



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:  
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

**FILIFE FERRARI RIBEIRO DE LACERDA**

**AVALIAÇÃO DO ELETROCARDIOGRAMA DO JOGADOR DE FUTEBOL  
BRASILEIRO: UM ESTUDO OBSERVACIONAL MULTICÊNTRICO**

Porto Alegre

2024

**FILIFE FERRARI RIBEIRO DE LACERDA**

**AVALIAÇÃO DO ELETROCARDIOGRAMA DO JOGADOR DE FUTEBOL  
BRASILEIRO: UM ESTUDO OBSERVACIONAL MULTICÊNTRICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Cardiologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Stein

Porto Alegre

2024

## CIP - Catalogação na Publicação

Ferrari, Filipe

AVALIAÇÃO DO ELETROCARDIOGRAMA DO JOGADOR DE FUTEBOL BRASILEIRO: UM ESTUDO OBSERVACIONAL MULTICÊNTRICO / Filipe Ferrari. -- 2024.

189 f.

Orientador: Ricardo Stein.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. eletrocardiograma. 2. atleta. 3. avaliação pré-participação. 4. cardiomiopatia. 5. coração do atleta. I. Stein, Ricardo, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**FILIFE FERRARI RIBEIRO DE LACERDA**

**AVALIAÇÃO DO ELETROCARDIOGRAMA DO JOGADOR DE FUTEBOL  
BRASILEIRO: UM ESTUDO OBSERVACIONAL MULTICÊNTRICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Cardiologia.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Leandro Ioschpe Zimmerman

Prof. Dr. Luiz Eduardo Fonteles Ritt

Prof. Dr. Paulo Roberto Schwartzman

Aos meus pais, Laura e Raul (*in memoriam*),  
com toda a gratidão e força do meu amor.

## **Agradecimentos**

*A Deus, minha fortaleza e sustento da alma, agradeço por sempre responder às minhas preces, proporcionando uma paz indescritível que tranquiliza o meu espírito. Agradeço também pela força que nunca me deixou desistir, mesmo nos momentos mais difíceis.*

*À minha família, meu amor sublime e verdadeiro, que, mesmo distante fisicamente, nunca esteve longe de mim.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Cardiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, agradeço por me apresentar a encantadora ciência da pesquisa. Os ensinamentos adquiridos serão permanentes e valiosos em minha caminhada. Agradeço ainda pelo contato constante e aprendizado com renomados professores, líderes de opinião em suas áreas, muitos dos quais eu sonhava em um dia estar próximo.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), meu profundo agradecimento pelo suporte financeiro concedido ao longo de todo o meu Doutorado. Agradeço pela valiosa oportunidade que me permitiu dedicar-me exclusivamente à pesquisa.*

*Aos amigos que fiz durante esses 4 anos neste Programa, expresse minha gratidão pela amizade, discussões profícuas, aprendizados significativos e momentos de descontração.*

*Aos médicos e profissionais da saúde dos clubes de futebol de todo o Brasil. O meu mais sincero obrigado pela inestimável parceria e contribuição para esse projeto.*

*Aos estimados professores, Dr. Leandro Zimmerman, Dr. Luiz Ritt e Dr. Paulo Schwartzmans, profissionais prestigiados e altamente reconhecidos, agradeço pelo*

*aceite em participar da banca julgadora desta Tese. A presença de vocês torna este momento ainda mais especial.*

*À professora Patrícia Zielgemann, que tanto me ensinou, agradeço por oferecer a oportunidade de desenvolver estágios docentes em diferentes disciplinas de meta-análise para alunos de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Cardiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram experiências gratificantes e valiosas. Expresso também minha gratidão pelas orientações, discussões e suportes inestimáveis em relação às análises estatísticas dos artigos desta Tese.*

*À minha esposa, Ângela, agradeço por estar ao meu lado diariamente e ser a minha companheira, inspirando-me a ser uma pessoa melhor a cada dia. Sua paciência e compreensão diante das incontáveis horas e fins de semana que deixei de passar contigo para me dedicar exclusivamente ao Doutorado e aos artigos que compõem esta Tese são inestimáveis.*

*Ao meu orientador e, acima de tudo, meu amigo, Dr. Ricardo Stein, que desde o início do Mestrado em 2018 depositou grande confiança em mim, agradeço pelas oportunidades e possibilidades inexprimíveis. Por tudo que me ensinou, pertimiu aprender, pela amizade, e risadas intermináveis, tenho uma dívida impagável contigo. Hoje, não há dever mais urgente do que agradecer. Espero ter atendido às suas expectativas, e tenho a convicção de que você sabe que fiz o meu melhor ao longo desses 6 anos.*

*Finalmente, aos meus pais, Laura e Raul (in memoriam), amores da minha vida. Mesmo com a saudade que me arrebatava diariamente, sei estão felizes lá de cima. Queria muito que vocês estivessem aqui nesse momento tão especial. Agradeço profundamente por me ensinarem que honestidade, caráter, dignidade, gratidão e simplicidade são valores inegociáveis, dos quais não abro mão.*

*O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.*

**Isaac Newton**

*Daria tudo que sei pela metade do que ignoro.*

**René Descartes**

*Maior que a tristeza de não haver vencido é a vergonha de não ter lutado!*

**Rui Barbosa**



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Eletrocardiograma com Bradicardia Sinusal .....	34
<b>Figura 2.</b> Eletrocardiograma com Arritmia Sinusal Respiratória.....	35
<b>Figura 3.</b> Eletrocardiograma com Ritmo Atrial Ectópico .....	36
<b>Figura 4.</b> Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 1º grau .....	37
<b>Figura 5.</b> Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 2º grau Mobitz I .....	38
<b>Figura 6.</b> Eletrocardiograma com Critério para Bloqueio Incompleto do Ramo Direito .....	39
<b>Figura 7.</b> Eletrocardiograma com Critério de Sokolow-Lyon Positivo para Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo .....	41
<b>Figura 8.</b> Eletrocardiograma com Critério de Sokolow-Lyon Positivo para Hipertrofia do Ventrículo Direito .....	42
<b>Figura 9.</b> Diferentes Morfologias de Repolarização Precoce em Atletas .....	43
<b>Figura 10.</b> Eletrocardiograma com Padrões de Repolarização Precoce .....	44
<b>Figura 11.</b> Eletrocardiograma com Inversões da Onda T de Padrão “Juvenil”.....	45
<b>Figura 12.</b> Eletrocardiograma com Padrão “Africano/Afro-Caribenho” .....	47
<b>Figura 13.</b> Eletrocardiograma com Desvio do Eixo para a Esquerda.....	48
<b>Figura 14.</b> Eletrocardiograma com Desvio do Eixo para a Direita .....	49
<b>Figura 15.</b> Eletrocardiograma com Critério Sugestivo para Hipertrofia do Átrio Esquerdo.....	49
<b>Figura 16.</b> Eletrocardiograma com Critério Sugestivo para Hipertrofia do Átrio Direito .....	50
<b>Figura 17.</b> Eletrocardiograma com Bloqueio Completo do Ramo Direito .....	51
<b>Figura 18.</b> Eletrocardiograma com Bradicardia Sinusal Profunda .....	52
<b>Figura 19.</b> Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 2º Grau Mobitz II...	52
<b>Figura 20.</b> Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 3º Grau .....	53
<b>Figura 21.</b> Eletrocardiograma com Extrassístoles Ventriculares.....	54
<b>Figura 22.</b> Eletrocardiograma com Padrão de Wolff-Parkinson-White .....	55
<b>Figura 23.</b> Eletrocardiograma com Complexo QRS > 140 ms.....	56
<b>Figura 24.</b> Eletrocardiograma com Intervalo PR Prolongado .....	57
<b>Figura 25.</b> Eletrocardiograma com Intervalo QT Prolongado.....	58
<b>Figura 26.</b> Eletrocardiograma com Depressão do Segmento ST.....	59
<b>Figura 27.</b> Eletrocardiograma com Ondas Q patológicas .....	60
<b>Figura 28.</b> Eletrocardiograma com Ondas Épsilon .....	61
<b>Figura 29.</b> Eletrocardiograma com Padrão de Brugada Tipo 1 .....	62
<b>Figura 30.</b> Eletrocardiograma com Bloqueio Completo do Ramo Esquerdo.....	62
<b>Figura 31.</b> Eletrocardiograma com Inversão da Onda T Inferior .....	63
<b>Figura 32.</b> Eletrocardiograma com Inversão da Onda T Anterior.....	64
<b>Figura 33.</b> Eletrocardiograma com Inversão da Onda T Lateral .....	65
<b>Figura 34.</b> Eletrocardiograma com Inversão da Onda T Ífero-Lateral .....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Recomendações Mais Recentes para Interpretação do Eletrocardiograma do Atleta .....	32
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ASR:** arritmia sinusal respiratória
- BAV:** bloqueio atrioventricular
- BCRE:** bloqueio completo do ramo esquerdo
- BCRD:** bloqueio completo do ramo direito
- BIRD:** bloqueio incompleto do ramo direito
- CMH:** cardiomiopatia hipertrófica
- DAVD:** displasia arritmogênica do ventrículo direito
- ESVs:** extrassístoles ventriculares
- ECG:** eletrocardiograma
- ECG-12:** eletrocardiograma de repouso de 12 derivações
- HAD:** hipertrofia do átrio direito
- HAE:** hipertrofia do átrio esquerdo
- HVD:** hipertrofia do ventrículo direito
- HVE:** hipertrofia do ventrículo esquerdo
- MSC:** morte súbita cardíaca
- QTc:** QT corrigido
- RP:** repolarização precoce
- SBr:** síndrome de Brugada
- WPW:** Wolff-Parkinson-White

## **RESUMO**

**Fundamento:** O eletrocardiograma de repouso de 12 derivações (ECG-12) é essencial na avaliação pré-participação (APP) de atletas. No entanto, a prevalência de achados do ECG-12 em jogadores de futebol brasileiros de diferentes etnias é desconhecida.

**Objetivos:** *Estudo 1:* Comparar a prevalência do padrão “Africano/Afro-Caribenho”, caracterizado por inversão da onda T nas derivações V1-V4 precedida por elevação convexa do segmento ST, entre jogadores negros e pardos, avaliando os resultados do ecocardiograma (ECO). *Estudo 2:* Investigar a prevalência de ECG-12 anormais e associá-los a exames de imagem (ECO e, em alguns casos, ressonância magnética cardíaca [RMC]) em jogadores de futebol brasileiros de diferentes etnias.

**Métodos:** Estudo observacional multicêntrico com 6.125 jogadores do sexo masculino (15-35 anos de idade) de 82 clubes profissionais das cinco regiões do Brasil (18 estados e 56 cidades). Os exames foram realizados como APP entre 18 de fevereiro de 2002 e 18 de setembro de 2023.

**Resultados:** Um total de 2.496 brancos, 2.004 pardos e 1.625 negros foram incluídos. No *Estudo 1*, observamos uma frequência mais acentuada do padrão “Africano/Afro-Caribenho” nos jogadores negros (1,8%) em comparação com jogadores pardos (0,3%), com razão de prevalência de 5,96 ( $P < 0,0001$ ). Os resultados ecocardiográficos foram normais em ambos os grupos. No *Estudo 2*, 180 (3%) jogadores apresentaram um ECG-12 anormal, sendo que 176 (98%) evidenciaram ECO normal. Os atletas negros exibiram uma maior prevalência de inversão da onda T nas derivações V5 (2,9%) e V6 (2,1%) em comparação aos atletas brancos (1,2% e 1,0%) ou pardos (1,5% e 1,2%), respectivamente. Dos 75 atletas com inversão da onda T ínfero-lateral, 4 (5,3%) exibiram ECOs anormais. Destes, um atleta tinha insuficiência aórtica grave, e os outros três apresentaram cardiomiopatia hipertrófica apical ou cardiomiopatia não compactada, todas identificadas pela RMC. Já entre outros quatro jogadores com inversão da onda T ínfero-lateral e ECOs normais, a RMC diagnosticou cardiomiopatia hipertrófica em dois casos, cardiomiopatia não compactada em um, e miocardite em outro.

**Conclusões:** A prevalência do padrão “Africano/Afro-Caribenho” em jogadores negros foi significativamente menor do que a descrita em atletas negros nas coortes internacionais. Na amostra total do estudo, a prevalência de ECG-12 anormal foi de 3%. A inversão da onda T ínfero-lateral foi associada a doenças identificadas pela RMC, mesmo quando o ECO era normal.

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma; Coração do atleta; Cardiomiopatias; Etnia.

## **ABSTRACT**

**Background:** The 12-lead resting electrocardiogram (ECG-12) is essential in the preparticipation screening of athletes. However, the prevalence of ECG-12 findings in Brazilian football players of different ethnicities is unknown.

**Objectives:** *Study 1:* To compare the prevalence of the ‘African/Afro-Caribbean’ pattern, characterized by T-wave inversion in leads V1-V4 preceded by convex ST-segment elevation, between black and mixed-race players, evaluating echocardiogram (ECHO) results. *Study 2:* To investigate the prevalence of abnormal ECG-12 findings and associate them with imaging exams (ECHO and, in some cases, cardiac magnetic resonance [CMR]) in Brazilian football players of different ethnicities.

**Methods:** Multicenter observational study with 6,125 male players (15-35 years old) from 82 professional clubs in the five regions of Brazil (18 states and 56 cities). The exams were carried out as preparticipation screening between February 18, 2002 and September 18, 2023.

**Results:** A total of 2,496 white, 2,004 mixed-race, and 1,625 black players were included. In *Study 1*, we observed a more pronounced frequency of the ‘African/Afro-Caribbean’ pattern in black players (1.8%) compared to mixed-race players (0.3%), with a prevalence ratio of 5.96 ( $P < 0.0001$ ). ECHO results were normal in both groups. In *Study 2*, 180 (3%) players had an abnormal ECG-12, with 176 (98%) having a normal ECHO. Black athletes had a higher prevalence of T-wave inversion in leads V5 (2.9%) and V6 (2.1%) compared to white (1.2% and 1.0%) or mixed-race athletes (1.5% and 1.2%), respectively. Of the 75 athletes with inferolateral T-wave inversion, 4 (5.3%) exhibited abnormal ECHOs. Of these, one athlete had severe aortic insufficiency, and the other three had apical hypertrophic cardiomyopathy or non-compaction cardiomyopathy, all identified by CMR. Among other four players with inferolateral T-wave inversion and normal ECHOs, CMR diagnosed hypertrophic cardiomyopathy in two cases, non-compaction cardiomyopathy in one, and myocarditis in another.

**Conclusions:** The prevalence of the ‘African/Afro-Caribbean’ pattern in black players was significantly lower than that described in black athletes in international cohorts. In the total study sample, the prevalence of abnormal ECG-12 was 3%. Inferolateral T-wave inversion was associated with cardiac diseases identified by CMR, even when the ECHO was normal.

**Keywords:** Electrocardiogram; Athlete’s heart; Cardiomyopathies; Ethnicity.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	11
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	13
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>20</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>25</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>27</b>
3.1. Objetivo Geral .....	27
3.2. Objetivos Específicos.....	27
<b>4. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1. ELETROCARDIOGRAMA DE REPOUSO DO ATLETA</b> .....	<b>28</b>
4.1.1. Triage Cardiovascular Pré-Participação: Papel do Eletrocardiograma .....	28
4.1.2. Evolução dos Critérios para Interpretação do Eletrocardiograma do Atleta .....	30
4.1.3. INTERPRETAÇÃO DO ECG DO ATLETA DE ACORDO COM OS “CRITÉRIOS INTERNACIONAIS” .....	33
4.1.3.1. ACHADOS NORMAIS .....	33
4.1.3.1.1. Bradicardia Sinusal .....	33
4.1.3.1.2. Arritmia Sinusal Respiratória.....	34
4.1.3.1.3. Ritmo Atrial Ectópico.....	35
4.1.3.1.4. Bloqueio Atrioventricular de 1º Grau .....	36
4.1.3.1.5. Bloqueio Atrioventricular de 2º Grau Mobitz I .....	37
4.1.3.1.6. Bloqueio Incompleto do Ramo Direito .....	38
4.1.3.1.7. Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo .....	39
4.1.3.1.8. Hipertrofia do Ventrículo Direito.....	41
4.1.3.1.9. Repolarização Precoce.....	42
4.1.3.1.10. Inversão da Onda T nas Derivações V1-V3 em Atletas < 16 anos de idade.....	44
4.1.3.1.11. Elevação do Segmento ST Seguido por Inversão da Onda T nas Derivações V1-V4 em Atletas Negros .....	46

4.1.3.2. ACHADOS LIMÍTROFES .....	48
4.1.3.2.1. Desvio do Eixo Cardíaco Para a Esquerda .....	48
4.1.3.2.2. Desvio do Eixo Cardíaco Para a Direita .....	48
4.1.3.2.3. Hipertrofia do Átrio Esquerdo .....	49
4.1.3.2.4. Hipertrofia do Átrio Direito .....	50
4.1.3.2.5. Bloqueio Completo do Ramo Direito .....	51
4.1.3.3. ACHADOS ANORMAIS .....	51
4.1.3.3.1. Bradicardia Sinusal Profunda.....	51
4.1.3.3.2. Bloqueio Atrioventricular de 2º Grau Mobitz II.....	52
4.1.3.3.3. Bloqueio Atrioventricular de 3º Grau .....	53
4.1.3.3.4. Duas ou Mais Extrassístoles Ventriculares .....	53
4.1.3.3.5. Pré-Excitação Ventricular .....	55
4.1.3.3.6. Complexo QRS $\geq$ 140 ms .....	56
4.1.3.3.7. Intervalo PR $\geq$ 400 ms .....	57
4.1.3.3.8. Intervalo QT Prolongado .....	57
4.1.3.3.9. Depressão do Segmento ST .....	58
4.1.3.3.10. Ondas Q Patológicas .....	60
4.1.3.3.11. Onda Épsilon .....	60
4.1.3.3.12. Padrão de Brugada Tipo 1.....	61
4.1.3.3.13. Bloqueio Completo do Ramo Esquerdo .....	62
4.1.3.3.14. Inversão da Onda T Inferior .....	63
4.1.3.3.15. Inversão da Onda T Anterior.....	63
4.1.3.3.16. Inversão da Onda T Lateral.....	65
4.1.3.3.17. Inversão da Onda T Ífero-Lateral .....	65
4.1.4. CARACTERÍSTICAS DO ELETROCARDIOGRAMA EM ATLETAS DE DIFERENTES ETNIAS .....	67
4.1.4.1. Bloqueio Incompleto do Ramo Direito.....	67
4.1.4.2. Hipertrofia do Átrio Direito .....	68
4.1.4.3. Hipertrofia do Átrio Esquerdo.....	68
4.1.4.4. Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo .....	69
4.1.4.5. Repolarização Precoce .....	70
4.1.4.6. Inversão da Onda T.....	71
<b>5. ARTIGO I .....</b>	<b>85</b>
<b>6. ARTIGO II.....</b>	<b>103</b>

7. CONCLUSÕES .....	153
<b>APÊNDICE A. PRODUÇÃO CIENTÍFICA DURANTE O DOUTORADO .....</b>	<b>154</b>
<b>A.1.</b> Imaging associations enhance the understanding of ECG abnormalities in male Brazilian football players: findings from the B-Pro Foot ECG study. <b>Br J Sports Med.</b> 2024;0:1-8 .....	154
<b>A.2.</b> Electrocardiogram Characteristics of Black and Mixed-Race Young Brazilian Football Players: Addressing the ‘African/Afro-Caribbean Pattern’. <b>Eur J Prev Cardiol.</b> 2024 Feb 5:zwae046 .....	155
<b>A.3.</b> Ethnic Disparities in the Longevity of Brazilian Olympic Medalists. <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2024;121(2):e20240082 .....	156
<b>A.4.</b> Prevalence and diagnostic significance of de-novo 12-lead ECG changes after COVID-19 infection in elite soccer players. <b>Heart.</b> 2023;109:936-943 .....	157
<b>A.5.</b> Efficacy of six exercise-based interventions for individuals undergoing hemodialysis: a network meta-analysis of randomized clinical trials. <b>Nephrol Dial Transplant.</b> 2023;38(10):2389-2406 .....	158
<b>A.6.</b> Thiazide diuretics alone or combined with potassium-sparing diuretics to treat hypertension: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. <b>J Hypertens.</b> 2023;41(7):1108-1116 .....	159
<b>A.7.</b> Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists in Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease: The Past, Present, and Future. <b>Am J Cardiovasc Drugs.</b> 2022;22(4):363-383 .....	160
<b>A.8.</b> Exercise training modalities for heart transplant recipients: a systematic review and network meta-analysis protocol. <b>BMJ Open.</b> 2020;10(12):e044975 .....	161



<b>A.9.</b> Comments Regarding the Athletes Electrocardiogram in the Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports? <i>Arq Bras Cardiol.</i> 2023;120(1):1-2 .....	162
<b>A.10.</b> Electrocardiogram of Brazilian Elite Football Players: Filling a Gap. <i>Arq Bras Cardiol.</i> 2023;120(4):e20230090 .....	163
<b>A.11.</b> Is There an Association Between Timed Up and Go Test Performance Results and Directly Measured Peak Oxygen Consumption in Patients with Heart Disease? <i>Arq Bras Cardiol.</i> 2023;120(12):e20230832 .....	164
<b>A.12.</b> Effects of intradialytic inspiratory muscle training at different intensities on diaphragm thickness and functional capacity: clinical trial protocol in patients undergoing haemodialysis. <i>BMJ Open.</i> 2023;13(1):e066778 .....	165
<b>A.13.</b> Nonstructural Genetic Cardiac Disease as the Most Common Cause of Sudden Cardiac Death in the Young Athlete: Is This True? <i>Curr Treat Options Cardio Med.</i> 2023;25:525-542 .....	166
<b>A.14.</b> Advances with lipid-lowering drugs for pediatric patients with familial hypercholesterolemia. <i>Expert Opin Pharmacother.</i> 2021;22(4):483-495 .....	167
<b>A.15.</b> The Role of Sodium-Glucose Cotransporter-2 Inhibitors in Patients With Heart Failure, Regardless of Diabetes Status: Focus on Cardiovascular Disease. <i>Ann Pharmacother.</i> 2021;55(10):1267-1275 .....	168
<b>A.16.</b> Effects of Physical Exercise on Cardiometabolic Biomarkers and Inflammatory Markers in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. <i>Biol Res Nurs.</i> 2022;24(4):519-529 .....	169
<b>A.17.</b> Thiazide diuretics alone or in combination with a potassium-sparing diuretic on blood pressure-lowering in patients with primary hypertension: protocol for a systematic review and network meta-analysis. <i>Syst Rev.</i> 2022;11(1):23 .....	170

