título do estudo	Pesquisadores	Tipo de método / abordagem	Idioma	Principais considerações
1	Importância da triagem para o risco de morte súbita cardíaca	(Sarto <i>et al.</i> , 2023)	estudo de coorte prospectivo longitudinal	Inglês	Foram identificadas doenças cardiovasculares de risco em 69 crianças (0,3%), principalmente cardiopatias congênitas,

	em jovens atletas de competição.				canalopatias, cardiomiopatias e alterações ventriculares com arritmias. A maioria dos diagnósticos ocorreu em crianças com 12 anos ou mais e durante reavaliações, destacando a importância da triagem periódica.
2	Atletas pediátricos e adolescentes na Suíça: propostas adaptadas à idade para avaliação cardiovascular pré-participação.	(Albiński <i>et al.</i> , 2022)	Consenso/recomendação	inglês	O ecocardiograma é indicado para investigar alterações identificadas na avaliação inicial, e não como exame de triagem de rotina. Recomenda-se acompanhamento regular e investigação complementar em atletas com alterações clínicas, familiares ou eletrocardiográficas.
3	Prevalência e relação com o treinamento de achados eletrocardiográficos em crianças e adolescentes caucasianos de 8 a 18 anos praticantes de esportes competitivos.	(Graziano <i>et al.</i> , 2025)	Estudo transversal	Inglês	Os achados mais comuns foram bradicardia sinusal leve, repolarização precoce, bloqueio incompleto do ramo direito, critérios de hipertrofia ventricular e inversão da onda T em V1-V3 antes dos 12 anos. Alterações como BAV de 1º grau, desvio do eixo direito e bradicardia mais acentuada foram menos frequentes e variaram conforme idade, sexo e nível de treinamento.
4	Prevalência e determinantes de baixa voltagem do complexo QRS e fragmentação do QRS em crianças e adolescentes submetidos a triagem pré-participação esportiva.	(Graziano <i>et al.</i> , 2024)	estudo observacional transversal	Inglês	Pelo menos um complexo QRS fragmentado foi identificado em 831 (39%) indivíduos, mas, excluindo o padrão rSr' em V1-V2, apenas 10 (0,5%) apresentaram FQRS em ≥2 derivações contíguas. Eles eram mais velhos do que aqueles sem FQRS, mas não diferiram em termos de sexo, IMC, tipo de esporte ou carga de treinamento

5	Um maior volume semanal de exercícios está associado a uma menor prevalência de comorbidades metabólicas, condições psiquiátricas e sintomas relacionados ao esforço em jovens atletas submetidos a triagem pré-participação: um estudo observacional	(Qui <i>et al.</i> , 2026)	Estudo Observacional	Inglês	Os achados mais comuns foram bradicardia sinusal leve, repolarização precoce, bloqueio incompleto do ramo direito, critérios de hipertrofia ventricular e inversão da onda T em V1-V3 antes dos 12 anos. Alterações como bradicardia mais acentuada, BAV de 1º grau e desvio do eixo para a direita foram menos frequentes e variaram conforme idade, sexo e nível de treinamento.
6	Em direção a uma abordagem multidisciplinar para o rastreamento eletrocardiográfico em crianças e adolescentes: uma revisão de escopo (2005-2025)	(Zimatore <i>et al.</i> , 2025)	Revisão de escopo	Inglês	As informações sobre medidas objetivas de triagem por ECG são bastante escassas, e há uma necessidade urgente de introduzir uma abordagem multidisciplinar para diferenciar entre alterações fisiológicas no ECG decorrentes do crescimento e alterações patológicas no ECG decorrentes de patologias precoces.
7	Avaliação cardíaca de atletas pediátricos	(Piele <i>et al.</i> , 2026)	Consenso clínico	Inglês	Recomendações específicas para a faixa etária pediátrica são necessárias devido às particularidades da fisiologia cardíaca, maturação e crescimento, expressão de doenças relacionadas à idade, vias de diagnóstico modificadas, adaptações ao treinamento e para abordar considerações éticas relevantes.
8	Repolarização precoce em atletas adolescentes: uma comparação entre os sexos das características	(Vecchiato <i>et al.</i> , 2022)	Estudo transversal	Inglês	A repolarização precoce (ERp) ocorreu em 27% dos atletas, sendo mais comum em homens e praticantes de esportes de resistência. Também esteve associada a algumas

