

Interpretação do ECG do Atleta: uma Revisão Sistemática

Athlete's ECG Interpretation: a Systematic Review

Marcos Pinto Perillo Filho¹, Nabil Ghorayeb¹

1. Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) - São Paulo, SP - Brasil

Correspondência:

Marcos Pinto Perillo Filho
Avenida T-5, 901, apto 900, Setor Bueno.
CEP 74230-045, Goiânia, GO - Brasil

perillo.m@cardiol.br

Recebido em 03/06/2020

Aceito em 13/06/2020

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.26.2-8>

Resumo

As adaptações cardíacas ao exercício intenso podem gerar alterações eletrocardiográficas que podem ser confundidas com sinais de cardiopatia. A interpretação acurada dos achados depende de critérios que os classifiquem em normais (relacionados ao exercício), limítrofes (*borderline*) ou anormais (não relacionados ao exercício). Uma revisão sistemática foi realizada através de pesquisa na base de dados *PubMed* em abril de 2020, utilizando os termos: *MeSH*, *electrocardiogram* e *athlete*, sendo selecionados 159 artigos em inglês de revisão, revisão sistemática e meta-análise, publicados nos últimos cinco anos para análise da elegibilidade. Foram considerados elegíveis 29 artigos que abordam os critérios de análise e/ou alterações comumente encontradas no eletrocardiograma do atleta. As clássicas recomendações da Sociedade Europeia de Cardiologia (2010), os "Critérios de Seattle" (2013) e os "Critérios Refinados" (2014), aumentaram significativamente a especificidade sem perda da sensibilidade, e, buscando aprimorar os critérios interpretativos, em 2017 os "Critérios Internacionais" foram publicados com algumas alterações, porém mantendo a classificação (normal, limítrofe e anormal). Além de atentar para os critérios, deve-se especial atenção às alterações da onda T em jovens, suspeitas após o período puberal, e em afrodescendentes, suspeitas quando não confinadas a V1-V4, e à elevação do ponto J distinguindo as características benignas de repolarização precoce e malignas de condições como Brugada. A difusão, padronização e utilização dos critérios atuais de avaliação é fundamental para que o esporte se torne ainda mais seguro.

Palavras-chave: ECG; Eletrocardiograma; Atleta; Exercício Físico.

Abstract

Cardiac adaptations to intense exercise may generate electrocardiographic changes that can be confused with signs of heart disease. The accurate interpretation of the findings depends on criteria that classify them as normal (related to exercise), borderline or abnormal (not related to exercise). A systematic review was carried out by searching the PubMed database in April 2020, using the terms: MeSH, electrocardiogram and athlete, with 159 review articles, systematic reviews and meta-analyzes in english, published in the last 5 years, being selected for eligibility analysis. A total of 29 articles were considered eligible, they addressed the interpretation criteria and/or alterations commonly found in the athlete's electrocardiogram. The classic recommendations of the European Society of Cardiology (2010), the "Seattle Criteria" (2013) and the "Refined Criteria" (2014), significantly increased specificity without loss of sensitivity, and seeking to improve the interpretive criteria, in 2017 the "International Criteria" were published with some changes, but maintaining the normal, borderline and abnormal classification. In addition to the criteria, special attention should be

paid to changes in the T wave in young people, suspicious after puberty, and in afro-descendants, unexpected when not confined to V1-V4, and to J point elevation, distinguishing the benign characteristics of early repolarization and malignant ones, as in Brugada. The dissemination, standardization and use of the current interpretation criteria is essential for sport to become even safer.

Keywords: ECG; Electrocardiogram; Athlete; Exercise.

Introdução

Ao analisar o ECG de um atleta, o interpretador é desafiado a discernir entre o adaptativo e o patológico. Os achados podem ser característicos de cardiopatia, demandando investigação complementar ou podem ser típicos de alterações do “Coração de Atleta”, adaptação benigna caracterizada por alterações morfológicas e funcionais que permitem um aumento do débito cardíaco durante o exercício.¹ Porém, tanto a identificação quanto a diferenciação dos achados dependem da familiaridade do interpretador com estes,² além do uso de critérios que os classifiquem como normais (relacionados ao exercício), limítrofes (*borderline*) ou anormais (não relacionados ao exercício).³ Para compreender os achados anormais, é necessário compreender as alterações cardíacas adaptativas que podem ocorrer com a exposição ao exercício, que pode ser isotônico ou isométrico. Com o isotônico, o coração desenvolve dilatação excêntrica do ventrículo esquerdo (VE) devido ao aumento do volume sistólico, enquanto com o isométrico, o trabalho cardíaco ocorre contra maior pós-carga, gerando hipertrofia concêntrica sem dilatação ventricular. Além disto, o tônus vagal aumentado é marcante nesta população.

Buscando criterizar a interpretação do ECG do atleta e diminuir taxa de falso-positivo, Corrado et al.⁷ representando a Sociedade Europeia de Cardiologia (ESC) e Drezner et al. (2013),² com os “Critérios de Seattle” (Seattle Criteria), conseguiram aumentar significativamente a especificidade sem reduzir a sensibilidade da avaliação. Proposto por Sheikh et al. (2014), os “Critérios Refinados” (*Refined Criteria*) levaram em consideração diferenças étnicas, chegando a uma especificidade de 84,2% em atletas afrodescendentes e 94,1% em atletas caucasianos, contra 40,3% e 73,8%, respectivamente, pelos critérios da ESC 2010, mantendo elevada sensibilidade (98,1-100%).⁴ Obteve-se redução na porcentagem de eletrocardiogramas alterados de 12,7-22,3% (critérios ESC), para 1,9-6,6% (Critérios Refinados).³ O aumento da especificidade se deu principalmente pela reclassificação de algumas alterações

previamente consideradas anormais, como limítrofes (*borderline*). Os últimos critérios propostos, conhecidos como “Critérios Internacionais”, foram publicados por Sharma et al. (2017).²