<b>A.18.</b> Direct-Acting Oral Anticoagulants in Atrial Fibrillation: What's New in the Literature. <b>Cardiol Rev.</b> 2021;29(3):120-130 .....	171
<b>A.19.</b> Lung Function and Inspiratory Muscle Strength in Heart Failure: Can They be Considered Potential Prognostic Markers? <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2022;118(4):692-693 .....	172
<b>A.20.</b> Statins and COVID-19: To Suspend or Not to Suspend? That is the Question! <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2021;116(1):147-152 .....	173
<b>A.21.</b> COVID-19 and Thromboinflammation: Is There a Role for Statins? <b>Clinics (Sao Paulo).</b> 2021;76:e2518 .....	174
<b>A.22.</b> Renin-Angiotensin-Aldosterone System Inhibitors in COVID-19: A Review. <b>Clinics (Sao Paulo).</b> 2021;76:e2342 .....	175
<b>A.23.</b> Physical Activity and HDL-C: Are There Gender Differences in the Dose-response Effect? <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2021;117(3):501-502 .....	176
<b>A.24.</b> Inspiratory Muscle Training at Different Intensities in Heart Failure: Are There Differences in Central Hemodynamic Changes? <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2020;114(4):664-665 .....	177
<b>A.25.</b> COVID-19: Updated Data and its Relation to the Cardiovascular System. <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2020;114(5):823-826 .....	178
<b>A.26.</b> High-intensity Interval Training versus Continuous Exercise: Is There a Difference Regarding the Magnitude of Blood Pressure Reduction? <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2020;115(1):15-16 .....	179
<b>A.27.</b> Pharmacogenomics and Cardiovascular Disease: Where are We and Where do We go from Here? <b>Arq Bras Cardiol.</b> 2020;115(4):690-700 .....	180
<b>APÊNDICE B. CAPÍTULOS DE LIVROS DURANTE O DOUTORADO</b> .....	181

<b>B.1.</b> Livro: Atividades Físicas: Fundamentos e Aplicações Clínicas. 1ed.São Paulo: VA Books, 2022. Capítulo: Exercício Físico e Dislipidemia .....	181
<b>B.2.</b> Livro: Dislipidemia na Prática Clínica. 1ed.São Paulo: Editora dos Editores, 2022. Capítulo: Hipobetalipoproteinemia e Abetalipoproteinemia .....	182
<b>B.3.</b> Livro: Cholesterol: From Chemistry and Biophysics to the Clinic. 1ed.Amesterdã: Elsevier, 2022. Capítulo: Blood lipids and molecular pathways of atherogenesis .....	183
<b>APÊNDICE C. PRÊMIOS EM CONGRESSOS DURANTE O DOUTORADO</b>	184
<b>C.1.</b> Melhor Tema Livre Oral na Categoria Médica Multidisciplinar do Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul .....	184
<b>C.2.</b> Melhor Tema Livre Oral – XXIX Congresso Nacional do DERC .....	185
<b>C.3.</b> 2º Melhor Tema Livre Oral do 78º Congresso Brasileiro de Cardiologia .....	186
<b>C.4.</b> Second Place in the Best Young Reseacher – Poster Category, Sociedade Brasileira de Cardiologia and World Heart Federation .....	187
<b>C.5.</b> Melhor Tema Livre Oral na Categoria Médica Multidisciplinar do Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul .....	188
<b>C.6.</b> Melhor Tema Livre Oral na Categoria Médica Multidisciplinar da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul .....	189

## 1. INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) é uma importante ferramenta para a análise da atividade elétrica cardíaca. Sendo inventado pelo fisiologista holandês Willem Einthoven há mais de 100 anos,<sup>1</sup> tem sido fundamental na suspeita ou diagnóstico de várias patologias cardíacas. Além disso, ele também tem um papel relevante na avaliação cardiovascular de atletas, auxiliando na identificação de condições que podem aumentar o risco de morte súbita cardíaca (MSC) durante ou logo após o exercício físico de alta intensidade.<sup>2,3</sup>

A Itália foi pioneira ao exigir a realização de um ECG de repouso de 12 derivações (ECG-12) na avaliação cardiovascular pré-participação de atletas. De acordo com Corrado et al.,<sup>4</sup> e considerando as críticas pertinentes ao estudo citado,<sup>5</sup> a adoção dessa medida resultou em uma redução de 90% na taxa de mortalidade entre jovens atletas competitivos,<sup>4</sup> ressaltando a relevância do ECG-12 na detecção precoce de condições de risco. Atualmente, diversas patologias cardíacas são reconhecidas como potenciais causadoras de MSC em atletas. Isso inclui a cardiomiopatia hipertrófica (CMH), a displasia arritmogênica do ventrículo direito/esquerdo, assim como doenças hereditárias não estruturais dos canais iônicos. Estas últimas manifestam-se comumente em coração aparentemente normal na autópsia.<sup>6-8</sup> Todas essas patologias costumam incidir e ser causa de MSC em jovens atletas (abaixo de 35 anos de idade).

Cabe salientar que dados consistentes têm destacado a importância potencial de diversos fatores nas adaptações cardiovasculares de atletas, sendo a etnia um dos fatores mais relevantes nessa análise. Dentro desse contexto, atletas negros frequentemente apresentam uma maior prevalência de hipertrofia ventricular esquerda e inversão da onda T em comparação com atletas brancos. Esse cenário torna, por vezes, desafiadora a diferenciação entre um “coração de atleta” e a possível presença de CMH nesse grupo

étnico.<sup>9</sup> Como resultado, ao longo das últimas décadas, tem sido conduzida uma extensa pesquisa sobre as características eletrocardiográficas de atletas de diferentes origens étnicas. Dentre as descobertas nesse campo, Papadakis et al.<sup>10</sup> descreveram o padrão “Africano/Afro-Caribenho”, uma variante específica de repolarização ventricular identificada em atletas negros. Este padrão é caracterizado pela inversão da onda T nas derivações V1-V4, precedida por elevação do ponto J e elevação do segmento ST de forma convexa. Após acompanhar os atletas negros com esse padrão no ECG-12 por uma média de 70 meses e realizar uma série de avaliações subsequentes, nenhum deles apresentou eventos adversos cardiovasculares. Dessa forma, o padrão “Africano/Afro-Caribenho” foi reconhecido como uma resposta fisiológica ao exercício, determinada etnicamente, não requerendo investigações adicionais quando presente em atletas de etnia negra.<sup>3</sup>

Conforme os dados publicados, a potencial influência da etnia na interpretação do ECG-12 de atletas é um fator de expressiva relevância. Portanto, é importante investigar os parâmetros do ECG-12 em futebolistas brasileiros, por diversos motivos, especialmente devido à diversidade étnica do Brasil, que abriga uma população altamente miscigenada, composta por várias raças e etnias.<sup>11</sup> Isso sugere que os atletas brasileiros podem apresentar peculiaridades genéticas que influenciam os resultados do ECG-12. Ademais, as atuais diretrizes para a interpretação do ECG-12 de atletas<sup>3</sup> não contemplam os indivíduos de etnia parda, grupo altamente prevalente no Brasil, o que pode resultar em interpretações potencialmente enviesadas.

Por fim, é fundamental destacar que o futebol ostenta o título de esporte mais praticado e querido no Brasil, com mais de 1.276 clubes registrados apenas em 2022.<sup>12</sup> Ademais, na temporada 2022-23, o Brasil destacou-se como o maior exportador mundial de jogadores.<sup>13</sup> Nesse cenário, uma análise aprofundada do

ECG-12 de jogadores de futebol brasileiros torna-se indispensável não apenas para a comunidade da cardiologia nacional, mas também para a internacional.

Após revisar a literatura sobre o ECG-12 em atletas, capítulos subsequentes apresentam três estudos que se dedicaram a avaliar e descrever os parâmetros do mesmo em jogadores de futebol brasileiros do sexo masculino. No primeiro estudo, o objetivo foi explorar a prevalência do padrão “Africano/Afro-Caribenho” no ECG-12 em jogadores negros e pardos, além de avaliar os seus achados ecocardiográficos. O segundo estudo buscou avaliar a prevalência de achados anormais no ECG-12 em jogadores brancos, pardos e negros, estabelecendo associações desses achados com resultados de exames de imagem. Por fim, o terceiro comparou a prevalência de achados normais no ECG-12 nessa mesma amostra, composta por mais de 6 mil jogadores de futebol brasileiros.

## Referências

1. Fye WB. A history of the origin, evolution, and impact of electrocardiography. *Am J Cardiol.* 1994;73(13):937-49.
2. Prutkin JM, Wilson MG. Electrocardiography in athletes: normal and abnormal findings. *Heart.* 2018;104(23):1902-1909.
3. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):704-731.
4. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Pelliccia A, Thiene G. Pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(24):1981-9.
5. Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Rutten-Ramos SC. Incidence of cardiovascular sudden deaths in Minnesota high school athletes. *Heart Rhythm.* 2013;10(3):374-7.
6. Zorzi A, Pelliccia A, Corrado D. Inherited cardiomyopathies and sports participation. *Neth Heart J.* 2018;26(3):154-165.
7. Corrado D, Zorzi A. Sudden death in athletes. *Int J Cardiol.* 2017;237:67-70.
8. Stein, R, Ferrari, F, Beuren, TMA, da Silveira AD, Sacilotto L. Nonstructural Genetic Cardiac Disease as the Most Common Cause of Sudden Cardiac Death in the Young Athlete: Is This True?. *Curr Treat Options Cardio Med.* 2023;25:525–542.
9. Papadakis M, Wilson MG, Ghani S, Kervio G, Carre F, Sharma S. Impact of ethnicity upon cardiovascular adaptation in competitive athletes: relevance to preparticipation screening. *Br J Sports Med.* 2012;46 Suppl 1:i22-8.

10. 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.
11. Magalhães da Silva T, Sandhya Rani MR, de Oliveira Costa GN, Figueiredo MA, Melo PS, Nascimento JF, et al. The correlation between ancestry and color in two cities of Northeast Brazil with contrasting ethnic compositions. *Eur J Hum Genet*. 2015;23(7):984-9.
12. Confederação Brasileira de Futebol. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/a-cbf/informes/index/em-alta-cbf-registrou-1-276-clubes-em-2022>. Acessado em 17 de Dezembro, 2023.
13. CNN ESPORTES. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/esportes/brasil-e-o-pais-que-mais-exportou-jogadores-de-futebol-em-2022-23-veja-ranking/>. Acessado em 10 de Dezembro, 2023.



## **2. JUSTIFICATIVA**

As doenças cardíacas representam a grande maioria das mortes súbitas em atletas durante ou logo após a prática de exercícios físicos intensos. Em indivíduos com menos de 35 anos de idade destacam-se as cardiomiopatias, especialmente a cardiomiopatia hipertrófica. Já acima dos 35 anos de idade, a doença arterial coronariana assume a posição de principal causa de morte súbita cardíaca (MSC) nesse grupo de indivíduos. Nesse cenário, o eletrocardiograma de repouso de 12 derivações (ECG-12) tem se destacado como uma ferramenta valiosa na detecção de diversas condições cardíacas, tanto estruturais quanto não-estruturais. A acessibilidade, baixo custo e simplicidade de execução do ECG-12 o tornam ainda mais atrativo. É importante ressaltar que uma interpretação precisa do ECG-12 do atleta pode ter um impacto prático significativo na redução das MSCs, enfatizando assim a importância desse exame na detecção precoce de condições de risco.

Um conjunto robusto de evidências tem destacado o papel preponderante da etnia nas adaptações cardiovasculares de atletas. Por exemplo, atletas negros que exibem elevação do ponto J e um segmento ST convexo no ECG-12, seguido de inversão da onda T nas derivações V1-V4, não necessitam de investigações adicionais. O Brasil, caracterizado por uma alta miscigenação étnica e população parda abrangente, destaca-se nesse contexto. No entanto, os atletas pardos, em particular, não foram contemplados nos critérios internacionais para a interpretação do ECG-12 do atleta. Assim, compreender as características dos atletas pardos pode representar um passo fundamental na expansão do conhecimento nessa área. Além disso, o futebol é o esporte mais popular e praticado no Brasil. No entanto, não há informações consistentes na literatura sobre as características do ECG-12 de futebolistas brasileiros de diferentes etnias (branca, parda ou negra), bem como o

seu potencial significado clínico. Assim, esta Tese surge como uma resposta à necessidade de preencher uma grande lacuna para o corpo de conhecimento existente.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

- Realizar uma análise da prevalência dos achados eletrocardiográficos em futebolistas brasileiros do sexo masculino, que tenham idades compreendidas entre 15 e 35 anos durante a realização dos exames. A classificação destes achados será feita com base nas diretrizes do *International Consensus Standards for Electrocardiographic Interpretation in Athletes*, categorizando-os como normais ou anormais.

#### 3.2. Objetivos Específicos

- Investigar a prevalência do padrão “Africano/Afro-Caribenho” no eletrocardiograma de futebolistas brasileiros negros e pardos, além de avaliar os resultados de seus ecocardiogramas transtorácicos;
- Avaliar a prevalência de achados eletrocardiográficos classificados como anormais em futebolistas brasileiros, considerando sua etnia (branca, parda ou negra) e estabelecer associações com os resultados de exames de imagem;
- Analisar a prevalência de resultados eletrocardiográficos dentro da faixa de normalidade entre futebolistas brasileiros de diferentes etnias (branca, parda ou negra).

## **4. REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1. ELETROCARDIOGRAMA DE REPOUSO DO ATLETA**

Atletas submetem-se a exercícios físicos regulares e intensos de maneira contínua, desencadeando modificações morfológicas e elétricas no coração. Essas adaptações do sistema cardiovascular resultantes desse tipo de treinamento são conhecidas como “coração do atleta”, refletindo o remodelamento das cavidades cardíacas.<sup>1-3</sup> Dentre as diversas possíveis alterações, o “coração do atleta” frequentemente apresenta critérios de bradicardia sinusal e arritmia sinusal respiratória (ASR) no eletrocardiograma (ECG) de repouso de 12 derivações (ECG-12), considerados achados normais, desde que não haja outros indícios de patologia cardíaca.<sup>4</sup> Portanto, ao analisar o ECG-12 do atleta, é crucial distinguir adequadamente entre as alterações fisiológicas e aquelas potencialmente patológicas, uma vez que estas últimas podem aumentar o risco de morte súbita cardíaca (MSC) durante ou imediatamente após o exercício físico intenso.<sup>4</sup>

#### **4.1.1. Triagem Cardiovascular Pré-Participação: Papel do Eletrocardiograma**

As sociedades europeias e americanas têm debatido a necessidade de tornar obrigatória a realização de um ECG-12 para atletas. Até o momento, as diretrizes americanas, sob a liderança do *American College of Cardiology*, não estabeleceram a obrigatoriedade desse exame na avaliação cardiovascular pré-participação em atletas.<sup>5</sup> Os autores ressaltaram a preocupação com resultados falso-positivos e falso-negativos, bem como questões relacionadas aos custos.<sup>6</sup> No entanto, evidências sólidas têm reiterado o valor do ECG-12 como uma ferramenta de grande importância na triagem cardiovascular de atletas.

Nesse cenário, há mais de quatro décadas, mais precisamente em 1982, a Itália se destacou ao instituir a obrigatoriedade do ECG-12 na triagem pré-participação de

atletas.<sup>7</sup> Os dados subsequentes evidenciaram o papel essencial desse exame na identificação de doenças cardíacas e arritmias potencialmente fatais. De acordo com os autores, essa medida pioneira resultou em uma redução de 90% na mortalidade entre jovens atletas competitivos.<sup>7</sup> Em consonância com os dados italianos, uma recente meta-análise<sup>8</sup> comparou a eficácia da história clínica e do exame físico com o ECG-12 na detecção de doenças cardíacas associadas à MSC, envolvendo atletas com idades entre 10 e 35 anos. Os resultados demonstraram que as chances de detecção dessas condições são significativamente superiores com a utilização do ECG-12 em comparação com a história clínica e o exame físico durante a triagem pré-participação esportiva.<sup>8</sup>

Estudos baseados em autópsias identificaram a cardiomiopatia hipertrófica (CMH) como a principal causa cardiovascular de MSC em atletas nos Estados Unidos.<sup>9-11</sup> A saber, mais de 90% dos atletas diagnosticados com CMH apresentam anormalidades no ECG-12,<sup>12</sup> destacando a importância crucial da inclusão desse exame no processo de triagem pré-participação. Por outro lado, o ECG-12 também desempenha um papel ao fornecer pistas para possíveis casos de displasia arritmogênica do ventrículo direito (DAVD), identificada como a principal causa de MSC em atletas na região de Vêneto, na Itália.<sup>13</sup> De acordo com um estudo recente conduzido por Finocchiaro et al.,<sup>14</sup> envolvendo 162 pacientes com diagnóstico confirmado de DAVD, mais de 80% desses indivíduos apresentaram ECG-12 alterados, sendo a inversão de onda T ântero-septal (V1-V3) a anormalidade mais comum. Além dessas vantagens, o ECG-12 também pode ser valioso na detecção de síndromes que afetam o ritmo e a condução do estímulo elétrico no coração, como na síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW), e em doenças dos canais iônicos, incluindo a síndrome de Brugada (SBr), do QT curto ou longo.

Entretanto, é sempre bom ter em mente que, até o momento, nenhuma estratégia de triagem pode eliminar completamente o risco para um atleta.

#### **4.1.2. Evolução dos Critérios para Interpretação do Eletrocardiograma do Atleta**

Ao longo do tempo, houve uma evolução nas diretrizes para a interpretação do ECG-12 em atletas, buscando aprimorar a precisão na detecção de problemas cardíacos e reduzir a magnitude dos resultados falso-positivos. Em 2010, a Sociedade Europeia de Cardiologia lançou diretrizes para a interpretação do ECG-12 em atletas,<sup>15</sup> classificando as alterações como “normais” ou “anormais”. Entre as anormais estavam a hipertrofia do átrio esquerdo (HAE), hipertrofia do ventrículo direito (HVD), bloqueio completo do ramo direito (BCRD), entre outras. Posteriormente, em 2013, surgiram os “Critérios de Seattle”,<sup>16</sup> resultando em uma redução muito significativa de resultados falso-positivos (17% para 4%).<sup>17</sup> Um estudo abrangente envolvendo mais de 1.400 atletas do ensino médio, universitários e profissionais, com uma média de idade de 20 anos, demonstrou uma redução expressiva, de aproximadamente quatro vezes, na proporção de ECG-12 considerados anormais ao comparar as diretrizes europeias de 2010 com os “Critérios de Seattle” (26% vs. 6%, respectivamente).<sup>18</sup>

Em 2014, foram apresentados os “Critérios Refinados”,<sup>19</sup> introduzindo a categoria “limítrofe”, na qual a presença de dois ou mais desses critérios indicaria anormalidade do ECG-12, demandando, assim, uma investigação mais aprofundada. Dentre os critérios limítrofes incluídos estavam a HAE ou a hipertrofia do átrio direito (HAD), desvio do eixo para esquerda ou direita, HVD e inversão da onda T até V4 em atletas negros. Desse modo, qualquer uma dessas alterações não demandaria investigação adicional se presente isoladamente.

Comparando-se com as recomendações da Sociedade Europeia de Cardiologia, os “Critérios Refinados” aprimoraram consideravelmente a especificidade, atingindo 84% em atletas negros e 94% em atletas brancos, sem comprometer a sensibilidade do ECG-12 na detecção de patologias cardíacas.<sup>19</sup> Riding et al.<sup>20</sup> confirmaram a redução de falso-positivos em atletas de diversas etnias (árabes, negros e brancos) ao comparar os “Critérios Refinados” com os “Critérios de Seattle” e as recomendações da Sociedade Europeia de Cardiologia de 2010, mantendo uma sensibilidade de 100% na detecção de patologias cardíacas malignas. Assim, os “Critérios Refinados” contribuíram substancialmente para uma interpretação mais precisa e personalizada do ECG-12 em atletas, considerando a diversidade étnica e melhorando a eficácia do processo de triagem.

Por fim, em 2017, os “Critérios Internacionais” trouxeram modificações importantes, reclassificando certas condições.<sup>4,21,22</sup> Por exemplo, passaram a considerar a HVD com um achado normal, em vez de limítrofe, e o BCRD passou a ser considerado limítrofe. Em comparação com os “Critérios de Seattle”, evidenciaram uma redução significativa nas taxas de ECG-12 anormais e falso-positivos em uma ampla amostra de mais de 5 mil atletas da Associação Atlética Universitária Nacional nos Estados Unidos.<sup>23</sup> Cabe salientar que meu orientador, o Prof. Dr. Ricardo Stein, é autor de várias destas Diretrizes, o que é motivo de orgulho para mim, assim como para a pesquisa brasileira nessa área do conhecimento.