	eletrocardiográficas e ecocardiográficas.				diferenças na frequência cardíaca e nas características cardíacas entre homens e mulheres.
9	Morte súbita em jovens atletas competitivos devido à cardiomiopatia arritmogênica: uma experiência de quatro décadas em um centro de referência nacional	(Gaspari et al., 2026)	estudo observacional retrospectivo	Inglês	A cardiomiopatia arritmogênica (ACM) foi a causa de morte súbita cardíaca (MSC) em 29% dos atletas. A taxa de incidência de MSC em atletas foi de 0,43 (0,27-0,65) versus 0,14 (0,05-0,33) por 100.000/ano antes e depois de 2010, respectivamente.
10	Avaliação do ECG em 11.949 adolescentes italianos: resultados da triagem no ensino secundário.	(Mancone et al., 2022)	Estudo observacional longitudinal prospectivo	Inglês	16% dos alunos apresentaram alterações no ECG, sendo mais frequentes em não atletas. Entre aqueles com alterações graves, 1,6% receberam diagnóstico de doença cardíaca, mostrando que alterações eletrocardiográficas são comuns em jovens, mas apenas uma pequena parcela está associada a doença cardíaca.
11	Diferenças entre os sexos nos eletrocardiogramas de atletas treinados: uma revisão sistemática e meta-análise	(Davis et al., 2026)	Revisão sistemática e meta-análise	Ingês	Atletas mulheres apresentaram maior frequência de inversão da onda T, incluindo em V1-V3. Entretanto, apenas dois homens com inversão isolada em V1-V3 foram diagnosticados com cardiomiopatia arritmogênica, enquanto nenhuma mulher apresentou doença cardíaca associada.
12	Avaliação integrada cardíaca, endócrina e genética em jogadores de basquete adolescentes	(Gregorov et al., 2026)	Estudo observacional transversal, descritivo e analítico.	Inglês	Foram identificadas alterações ecocardiográficas em 7% dos atletas, enquanto 9% apresentaram achados compatíveis com adaptação fisiológica ao exercício intenso. Características

					dismórficas foram frequentes (47%), e 1,8% apresentou síndrome de Marfan associada a variante patogênica no gene <i>FBN1</i> .
13	Disparidades raciais na adaptação cardíaca elétrica e estrutural entre atletas adolescentes: uma revisão sistemática e meta-análise	(Kaddoura <i>et al.</i> , 2025)	Revisão sistemática e meta-análise	Inglês	Os atletas negros apresentaram intervalo PR significativamente mais longo [diferença média (DM) = 17,49 milissegundos, IC 95%: 11,70-23,29] e duração do complexo QRS (DM = -7,35 milissegundos, IC 95%: -9,17 a -5,53) e intervalo QT corrigido (DM = -4,95 milissegundos, IC 95%: -7,69 a -2,22) mais curtos do que os atletas brancos.
14	Investigação da precisão dos critérios quantitativos da Força-Tarefa Modificada por Ecocardiografia para Cardiomiopatia Ventricular Arritmogênica em atletas adolescentes de elite do sexo masculino.	(Sharma <i>et al.</i> , 2022)	Estudo observacional retrospectivo	Inglês	Foram identificados os casos de dilatação da VSVD que atendiam aos principais critérios diagnósticos para CAVD. Dos 67 atletas avaliados, 7 apresentaram dilatação da VSVD que atendia aos principais critérios, todos na medida da vista paraesternal do eixo longo. Todos os participantes apresentaram função sistólica normal do ventrículo direito, incluindo deformação longitudinal normal da parede livre (variando de -21,5% a -32,7%). A fração de ejeção do ventrículo esquerdo variou de 52% a 67%, sem evidência de alterações estruturais.

Fonte: Autoria própria

DISCUSSÃO

A análise integrada dos estudos evidencia que a morte súbita cardíaca (MSC) em crianças e adolescentes atletas é rara, porém de elevada relevância clínica, principalmente por

ocorrer em indivíduos aparentemente saudáveis. Nesse contexto, a triagem cardiovascular pré-participação (TPP) contribui para a identificação precoce de doenças cardiovasculares potencialmente associadas a eventos graves. Sarto *et al.*, (2023), ao avaliarem 22.324 crianças, identificaram 69 casos de doenças associadas ao risco de MSC, incluindo cardiopatias congênitas, canalopatias, cardiomiopatias e cicatrizes ventriculares esquerdas associadas a arritmias, demonstrando a importância da avaliação antes da ocorrência de eventos graves.