A principal causa de morte súbita (MS) de atletas nos EUA, a cardiomiopatia hipertrófica (CMH), manifesta-se eletrocardiograficamente em 90% dos casos,⁵ e muitas vezes sem apresentar sintomas, o que faz do ECG um importante aliado na redução de morte de atletas. Infelizmente, o método possui importantes limitações, sendo incapaz de identificar sinais de doenças como origem anômala de coronária, doença aterosclerótica prematura e aortopatias.² No Brasil, o uso do exame em toda avaliação pré-participação (APP) é advogado pela atual Diretriz Brasileira em Cardiologia do Esporte,⁶ e na Itália, desde a implementação da obrigatoriedade em 1979 do ECG na avaliação inicial do atleta, constatou-se a redução de 89% de MS.⁷ O debate sobre o uso do ECG no rastreamento do atleta ainda é controverso, mas se utilizado, seja na APP ou durante o acompanhamento, deve ser avaliado com acurácia.⁸

Objetivos

Revisar a literatura atual sobre a interpretação do eletrocardiograma do atleta e evidenciar o que é considerado relacionado ou não ao processo adaptativo do coração ao exercício.

Materiais e Métodos

Revisão sistemática realizada através de pesquisa na base de dados *PubMed* em abril de 2020, utilizando os termos: *MeSH*, *electrocardiogram* e *athlete*. Selecionados 159 artigos de revisão em inglês, revisão sistemática e meta-análise, publicados nos últimos 5 anos, para análise da elegibilidade. Considerados elegíveis 29 artigos que abordassem os critérios de análise e/ou alterações comumente encontradas no eletrocardiograma do atleta.

Resultados

Critérios

Os primeiros critérios foram propostos através de um consenso pela Sociedade Europeia de Cardiologia (ESC), em 2010 categorizaram os achados em grupos: grupo 1 (comum), relacionado ao treino, e grupo 2 (incomum), não relacionado ao treino.⁹ Em 2013, com apoio da Sociedade Americana de Medicina do Esporte, a Seção de Cardiologia do Esporte da ESC, a Federação Internacional de Futebol (FIFA) e a Sociedade de Eletrofisiologia Congênita, foram publicados os “Critérios de Seattle”, incorporando mais evidências científicas com o intuito de melhorar a especificidade, sem prejuízo na sensibilidade.¹⁰ Estes novos critérios levaram em consideração diferenças étnicas, além de novas definições quanto ao intervalo QT, distúrbio de condução intraventricular inespecífico, inversão isolada de onda T em V1-V2, desvio do eixo à direita e critério de Hipertrofia Ventricular Direita (HVD) isolados, antes responsáveis por até 50% das alterações no ECG do atleta.¹¹

Sheikh et al. (2014) publicou os “Critérios Refinados”, um aprimoramento dos dois critérios anteriores com melhora significativa da especificidade³ criando uma categoria intermediária entre achados considerados normais e anormais, denominada “limítrofe” (*borderline*). Esta nova categoria foi capaz de reduzir significativamente a taxa de falso positivo reclassificando como “limítrofe” alguns achados antes considerados não relacionados ao treinamento, como sinais isolados de sobrecarga atrial, desvio de eixo, critério de voltagem para HVD (por *Sokolow-Lyon*) e onda T invertida (TI) entre V1-V4 em afrodescendentes. Quando algum critério “limítrofe” é encontrado isoladamente, é considerado normal, relacionado ao treinamento. Por outro lado, quando encontrado em associação com outro achado limítrofe ou anormal deve ser investigado.¹²

De Vos e De Sutter (2016) compararam os três critérios existentes na análise do ECG de 1208 atletas afrodescendentes. Ao utilizar os critérios da ESC, encontraram 40,4% exames anormais, comparados a 18,4% com Seattle e 11,5% com “Refinado”. Em outra análise de 4.297 ECGs de atletas caucasianos e 106 atletas jovens com CMH, os critérios da ESC encontraram 16,2% de anormalidade, Seattle 7,1% e “Refinados” 5,3%. A especificidade com os critérios da ESC foi de 64,8%

a 76,6%, com Seattle 87,5% a 88,8% e com “Refinado” 91,4% a 94%. Quanto à sensibilidade, demonstraram melhora importante entre os critérios: ESC (40,1% em afrodescendentes e 73,5% em caucasianos), Seattle (79,3% e 92,1%, respectivamente) e “Refinados” (84,2% e 93,9%, respectivamente).¹² Excluindo doenças que pouco ou nada se manifestam eletrocardiograficamente, como algumas congênitas e valvares, a sensibilidade se eleva para 100% utilizando qualquer dos critérios.³

Mais recentemente, em 2017, foram publicadas as “Recomendações Internacionais” ou “Critérios Internacionais” para interpretação do ECG do atleta.² Um estudo com 5.000 atletas encontrou somente 3% de eletrocardiogramas de atletas alterados utilizando as recomendações atualizadas, uma redução de 50% comparado ao critério de Seattle.¹³ Assim como nos critérios “Refinados”, investigação adicional deve ocorrer somente em caso de >1 achado anormal ou >2 limítrofes (Figura 1). Neste novo consenso, as classificações normal, limítrofe e anormal foram mantidas, com algumas diferenças na composição:

1. **Normal:** bradicardia ou arritmia sinusal, ritmo atrial ectópico ou juncional, BAV de 1º grau, BAV de 2º grau Mobitz 1, inversão de onda T em V1-V3 em <16 anos ou V1-V4 em precedida por elevação do segmento ST em afrodescendentes, repolarização precoce e critério isolado de voltagem para hipertrofia ventricular direita ou esquerda.
2. **Limítrofe:** desvio de eixo à esquerda ou direita, sinais de sobrecarga esquerda ou direita, e bloqueio completo de ramo direito.
3. **Anormal:** inversão de onda T sem as características mencionadas no grupo de achados normais, infradesnível do segmento ST, onda Q patológica, bloqueio de ramo esquerdo completo, distúrbio de condução intraventricular inespecífico (QRS>140ms), presença de onda Épsilon, pré-excitação ventricular, QT longo, Brugada tipo 1, bradicardia sinusal extrema (FC <30bpm), intervalo PR>400ms, BAV de 3º grau (total), >2 ectopias ventriculares, taquiarritmias atriais e arritmias ventriculares.