Enfim, esses avanços representam um progresso significativo na melhoria da especificidade do ECG-12 na detecção de alterações cardíacas em atletas, contribuindo para uma interpretação mais refinada e uma triagem mais precisa e eficaz.

As recomendações para interpretação do ECG-12 em atletas, de acordo com os “Critérios Internacionais”,<sup>4,21,22</sup> são detalhadas na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Recomendações Mais Recentes para Interpretação do Eletrocardiograma do Atleta.

<b><u>ACHADOS NORMAIS</u></b>	Bradicardia ou arritmia sinusal
	Ritmo juncional ou atrial ectópico
	Bloqueio atrioventricular de 1º grau
	Bloqueio atrioventricular de 2º grau Mobitz I
	Bloqueio incompleto do ramo direito
	Hipertrofia do ventrículo esquerdo ou direito
	Repolarização precoce / elevação do segmento ST
	Inversão de onda T de V1-V3 <16 anos de idade
	Elevação de ST seguida de onda T invertida de V1-V4 em atletas negros
<b><u>ACHADOS LIMÍTROFES</u></b>	Hipertrofia do átrio esquerdo
	Hipertrofia do átrio direito
	Desvio do eixo para direita
	Desvio do eixo para esquerda
	Bloqueio completo do ramo direito
<b><u>ACHADOS ANORMAIS</u></b>	Bradicardia sinusal profunda (< 30 batimentos por minuto)
	Bloqueio atrioventricular de 2º grau Mobitz II
	Bloqueio atrioventricular de 3º grau
	≥ 2 Extrassístoles ventriculares
	Pré-excitação ventricular
	QRS ≥ 140 ms



Intervalo PR  $\geq$  400 ms

Intervalo QT prolongado

Depressão do segmento ST

Ondas Q patológicas

Onda épsilon

Padrão de Brugada tipo 1

Bloqueio completo do ramo esquerdo

Inversão da onda T

Taquiarritmias atriais

Arritmias ventriculares

**Legenda:** Achados normais: não há necessidade de investigação adicional. Achados limítrofes: se dois ou mais estiverem presentes, investigação adicional é recomendada. Achados anormais: investigação adicional é recomendada.

### **4.1.3. INTERPRETAÇÃO DO ECG DO ATLETA DE ACORDO COM OS “CRITÉRIOS INTERNACIONAIS”**

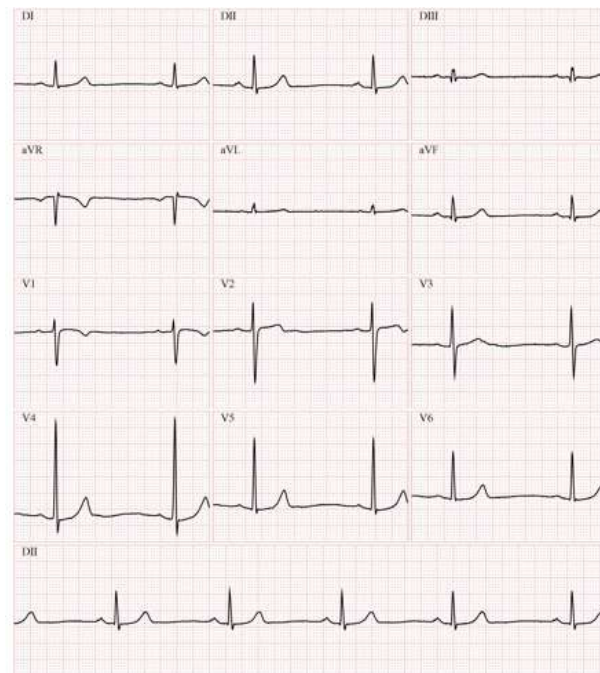
#### **4.1.3.1. ACHADOS NORMAIS**

##### **4.1.3.1.1. Bradicardia Sinusal**

O treinamento físico regular e intenso pode levar a uma diminuição da frequência cardíaca de repouso, conhecida como bradicardia sinusal. Este fenômeno é frequentemente observado em atletas, e estima-se que até 80% dos atletas possam apresentar bradicardia sinusal, em comparação com 19% entre os não atletas.<sup>24</sup> Apesar de a atual Diretriz Brasileira sobre a Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos definir bradicardia como uma frequência cardíaca em vigília abaixo de 50 batimentos por minuto,<sup>25</sup> os “Critérios Internacionais” consideram bradicardia quando a frequência

cardíaca é inferior a 60 batimentos por minuto.<sup>4,21,22</sup> Um exemplo ilustrativo desse fenômeno pode ser observado na **Figura 1**, que apresenta o exame de um jogador de futebol brasileiro exibindo bradicardia sinusal.

**Figura 1.** Eletrocardiograma com Bradicardia Sinusal.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, pardo, de 32 anos de idade. Notar frequência cardíaca de 43 batimentos por minuto, com intervalos R-R regulares e cada onda P precedendo um complexo QRS.

#### 4.1.3.1.2. Arritmia Sinusal Respiratória

Assim como na bradicardia sinusal, a ASR também é comum entre atletas e é considerada um achado benigno. Na ASR, nota-se uma variação na frequência cardíaca associada à respiração, com aumento durante a inspiração e diminuindo durante a expiração.<sup>4</sup> Um exemplo representativo desse fenômeno em um jogador de futebol brasileiro pode ser encontrado na **Figura 2**.

**Figura 2.** Eletrocardiograma com Arritmia Sinusal Respiratória.



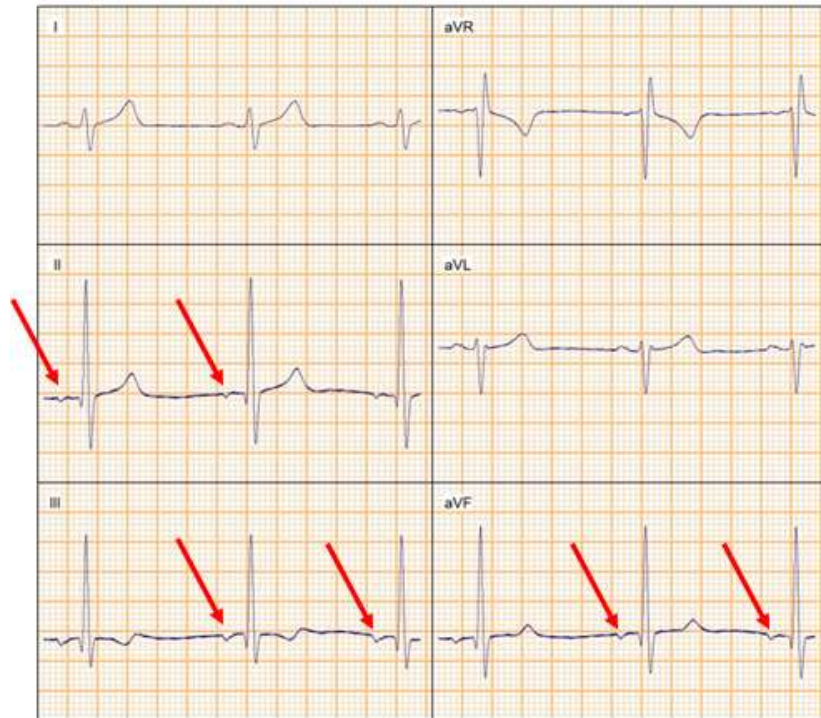
**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 15 anos de idade. Notar variações nos intervalos R-R (setas vermelhas), com cada onda P precedendo um completo QRS.

#### 4.1.3.1.3. Ritmo Atrial Ectópico

O padrão eletrocardiográfico do ritmo atrial ectópico também pode ser atribuído ao aumento do tônus vagal em atletas, caracterizando-se pela presença de ondas P distintas das encontradas no ritmo sinusal, como ondas P negativas nas derivações inferiores. Sua prevalência é subnotificada em estudos, mas pode variar significativamente, desde 2,7% em jogadores da NBA,<sup>26</sup> 4,3% em crianças e adolescentes atletas<sup>27</sup> até 16,3% em ciclistas de elite.<sup>28</sup> Um exemplo ilustrativo

desse padrão eletrocardiográfico em um jogador de futebol brasileiro está demonstrado na **Figura 3**.

**Figura 3.** Eletrocardiograma com ritmo atrial ectópico.



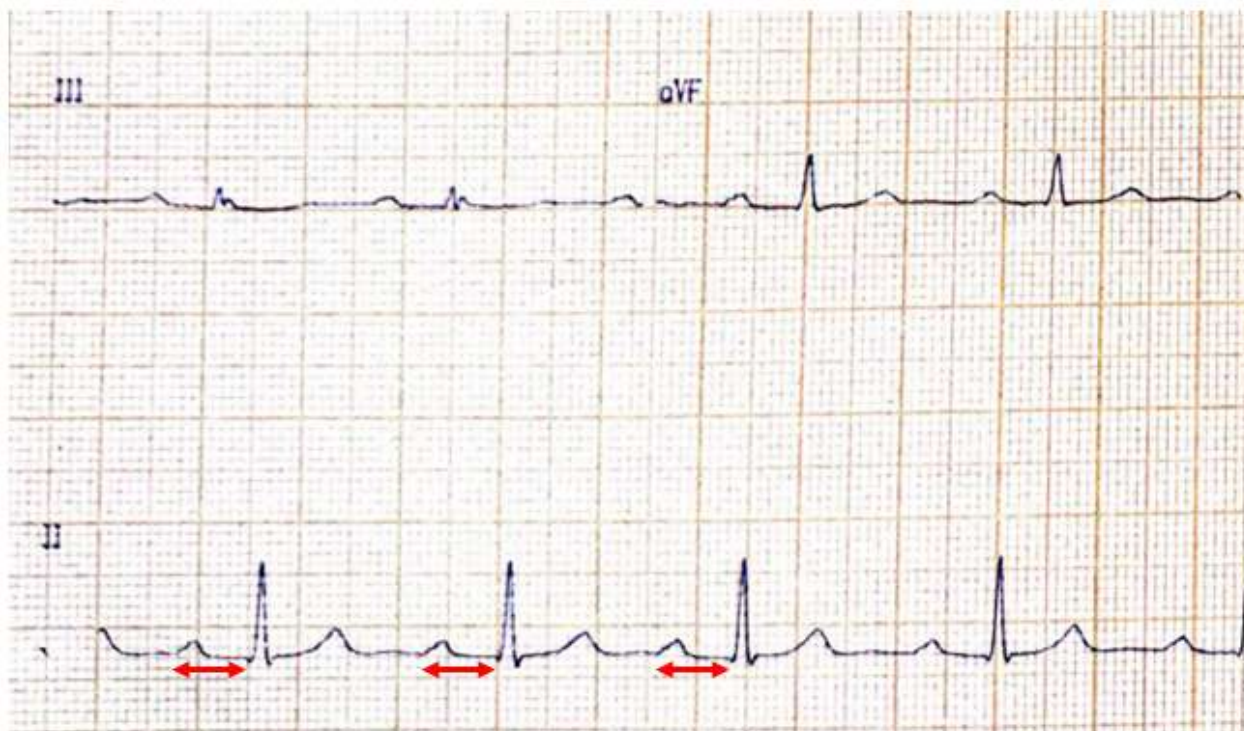
**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 15 anos de idade. Notar ondas P negativas em derivações inferiores (setas vermelhas).

#### 4.1.3.1.4. Bloqueio Atrioventricular de 1º Grau

O bloqueio atrioventricular (BAV) de 1º grau pode ser associado ao aumento do tônus vagal em atletas.<sup>4</sup> Essa alteração é comum no contexto do treinamento, apresentando uma prevalência que varia de menos de 1%<sup>27,29</sup> a uma faixa mais ampla, entre 11% e 32%.<sup>28,30,31</sup>

O BAV de 1º grau é considerado benigno em atletas, desde que o intervalo PR esteja acima de 200 ms mas abaixo de 400 ms.<sup>4,21,22</sup> Um exemplo ilustrativo desse padrão em um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 4**.

**Figura 4.** Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 1º grau.



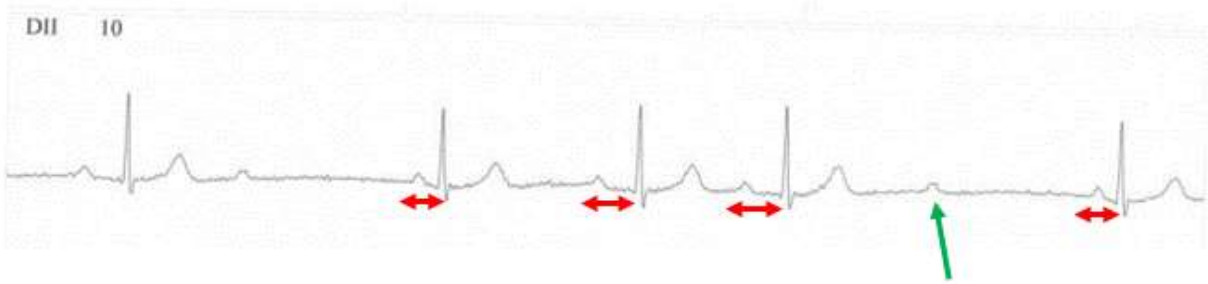
**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, pardo, de 31 anos de idade. Notar intervalo PR de aproximadamente 280 ms (setas vermelhas).

#### 4.1.3.1.5. Bloqueio Atrioventricular de 2º Grau Mobitz I

O BAV de 2º grau Mobitz I, também conhecido como fenômeno de Wenckebach, pode ser observado em atletas devido ao aumento do tônus vagal.<sup>4</sup> Nesse tipo de bloqueio, ocorre um aumento gradual do intervalo PR até que uma onda P seja bloqueada, ou seja, não conduza a um complexo QRS. É relevante observar que o primeiro intervalo PR após a onda P bloqueada é menor do que o último intervalo PR observado antes do aparecimento da onda P bloqueada.

Apesar de poucos estudos relatarem a prevalência do BAV de 2º grau Mobitz I em atletas, os dados indicam que seja baixa, variando entre 0,6% e 2,3%.<sup>26,28,31</sup> Um exemplo ilustrativo desse padrão em um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 5**.

**Figura 5.** Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 2º grau Mobitz I.



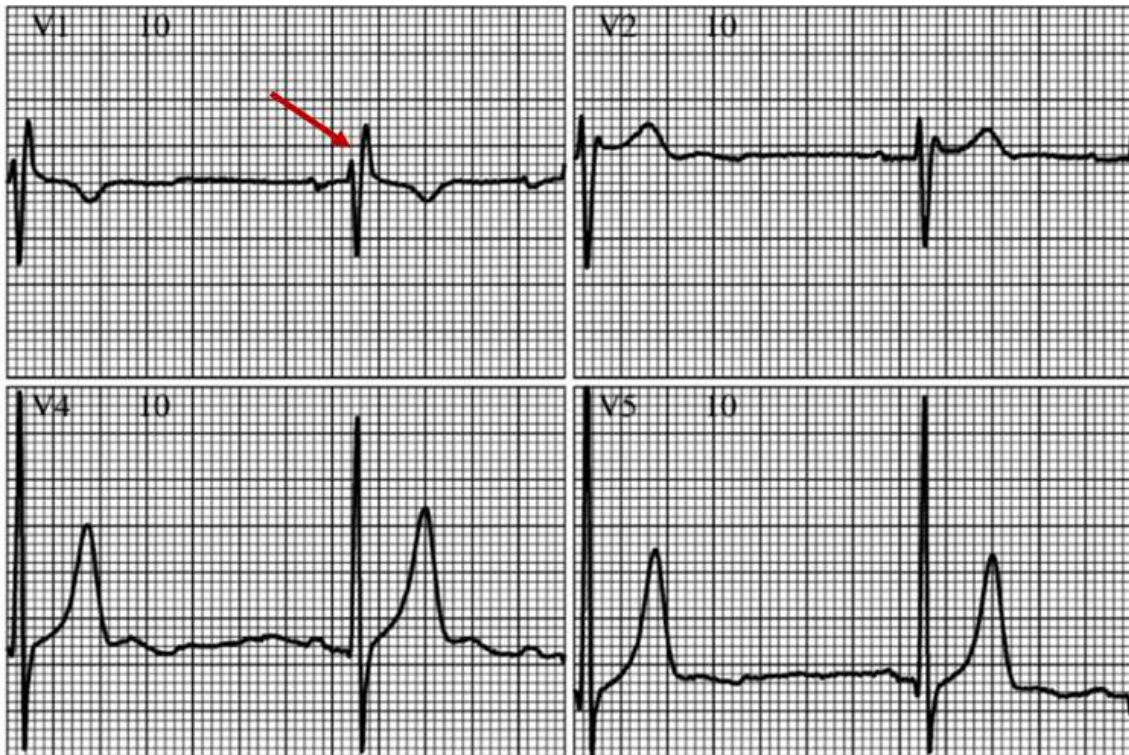
**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 25 anos de idade. Notar intervalo PR que aumenta gradativamente (setas vermelhas), até uma P bloqueada aparecer (seta verde). O intervalo PR após a onda bloqueada é menor do que o último intervalo PR antes da onda P bloqueada.

#### 4.1.3.1.6. Bloqueio Incompleto do Ramo Direito

A ocorrência do bloqueio incompleto do ramo direito (BIRD) pode variar significativamente entre atletas de diversas modalidades esportivas e origens étnicas, com uma prevalência que oscila entre 12% e 61%.<sup>26,28-30</sup> Embora o BIRD possa, em alguns casos, resultar de um retardo na condução intraventricular, outros mecanismos também podem estar envolvidos.<sup>32</sup> Considera-se diagnóstico de BIRD quando se observa um padrão rSR' em V1 com uma duração do QRS inferior a 120 ms.<sup>4,21,22</sup>

Um exemplo ilustrativo desse fenômeno pode ser observado na **Figura 6**, que apresenta um exame de um jogador de futebol brasileiro indicando características sugestivas de BIRD.

**Figura 6.** Eletrocardiograma com Critério para Bloqueio Incompleto do Ramo Direito.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 25 anos de idade. Notar um padrão rSR' em V1 com o QRS abaixo de 120 ms (seta vermelha). Este é um achado normal em atletas, e não são necessárias investigações adicionais.

#### 4.1.3.1.7. Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo

Há mais de três décadas, pesquisas já indicavam uma prevalência significativamente maior dos critérios de voltagem para hipertrofia do ventrículo esquerdo (HVE) em atletas comparados com indivíduos sedentários pareados por idade e sexo.<sup>33</sup> A prevalência de HVE entre atletas demonstra uma ampla variação, situando-se entre 36% e 73% em diferentes coortes e grupos étnicos ao redor do mundo.<sup>24,30,31,34</sup>

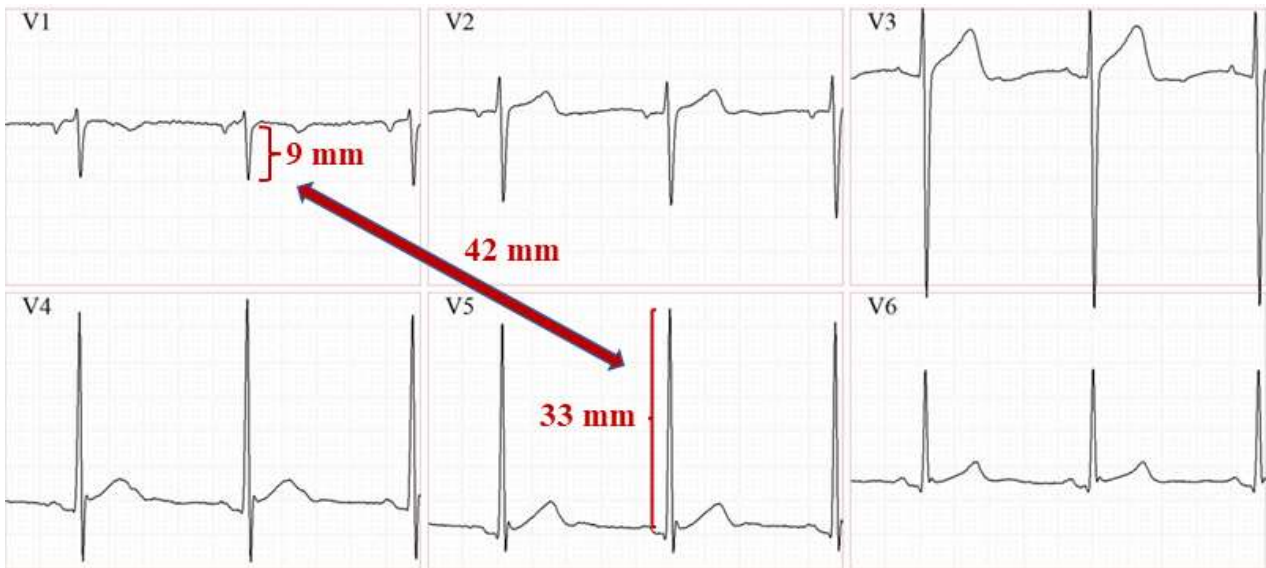
Devido à exposição regular e contínua a elevadas cargas de treinamento físico, não é incomum que os atletas desenvolvam aumento nas dimensões cardíacas, como o aumento na espessura da parede ventricular esquerda e no tamanho da cavidade.<sup>35</sup>

Essas alterações se refletem nos critérios eletrocardiográficos para HVE. O aumento da pressão arterial durante o exercício é um dos inúmeros fatores associados a um maior grau de HVE em atletas.<sup>36</sup> No entanto, a HVE é considerada uma adaptação fisiológica ao treinamento físico intenso até certo grau. É importante notar que uma espessura da parede ventricular acima de 12 mm num exame de imagem, como o ecocardiograma, por exemplo, pode levantar preocupações e entrar numa zona cinzenta de sobreposição com a HVE observada em indivíduos com CMH.<sup>37</sup> Nesse cenário, a diferenciação entre HVE fisiológica e CMH pode ser um desafio até mesmo para os cardiologistas mais experientes. Na maioria dos casos, atletas não exibirão uma espessura da parede ventricular esquerda superior a 12 mm secundária ao treinamento físico regular e intenso. Contudo, quando essa espessura ultrapassa os 12 mm, a HVE pode representar uma adaptação fisiológica, desde que apresente uma distribuição simétrica e não ultrapasse 16 mm. O conjunto de dados estima que mais de 85% dos atletas com CMH apresentam hipertrofia assimétrica acima de 16 mm.<sup>37</sup>

Atualmente, há vários critérios eletrocardiográficos disponíveis para indicar a presença de HVE. No entanto, os “Critérios Internacionais” têm como referência os critérios de Sokolow-Lyon.<sup>4,21,22</sup> Um exemplo ilustrativo é apresentado na **Figura 7**, mostrando o exame de um jogador de futebol brasileiro com características sugestivas de HVE.