A avaliação dessa população apresenta particularidades relacionadas ao crescimento, à maturação puberal e às adaptações ao treinamento. Sarto *et al.*, (2023) observaram que 63 dos 69 diagnósticos ocorreram em participantes ≥ 12 anos e que 44 foram identificados em avaliações repetidas, indicando que uma avaliação inicial normal não exclui alterações futuras. Nesse sentido, Pieleś *et al.*, (2026) destacam que atletas pediátricos não devem ser avaliados como “adultos pequenos”, sendo necessário considerar idade, crescimento e maturação cardiovascular. Apesar das diferenças quanto à idade ideal para iniciar o rastreamento, os estudos convergem quanto à necessidade de adaptar a avaliação a essa população (Albiński *et al.*, 2022; Pieleś *et al.*, 2026).

Entre os componentes da TPP, o ECG de 12 derivações apresenta papel relevante por ser acessível, de baixo custo e capaz de identificar alterações sugestivas de determinadas doenças. Mancone *et al.*, (2022), em 11.949 adolescentes, encontraram alterações eletrocardiográficas em aproximadamente 16% dos participantes e, entre aqueles com alterações graves, foram diagnosticadas condições como pré-excitação ventricular, síndrome do QT longo, síndrome de Brugada, cardiomiopatias e miocardite. Entretanto, a principal dificuldade consiste em diferenciar adaptações fisiológicas do treinamento de padrões potencialmente patológicos.

Graziano *et al.*, (2025), ao avaliarem 2.458 atletas de 8 a 18 anos, identificaram como achados frequentes bradicardia sinusal, repolarização precoce, bloqueio incompleto do ramo direito e critérios de voltagem para hipertrofia ventricular. Quando compatíveis com idade e treinamento, esses padrões geralmente representam adaptações fisiológicas. A repolarização precoce, por exemplo, esteve presente em 27% dos atletas avaliados por Vecchiato *et al.*, (2022), principalmente em homens e praticantes de esportes de resistência, sem diferença na ocorrência de arritmias entre indivíduos com e sem esse padrão.

A interpretação do ECG deve considerar idade, sexo, ancestralidade e modalidade esportiva. Graziano *et al.*, (2025) observaram maior frequência de inversão da onda T em V₁-V₃

antes dos 12 anos, enquanto Davis et al. (2026) identificaram maior frequência de inversão da onda T em mulheres e intervalo QTc aproximadamente 16 ms mais longo. Kaddoura *et al.*, (2025) também demonstraram diferenças em determinados padrões eletrocardiográficos entre atletas negros e brancos. Dessa forma, critérios específicos para atletas e adaptados à população pediátrica são fundamentais para reduzir classificações inadequadas e investigações desnecessárias.

A importância desses critérios é evidenciada por Graziano *et al.*, (2024), que encontrou fragmentação do QRS em 39% dos atletas quando diferentes padrões foram considerados, mas apenas 0,5% após a aplicação de critérios mais específicos. Isso demonstra que definições amplas podem aumentar os falso-positivos. Por outro lado, alterações como inversão persistente ou extensa da onda T, baixa voltagem do QRS, arritmias ventriculares e padrões sugestivos de pré-excitação ou canalopatias podem justificar investigação complementar.

A inversão da onda T merece atenção por sua associação com determinadas cardiomiopatias. Migliore *et al.*, (2012) identificaram essa alteração em 5,7% de 2.765 crianças e adolescentes, encontrando cardiomiopatia em quatro indivíduos. De forma semelhante, Gaspari *et al.*, (2026) observaram inversão da onda T em 39,2% dos atletas com cardiomiopatia arritmogênica, além de extrassístoles ventriculares ou taquicardia ventricular não sustentada em 35,3%. Esses resultados reforçam que a relevância de um achado depende de sua associação com outros padrões e do contexto clínico.