Os critérios contidos na recente atualização da Diretriz Brasileira em Cardiologia do Esporte do Exercício (2019) (Figura 2), classificam os achados em fisiológicos e patológicos.⁶ Em comparação aos “Critérios Internacionais”, a diretriz brasileira não considera

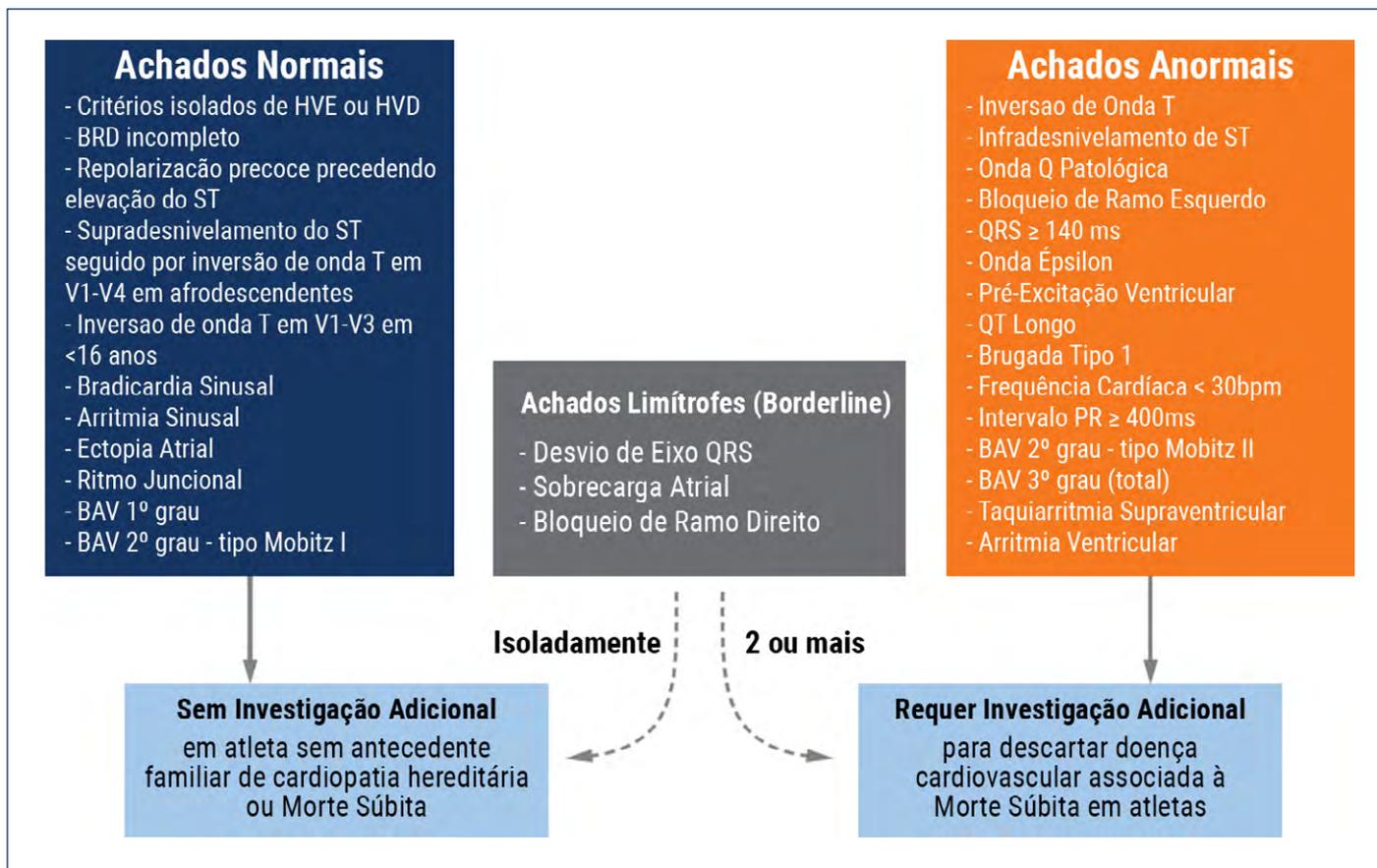


Figura 1. Critérios das Recomendações Internacionais.²

Achados fisiológicos em ECG de atletas	Achados patológicos em ECG de atletas
Bradicardia sinusal (FC > 30bpm)	Inversão da onda T > 1 mm em 2 ou mais derivações (exceto em DIII, aVR e V1)
Arritmia sinusal	Infradesnível do segmento ST > 0,5 mm em 2 ou mais derivações
Ritmo atrial ectópico	Ondas Q patológicas > 3 mm ou > 40 ms em 2 ou mais derivações (exceto DIII e aVR)
Ritmo de escape juncional	Bloqueio completo do ramo esquerdo
BAV 1º grau (PR > 200 ms)	Atraso inespecífico da condução com QRS > 140 ms
BAV 2º grau Mobitz I (Wenckebach)	Desvio do eixo elétrico de -30° a 90°
Bloqueio do ramo direito incompleto	Sobrecarga de átrio esquerdo
Critério isolado de voltagem do QRS para HVE	Padrão de hipertrofia ventricular direita com RV1 + SV5 > 10,5 mm e desvio do eixo > 120°
Repolarização precoce	Pré-excitação ventricular
Elevação em domo do segmento ST acompanhada de inversão da onda T de V1 a V4 em atletas afrodescendentes	Intervalo QT > 470 ms em homens em > 480 ms em mulheres
	Intervalo QT < 320 ms
	Padrão de Brugada
	Bradicardia sinusal < 30 bpm ou pausas sinusais > 3 s
	Taquiarritmias atriais
	Extrassístoles ventriculares com 2 ou mais episódios em ECG de 10 segundos
	Extrassístoles ventriculares pareadas e TVNS