**Figura 7.** Eletrocardiograma com Critério de Sokolow-Lyon positivo para Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo.



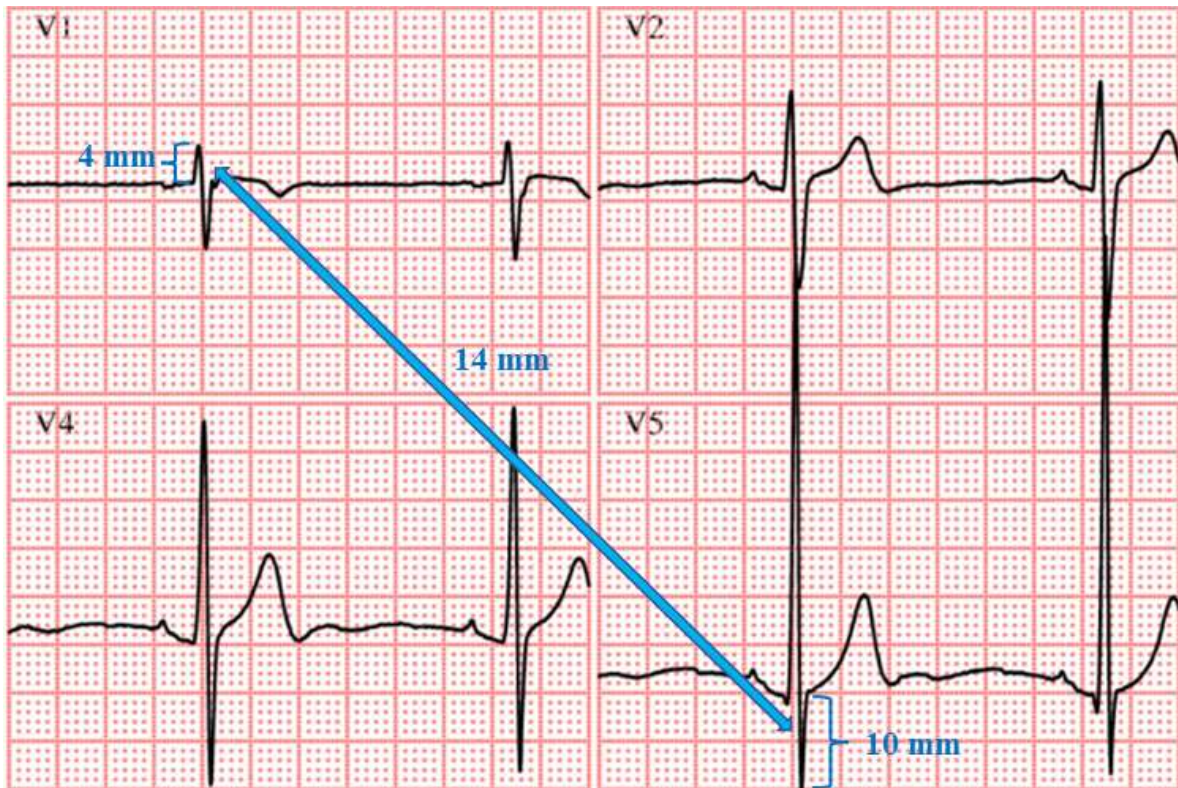
**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 17 anos de idade. A soma da amplitude da onda S em V1 com a amplitude da onda R em V5 ultrapassa 35 mm, indicando a possibilidade de HVE. Vale ressaltar que tal achado é considerado normal em atletas, e, portanto, não são recomendadas investigações adicionais.

#### 4.1.3.1.8. Hipertrofia do Ventrículo Direito

A HVD é um achado frequente em atletas, podendo variar de 3% a 21%, dependendo da coorte analisada.<sup>28,30,38</sup> Os “Critérios Internacionais” também incorporam os critérios de Sokolow-Lyon para avaliar a HVD.<sup>4,21,22</sup> Nesse contexto, realiza-se a soma da amplitude da onda R em V1 com a amplitude da onda S em V5 ou V6. Se a soma exceder 11 mm, sugere-se a presença de HVD.

Um exemplo ilustrativo desse fenômeno pode ser observado na **Figura 8**, que apresenta o exame de um jogador de futebol brasileiro, evidenciando características indicativas de HVD.

**Figura 8.** Eletrocardiograma com Critério de Sokolow-Lyon positivo para Hipertrofia do Ventrículo Direito.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 34 anos de idade. Observar que a soma da amplitude da onda R em V1 com a amplitude da onda S em V5 ultrapassa 11 mm, sugerindo HVD. Este é um achado normal em atletas, e não são recomendadas investigações adicionais.

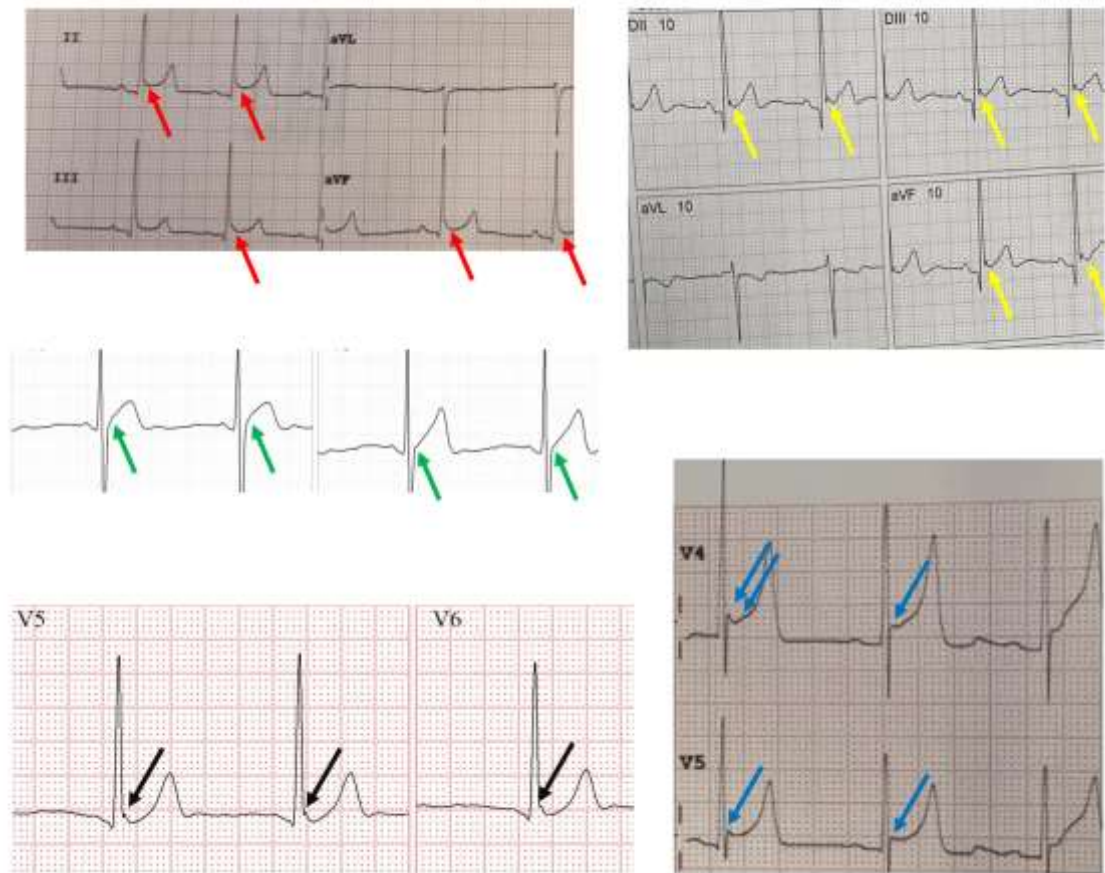
#### 4.1.3.1.9. Repolarização Precoce

A repolarização precoce (RP) é um frequentemente observada em atletas, com uma prevalência que varia consideravelmente, abrangendo de 24% a 88%, conforme indicado por alguns estudos.<sup>34,39-42</sup> Esse padrão parece ainda mais pronunciado em ciclistas profissionais de elite, atingindo até 97,6%.<sup>28</sup> Em atletas, a presença desse padrão no ECG-12 é geralmente associada a um aumento do tônus vagal, sendo, portanto, considerado benigno e relacionado ao treinamento físico.<sup>43</sup>

A RP pode se manifestar de diversas maneiras, incluindo supradesnivelamento do segmento ST, elevação do ponto J, “entalhes” (conhecidos como *notched*) ou

“empastamentos” (conhecidos como *slurred*) no final do complexo QRS.<sup>44</sup> A **Figura 9** ilustra as principais morfologias da RP em atletas, destacando a diversidade de manifestações desse fenômeno e enfatizando a importância de reconhecê-lo como uma resposta fisiológica normal ao exercício.

**Figura 9.** Diferentes Morfologias de Repolarização Precoce em Atletas.



**Legenda:** Setas vermelhas: Ponto J “empastado” e segmento ST ascendente.

Setas amarelas: Onda J e segmento ST ascendente.

Setas verdes: Elevação discreta do ponto J e segmento ST ascendente.

Setas pretas: Onda J sem elevação segmento ST.

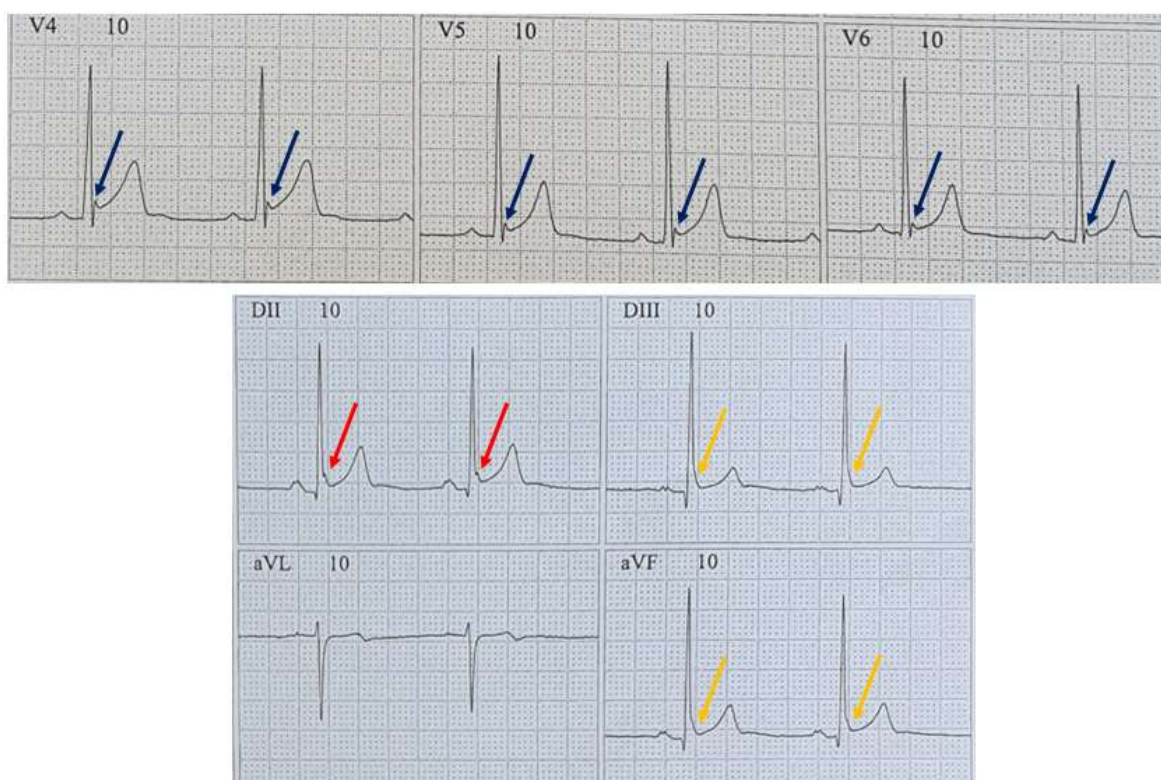
Setas azuis: Elevação do ponto J e segmento ST ascendente.

Por convenção, a RP é reconhecida somente quando uma ou mais dessas morfologias são identificadas em pelo menos duas derivações contíguas,

notadamente nas derivações inferiores e/ou laterais.<sup>4</sup> Portanto, as derivações V1-V3 devem ser excluídas dessa avaliação.

Dois exemplos ilustrativos de jogadores de futebol brasileiros com exames exibindo padrões de RP podem ser encontrados na **Figura 10**.

**Figura 10.** Eletrocardiogramas com Padrões de Repolarização Precoce.



**Legenda:** 1º ECG: Jogador de futebol brasileiro negro, de 15 anos de idade. Notar elevação do ponto J > 1mm com segmento ST ascendente (setas azuis). 2º ECG: Jogador de futebol brasileiro branco, de 17 anos de idade. Notar a presença de onda J e segmento ST ascendente (setas vermelhas) e ponto J “empastado” e segmento ST ascendente (setas laranjas). Estes são achados considerados normais em atletas, e não requerem investigação adicional.

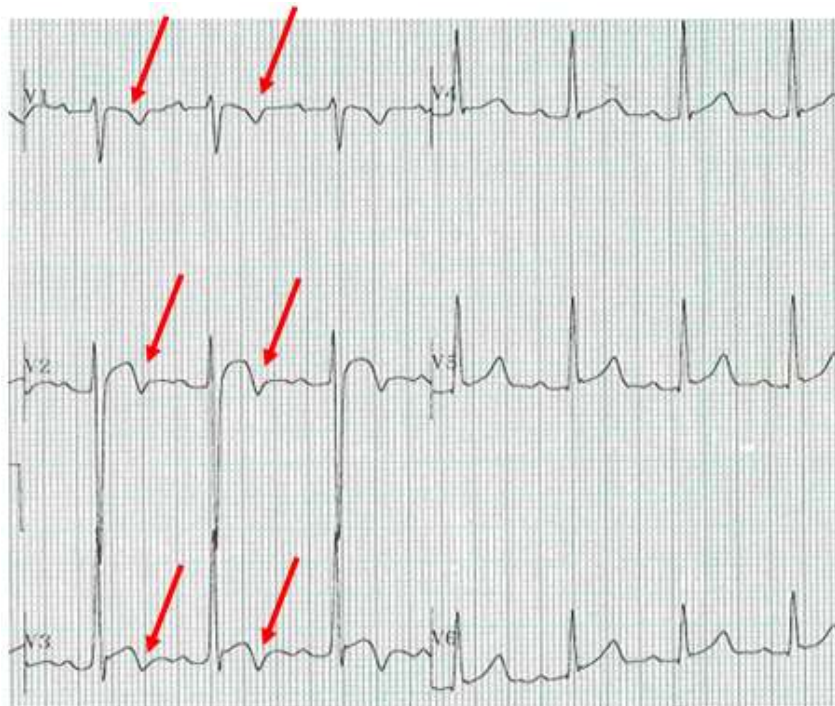
#### 4.1.3.1.10. Inversão da Onda T nas Derivações V1-V3 em Atletas < 16 anos de idade

A inversão da onda T restrita às derivações V1-V3 é uma ocorrência relativamente comum em atletas jovens, especialmente aqueles com idade inferior a 16 anos, sendo

reconhecida como o padrão de ECG-12 “juvenil”.<sup>4</sup> Um estudo abrangendo 3.747 atletas jovens, com idades entre 11-16 anos, de ambos os sexos e praticantes de mais de 20 esportes diferentes, identificou uma prevalência de 14,1% desse padrão.<sup>45</sup>

Em atletas com menos de 16 anos de idade e na ausência de sintomas, sinais ou antecedentes familiares de doença cardíaca, não é necessário realizar investigações adicionais com base no padrão de ECG-12. Um exemplo ilustrativo desse padrão pode ser observado na **Figura 11**, que retrata o exame de um jogador de futebol brasileiro de 15 anos de idade.

**Figura 11.** Eletrocardiograma Demonstrando Inversões da Onda T de Padrão “Juvenil”.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 15 anos de idade. Notar inversões da onda T confinadas às derivações V1-V3 (setas vermelhas). Este é considerado um achado normal em atletas abaixo de 16 anos de idade, e não são necessárias investigações adicionais.

#### **4.1.3.1.11. Elevação do Segmento ST Seguido por Inversão da Onda T nas Derivações V1-V4 em Atletas Negros**

O campo da cardiologia do esporte alcançou um marco importante em 2011, quando pesquisadores do Reino Unido e da França identificaram um padrão distinto no ECG-12 em atletas negros, denominado padrão “Africano/Afro-Caribenho”.<sup>30</sup> O estudo conduzido por Papadakis et al.<sup>30</sup> examinou mais de 900 atletas negros e mais de 1.800 atletas brancos, acompanhando-os por uma média de 70 meses. Os atletas negros apresentaram uma prevalência de quase 13% de inversão da onda T restrita às derivações V1-V4, uma taxa significativamente superior à observada nos atletas brancos, que foi de 1,9%. Além disso, mais de 60% desses casos foram precedidos por elevação do ponto J e elevação convexa do segmento ST.

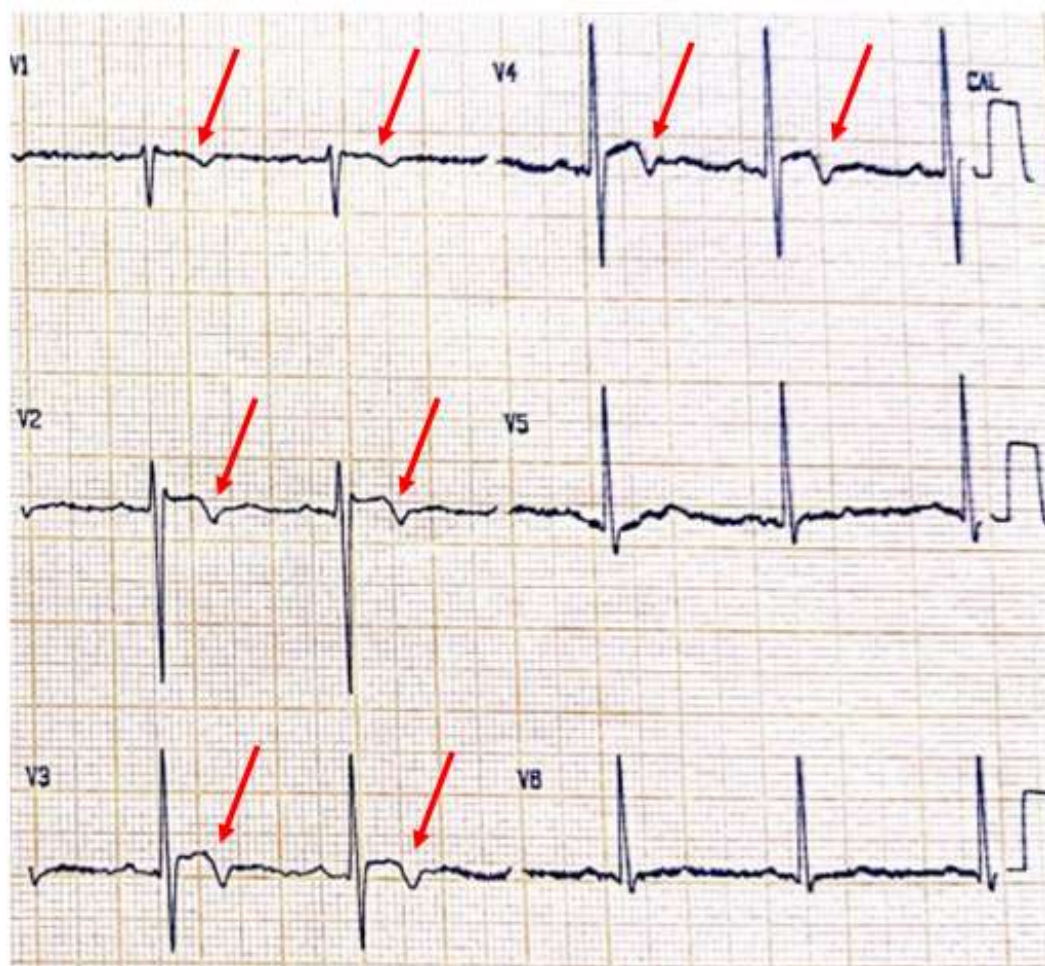
Essa disparidade substancial entre os grupos sugere que este padrão de ECG-12 pode representar uma resposta étnica à adaptação fisiológica ao exercício. É crucial ressaltar que após avaliações subsequentes, nenhum dos atletas examinados apresentou eventos cardíacos adversos durante o período de acompanhamento. Adicionalmente, a constatação de que esse padrão reverte com o destreinamento sugere que as alterações na repolarização ventricular possivelmente não estão associadas, por exemplo, à DAVD.