Apesar da utilidade do ECG, um resultado normal não exclui completamente a presença de doença cardiovascular. Sharma *et al.*, (2022) identificaram dilatação da via de saída do ventrículo direito compatível com critérios maiores para cardiomiopatia arritmogênica em 7 de 67 atletas, apesar de ECG e teste cardiopulmonar normais. Da mesma forma, Gaspari *et al.*, (2026) encontraram alterações no ECG em apenas 50,9% dos atletas com cardiomiopatia arritmogênica. Assim, diante de suspeita clínica, a avaliação deve ser multimodal, utilizando exames como ecocardiograma, teste de esforço, Holter, ressonância magnética cardíaca e investigação genética conforme a indicação.

Além da abordagem multimodal, destaca-se a importância da avaliação seriada. Sarto *et al.*, (2023) demonstraram que grande parte dos diagnósticos ocorreu durante avaliações repetidas, especialmente a partir dos 12 anos. Isso é relevante porque algumas doenças apresentam expressão progressiva durante o crescimento, a maturação ou com o aumento da

intensidade do treinamento. Portanto, a avaliação cardiovascular deve ser compreendida como um processo longitudinal, e não apenas como uma investigação realizada antes do início da prática esportiva.

De modo geral, os estudos demonstram que a interpretação do ECG em jovens atletas exige equilíbrio entre o reconhecimento das adaptações fisiológicas e a identificação de alterações potencialmente patológicas. Bradicardia sinusal, repolarização precoce, bloqueio incompleto do ramo direito e determinados critérios de voltagem podem representar achados fisiológicos, enquanto alterações da onda T fora do padrão esperado, arritmias ventriculares, baixa voltagem do QRS e padrões sugestivos de canalopatias ou pré-excitação podem exigir investigação aprofundada. Assim, o ECG exerce papel central na identificação precoce de doenças cardiovasculares, mas não deve ser utilizado de forma isolada.

Portanto, as evidências sustentam a TPP como estratégia relevante para o reconhecimento de condições potencialmente associadas à MSC em jovens atletas. Sua efetividade depende, contudo, da interpretação adequada do ECG e da integração com dados clínicos e outros métodos diagnósticos. Na população pediátrica, idade, crescimento, maturação, sexo, ancestralidade e características do treinamento devem ser considerados, reforçando a importância de uma abordagem multimodal e seriada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados, portanto, demonstram que não é possível estabelecer uma relação direta entre um achado eletrocardiográfico isolado e a ocorrência de morte súbita cardíaca. A relação identificada pelos estudos ocorre principalmente por meio da possibilidade de determinados achados constituírem manifestações ou sinais de alerta para cardiomiopatias, canalopatias e outras condições cardiovasculares relacionadas ao risco de eventos arrítmicos graves. Dessa forma, o ECG apresenta maior utilidade como ferramenta de identificação e estratificação inicial de indivíduos que podem necessitar de investigação complementar do que como instrumento isolado de predição da morte súbita.

Assim, o objetivo proposto foi alcançado, uma vez que a revisão permitiu caracterizar os principais achados eletrocardiográficos descritos em jovens atletas e discutir seu significado no contexto da avaliação cardiovascular pré-participação e das condições associadas ao risco de morte súbita cardíaca. Os resultados também evidenciaram que a interpretação desses achados

deve considerar idade, sexo, características raciais, nível de treinamento e contexto clínico, além de ser integrada a outros métodos diagnósticos quando houver suspeita de doença cardiovascular.

REFERÊNCIAS

1. ALBIŃSKI, Maciej *et al.* **Paediatric and adolescent athletes in Switzerland: age-adapted proposals for pre-participation cardiovascular evaluation.** *Swiss medical weekly Switzerland*, 18 fev. 2022. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35195978/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026
2. CORRADO, Domenico *et al.*, Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol: Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal*, v. 26, n. 5, p. 516–524, 2 fev. 2005.
3. DAVIS, Angus J *et al.* Sex differences in ECGs of trained athletes: A systematic review and meta-analysis. *European journal of preventive cardiology*, p. zwag004, Winter 2026.
4. DREZNER, Jonathan A *et al.* International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 9, p. 704–731, 3 mar. 2017.
5. GASPARI, Monica *et al.* Sudden Death in Young Competitive Athletes Due to Arrhythmogenic Cardiomyopathy: A 4-Decade National Referral Center Experience. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, v. 19, n. 7, jul. 2026.
6. GASPERETTI, Alessio *et al.* Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and sports activity: from molecular pathways in diseased hearts to new insights into the athletic heart mimicry. *European heart journal*, v. 42, n. 13, p. 1231–1243, 2021.
7. GRAZIANO, Francesca *et al.* **Prevalence and determinants of low QRS voltages and QRS fragmentation in children and adolescents undergoing sports pre-participation screening.** *European journal of preventive cardiology*. England, 6 set. 2024. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38775790/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026
8. GRAZIANO, Francesca *et al.* **Prevalence and relation to training of electrocardiographic findings in Caucasian children and adolescents 8- to 18-year-old practicing competitive sport.** *Europace : European pacing, arrhythmias, and cardiac electrophysiology : journal of the working groups on cardiac pacing, arrhythmias, and cardiac cellular electrophysiology of the European Society of Cardiology*, England, 7 out. 2025. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40811576/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026