Figura 2. Critérios da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício.⁶

fisiológico o achado de onda T invertida em V1-V3 em jovens <16 anos, considerando necessária investigação de toda inversão de onda T que não restrita a V1-V4 e precedida de elevação em domo do segmento ST em afrodescendentes. Em relação aos achados limítrofes (bloqueio de ramo direito, sobrecarga atrial e desvio de eixo isolados), a diretriz nacional considera a sobrecarga atrial esquerda e o desvio de eixo patológicos.

Atleta Jovem

O atleta jovem tem maior prevalência de intervalo PR prolongado, bradicardia sinusal, BAV 1º grau, bloqueio de ramo direito incompleto (BIRD), critério isolado de voltagem para HVE e repolarização precoce (RP), quando comparados à população não atlética. Afrodescendentes apresentam mais alterações eletrocardiográficas, relacionados ou não ao exercício, do que os caucasianos. Nesta população, a avaliação da onda T invertida é de grande importância, pois pode ser único sinal de cardiopatia congênita em indivíduos assintomáticos que não levantariam suspeita diagnóstica. É notório que a “onda T juvenil”, invertida ou bifásica em V1-V3, pode estar presente até a maturação ventricular, quando a predominância de massa ventricular direita dá espaço à dominância esquerda. A prevalência da “T juvenil” é semelhante entre atletas e não atletas (6,5% x 5,7%), sugerindo que tal achado deva-se ao processo de amadurecimento e não resultante de exposição ao exercício.¹⁴

Em relação à TI com profundidade >1mm, a prevalência se mostrou semelhante entre atletas e não atletas (6,7% x 5,9%), entretanto, atletas tinham 12 vezes mais chance (4,7% x 0,3%) de apresentar TI>2mm em duas ou mais derivações contíguas (excetuando DIII e aVR), o que gera apreensão por se tratar de alterações vistas na CMH e cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito (CAVD). Estas alterações foram significativamente mais frequentes em atletas afrodescendentes (23,4% x 5,9%). Quanto à localização da TI, os atletas apresentam mais frequentemente na parede anterior (6,5%), sendo rara na parede inferior (0,9%).¹⁴

Os atuais critérios recomendam investigação adicional em caso de TI anterior >1mm em >2 derivações contíguas além de V1-V2 em caucasianos, V1-V4 em afrodescendentes e V1-V3 em atletas jovens >16 anos, porém atuais evidências mostram que este limite deveria ser reduzido e desencadear investigação adicional em >14 anos (fase pós-puberal).¹⁴ A persistência da

“T juvenil” além do período puberal pode significar cardiopatia congênita com acometimento do VD, CAVD e canalopatia.¹⁵

Hipertrofia Ventricular Esquerda e Direita

Critério de voltagem para HVE raramente é encontrado sem outras alterações eletrocardiográfica associadas na MCH. Calore et al. (2013) demonstraram que somente 2% dos pacientes com MCH apresentavam critério isolado de voltagem para HVE (*Sokolow-Lyon*: S em V1 + maior R de V5 ou V6 >35mm), enquanto na população de atletas foi encontrado em 41% de seus exames.¹⁶ HVE patológica geralmente se associa a alterações como: TI inferolateral, depressão do segmento ST e ondas Q patológicas.⁹ Esta manifestação reflete principalmente o aumento de massa do VE associado ao treinamento, uma adaptação benigna em atletas.¹⁷ O mesmo raciocínio ocorre na avaliação do critério isolado para HVD, utilizando o critério de *Sokolow-Lyon* (R de V1 + maior S de V5 ou V6 >10,5mm). Zaidi et al. (2013) estudaram a prevalência do achado em atletas saudáveis e sedentários, encontrando prevalência de 11,8% e 6,2%, respectivamente, e em nenhum paciente com cardiomiopatia ou hipertensão pulmonar.¹⁸

A ausência de achados adicionais aos critérios de voltagem para hipertrofia ventricular ou alterações clínicas associadas, afastam o diagnóstico patológico.

Repolarização Precoce

A repolarização precoce é caracterizada por elevação >0,1mV do ponto J, situado na junção entre o complexo QRS e o segmento ST, frequentemente associada a um desnível na porção final do QRS ou entalhe.¹³ É comumente encontrado em ECG de indivíduos saudáveis, sendo mais prevalente em atletas, jovens e afrodescendentes, e está presente em até 80% dos exames de atletas de alto rendimento.⁹ Sua manifestação parece estar relacionada ao tônus vagal aumentado e frequência cardíaca mais lenta, características do atleta, podendo desaparecer durante o exercício ou após período sem treinamento. O achado geralmente está associado a outros sinais eletrocardiográficos sugestivos de remodelamento ventricular esquerdo. Com seu padrão benigno, composto por elevação do ponto J, seguido de elevação do segmento ST côncava e TI apiculada, está presente em até 45% dos ECG de atletas caucasianos e 91% dos afrodescendentes.¹⁸