Em um estudo envolvendo jogadores de futebol de elite de Gana, observou-se uma prevalência de aproximadamente 19% de inversão da onda T nas derivações V1-V4.<sup>31</sup> Além disso, o estudo de Riding et al.<sup>34</sup> identificou uma prevalência de inversão da onda T restrita às derivações V1-V4 em 11% dos atletas negros, enquanto essa prevalência foi 1% nos atletas brancos e árabes. Por sua vez, os “Critérios Internacionais” reconhecem o padrão “Africano/Afro-Caribenho” como uma variante da normalidade em atletas de etnia negra.<sup>4,21,22</sup> Essa abordagem destaca a importância de considerar as

características étnicas ao interpretar os resultados do ECG-12 em atletas, reconhecendo que diferentes grupos étnicos podem manifestar padrões distintos de adaptação cardíaca ao treinamento físico.

Um exemplo ilustrativo de um jogador de futebol brasileiro, negro, com um ECG-12 que exhibe o padrão “Africano/Afro-Caribenho”, está ilustrado na **Figura 12**.

**Figura 12.** Eletrocardiograma Demonstrando Padrão “Africano/Afro-Caribenho”.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 30 anos de idade. Observar as inversões da onda T restritas às derivações V1-V4, precedidas por elevação do ponto J e supradesnívelamento do segmento ST (setas vermelhas). Este padrão é considerado normal em atletas negros, e, portanto, não são necessárias investigações adicionais.

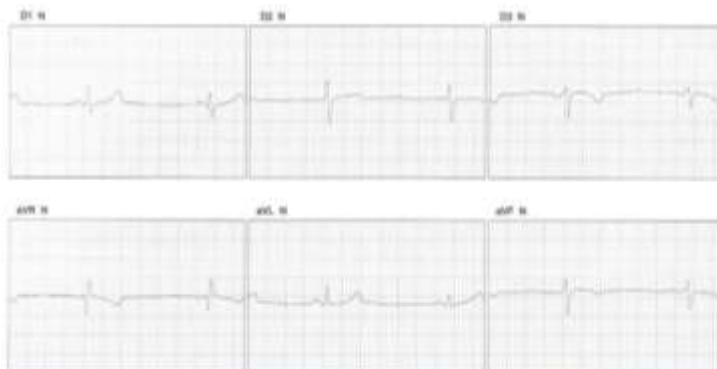
#### 4.1.3.2. ACHADOS LIMÍTROFES

Os “Critérios Internacionais” estabeleceram cinco achados limítrofes.<sup>4,21,22</sup> Quando um deles estiver presente de maneira isolada, não é recomendada a realização de investigações adicionais. Contudo, se dois ou mais desses achados estiverem presentes, é recomendada a realização de avaliações subsequentes. A seguir, cada um desses critérios será apresentado de forma detalhada.

##### 4.1.3.2.1. Desvio do Eixo Cardíaco Para a Esquerda

O desvio do eixo cardíaco para a esquerda é caracterizado quando se situa na faixa de  $-30^\circ$  a  $-90^\circ$ . As evidências indicam uma baixa prevalência em atletas, variando entre 0,2% e 2%, conforme apontado em alguns estudos.<sup>28,30,46</sup> Um exemplo ilustrativo desse achado em um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 13**.

**Figura 13.** Eletrocardiograma com Desvio do Eixo para a Esquerda.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 17 anos de idade, com desvio do eixo cardíaco para a esquerda. Notar QRS predominantemente negativo na derivação DIII.

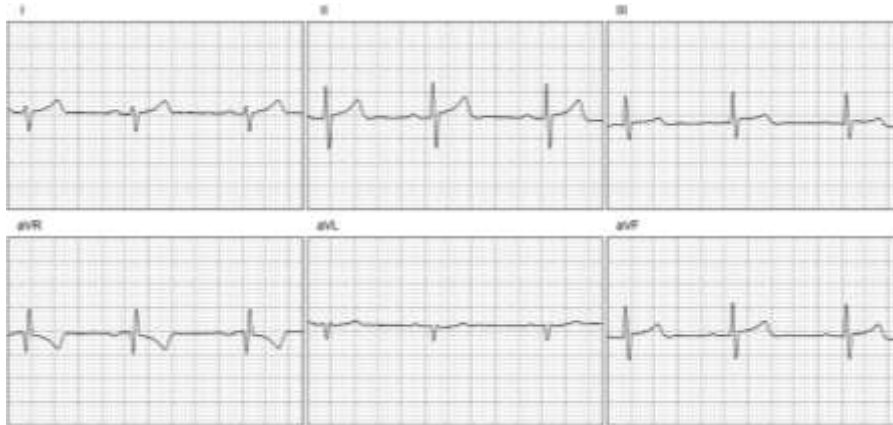
##### 4.1.3.2.2. Desvio do Eixo Cardíaco Para a Direita

É fundamental destacar inicialmente que o desvio do eixo cardíaco para a direita foi definido nos “Critérios Internacionais” apenas quando superior a  $120^\circ$ .<sup>4,21,22</sup> As



evidências apontam para uma baixa prevalência desse fenômeno em atletas, variando entre 0,1% e 2%.<sup>28,30</sup> Um exemplo ilustrativo desse achado em um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 14**.

**Figura 14.** Eletrocardiograma com Desvio do Eixo para a Direita.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, pardo, de 19 anos de idade. Notar complexo QRS na derivação I predominantemente negativo. O eixo cardíaco está desviado para a direita, a aproximadamente 130°.

#### 4.1.3.2.3. Hipertrofia do Átrio Esquerdo

A prevalência da HAE entre atletas varia entre 1% e 9% entre diferentes coortes.<sup>28,30,34,40</sup> A avaliação da possível HAE pode ser realizada observando a duração da onda P (se esta estiver acima de 120 ms) ou a presença do índice de Morris.<sup>4,21,22</sup> Um exemplo ilustrativo desse achado em um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 15**.

**Figura 15.** Eletrocardiograma com Critério Sugestivo para Hipertrofia do Átrio Esquerdo.



**Legenda:** DII longo do ECG de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 18 anos de idade. Notar ondas P com duração aumentada (acima de 120 ms) (setas vermelhas), sugerindo HAE.

#### 4.1.3.2.4. Hipertrofia do Átrio Direito

A prevalência da HAD entre atletas parece variar entre 0,3% e 6%.<sup>28,30,34</sup> Embora existam outros critérios propostos para avaliar a HAD, os “Critérios Internacionais” destacam a amplitude da onda P nas derivações inferiores como um indicativo de HAD quando igual ou superior a 2,5 mm.<sup>4,21,22</sup> Um exemplo ilustrativo desse padrão em um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 16**.

**Figura 16.** Eletrocardiograma com Critério Sugestivo para Hipertrofia do Átrio Direito.

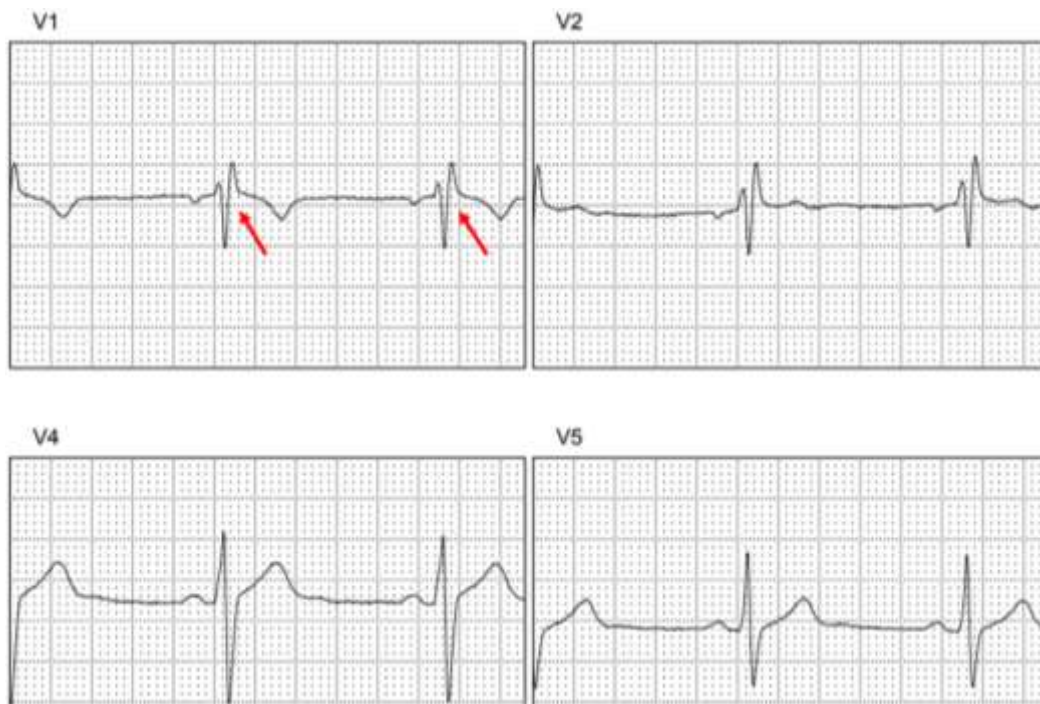


**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 15 anos de idade. Notar ondas P com amplitude aumentada (setas vermelhas), sugerindo HAD.

#### 4.1.3.2.5. Bloqueio Completo do Ramo Direito

Três estudos que identificaram atletas com BCRD revelaram uma prevalência variando entre 0,2% e 3,8%.<sup>29-31</sup> O BCRD é considerado quando há a presença do padrão rSR' na derivação V1, acompanhado por um complexo QRS igual ou superior a 120 ms. Um exame com esse padrão, de um jogador de futebol brasileiro é demonstrado na **Figura 17**.

**Figura 17.** Eletrocardiograma com Critério para Bloqueio Completo do Ramo Direito.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 26 anos de idade. Notar atentamente um complexo QRS duração = 120 ms e padrão rSR' (setas vermelhas).

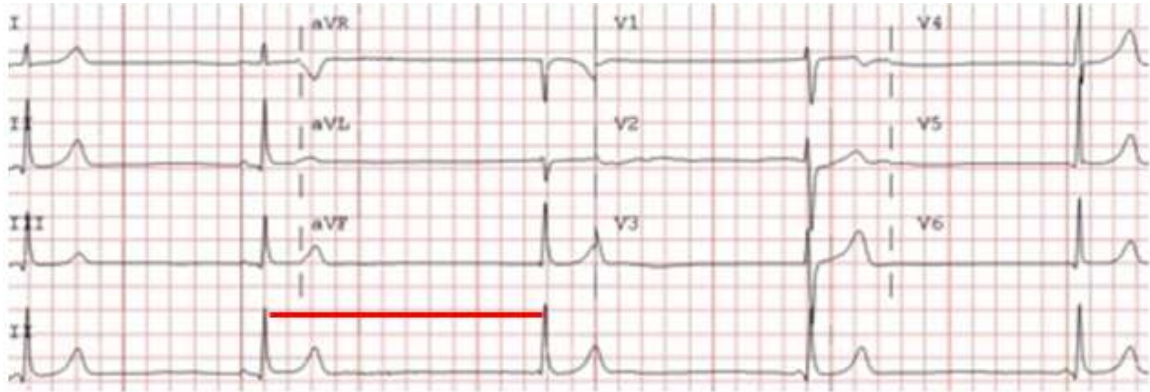
#### 4.1.3.3. ACHADOS ANORMAIS

##### 4.1.3.3.1. Bradicardia Sinusal Profunda

A bradicardia sinusal profunda é definida por uma frequência cardíaca de repouso abaixo de 30 batimentos por minuto ou por uma pausa sinusal igual ou superior a 3 segundos. Entretanto, uma pausa de 3 segundos não é considerada um problema maior quando noturna. Embora atletas altamente treinados e sem doença cardiovascular possam exibir eventualmente uma frequência cardíaca de repouso inferior a 30 batimentos por minuto, é recomendável uma avaliação mais aprofundada para descartar doenças que afetam a condução do estímulo elétrico nervoso no coração.<sup>4,21,22</sup> A prevalência dessa condição é desconhecida, mas aparenta ser muito rara. Os poucos autores que a mencionaram não identificaram nenhum caso nos atletas analisados.<sup>28</sup>

A **Figura 18** exibe um exame com bradicardia sinusal profunda.

**Figura 18.** Eletrocardiograma com Bradicardia Sinusal Profunda.



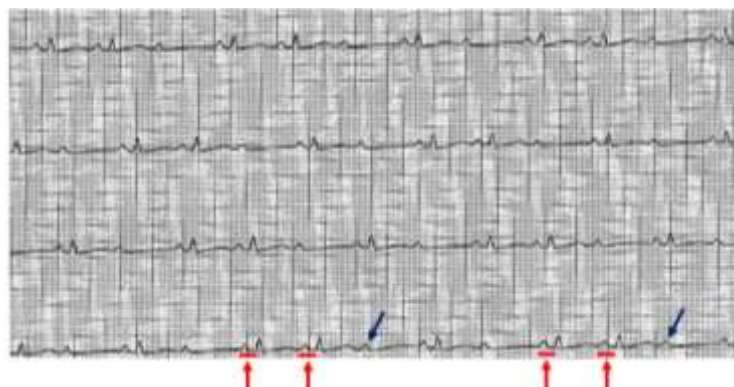
**Legenda:** ECG com bradicardia sinusal profunda. Notar intervalo R-R amplo (linha vermelha), com frequência cardíaca de aproximadamente 25 batimentos por minuto.<sup>47</sup> Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.2. Bloqueio Atrioventricular de 2º Grau Mobitz II

A característica distintiva do BAV de 2º grau Mobitz II é a presença de uma onda P bloqueada, ou seja, que não conduz a um complexo QRS, após intervalos PR fixos. Para determinar o comportamento do intervalo PR, é necessário observar pelo menos duas ondas P consecutivas conduzidas.<sup>48,49</sup> A prevalência desse tipo de bloqueio parece rara, e há uma escassez de estudos identificando esse fenômeno em atletas.

Um exemplo de exame com BAV de 2º Grau Mobitz II é mostrado na **Figura 19**.

**Figura 19.** Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 2º Grau Mobitz II.



**Legenda:** ECG com BAV de 2º Grau Mobitz II. Notar intervalos PR fixos (setas vermelhas), seguidos por uma onda P bloqueada (setas azuis). Além disso, o intervalo PR antes da onda P bloqueada é igual ao intervalo PR após o batimento bloqueado.<sup>48</sup> Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3. Bloqueio Atrioventricular de 3º Grau

No BAV de 3º grau, também conhecido como BAV completo, há mais ondas P do que complexos QRS, sem uma relação discernível entre eles. Como resultado, nenhum impulso atrial alcança o ventrículo. Embora haja alguns relatos de caso em atletas,<sup>50,51</sup> a prevalência dessa condição é muito baixa e raramente identificada por estudos em atletas. Um exemplo de exame com BAV de 3º grau em um atleta de resistência altamente treinado é apresentado na **Figura 20**.

**Figura 20.** Eletrocardiograma com Bloqueio Atrioventricular de 3º Grau.



**Legenda:** ECG de um atleta de 39 anos de idade com BAV de 3º grau. Notar ondas P totalmente dissociadas (setas vermelhas).<sup>51</sup> Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.4. Duas ou Mais Extrassístoles Ventriculares

As extrassístoles ventriculares (ESVs) referem-se a batimentos ou despolarizações precoces do miocárdio originadas no ventrículo.<sup>52</sup> Elas não são

consistentemente precedidas por uma onda P e, geralmente, apresentam um QRS maior que 120 ms.<sup>53</sup> Embora sejam benignas na maioria das vezes, as ESVs também podem ser um sinal de doença cardíaca subjacente.<sup>53</sup> A presença de duas ou mais ESVs no DII longo do ECG em atletas sugere a necessidade de avaliação adicional.<sup>4</sup> A prevalência dessas ESVs parece variar entre 0,5% e 2% entre atletas.<sup>54,55</sup>

Um exame de um jogador de futebol brasileiro com ESVs é demonstrado na **Figura 21**.

**Figura 21.** Eletrocardiograma com Extrassístoles Ventriculares.



**Legenda:** ECG com ESVs, de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 23 anos de idade. Notar a presença de duas ESVs em DII longo (setas vermelhas) com QRS acima de 120 ms. Este é considerado um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.5. Pré-Excitação Ventricular

A existência de uma via atrioventricular acessória leva à chegada precoce do estímulo elétrico ao ventrículo, resultando em pré-excitação ventricular.<sup>56</sup> Como consequência, a pré-excitação ventricular se reflete em um intervalo PR curto, ou seja, inferior a 120 ms. Quando combinada com a presença da onda delta (uma porção “empastada” no início do QRS) e um QRS igual ou superior a 120 ms, isso sugere padrão de WPW. Na presença desses achados com sintomas, classifica-se como síndrome de WPW. A prevalência estimada da síndrome de WPW na população geral é estimada em 0,1 a 4,5 por 1.000 indivíduos.<sup>57</sup> Em atletas, em uma coorte com mais de 11 mil atletas jovens jogadores de futebol, o padrão eletrocardiográfico da síndrome de WPW foi identificado em 26 atletas (0,2%).<sup>58</sup>

A **Figura 22** exibe o exame de um jogador de futebol brasileiro com o padrão de WPW.

**Figura 22.** Eletrocardiograma com Padrão de Wolff-Parkinson-White.



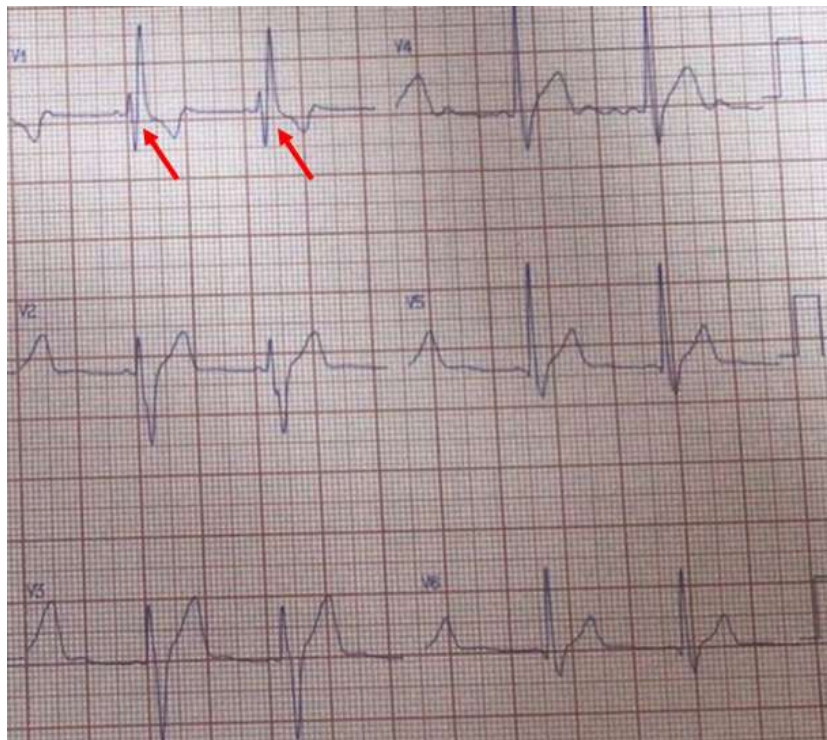
**Legenda:** ECG com padrão de WPW, de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 17 anos de idade. Notar intervalo PR curto (seta verde), QRS alargado (seta azul) e

presença de onda delta (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.6. Complexo QRS $\geq 140$ ms

Qualquer atraso inespecífico da condução intraventricular, representado por um QRS com duração igual ou superior a 140 ms em atletas, independentemente da morfologia do QRS, configura uma anormalidade que demanda avaliação adicional.<sup>4,21,22</sup> A prevalência exata desse fenômeno ainda é desconhecida, pois muitos estudos não relataram ou identificaram esse critério; no entanto, estima-se ser inferior a 1%.<sup>59</sup> A **Figura 23** apresenta o exame de um jogador de futebol brasileiro com um complexo QRS prolongado.

**Figura 23.** Eletrocardiograma com Complexo QRS  $> 140$  ms.



**Legenda:** ECG com QRS  $> 140$  ms de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 17 anos de idade. Notar QRS com duração de aproximadamente 160 ms (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.



#### 4.1.3.3.7. Intervalo PR $\geq$ 400 ms

O intervalo PR é classificado como marcadamente prolongado quando atinge ou ultrapassa 400 ms, necessitando de investigação adicional para avaliação de possíveis condições miocárdicas ou elétricas do coração.<sup>4,21,22</sup> A prevalência dessa condição em atletas é desconhecida, pois os estudos não fazem menção ou não identificaram essa ocorrência.

A **Figura 24** apresenta o exame de um atleta competitivo com intervalo PR marcadamente prolongado.