9. GREGOROVA, Katerina *et al.* Integrated cardiac, endocrine, and genetic assessment in adolescent basketball players. **Frontiers in endocrinology**. Switzerland, 20 jul. 2026. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42548527/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026
10. KADDOURA, Rasha; AL-TAMIMI, Hassan; PIELES, Guido E. Racial disparities in electrical and structural cardiac adaptation among adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. **World journal of cardiology**. United States, 26 nov. 2025. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41356586/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026
11. LEAR, Aaron *et al.* Screening electrocardiogram in young athletes and military members: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Athletic Training**, 26 maio 2021.
12. LÓPEZ, Celeste R; KRISKOVICH JURÉ, Jorge O. Modificaciones anatómo-funcionales cardiovasculares en niños que realizan actividad deportiva de moderada a vigorosa intensidad. **Revista de la Federación Argentina de Cardiología**, v. 52, n. 1, p. 20–28, 30 mar. 2023.
13. MANCONE, Massimo *et al.* ECG evaluation in 11949 Italian teenagers: results of screening in secondary school. **Journal of Cardiovascular Medicine**, v. 23, n. 2, p. 98–105, 5 nov. 2021.
14. MIGLIORE, Federico *et al.* Prevalence of Cardiomyopathy in Italian Asymptomatic Children With Electrocardiographic T-Wave Inversion at Preparticipation Screening. **Circulation**, v. 125, n. 3, p. 529–538, 24 jan. 2012.
15. PELLICCIA, Antonio *et al.* 2020 ESC Guidelines on Sports Cardiology and Exercise in Patients with Cardiovascular Disease. **European Heart Journal**, v. 42, n. 1, 29 ago. 2020.
16. PIELES, Guido E. *et al.* Cardiac evaluation of paediatric athletes. **European heart journal**. England, 2 jun. 2026. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41967042/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026
17. PINGITORE, Annachiara *et al.* An overview of the electrocardiographic monitoring devices in sports cardiology: Between present and future. **Clinical Cardiology**, v. 46, n. 9, p. 1028–1037, 22 jun. 2023.
18. QIU, Grace *et al.* Greater weekly exercise volume is associated with lower prevalence of metabolic comorbidities, psychiatric conditions, and exertional symptoms in youth athletes undergoing pre-participation screening: an observational study. **Frontiers in cardiovascular medicine**. Switzerland, 7 jul. 2026. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42483453/>>. Acesso em: 30 ago.. 2026
19. SARTO, Patrizio *et al.* Value of Screening for the Risk of Sudden Cardiac Death in Young Competitive Athletes. **European Heart Journal**, v. 44, n. 12, p. 1084–1092, 10 fev. 2023.
20. SHARMA, Chetanya *et al.* Investigating the Accuracy of Quantitative Echocardiographic-Modified Task Force Criteria for Arrhythmogenic Ventricular

Cardiomyopathy in Adolescent Male Elite Athletes. **Pediatric Cardiology**, v. 43, n. 2, p. 457–464, 23 out. 2021.

21. TSENG, Zian H; KOSUKE NAKASUKA. Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Apparently Healthy, Young Adults. **JAMA**, 20 fev. 2025.

22. VECCHIATO, Marco *et al.* Early repolarization in adolescent athletes: A gender comparison of <scp>ECG</scp> and echocardiographic characteristics. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 32, n. 11, p. 1581–1591, 15 set. 2022.

23. ZIMATORE, Giovanna *et al.* Towards a Multidisciplinary Approach of ECG Screening in Children and Adolescents: A Scoping Review (2005-2025). **Children (Basel, Switzerland)**. Switzerland, 30 out. 2025. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41300586/>>. Acesso em: 30 ago.2026