Afrodescendentes podem apresentar um padrão diferente de RP com elevação convexa do segmento ST entre V1-V4 e sua localização além deve levantar suspeita. Nesta população, a RP em derivações laterais é vista em 76,9% dos portadores de MCH contra somente 3,8% em atletas saudáveis. Para auxiliar na diferenciação diagnóstica, é importante avaliar presença de depressão do segmento ST, virtualmente ausente nos atletas (0,4%) e comum nos portadores de MCH, visto até em 50% dos casos.⁸

A RP seguida de segmento ST descendente ou horizontal, na presença de síncope, alterações clínicas ou histórico familiar de MS, deve ser investigada.¹¹

Alterações benignas relacionadas ao sistema de condução

São achados comuns e considerados adaptações ao tônus vagal aumentado, a bradicardia sinusal, arritmia sinusal, ritmo atrial ectópico, ritmo de escape juncional, BAV de 1º grau e BAV 2º grau Mobitz I (*Wechenbach*).¹⁹ Até 80% dos atletas de alto rendimento apresentam bradicardia.²⁰ Arritmia sinusal pode estar presente em até 55% de atletas bem treinados, devido efeitos da variação respiratória. O ritmo juncional ocorre quando a velocidade de despolarização sinusal é menor que do nó atrioventricular, sendo reversível quando ocorre aumento da frequência cardíaca pelo nó sinusal.²⁰ BAV de 1º grau pode estar presente em até 35% dos ECG de atleta e BAV de 2º grau Mobitz I em até 10%.²¹ São considerados não fisiológicos a bradicardia extrema em repouso (FC<30bpm) e o intervalo PR>400ms.² O bloqueio incompleto de ramo direito, caracterizado por rSR' em V1 e QRS<120ms, é considerado variação adaptativa ao exercício, provavelmente pela dilatação ventricular direita e consequente atraso na condução pelo sistema *His-Purkinje*, estando presente em até 30% dos atletas.¹⁹

Alterações Limítrofes (*Borderline*)

Quando encontradas em isolamento no ECG do atleta, sem associação clínica ou com antecedentes familiares importantes, são variantes normais, relacionadas ao exercício.² Por outro lado, quando encontradas em associação a outro achado limítrofe ou anormal, devem ser investigados.¹² São elas: desvio de eixo à esquerda ou direita, sinais de sobrecarga atrial esquerda ou direita e BRD.² Sinais de sobrecarga atrial e desvio de eixo cardíaco, estão presente em até 40% dos ECG de atletas.²² Quanto ao bloqueio de ramo direito, mais

comum em atletas do que na população geral,²³ acredita-se que o remodelamento ventricular direito resulte numa lentificação fisiológica da condução, por estiramento das fibras de *Purkinje*,²⁴ aumentando a duração do QRS, e o achado não deve ser considerado anormal.²⁵

Bloqueio Atrioventricular de alto grau

São eles o BAV de 2º grau tipo II e o BAV de 3º grau (BAVT), raros em atletas (0,5%) e devem considerados achados anormais.²⁶ Há de se diferenciar o BAVT da dissociação atrioventricular sem bloqueio, quando o marcapasso juncional está mais rápido que o nó sinusal, que se encontra sob efeito do tônus vagal aumentado, e isto leva a uma quantidade maior de complexos QRS em relação ao número de ondas P visíveis no ECG. Para tal, basta identificar capturas ventriculares intermitentes pela onda P. Esta condição de dissociação é considerada um desarranjo autonômico não patológico em atletas.²

Pré-Excitação Ventricular

A condução atrioventricular por uma via acessória gera um encurtamento do intervalo PR (<120ms) e alargamento do complexo QRS (>120ms). Quando associada à presença de elevação na porção inicial do QRS (onda delta), caracteriza a síndrome de *Wolf-Parkinson-White* (WPW). O risco de desenvolvimento de MS é devido à possibilidade de desencadeamento de reentrada atrioventricular pela via acessória, e consequente arritmia ventricular. A presença isolada de encurtamento do intervalo PR não deve ser investigada,² ao contrário do achado de WPW, que sempre deve ser considerado não relacionado ao exercício.¹⁷

Onda Q

Considerada patológica quando excede 40ms de duração em > 2 derivações contíguas (exceto DIII e aVR) ou a relação entre altura Q/R excede 0,25, pode estar presente em até 2% dos atletas, principalmente afrodescendentes.⁹ Seu achado não deve ser considerado adaptativo, mas sempre levantar suspeita de condições como MCH, CAVD, miocardiopatia infiltrativa, infarto miocárdico transmural e via acessória. Importante ressaltar que a inadequada colocação dos eletrodos pode gerar falsas ondas Q.

Voltagem do QRS

Evidências atuais não consideram a alteração, definida como amplitude de QRS<0,5mV em DI, DII, DIII,

aVR e aVF, e/ou <1mV em V1 a V6, uma anormalidade a ser investigada no ECG do atleta.²

Fragmentação do QRS

Definido como entalhes no nadir da onda S, presença de R' ou R' apiculado/arrastado em >2 derivações contíguas, o achado ainda é objeto de estudo, ainda sem dados que permitam conclusões e inclusão nos atuais critérios de interpretação do ECG do atleta.² Sua existência está relacionada a presença de cicatriz e fibrose miocárdica.²⁷ Até o momento, evidências sugerem investigação adicional somente em caso de antecedente familiar de cardiomiopatia, Brugada ou MS.²⁸

Distúrbio de Condução Intraventricular Inespecífico

Seu significado ainda não está completamente compreendido no ECG do atleta, mas sabe-se que complexos QRS podem se apresentar mais lentificados por uma provável combinação de massa ventricular aumentada e tônus vagal acentuado. Evidência atual considera anormal a condução intraventricular >140ms, independente de sua morfologia.^{2,17}

Bloqueio de Ramo Esquerdo (BRE)