**Figura 24.** Eletrocardiograma com Intervalo PR Prolongado.



**Legenda:** ECG de um atleta competitivo com intervalo PR prolongado. Notar intervalo PR amplo (seta vermelha), medindo 400 ms.<sup>60</sup> Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.8. Intervalo QT Prolongado

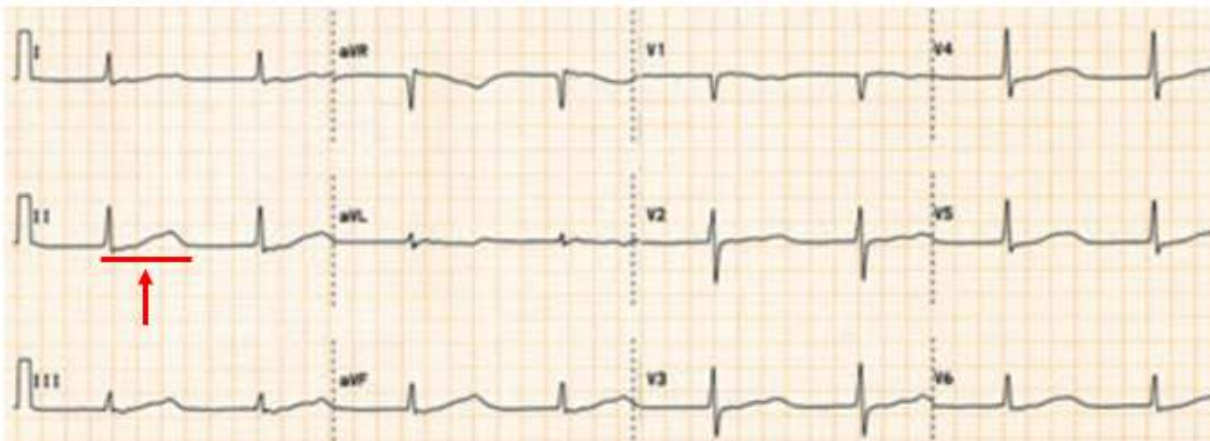
Em atletas, em particular, considera-se um intervalo QT prolongado quando o intervalo QT corrigido (QTc) é igual ou superior a 470 ms para homens e igual ou superior a 480 ms para mulheres.<sup>4</sup> Quando atinge ou ultrapassa os 500 ms, é classificado como um intervalo QT marcadamente prolongado. Importante destacar que, em atletas com um QTc igual ou superior a 500 ms, e nenhuma causa reversível

identificada (por exemplo, uso de medicamentos), é recomendado encaminhar imediatamente o atleta a um eletrofisiologista para avaliação da probabilidade de síndrome do QT longo.<sup>4</sup> Essa síndrome representa um tipo de canalopatia com potencial para desencadear *torsades de pointes*, uma arritmia maligna associada à ocorrência de MSC.<sup>61</sup>

A prevalência do QTc prolongado variou de 0,4% e 1,4% em atletas em alguns estudos.<sup>31,34,62</sup> Na maior coorte de atletas, especificamente jogadores de futebol, a prevalência de QTc prolongado foi de 0,2% (25/11.168).<sup>58</sup>

A **Figura 25** apresenta o exame de um atleta com síndrome do QT longo.

**Figura 25.** Eletrocardiograma com QT Prolongado.



**Legenda:** ECG de um atleta de 17 anos de idade. Notar intervalo QT prolongado (seta vermelha). Intervalo QT de aproximadamente 570 ms, e intervalo QTc de aproximadamente 550 ms. Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.9. Depressão do Segmento ST

A depressão do segmento ST em atletas ocorre quando há um infradesnívelamento do segmento ST  $\geq 0,5$  em duas ou mais derivações contíguas.<sup>4</sup> Sua prevalência em atletas é bastante baixa, conforme indicam estudos que identificaram essa alteração, relatando taxas de 0,4% e 0,6%.<sup>30,31</sup>

Na **Figura 26**, é apresentado o exame de um jogador de futebol brasileiro com depressão do segmento ST.

**Figura 26.** Eletrocardiograma com depressão do segmento ST.



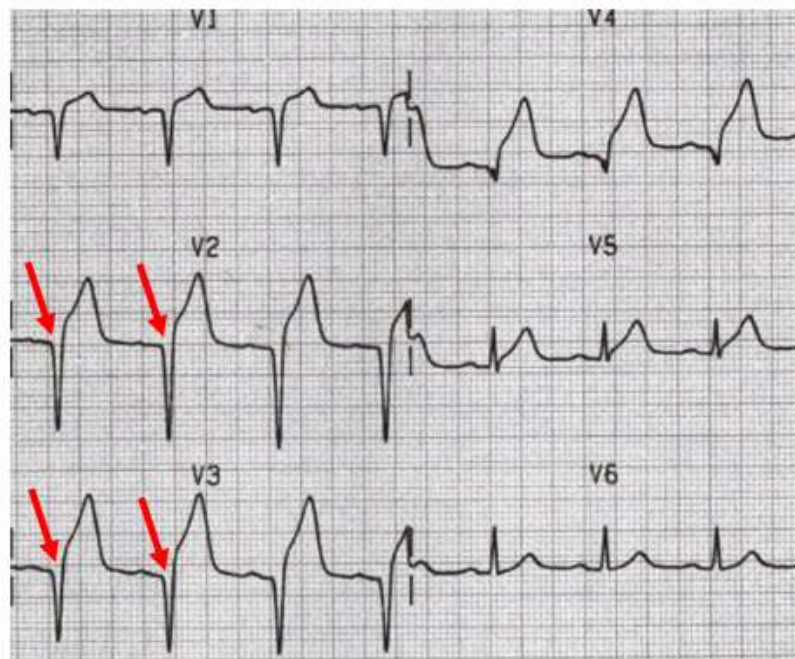
**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, pardo, de 20 anos de idade. Notar infradesnívelamento do segmento ST em derivações laterais (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.10. Ondas Q Patológicas

Ondas Q patológicas são caracterizadas por terem uma duração superior a 40 ms e relação de amplitude Q/R superior a 0,25, ou pela ausência de onda R.<sup>63</sup> É crucial lembrar que as derivações DIII e aVR não devem ser incluídas na análise. Poucos estudos identificaram a presença de ondas Q patológicas em atletas, com uma prevalência que varia entre 0,4% e 3%.<sup>19,30,34</sup>

Um exemplo ilustrativo de um exame com ondas Q patológicas é apresentado na **Figura 27**.

**Figura 27.** Eletrocardiograma com Ondas Q patológicas.



**Legenda:** ECG com ondas Q patológicas. Notar ondas Q profundas e acima de 40 ms de duração (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.11. Onda Épsilon

A onda épsilon, inicialmente descrita em 1977,<sup>64</sup> é caracterizada por uma discreta deflexão positiva no final do complexo QRS, podendo, muitas vezes, ser de difícil visualização. Sua presença está fortemente associada ao fenótipo da DAVD,<sup>65</sup> considerada um sinal patognomônico, embora seja observada em menos de um terço dos pacientes com essa condição. A DAVD é clinicamente relevante, pois representa uma das principais causas de MSC em atletas.<sup>66</sup> Apesar da escassez de estudos sobre a presença da onda épsilon em atletas, Macarie et al.<sup>67</sup> encontraram uma prevalência de 1,5% em atletas masters.

A **Figura 28** apresenta um exemplo ilustrativo de um exame com ondas épsilon.

**Figura 28.** Eletrocardiograma com Ondas Épsilon.



**Legenda:** ECG com ondas épsilon. Notar deflexões no final do complexo QRS (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### **4.1.3.3.12. Padrão de Brugada Tipo 1**

A SBr é uma doença elétrica primária associada à suscetibilidade para arritmias ventriculares e aumento no risco de MSC durante estados de tônus vagal aumentado.<sup>68</sup>

O padrão da SBr tipo 1 é caracterizado no ECG-12 por elevação côncava do segmento ST de  $\geq 2$  mm (comumente denominada de “barbatana de tubarão”) seguida por uma inversão simétrica da onda T em pelo menos uma derivação precordial direita (V1-V3).<sup>69</sup> Sua prevalência é estimada como sendo muito baixa.<sup>70</sup> Globalmente, a SBr tem uma prevalência estimada de 0,5 por 1.000 indivíduos, sendo mais comum no Sudeste Asiático.<sup>71</sup>

A **Figura 29** ilustra um exame com padrão de Brugada tipo 1.

**Figura 29.** Eletrocardiograma com Padrão de Brugada Tipo 1.



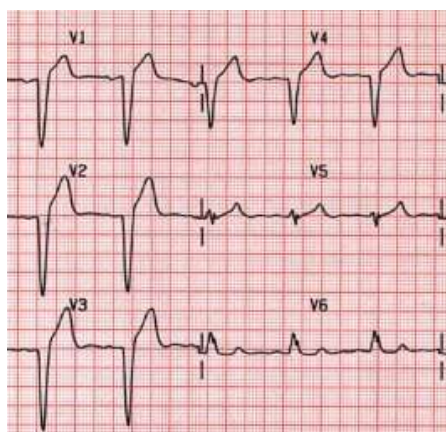
**Legenda:** ECG com padrão de Brugada tipo 1. Notar morfologia de “barbatana de tubarão” (setas vermelhas), seguidas por inversão da onda T. Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.13. Bloqueio Completo do Ramo Esquerdo

O bloqueio completo do ramo esquerdo (BCRE) é geralmente identificado pela presença de um completo QRS com duração igual ou superior a 120 ms, exibindo um “entalhe” nas derivações V5-V6 e um complexo QRS predominantemente negativo na derivação V1.<sup>4</sup> Sua ocorrência em atletas é considerada incomum, com uma prevalência estimada variando entre 0,1% e 0,8%<sup>71</sup> ou em menos de 1 em cada 1.000 atletas.<sup>4</sup>

Um exemplo ilustrativo de um exame com BCRE é apresentado na **Figura 30**.

**Figura 30.** Eletrocardiograma com Bloqueio Completo do Ramo Esquerdo.

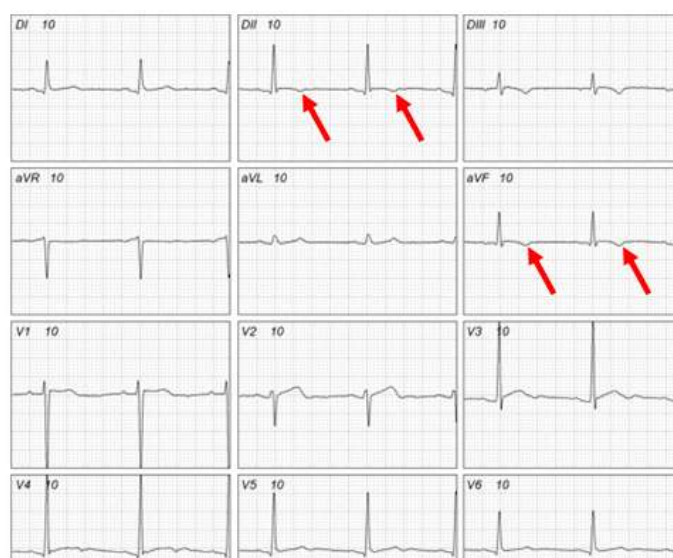


**Legenda:** ECG com padrão de BCRE. Notar complexos QRS alargados ( $> 120$  ms) predominantemente negativo das derivações V1-V3, e complexos QRS em V6 com padrão de “torre”. Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### 4.1.3.3.14. Inversão da Onda T Inferior

A inversão da onda T inferior (ou seja, nas derivações II e aVF) é considerada um achado anormal.<sup>4</sup> Quando presente de forma isolada, ainda representa um significado clínico incerto em atletas.<sup>72</sup> A prevalência de inversão da onda T inferior parece variar entre 1,5% e 6% entre atletas.<sup>29,30,32</sup> A **Figura 31** ilustra um exemplo desse padrão em um exame de um jogador de futebol brasileiro de 30 anos de idade.

**Figura 31.** Eletrocardiograma com Inversão da Onda T inferior.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, pardo, de 30 anos de idade. Notar ondas T negativas em derivações inferiores (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

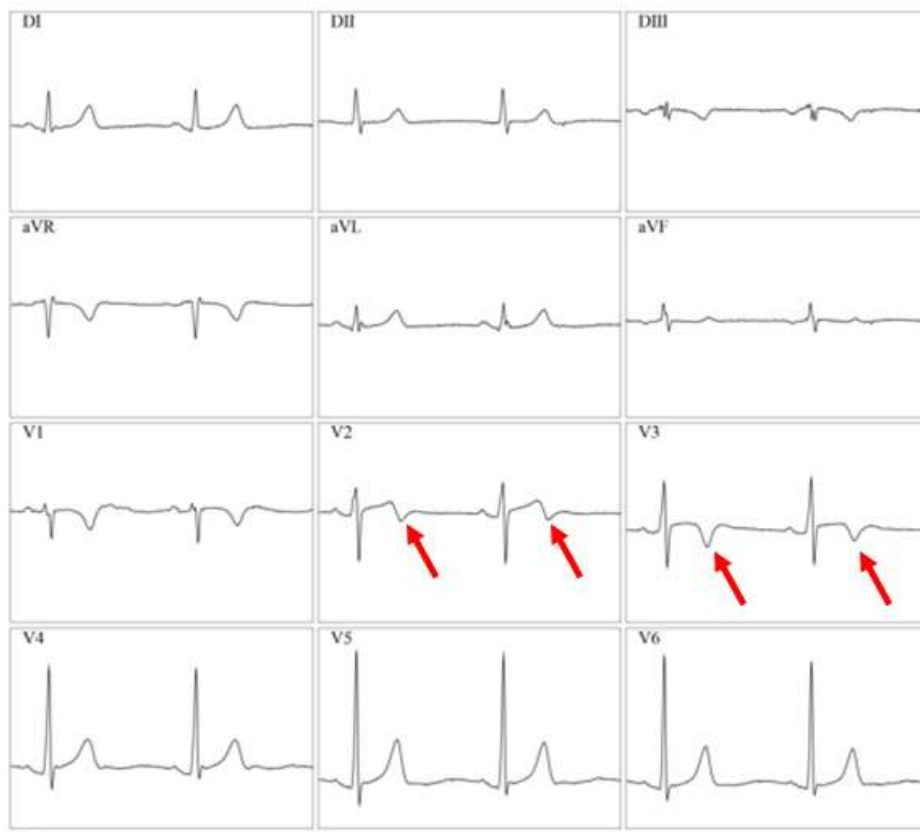
#### 4.1.3.3.15. Inversão da Onda T Anterior

A inversão da onda T anterior é caracterizada pela sua ocorrência além da derivação V2, podendo estender-se até a derivação V4. É importante destacar duas

ressalvas: em primeiro lugar, quando presente nas derivações V1-V3 em atletas com idade inferior a 16 anos, não é recomendada avaliação adicional, a menos que haja a presença de sintomas.<sup>4,21,22</sup> Em segundo lugar, a inversão da onda T confinada às derivações V1-V4 em atletas negros, precedida por elevação convexa do segmento ST, também é considerada uma variante da normalidade (conforme detalhado em capítulos anteriores).

O exame de um jogador de futebol brasileiro com padrão de inversão da onda T anterior é demonstrado na **Figura 32**.

**Figura 32.** Eletrocardiograma com Inversão da Onda T anterior.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 31 anos de idade. Notar ondas T negativas nas derivações V2 e V3 (setas vermelhas). Em atletas brancos acima de 16 anos, este é um achado anormal, demandando investigação adicional.



#### 4.1.3.3.16. Inversão da Onda T Lateral

A inversão da onda T lateral é caracterizada pela presença de ondas T invertidas nas derivações I, aVL, V5 e/ou V6 (em pelo menos duas derivações contíguas).<sup>4</sup> Por sua vez, é crucial observar que, de acordo com os “Critérios Internacionais”, a presença de onda T invertida isolada em V5 ou V6 também é considerada um critério anormal, demandando investigação adicional para possíveis distúrbios cardiovasculares patológicos.<sup>4,21,22</sup> A prevalência desse padrão variou entre 0,3% e 4,1% em dois estudos<sup>30,34</sup> e chegou a atingir 12% em adolescentes jogadores de futebol de elite de Gana.<sup>31</sup>

A **Figura 33** ilustra o exame de um jogador de futebol brasileiro com inversão da onda T lateral.

**Figura 33.** Eletrocardiograma com Inversão da Onda T lateral.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, branco, de 19 anos de idade. Notar ondas T negativas nas derivações V5 e V6 (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

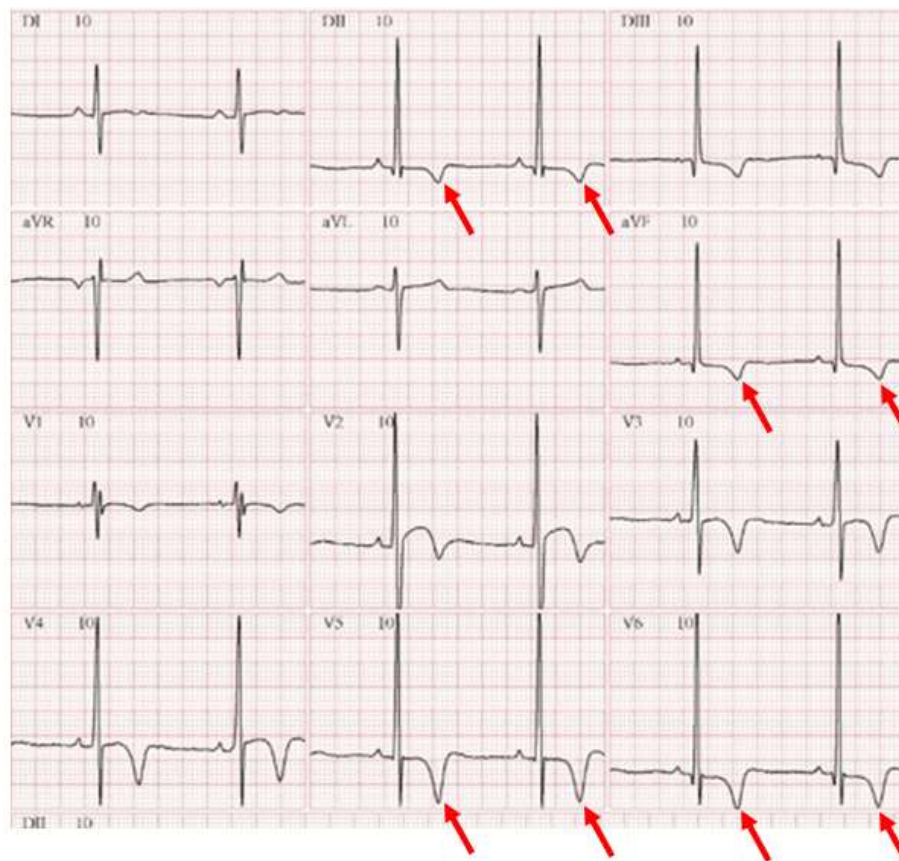
#### 4.1.3.3.17. Inversão da Onda T Ínfero-Lateral

O padrão de inversão da onda T ínfero-lateral se caracteriza pela presença de ondas T invertidas nas derivações I e aVL, além II e aVF, ou II e aVF junto com V5

e/ou V6. Assim como na inversão da onda T lateral, esse padrão também é frequentemente observado em atletas com patologias cardíacas potencialmente graves.<sup>74,75</sup> Estudos apontam uma prevalência desse padrão entre 0,1% e 2% em atletas.<sup>29,34</sup>

A **Figura 34** apresenta o exame de um jogador de futebol brasileiro com inversão da onda T ínfero-lateral.

**Figura 34.** Eletrocardiograma com Inversão da Onda T Ínfero-Lateral.



**Legenda:** ECG de um jogador de futebol brasileiro, negro, de 30 anos de idade. Notar ondas T negativas em derivações ínfero-laterais (setas vermelhas). Este é um achado anormal, demandando investigação adicional.

#### **4.1.4. CARACTERÍSTICAS DO ELETROCARDIOGRAMA EM ATLETAS DE DIFERENTES ETNIAS**

Nos últimos anos, evidências têm claramente demonstrado que a etnia desempenha um papel determinante na manifestação de alterações no ECG-12 de atletas. Algumas dessas alterações são consideradas variações da normalidade quando encontradas em atletas negros, enquanto, quando observadas em atletas brancos, levantam suspeitas de possíveis desordens cardíacas, exigindo investigação adicional. Portanto, é de fundamental importância conhecer detalhadamente as características eletrocardiográficas de atletas pertencentes a diferentes grupos étnicos.

##### **4.1.4.1. Bloqueio Incompleto do Ramo Direito**

Os dados sobre a prevalência de BIRD entre atletas de diferentes grupos étnicos são relativamente limitados e conflitantes. Um estudo com 410 atletas negros africanos e 160 atletas brancos, envolvidos em diversas modalidades esportivas, identificou uma prevalência significativamente maior de BIRD entre os brancos em comparação com os negros (61% vs. 36%, respectivamente).<sup>34</sup> Pelà et al.<sup>76</sup> também observaram uma maior prevalência de BIRD entre atletas adolescentes amadores brancos (43%) em comparação com atletas negros (14%) ( $P < 0.001$ ). Por sua vez, um estudo que reuniu análises de 154 jogadores de futebol africanos de 8 países diferentes (Argélia, Burkina Faso, Camarões, Gâmbia, Guiné, Malawi, Nigéria e Zimbabué) e 62 jogadores de futebol brancos na Itália, não encontrou diferença significativa na prevalência de BIRD entre os grupos (32% nos negros africanos vs. 39% nos brancos).<sup>77</sup>

A variação nos resultados destaca a complexidade da relação entre a origem étnica e a ocorrência de BIRD entre atletas, ressaltando a necessidade de mais pesquisas para uma compreensão mais aprofundada dessas discrepâncias.

#### **4.1.4.2. Hipertrofia do Átrio Direito**

Dados provenientes de estudos com atletas de diferentes etnias revelam uma prevalência significativamente maior de HAD em atletas negros em comparação com atletas brancos. Papadakis et al.<sup>30</sup> identificaram uma prevalência de HAD de 6,3% em atletas negros, contrastando com 0,3% em atletas brancos ( $P < 0,001$ ). No estudo de Riding et al.,<sup>34</sup> a prevalência de HAD foi de 5% em atletas negros, enquanto em atletas brancos foi de 2%, com significância estatística. Outra pesquisa revelou que a prevalência de HAD em atletas negros foi de 3,9%, consideravelmente superior à de atletas brancos, que foi de 0,7% ( $P < 0,0001$ ). Por outro lado, a HAD foi semelhante entre atletas negros e pardos (3,9% vs. 3,0%;  $P = 0,33$ ).<sup>78</sup>

As evidências apontam para uma maior ocorrência de HAD em atletas negros em comparação com atletas brancos. No entanto, essa prevalência parece ser similar entre atletas negros e pardos.