Sempre considerado não relacionado ao exercício, e seu achado deve sempre desencadear investigação adicional.^{2,17} Em vários estudos sobre achados benignos no ECG do atleta, nenhum BRE foi identificado.²³

Segmento ST

O infradesnivelamento do segmento ST >0,5mm em >2 derivações contíguas deve ser considerado anormal em qualquer circunstância, não havendo relação com o processo adaptativo ao exercício.^{2,17}

Intervalo QT

O intervalo QT pode se apresentar com maior duração no atleta, com valores limítrofes de 470ms para homens e 480ms para mulheres (QT corrigido). Estes valores representam o percentil 99 da população geral. Em caso de valores >500ms, a suspeita de síndrome do QT Longo (SQTL) deve ser afastada, preferencialmente por especialista.²⁹ Em atletas com intervalo QT entre 470-490ms a avaliação da onda T é útil, e o achado de onda T bifásica em pelo menos 3 derivações é sugestivo de SQTL.²⁶ Quanto ao QT curto (<320ms), não há evidência que demonstre efeitos adversos em atletas quando

isoladamente presente, sem manifestação clínica. Para um adequado cálculo do QT corrigido (QTc), os seguintes passos são recomendados:²

1. Utilizar a fórmula de Bazett ($QTc = QT/RR$);
2. Observar que esta fórmula subestima o valor em caso de bradicardia ($FC < 50bpm$) e superestima em caso de $FC > 90bpm$, sendo adequada a tentativa de novo ECG após uma leve movimentação em caso de bradicardia, buscando uma FC aproximada de 60bpm;
3. Avaliar o intervalo QT preferencialmente nas derivações DII e V5, que evidenciam mais nitidamente a onda T;
4. Definir o final da onda T pela regra do tangenciamento, evitando a inclusão de eventual onda U.

Onda T invertida (TI)

Pode traduzir condição fisiológica no atleta jovem (T juvenil) quando confinada a V1-V3 em menores de 14-16 anos, ou condição benigna adaptativa ao exercício quando confinada a V1-V4 em afrodescendentes ou mesmo condições patológicas como a MCH quando profundas, estendendo-se até parede inferior e/ou lateral e associadas a outros achados no ECG. A prevalência é maior em atletas afrodescendentes (22,8%), enquanto em caucasianos é vista em 3,7%. Localizada na parede anterior, é considerada normal entre V1-V4 em afrodescendentes, se precedida de elevação do ponto J ou segmento ST convexo,³⁰ e em jovens os atuais critérios definem como normal entre V1-V3 em <16 anos. Sua manifestação confinada a V1-V2 é mais comum em atletas caucasianos e mulheres, também sendo considerada normal quando não associada a outros achados sugestivos de CAVD.³⁰ A localização da inversão em outras paredes deve ser investigada, principalmente associada a outros achados.

Inversão nas paredes inferior (DII, DIII e aVF) e lateral (DI, aVL, V5, V6), são comuns na MCH. Se presente nesta localização, deve levantar suspeita de MCH, cardiomiopatia isquêmica, cardiomiopatia hipertensiva, valvopatia aórtica e miocárdio não-compactado.³¹ Um estudo com 155 atletas competitivos com TI mostrou, através de exames de imagem, prevalência de 45% de cardiomiopatias, sendo que 68% destes mostravam TI lateral ou inferolateral.³¹ Quando localizada nas derivações precordiais direitas (V1-V3) associada a um QRS com padrão de BRD incompleto, pode estar relacionada a CAVD.² O significado de ondas T bifásicas

ainda demanda compreensão, mas devem ser investigadas quando a porção final tem profundidade >1mm em duas ou mais derivações contíguas.²

A avaliação do ponto J é de grande valia no contexto da caracterização da TI, acometendo parede anterior e auxiliando na diferenciação entre adaptação fisiológica e característica de cardiomiopatia.¹⁷ Um estudo demonstrou que a combinação de elevação do ponto J >1mm com TI entre V1-V4 tem valor preditivo negativo para MCH de 100%.³² A ausência de elevação do ponto J ou presença de depressão do segmento ST levanta suspeita de CAVD, principalmente associado a baixa voltagem de derivações periféricas, onda S ascendente lenta, ectopia ventricular com morfologia de BRE e onda Épsilon.³³

Estudos mostram que pacientes sem alteração de onda T na avaliação inicial, podem manifestar achados durante o seguimento. Portanto, pacientes com suspeita clínica ou antecedente familiar, devem ter seu ECG seriado.¹⁷

Brugada

A síndrome de Brugada, doença hereditária e arritmogênica, pode levar a MS durante períodos de tônus vagal aumentado, característica marcante do atleta, ou em períodos de hipertermia.²⁶ Tem padrão eletrocardiográfico característico, apresentando rSr' em V1-V3, precedendo elevação do segmento ST >2mm e inversão de onda T. Existem 3 padrões diferentes de Brugada, mas somente o Tipo 1 é considerado diagnóstico pelos critérios atuais.² Brugada tipo 1 apresenta uma elevação convexa e ascendente do segmento ST, devendo ser diferenciada do padrão de RP. A presença do padrão rSr' ligado a RP pode ser visto em até 50% dos atletas de alta performance.¹⁴ Para auxiliar nesta diferenciação, o "índice de Corrado" pode ser utilizado, medindo a altura do início do segmento ST (STJ) no ponto J e 80ms após (ST80), e dividindo os valores. Se a relação STJ/ST80 >1, Brugada Tipo 1 deve ser afastado.²⁵

Para sensibilizar o exame, os eletrodos V1-V2 podem ser posicionadas superiormente no 2º ou 3º espaço intercostal, mas por outro lado, o mal posicionamento pode gerar falso-positivo. Em caso duvidoso, o ECG deve ser repetido com especial atenção ao posicionamento dos eletrodos.

Arritmias

Taquiarritmias supraventriculares como a taquicardia supraventricular (TSV), fibrilação atrial (FA) e flutter

atrial, são achados raros no ECG do atleta e requerem investigação. Taquiarritmias ventriculares (TV), sustentadas ou não, requerem avaliação adicional.² As ectopias ventriculares (EV) geralmente são benignas e alguns estudos mostram maior prevalência em atletas, principalmente de *endurance*,³⁴ e a localização de sua origem pode melhor caracterizá-las. Verdile et al. (2015) ao estudar as características das EV de atletas sem doença cardiovascular, demonstrou que 68% eram originadas da via de saída do ventrículo direito (VSVD), com morfologia de BRE, eixo inferior e transição R/S após V3. Também relatou que 15% eram de origem fascicular, com morfologia de BRD e eixo superior, e 9% da VSVE, com morfologia de BRE, eixo inferior e transição R/S em V1-V2. EV com estas morfologias são consideradas benignas.³⁵ Por outro lado, ectopias ventriculares com outros padrões, com morfologia de BRE e eixo superior, são mais raras em atletas e podem representar cardiopatia com potencial arritmogênico. Ectopias frequentes e polimórficas, com morfologia de BRD, desencadeada pelo esforço, deve levantar suspeita de TV polimórfica catecolaminérgica.³⁴

Portanto, ectopias ventriculares isoladas, sem associação com outras manifestações eletrocardiográficas, clínicas ou antecedente familiar de MS, principalmente com morfologia de BRE com eixo inferior ou BRD com eixo superior, não necessitam investigação adicional no atleta.³⁵

Conclusões

A avaliação do ECG do atleta pode ser um verdadeiro desafio e sua acurada interpretação é fundamental para que o esporte se torne ainda mais seguro, e, para ser eficaz, é fundamental a difusão, padronização e utilização dos critérios atuais de avaliação.

Potencial Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Referências:

- Lisman KA. Electrocardiographic Evaluation in Athletes and Use of the Seattle Criteria to Improve Specificity. *Methodist DeBakey Cardio Journ.* 2016; 12 (2): 81-5. <https://doi.org/10.14797/mdcj-12-2-81>.
- Sharma S, Drezner JA, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, et al. International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes. *J Am Coll Cardiol.* 2017; 69 (8): 1057-75. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.01.015>.
- De Vos L, De Sutter J. A Comparison of the European Society Of Cardiology, the Seattle and the Refined Criteria for Interpreting the Athlete's ECG in a Pre-Participation Screening Programme. *Acta Cardiol.* 2016; 71 (6): 631-7. <https://doi.org/10.2143/AC.71.6.3178180>.
- Erickson CC. Discrimination of the "Athlete's Heart" from Real Disease by Electrocardiogram and Echocardiogram. *Cardiol Young.* 2017; 27 (S1): S80-8. <https://doi.org/10.1017/S1047951116002286>.
- Rowin EJ, Maron BJ, Appelbaum E, Link MS, Gibson CM, Lesser JR, et al. Significance of False Negative Electrocardiograms in Preparticipation Screening of Athletes for Hypertrophic Cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2012; 110 (7): 1027-32. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.05.035>.
- Ghorayeb N, Stein R, Daher DJ, Silveira AD, Ritt LEF, Santos DFP et al. Atualização da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte - 2019. *Arq Bras Cardiol.* 2019; 112 (3): 326-68. <https://doi.org/10.5935/abc.20190048>.
- Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Screening for Hypertrophic Cardiomyopathy in Young Athletes. *N Engl J Med.* 1998; 339 (6): 364-9. <https://doi.org/10.1056/NEJM199808063390602>.
- Hermelin MJ, Prutkin JM. Black Athlete Electrocardiographic Repolarization Pattern. *Journ Electrocardiol.* 2018; 51(4): 680-2. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2018.05.004>.
- Zorzi A, ElMaghawry M, Corrado D. Evolving Interpretation of the Athlete's Electrocardiogram: from European Society of Cardiology and Stanford Criteria, to Seattle Criteria and Beyond. *Journ Electrocardiol.* 2015; 48 (3): 283-91. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2015.01.007>.
- Baggish AL. A Decade of Athlete ECG Criteria: Where We've Come and Where We're Going. *Journ Electrocardiol.* 2015; 48 (3): 324-8. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2015.02.002>.
- Machado M, Vaz Silva M. Alterações Eletrocardiográficas Benignas e Patológicas em Atletas. *Rev Port Cardiol.* 2015; 34 (12): 753-70. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2015.07.007>.
- Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, Zaidi A, Gati S, Adami PE, et al. Comparison of Electrocardiographic Criteria for the Detection of Cardiac Abnormalities in Elite Black and White Athletes. *Circulation.* 2014; 129 (16): 1637-49. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006179>.
- Dhulia H, Malhotra A, Finocchiaro G, Merghani A, Papadakis M, Naci H, et al. Impact of the International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation on Cardiovascular Screening in Young Athletes. *J Am Coll Cardiol.* 2017; 70 (6): 805-7. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.06.018>.
- McClellan G, Riding NR, Ardern CL, Farooq A, Pieleas GE, Watt V, et al. Electrical and Structural Adaptations of the Paediatric Athlete's Heart: a Systematic Review with Meta-Analysis. *Br J Sports Med.* 2018; 52 (4): 230. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097052>.
- Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, Basso C, Bauce B, Bluemke DA, et al. Diagnosis of Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy/Dysplasia: Proposed Modification of the Task Force Criteria. *Circulation.* 2010; 121 (13): 1533-41. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840827>.
- Calore C, Melacini P, Pelliccia A, Cianfrocca C, Schiavon M, Di Paolo FM, et al. Prevalence and Clinical Meaning of Isolated Increase of QRS Voltages in Hypertrophic Cardiomyopathy Versus Athlete's Heart: Relevance to Athletic Screening. *Int J Cardiol.* 2013; 168 (4): 4494-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.06.123>.
- Prutkin JM, Wilson MG. Electrocardiography in Athletes: Normal and Abnormal Findings. *Heart.* 2018; 104 (23): 1902-9. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312901>.
- Zaidi A, Ghani S, Sheikh N, Gati S, Bastiaenen R, Madden B, et al. Clinical Significance of Electrocardiographic Right Ventricular Hypertrophy in Athletes: Comparison with Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy and Pulmonary Hypertension. *Eur Heart J.* 2013; 34 (47): 3649-56. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs391>.
- Kim JH, Noseworthy PA, McCarty D, Yared K, Weiner R, Wang F, et al. Significance of Electrocardiographic Right Bundle Branch Block in Trained Athletes. *Am J Cardiol.* 2011; 107 (7): 1083-9. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2010.11.037>.
- Sharma S, Whyte G, Elliott P, Padula M, Kaushal R, Mahon N, et al. Electrocardiographic Changes in 1000 Highly Trained Junior Elite Athletes. *Brit Journ Sports Med.* 1999; 33 (5): 319-24. <https://doi.org/10.1136/bjsm.33.5.319>.
- Meytes I, Kaplinsky E, Yahini JH, Hanne-Paparo N, Neufeld HN. Wenckebach A-V Block: a Frequent Feature Following Heavy Physical Training. *Am Heart J.* 1975; 90 (4): 426-30. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(75\)90421-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(75)90421-4).
- Gati S, Sheikh N, Ghani S, Zaidi A, Wilson M, Raju H, et al. Should Axis Deviation or Atrial Enlargement Be Categorised as Abnormal in Young Athletes? The Athlete's Electrocardiogram: Time for Re-Appraisal of Markers of Pathology. *Europ Heart Journ.* 2013; 34 (47): 3641-8. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs390>.
- Kim JH, Baggish AL. Electrocardiographic Right and Left Bundle Branch Block Patterns in Athletes: Prevalence, Pathology, and Clinical Significance. *Journ Electrocardiol.* 2015; 48 (3): 380-4. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2015.03.015>.
- Bussink BE, Holst AG, Jespersen L, Deckers JW, Jensen GB, Prescott E. Right Bundle Branch Block: Prevalence, Risk Factors, and Outcome in the General Population: Results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Heart J.* 2013; 34 (2): 138-46. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs291>.
- Zorzi A, Leoni L, Di Paolo FM, Rigato I, Migliore F, Bauce B, et al. Differential Diagnosis between Early Repolarization of Athlete's Heart and Coved-Type Brugada Electrocardiogram. *Am J Cardiol.* 2015; 115 (4): 529-32. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.11.035>.
- Prakash K, Sharma S. Interpretation of the Electrocardiogram in Athletes. *Canad Journ Cardiol.* 2016; 32 (4): 438-51. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2015.10.026>.
- Virk HUH, Farooq S, Ghani AR, Arora S. QRS Fragmentation: Its Role in Sherlocking the Arrhythmogenic Heart. *J Community Hosp Intern Med Perspect.* 2016; 6 (3): 31235. <https://doi.org/10.3402/jchimp.v6.31235>.
- Abela M, Sharma S. Abnormal ECG Findings in Athletes: Clinical Evaluation and Considerations. *Curr Treat Options Cardio Med.* 2019; 21 (12): 95. <https://doi.org/10.1007/s11936-019-0794-4>.
- Goldenberg I, Moss AJ, Peterson DR, McNitt S, Zareba W, Andrews ML, et al. Risk Factors for Aborted Cardiac Arrest and Sudden Cardiac Death in Children with the Congenital Long-QT Syndrome. *Circulation.* 2008; 117 (17): 2184-91. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.701243>.
- Papadakis M, Carre F, Kervio G, Rawlins J, Panoulas VF, Chandra N, et al. The Prevalence, Distribution, and Clinical Outcomes of Electrocardiographic Repolarization Patterns in Male Athletes of African/Afro-Caribbean Origin. *Eur Heart J.* 2011; 32 (18): 2304-13. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr140>.
- Schnell F, Riding N, O'Hanlon R, Axel Lentz P, Donal E, Kervio G, et al. Recognition and Significance of Pathological T-Wave Inversions in Athletes. *Circulation.* 2015; 131 (2): 165-73. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011038>.
- Calore C, Zorzi A, Sheikh N, Nese A, Facci M, Malhotra A, et al. Electrocardiographic Anterior T-Wave Inversion in Athletes of Different Ethnicities: Differential Diagnosis Between Athlete's Heart and Cardiomyopathy. *Eur Heart J.* 2016; 37 (32): 2515-27. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv591>.
- Tikkanen JT, Anttonen O, Junttila MJ, Aro AL, Kerola T, Rissanen HA, et al. Long-term Outcome Associated with Early Repolarization on Electrocardiography. *N Engl J Med.* 24 de dezembro de 2009;361(26): 2529-37. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0907589>.
- D'Ascenzi F, Zorzi A, Alvino F, Bonifazi M, Corrado D, Mondillo S. The Prevalence and Clinical Significance of Premature Ventricular Beats in the Athlete. *Scand J Med Sci Sports.* 2017; 27 (2): 140-51. <https://doi.org/10.1111/sms.12679>.
- Verdile L, Maron BJ, Pelliccia A, Spataro A, Santini M, Biffi A. Clinical Significance of Exercise-Induced Ventricular Tachyarrhythmias in Trained Athletes Without Cardiovascular Abnormalities. *Heart Rhythm.* 2015; 12 (1): 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.09.009>.