#### **4.1.4.3. Hipertrofia do Átrio Esquerdo**

Assim como nos dados relacionados à HAD, as evidências também indicam uma maior prevalência de HAE em atletas negros em comparação com atletas brancos. Em um estudo, a prevalência de HAE de 8,6% em atletas negros, contrastando com 2,8% em atletas brancos ( $P < 0,001$ ).<sup>30</sup> Em outro estudo, a prevalência de HAE foi de 5% em atletas negros, enquanto em atletas brancos foi de 1%, com significância estatística.<sup>34</sup> Malhotra et al.<sup>78</sup> revelaram uma prevalência de HAE de 5,9% em atletas negros,

significativamente superior à de atletas brancos, que foi de 1% ( $P < 0,0001$ ). Entretanto, a HAE foi semelhante entre atletas negros e pardos (5,9% vs. 4,7%;  $P = 0,27$ ).

As evidências sugerem que a HAE é também mais comum em atletas negros em comparação com atletas brancos. Contudo, parece não haver diferença significativa entre atletas negros e pardos.

#### **4.1.4.4. Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo**

Tradicionalmente, acredita-se que atletas negros apresentem uma maior prevalência dos critérios para HVE em comparação com atletas brancos. Um estudo realizado por Waase et al.<sup>26</sup> avaliou 519 jogadores de basquete da NBA e identificou prevalência significativamente maior de HVE entre os atletas negros em comparação com os brancos (39,6% vs. 21,9%, respectivamente;  $P = 0,001$ ). Outro estudo com 410 atletas negros e 160 atletas brancos revelou que 64% dos negros atenderam aos critérios para HVE, uma prevalência significativamente maior em comparação com os brancos, que foi de 53%.<sup>34</sup> Além disso, evidências com adolescentes jogadores de futebol amador (42 negros e 96 brancos; idade média: 14 anos) mostraram que critério eletrocardiográfico para HVE era significativamente mais prevalente entre os negros (69%) em comparação com os brancos (39%). A análise ecocardiográfica também demonstrou que os negros tinham uma parede posterior do ventrículo esquerdo significativamente mais espessa do que os brancos (10 mm vs. 8,1 mm;  $P < 0,001$ ).<sup>76</sup> Dados adicionais com análises ecocardiográficas também indicaram que, em termos absolutos, 18% dos atletas negros apresentavam espessura da parede do ventrículo esquerdo superior a 12 mm, em comparação com 4% de atletas brancos ( $P < 0,001$ ).<sup>79</sup>

Contrariamente, Papadakis et al.<sup>30</sup> identificaram uma prevalência significativamente maior de HVE entre os atletas brancos em comparação com atletas negros (36,8% vs. 23,2%, respectivamente;  $P < 0,001$ ). O mesmo padrão foi observado em outro estudo com 1,000 atletas brancos e 1,000 atletas negros, mostrando que os negros apresentaram uma prevalência menor de HVE em comparação com os brancos (17,6% vs. 25,6%, respectivamente;  $P < 0,001$ ).<sup>78</sup>

Em resumo, muitos estudos sugerem uma maior prevalência de HVE no ECG-12 de atletas negros em comparação com atletas brancos, mas essa tendência não é unânime. Possíveis diferenças nas características genéticas entre atletas negros de diferentes países podem explicar, em parte, essas variações nos resultados entre os diferentes estudos.

#### **4.1.4.5. Repolarização Precoce**

As evidências indicam que atletas de etnia negra apresentam uma maior prevalência de RP em comparação com atletas de etnia branca. Um estudo envolvendo uma coorte de 879 atletas revelou que os negros eram mais propensos a apresentar padrões de RP no ECG-12.<sup>44</sup> Um modelo multivariado demonstrou uma associação quase seis vezes maior entre a presença de RP e a etnia negra (odds ratio: 5,84;  $P < 0,001$ ). Em outra coorte de atletas analisados por Sheick et al.,<sup>80</sup> o padrão de RP foi identificado em 34,7% dos negros, em comparação com 21,1% dos brancos ( $P < 0,001$ ). Em linha com esses achados, um estudo realizado com jovens atletas adolescentes envolvidos em treinamento organizado de nível amador na Itália, que incluiu 17% de negros e 83% brancos, também observou uma maior prevalência de RP entre os negros em comparação com os brancos (50% vs. 17%, respectivamente).<sup>81</sup> Resultados semelhantes foram encontrados em jogadores de basquete da NBA, onde padrões de RP foram

identificados em 72,6% dos negros e em 58,3% dos brancos ( $P = 0,009$ ).<sup>26</sup> Finalmente, uma revisão sistemática com meta-análise também encontrou uma associação significativa entre indivíduos de etnia negra e a presença de RP.<sup>82</sup>

#### **4.1.4.6. Inversão da Onda T**

A revisão sistemática realizada por Davis et al.,<sup>83</sup> que abrangeu 51 estudos com um total de 65.629 atletas, com idades entre 16 e 30 anos, identificou uma maior prevalência de inversão da onda T em atletas negros (variando entre 2,6 e 22,8%) em comparação com atletas brancos (variando entre 0% e 5%). Essa tendência também se refletiu na inversão da onda T anterior (3,7% a 14,3% vs. 0,6% a 2%, respectivamente). Outro estudo também encontrou uma proporção mais alta de atletas negros com inversão da onda T anterior em comparação com atletas da Ásia Ocidental e brancos (9,8% vs. 2,9% e 0%, respectivamente).<sup>84</sup> Resultados semelhantes foram observados para inversão da onda T lateral, sendo mais prevalente em atletas negros (6,1%) em comparação com atletas da Ásia Ocidental (2,9%) e atletas brancos (0%).<sup>84</sup> Os dados reportados por Riding et al.<sup>34</sup> estão alinhados com essas descobertas, demonstrando uma prevalência significativamente maior de inversão da onda T lateral nos negros (2%) em comparação com os brancos (0,6%) e Árabes (0,3%). O mesmo padrão se repetiu para inversão da onda T em derivações inferiores, mais comum em negros (3%) do que em brancos (2%) e Árabes (0,7%). Papadakis et al.<sup>30</sup> também identificaram uma prevalência significativamente maior de inversão da onda T inferior nos atletas de etnia negra (6%) comparados àqueles de etnia branca (1,5%).

Portanto, com base nas evidências disponíveis, podemos concluir que os atletas de ascendência negra/africana tendem a apresentar uma maior prevalência de inversão da onda T em comparação com os atletas brancos.



## Referências

1. La Gerche A, Wasfy MM, Brosnan MJ, Claessen G, Fatkin D, Heidbuchel H, Baggish AL, Kovacic JC. The Athlete's Heart-Challenges and Controversies: JACC Focus Seminar 4/4. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(14):1346-1362.
2. De Innocentiis C, Ricci F, Khanji MY, Aung N, Tana C, Verrengia E, et al. Athlete's Heart: Diagnostic Challenges and Future Perspectives. *Sports Med.* 2018;48(11):2463-2477.
3. Flanagan H, Cooper R, George KP, Augustine DX, Malhotra A, Paton MF, et al. The athlete's heart: insights from echocardiography. *Echo Res Pract.* 2023;10(1):15.
4. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):704-731.
5. D'Ascenzi F, Ragazzoni GL, Boncompagni A, Cavigli L. Sports cardiology: A glorious past, a well-defined present, a bright future. *Clin Cardiol.* 2023;46(9):1015-1020.
6. Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, Levine BD, Viskin S, Chaitman BR, et al; American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Advocacy Coordinating Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Epidemiology and Prevention, Council on Functional Genomics and Translational Biology, Council on Quality of Care and Outcomes Research, and American College of Cardiology. Assessment of the 12-lead ECG as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25

- Years of Age): a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation*. 2014;130(15):1303-34.
7. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Pelliccia A, Thiene G. Pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52:1981-9.
  8. Goff NK, Hutchinson A, Koek W, Kamat D. Meta-analysis on the Effectiveness of ECG Screening for Conditions Related to Sudden Cardiac Death in Young Athletes. *Clin Pediatr (Phila)*. 2023;62(10):1158-1168.
  9. Peterson DF, Kucera K, Thomas LC, Maleszewski J, Siebert D, Lopez-Anderson M, et al. Aetiology and incidence of sudden cardiac arrest and death in young competitive athletes in the USA: a 4-year prospective study. *Br J Sports Med*. 2021;55(21):1196-1203.
  10. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA*. 1996;276(3):199-204.
  11. Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Murphy CJ, Garberich RF. Demographics and Epidemiology of Sudden Deaths in Young Competitive Athletes: From the United States National Registry. *Am J Med*. 2016;129(11):1170-1177.
  12. Pérez-Riera AR, de Lucca AA, Barbosa-Barros R, Yanowitz FG, de Cano SF, Cano MN, Palandri-Chagas AC. Value of electro-vectorcardiogram in hypertrophic cardiomyopathy. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2013;18(4):311-26.
  13. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:1959–63.

14. Finocchiaro G, Papadakis M, Dhutia H, Zaidi A, Malhotra A, Fabi E, et al. Electrocardiographic differentiation between 'benign T-wave inversion' and arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Europace*. 2019;21(2):332-338.
15. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, et al; Section of Sports Cardiology, European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J*. 2010;31(2):243-59.
16. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: the 'Seattle criteria'. *Br J Sports Med*. 2013;47(3):122-4.
17. Brosnan M, La Gerche A, Kalman J, Lo W, Fallon K, MacIsaac A, et al. The Seattle Criteria increase the specificity of preparticipation ECG screening among elite athletes. *Br J Sports Med*. 2014;48(15):1144-50.
18. Pickham D, Zarafshar S, Sani D, Kumar N, Froelicher V. Comparison of three ECG criteria for athlete pre-participation screening. *J Electrocardiol*. 2014;47(6):769-74.
19. 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.
20. Riding NR, Sheikh N, Adamuz C, Watt V, Farooq A, Whyte GP, et al. Comparison of three current sets of electrocardiographic interpretation criteria for use in screening athletes. *Heart*. 2015;101(5):384-90.

21. Sharma S, Drezner JA, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur Heart J*. 2018;39(16):1466-1480.
22. 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):1057-1075.
23. Hyde N, Prutkin JM, Drezner JA. Electrocardiogram interpretation in NCAA athletes: Comparison of the 'Seattle' and 'International' criteria. *J Electrocardiol*. 2019;56:81-84.
24. Sharma S, Whyte G, Elliott P, Padula M, Kaushal R, Mahon N, McKenna WJ. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br J Sports Med*. 1999;33(5):319-24.
25. Samesima N, God EG, Kruse JCL, Leal MG, Pinho C, França FFAC, et al. Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports - 2022. *Arq Bras Cardiol*. 2022;119(4):638-680.
26. Waase MP, Mutharasan RK, Whang W, DiTullio MR, DiFiori JP, Callahan L, et al. Electrocardiographic Findings in National Basketball Association Athletes. *JAMA Cardiol*. 2018;3(1):69-74.
27. Idiazabal-Ayesa U, Ramírez-Vélez R, Sanz-de la Garza M, Izquierdo M. Electrocardiographic findings in pediatric versus young-adolescent athletes: A comparative analysis using general international criteria. *Int J Cardiol*. 2023;390:131201.
28. Beale AL, Julliard MV, Maziarski P, Ziltener JL, Burri H, Meyer P. Electrocardiographic findings in elite professional cyclists: The 2017

- international recommendations in practice. *J Sci Med Sport*. 2019;22(4):380-384.
29. Calò L, Sperandii F, Martino A, Guerra E, Cavarretta E, Quaranta F, et al. Echocardiographic findings in 2261 peri-pubertal athletes with or without inverted T waves at electrocardiogram. *Heart*. 2015;101(3):193-200.
30. 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.
31. Pambo P, Adu-Adadey M, Agbodzakey H, Scharhag J. Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Elite Ghanaian Male Soccer Players. *Clin J Sport Med*. 2021;31(6):e373-e379.
32. Diaz-Gonzalez L, Bruña V, Velásquez-Rodríguez J, Valenzuela PL, Valero-Masa MJ, González-Saldívar H, et al. Young athletes' ECG: Incomplete right bundle branch block vs crista supraventricularis pattern. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(10):1992-1999.
33. Bjørnstad H, Storstein L, Meen HD, Hals O. Electrocardiographic findings in athletic students and sedentary controls. *Cardiology*. 1991;79(4):290-305.
34. Riding NR, Salah O, Sharma S, Carré F, George KP, Farooq A, et al. ECG and morphologic adaptations in Arabic athletes: are the European Society of Cardiology's recommendations for the interpretation of the 12-lead ECG appropriate for this ethnicity? *Br J Sports Med*. 2014;48(15):1138-43.
35. Rawlins J, Bhan A, Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10(3):350-6.

36. Caselli S, Cicconetti M, Niederseer D, Schmied C, Attenhofer Jost C, Pelliccia A. Left ventricular hypertrophy in athletes, a case-control analysis of interindividual variability. *Int J Cardiol.* 2022;348:157-162.
37. Augustine DX, Howard L. Left Ventricular Hypertrophy in Athletes: Differentiating Physiology From Pathology. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2018;20(12):96.
38. 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 National Basketball Association Athletes. *JAMA Cardiol.* 2018;3(1):69-74.
39. Claessen FMAP, Peeters HAP, Sorgdrager BJ, van Veldhoven PLJ. Early repolarisation among athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2020;6(1):e000694.
40. Yeo TJ, Wang M, Grignani R, McKinney J, Koh LP, Tan FHY, et al. Electrocardiographic and Echocardiographic Insights From a Prospective Registry of Asian Elite Athletes. *Front Cardiovasc Med.* 2022;8:799129.
41. Malhotra VK, Singh N, Bishnoi RS, Chadha DS, Bhardwaj P, Madan H, et al. The prevalence of abnormal ECG in trained sportsmen. *Med J Armed Forces India.* 2015;71(4):324-9.
42. Vecchiato M, Baiocco V, Adami PE, Quinto G, Foccardi G, Slanzi G, et al. Early repolarization in adolescent athletes: A gender comparison of ECG and echocardiographic characteristics. *Scand J Med Sci Sports.* 2022;32(11):1581-1591.
43. Aagaard P, Baranowski B, Aziz P, Phelan D. Early Repolarization in Athletes: A Review. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2016;9(3):e003577.

44. Noseworthy PA, Weiner R, Kim J, Keelara V, Wang F, Berkstresser B, et al. Early repolarization pattern in competitive athletes: clinical correlates and the effects of exercise training. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2011;4(4):432-40.
45. Idiazabal-Ayesa U, Ramírez-Vélez R, Sanz-de la Garza M, Izquierdo M. Electrocardiographic findings in pediatric versus young-adolescent athletes: A comparative analysis using general international criteria. *Int J Cardiol.* 2023;390:131201.
46. Malhotra A, Dhutia H, Yeo TJ, Finocchiaro G, Gati S, Bulleros P, et al. Accuracy of the 2017 international recommendations for clinicians who interpret adolescent athletes' ECGs: a cohort study of 11 168 British white and black soccer players. *Br J Sports Med.* 2020;54(12):739-745.
47. Cotter R, Lyden J, Mehler PS, Miceli J, Schuller J, Krantz MJ. A case series of profound bradycardia in patients with severe anorexia nervosa: Thou shall not pace? *HeartRhythm Case Rep.* 2019;5(10):511-515.
48. Barold SS, Padeletti L. Mobitz type II second-degree atrioventricular block in athletes: true or false? *Br J Sports Med.* 2011;45(9):687-90.
49. Kusumoto FM, Schoenfeld MH, Barrett C, Edgerton JR, Ellenbogen KA, Gold MR, et al. 2018 ACC/AHA/HRS Guideline on the Evaluation and Management of Patients With Bradycardia and Cardiac Conduction Delay: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines, and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(7):932-987.
50. Hernández-Madrid A, Moro C, Marín Huerta E, Rayo I. Third-degree atrioventricular block in an athlete. *J Intern Med.* 1991;229(4):375-6.

51. Vidal A, Agorrodoy V, Abreu R, Viana P, Doderá A, Vidal L. Vagal third-degree atrioventricular block in a highly trained endurance athlete. *Europace*. 2017;19(11):1863.
52. Ahn MS. Current Concepts of Premature Ventricular Contractions. *J Lifestyle Med*. 2013;3(1):26-33.
53. Klewer J, Springer J, Morshedzadeh J. Premature Ventricular Contractions (PVCs): A Narrative Review. *Am J Med*. 2022;135(11):1300-1305.
54. Pelliccia A, Di Paolo FM, Quattrini FM, Basso C, Culasso F, Popoli G, et al. Outcomes in athletes with marked ECG repolarization abnormalities. *N Engl J Med*. 2008;358(2):152-61.
55. Marek J, Bufalino V, Davis J, Marek K, Gami A, Stephan W, et al. Feasibility and findings of large-scale electrocardiographic screening in young adults: data from 32,561 subjects. *Heart Rhythm*. 2011;8(10):1555-9.
56. Stein, R, Ferrari, F, Beuren, TMA, da Silveira AD, Sacilotto L. Nonstructural Genetic Cardiac Disease as the Most Common Cause of Sudden Cardiac Death in the Young Athlete: Is This True?. *Curr Treat Options Cardio Med*. 2023;25:525–542.
57. Leung LWM, Gallagher MM. Review paper on WPW and athletes: Let sleeping dogs lie? *Clin Cardiol*. 2020;43(8):897-905.
58. Malhotra A, Dhutia H, Finocchiaro G, Gati S, Beasley I, Clift P, et al. Outcomes of Cardiac Screening in Adolescent Soccer Players. *N Engl J Med*. 2018;379(6):524-534.
59. Jakubiak AA, Konopka M, Bursa D, Król W, Anioł-Strzyżewska K, Burkhard-Jagodzińska K, et al. Benefits and limitations of electrocardiographic and



- echocardiographic screening in top level endurance athletes. *Biol Sport*. 2021;38(1):71-79.
60. Fusi C, Lazzarini PE, Cavigli L, Focardi M, Acampa M, Cameli M, et al. Maternal Anti-Ro/SSA Autoantibodies and Prolonged PR Interval in a Competitive Athlete: Beyond Training-Induced Electrical Remodeling. *JACC Case Rep*. 2022;4(17):1098-1103.
61. Gomez AT, Prutkin JM, Rao AL. Evaluation and Management of Athletes With Long QT Syndrome. *Sports Health*. 2016;8(6):527-535.
62. Basavarajaiah S, Wilson M, Whyte G, Shah A, Behr E, Sharma S. Prevalence and significance of an isolated long QT interval in elite athletes. *Eur Heart J*. 2007;28(23):2944-9.
63. Lee DC, Albert CM, Narula D, Kadish AH, Panicker GK, Wu E, et al. Estimating Myocardial Infarction Size With a Simple Electrocardiographic Marker Score. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(3):e014205.
64. Fontaine, GH, Guiraudon G, Frank, R, Vedel, J, Grosgeat, Y, Cabrol, C, et al. Stimulation studies and epicardial mapping in ventricular tachycardia: Study of mechanisms and selection for surgery. In Kulbertus H. (ed.), *Re-entrant Arrhythmias. Mechanisms and Treatment*. 1977;334–350.
65. Platonov PG, Svensson A. Epsilon Waves as an Extreme Form of Depolarization Delay: Focusing on the Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy/Dysplasia. *Curr Cardiol Rev*. 2021;17(1):17-23.
66. Basso C, Rizzo S, Carturan E, Pilichou K, Thiene G. Cardiac arrest at rest and during sport activity: causes and prevention. *Eur Heart J Suppl*. 2020;22(Suppl E):E20-E24.

67. Macarie C, Stoian I, Dermengiu D, Barbarii L, Piser IT, Chioncel O, et al. The electrocardiographic abnormalities in highly trained athletes compared to the genetic study related to causes of unexpected sudden cardiac death. *J Med Life*. 2009;2(4):361-72.
68. Aziz HM, Zarzecki MP, Garcia-Zamora S, Kim MS, Bijak P, Tse G, et al. Pathogenesis and Management of Brugada Syndrome: Recent Advances and Protocol for Umbrella Reviews of Meta-Analyses in Major Arrhythmic Events Risk Stratification. *J Clin Med*. 2022;11(7):1912.
69. Delise P, Allocca G, Sitta N. Brugada type 1 electrocardiogram: Should we treat the electrocardiogram or the patient? *World J Cardiol*. 2017;9(9):737-741.
70. Chung EH. Brugada ECG patterns in athletes. *J Electrocardiol*. 2015;48(4):539-43.
71. Vutthikraivit W, Rattanawong P, Putthapiban P, Sukhumthammarat W, Vathesatogkit P, Ngarmukos T, Thakkinstian A. Worldwide Prevalence of Brugada Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acta Cardiol Sin*. 2018;34(3):267-277.
72. D'Ascenzi F, Anselmi F, Adami PE, Pelliccia A. Interpretation of T-wave inversion in physiological and pathological conditions: Current state and future perspectives. *Clin Cardiol*. 2020;43(8):827-833.
73. Schnell F, Riding N, O'Hanlon R, Axel Lentz P, Donal E, et al. Recognition and significance of pathological T-wave inversions in athletes. *Circulation*. 2015;131(2):165-73.
74. Pelliccia A, Di Paolo FM, Quattrini FM, Basso C, Culasso F, Popoli G, et al. Outcomes in athletes with marked ECG repolarization abnormalities. *N Engl J Med*. 2008;358(2):152-61.

75. Lee DC, Albert CM, Narula D, Kadish AH, Panicker GK, Wu E, et al. Estimating Myocardial Infarction Size With a Simple Electrocardiographic Marker Score. *J Am Heart Assoc.* 2020;9(3):e014205.
76. Pelà G, Li Calzi M, Crocamo A, Pattoneri P, Goldoni M, Anedda A, et al. Ethnicity-related variations of left ventricular remodeling in adolescent amateur football players. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(3):382-9.
77. Di Paolo FM, Schmied C, Zerguini YA, Junge A, Quattrini F, Culasso F, et al. The athlete's heart in adolescent Africans: an electrocardiographic and echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59(11):1029-36.
78. Malhotra A, Oxborough D, Rao P, Finocchiaro G, Dhutia H, Prasad V, et al. Defining the Normal Spectrum of Electrocardiographic and Left Ventricular Adaptations in Mixed-Race Male Adolescent Soccer Players. *Circulation.* 2021;143:94-96.
79. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, Wilson M, Carby L, Shah A, et al. Ethnic differences in left ventricular remodeling in highly-trained athletes relevance to differentiating physiologic left ventricular hypertrophy from hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(23):2256-62.
80. Sheikh N, Papadakis M, Carre F, Kervio G, Panoulas VF, Ghani S, et al. Cardiac adaptation to exercise in adolescent athletes of African ethnicity: an emergent elite athletic population. *Br J Sports Med.* 2013;47(9):585-92.
81. Miragoli M, Goldoni M, Demola P, Paterlini A, Li Calzi M, Gioia MI, et al. Left ventricular geometry correlates with early repolarization pattern in adolescent athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(11):1727-1735.

82. Ji HY, Hu N, Liu R, Zhou HR, Gao WL, Quan XQ. Worldwide prevalence of early repolarization pattern in general population and physically active individuals: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(22):e25978.
83. Davis AJ, Semsarian C, Orchard JW, La Gerche A, Orchard JJ. The Impact of Ethnicity on Athlete ECG Interpretation: A Systematic Review. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2022;9(6):183.
84. Wilson MG, Chatard JC, Carre F, Hamilton B, Whyte GP, Sharma S, et al. Prevalence of electrocardiographic abnormalities in West-Asian and African male athletes. *Br J Sports Med*. 2012;46(5):341-7.

## 5. ARTIGO I

### **Electrocardiogram Characteristics of Black and Mixed-Race Young Brazilian Football Players: Addressing the 'African/Afro-Caribbean Pattern'**

**Autores:**

Filipe Ferrari

Anderson Donelli da Silveira

Victor F. Froelicher

Ricardo Stein

Estudo publicado no **European Journal of Preventive Cardiology**

**Fator de Impacto:** 8,3

**Data de publicação:** 5 de fevereiro de 2024

**doi:** 10.1093/eurjpc/zwae046

## RESEARCH LETTER

### **Electrocardiogram Characteristics of Black and Mixed-Race Young Brazilian Football Players: Addressing the ‘African/Afro-Caribbean Pattern’**

#### **Authors and affiliations:**

Filipe Ferrari<sup>1,2</sup>, Anderson Donelli da Silveira<sup>1,2,3</sup>, Victor F. Froelicher<sup>4</sup>, Ricardo Stein<sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup> Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>2</sup> Exercise Cardiology Research Group (CardioEx), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>3</sup> Science, Health and Performance Department, Grêmio Foot-Ball Porto Alegrense, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>4</sup> Stanford University, Department of Cardiovascular Medicine, Palo Alto, CA, United States of America

<sup>5</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Internal Medicine Department, Porto Alegre, RS, Brazil

#### **Corresponding Author:**

Professor Ricardo Stein, MD, ScD

Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Largo Eduardo Zaccaro Faraco, Rua Ramiro Barcelos 2350 – Serviço de Fisiatria – Térreo. ZIP Code: 90035-903, Porto Alegre, RS – Brazil.

Email: rstein@cardiol.br

Compelling evidence underscores the influence of ethnicity on cardiovascular adaptations in athletes, particularly highlighting a distinct African/Afro-Caribbean electrocardiogram (ECG) pattern.<sup>1</sup> This pattern is characterized by T-wave inversion (TWI) in leads V1-V4, preceded by convex ST-segment elevation on the 12-lead ECG. Although this repolarization pattern may overlap with some others observed in patients with cardiomyopathy, this specific ECG finding is considered benign and quite common in Black athletes, with a striking prevalence reaching 19% in elite Ghanaian footballers,<sup>2</sup> and 13% among Black athletes across 25 sporting disciplines in the United Kingdom and France.<sup>1</sup> While the International Criteria for ECG in athletes acknowledge this specific ECG pattern as normal in Black/Afro-Caribbean individuals,<sup>3</sup> its prevalence and potential clinical implications for Black and Mixed-race young Brazilian football players (YBFP) lack investigation. Note that the Mixed-race individual has ethnic ancestries resulting from a mixture of heritages, including Black people. Therefore, the prevalence and clinical significance of the African/Afro-Caribbean pattern in these athletes should be investigated. In this study, we aim to explore the prevalence of this pattern in Black and Mixed-race ethnicities and evaluate athletes by transthoracic echocardiogram (TTE) findings.

The study received approval from the Research Ethics Committee of the Research and Graduate Group of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil (GPPG-HCPA; number: 2019-0050), in compliance with Resolution No. 466/12 of the Brazilian National Health Council. From September 2002 to December 2023, a total of 1,627 Black and 2,004 Mixed-race YBFP underwent preparticipation cardiovascular screening across 82 professional clubs in all geographical regions of Brazil (**Figure S1**). The researchers determined ethnicity by assessing skin color and phenotypic characteristics,

including nose shape and hair texture. Racial identity data were collected and categorized as Mixed-race or Black. Athletes who had a combination of skin tones between White or Yellow and Black or Indigenous were specifically categorized as “Mixed-race”.<sup>4</sup>

Standard ECGs were conducted using either a Wincardio System (Micromed, DF, Brazil) or a digital ECG PC (TEB, version 5.0, MG, Brazil). The ECG analysis was performed with a paper speed of 25 mm/s and a voltage of 10 mm/mV. The TTEs were conducted using ultrasound machines, such as the Affiniti 30, 70 or CX 50 (Philips, USA). All ECG interpretations were carried out by two experienced sport cardiologists. The Poisson regression model with robust variance, adjusted for age, was used to compare the prevalence of ECG parameters between ethnicities. Statistical analyses were performed using R software, v.4.3.2.

Among Black athletes, the median age was 19 years (IQR, 17–24), whereas for Mixed-race athletes, it was 18 years (IQR, 16–23). **Table S1** shows the detailed demographic characteristics of the YBFP. Black YBFP showed a higher prevalence of the African/Afro-Caribbean pattern compared with Mixed-race YBFP (1.8% vs. 0.3%, respectively) with a 5.96 prevalence ratio (PR) (95% confidence interval [CI], 2.47 to 14.36;  $P = 0.000006$ ) (**Figure 1**). **Figure S2** shows ECGs of two YBFP with this pattern.

In terms of ECG parameters, the prevalence of TWI in leads II and aVF did not differ between Black and Mixed-race YBFP (2.6% vs. 2.0%, respectively; adjusted PR: 1.29; 95%CI, 0.84 to 1.98;  $P = 0.24$ ). However, in comparison with their Mixed-race



counterparts, Black players exhibited a higher prevalence of TWI in lead V5 (2.9% vs. 1.5%, respectively; adjusted PR: 1.92; 95%CI, 1.22 to 3.03;  $P = 0.005$ ) and in lead V6 (2.1% vs. 1.2%, respectively; adjusted PR: 1.74; 95%CI, 1.03 to 2.93;  $P = 0.04$ ). Furthermore, Black players also had a higher prevalence of left ventricular hypertrophy, first-degree atrioventricular block, and early repolarization compared to Mixed-race players (**Table 1**). Concerning TTEs, only one Black athlete exhibited an interventricular septum measuring 13 mm. Among Mixed-race athletes, none had an interventricular septum exceeding 11 mm. Overall, the TTE findings were normal in both groups (**Table S2**).

Consistent with findings from previous studies on Black athletes, we observe a significantly higher prevalence of anterior TWI in Black YBFP than in Mixed-race YBFP. Nevertheless, this prevalence is notably lower than that reported in African and British Black athletes. Additionally, the prevalence of this ECG pattern in Mixed-race YBFP is significantly lower than in British Mixed-race athletes (0.3% vs. 2%, respectively).<sup>5</sup> This finding likely reflects Brazil's long history of interethnic admixture, resulting in a more diverse genetic background compared with some other Black populations. Furthermore, this study revealed a notably increased frequency of this pattern in Black YBFP compared with Mixed-race YBFP.

To further elucidate the prevalence and significance of the African/Afro-Caribbean pattern among Black and Mixed-race athletes in Brazil, future research should (1) conduct a prevalence study investigating athletes across a wide range of sports disciplines, encompassing both male and female participants, (2) incorporate more comprehensive cardiovascular assessments, including advanced imaging modalities

such as cardiac magnetic resonance, and (3) employ a longitudinal design to track changes and outcomes over time.

The immense popularity of football in Brazil, with over 1,276 registered clubs in 2022,<sup>6</sup> was the reason for evaluating the African/Afro-Caribbean ECG pattern in young football players. Additionally, football in Brazil serves as a vital pipeline for young talent, as evidenced by its emergence as the world's top exporter of players in the 2022-23 season.<sup>7</sup> This prominence underscores the significant need for this type of research. As part of our investigation into the YBFP-associated African/Afro-Caribbean ECG pattern, we identified distinct ECG features, including TWI, left ventricular hypertrophy, first-degree atrioventricular block, and early repolarization, with a more pronounced presence in Black athletes compared to Mixed-race athletes. In conclusion, this knowledge can help reduce misdiagnosis and provide more personalized guidelines for this population.

### **Author contributions**

F.F, A.D.S, and R.S.: data collection and draft manuscript; V.F.F. and R.S.: supervision and final approval; F.F.: statistical analysis; F.F., A.D.S, V.F.F., and R.S.: formal analysis and supervision. All authors approved the final manuscript.

### **Funding**

This study was partially supported by the Hospital de Clínicas de Porto Alegre Research Incentive Fund (FIPE-HCPA), Porto Alegre, Brazil, and by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Funding Code 001.

### **Conflict of interest**

The authors declare no potential conflicts of interest concerning the research, authorship, and/or publication of this article. Filipe Ferrari receives financial support from Coordination for the Improvement of Higher Education (CAPES). Ricardo Stein is an Established Investigator of the Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), Brasília, Brazil.

### **Data availability**

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author on reasonable request.

### **References**

1. 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;32:2304-13.
2. Pambo P, Adu-Adadey M, Agbodzakey H, Scharhag J. Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Elite Ghanaian Male Soccer Players. *Clin J Sport Med* 2021;31:e373-e379.
3. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med* 2017;51:704-731.
4. Osório RG. O sistema classificatório de "cor ou raça" do IBGE. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2003:1-53.

5. Malhotra A, Oxborough D, Rao P, Finocchiaro G, Dhutia H, Prasad V, et al. Defining the Normal Spectrum of Electrocardiographic and Left Ventricular Adaptations in Mixed-Race Male Adolescent Soccer Players. *Circulation* 2021 143:94-96.
6. Confederação Brasileira de Futebol. Available at: <https://www.cbf.com.br/a-cbf/informes/index/em-alta-cbf-registrou-1-276-clubes-em-2022>. Accessed December 17, 2023.
7. CNN ESPORTES. Available at: <https://www.cnnbrasil.com.br/esportes/brasil-e-o-pais-que-mais-exportou-jogadores-de-futebol-em-2022-23-veja-ranking/>. Accessed December 10, 2023.



**Table 1.** ECG-12 Parameters of Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players.

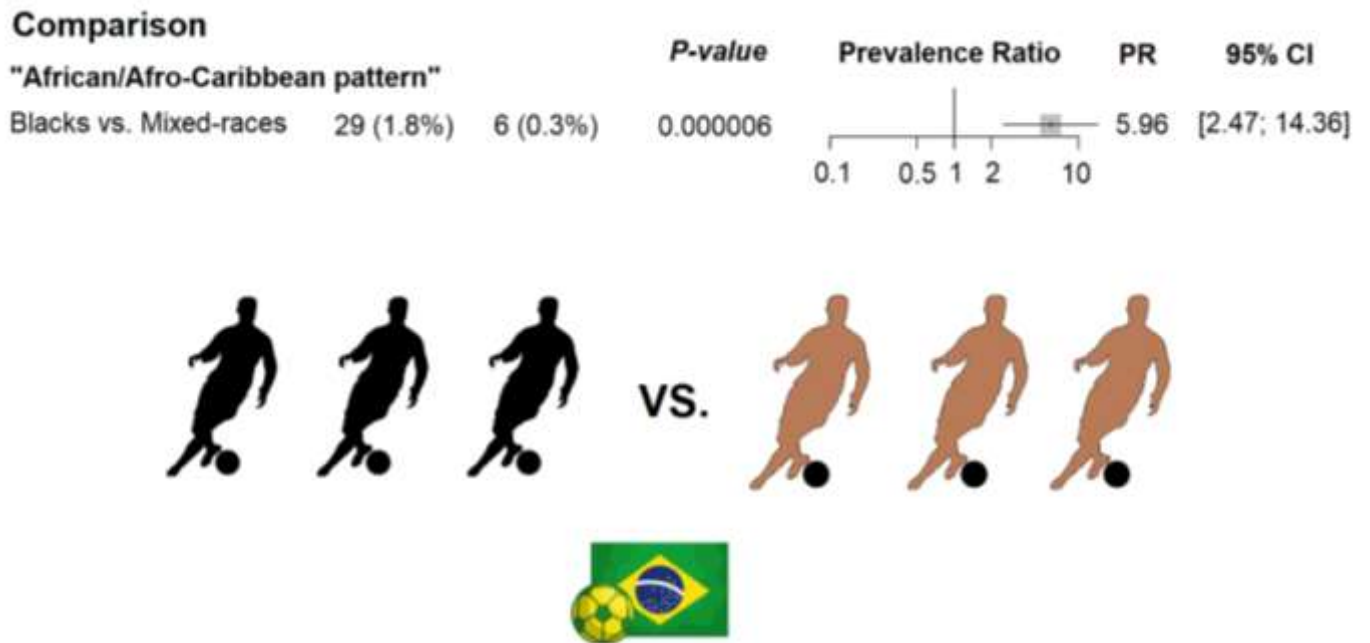
Parameter	Black athletes (N = 1,627)	Mixed-race athletes (N = 2,004)	PR (95%CI), and P-value
Sinus rhythm (%)	1.574 (96.7)	1.937 (96.7)	Black vs. Mixed-race: 1.00 (0.93 to 1.07); <i>P</i> = 0.98
Sinus bradycardia (%) <sup>‡</sup>	822 (50.5)	1.005 (50.1)	Black vs. Mixed-race: 1.00 (0.90 to 1.11); <i>P</i> = 0.96
LV hypertrophy (%) <sup>*</sup>	677 (41.6)	683 (34.1)	Black vs. Mixed-race: 1.22 (1.10 to 1.37); <b><i>P</i> = 0.0001</b>
Early repolarization (%) <sup>†</sup>	783 (48.1)	811 (40.5)	Black vs. Mixed-race: 1.19 (1.07 to 1.31); <b><i>P</i> = 0.0006</b>
Incomplete RBBB (%)	160 (9.8)	229 (11.4)	Mixed-race vs. Black: 1.17 (0.95 to 1.43); <i>P</i> = 0.13
Complete RBBB (%)	7 (0.4)	11 (0.6)	Mixed-race vs. Black: 1.28 (0.49 to 3.31); <i>P</i> = 0.60
First-degree AV block (%)	66 (4.1)	54 (2.7)	Black vs. Mixed-race: 1.49 (1.04 to 2.14); <b><i>P</i> = 0.03</b>
TWI in leads II and aVF (%)	43 (2.6)	41 (2.0)	Black vs. Mixed-race: 1.29 (0.84 to 1.98); <i>P</i> = 0.24
TWI in leads V1-V4 (%)	29 (1.8)	6 (0.3)	Black vs. Mixed-race: 5.96 (2.47 to 14.36); <b><i>P</i> &lt; 0.0001</b>
TWI in lead V5 (%)	47 (2.9)	30 (1.5)	Black vs. Mixed-race: 1.92 (1.22 to 3.03); <b><i>P</i> = 0.005</b>
TWI in lead V6 (%)	34 (2.1)	24 (1.2)	Black vs. Mixed-race: 1.74 (1.03 to 2.93); <b><i>P</i> = 0.04</b>

AV: Atrioventricular; CI: Confidence interval; LV: Left ventricular; PR: Prevalence ratio; RBBB: Right bundle branch block; TWI: T-wave inversion;

<sup>‡</sup> < 60 beats per minute; <sup>\*</sup> Sokolow-Lyon criteria (SV1 + RV5 or V6 > 35 mm); <sup>†</sup> In the inferior and/or lateral leads.



**Figure 1.** Prevalence of ‘African/Afro-Caribbean pattern’ in Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players.





## Electronic Supplemental Material

### ECG Characteristics of Black and Mixed-Race Young Brazilian Football Players: Addressing the “African/Afro-Caribbean Pattern”

#### Table of contents

**Table S1.** Demographic Characteristics of Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players.

**Table S2.** Transthoracic Echocardiogram Characteristics of Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players with ‘African/Afro-Caribbean pattern’.

**Figure S1.** States Included in the Study.

**Figure S2.** ECGs demonstrating the ‘African/Afro-Caribbean pattern’ in Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players.

**Table S1.** Demographic Characteristics of Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players.

<b>Characteristic</b>	<b>Black athletes (N = 1,627)</b>	<b>Mixed-race athletes (N = 2,004)</b>
Age (y)	19 (17–24)	18 (16–23)
Height (cm)	179 ± 8	177 ± 8
Weight (kg)	73 ± 8	71 ± 9
Goalkeeper (N)	85	135
Centre-back (N)	385	329
Wing-back (N)	236	288
Midfielder (N)	447	677
Forward (N)	474	575

Age: data expressed as median (IQR); Height and Weight: data expressed as mean ± standard deviation.

**Table S2.** Transthoracic Echocardiogram Characteristics of Black and Mixed-race Young Brazilian Football Players with “African/Afro-Caribbean pattern.”

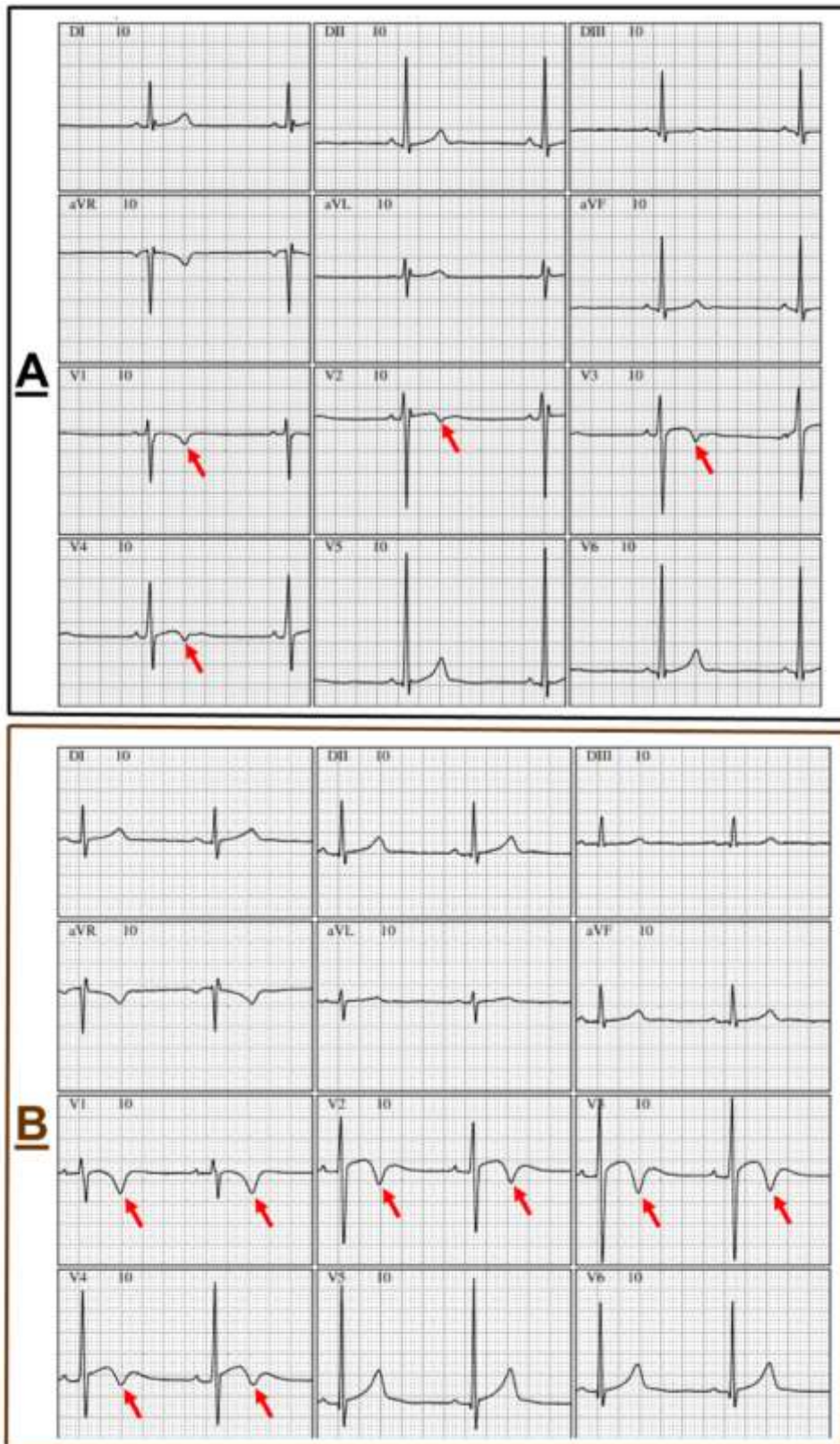
<b>Parameter</b>	<b>Black athletes (N = 29)</b>	<b>Mixed-race athletes (N = 6)</b>
LA diameter (cm)	3.5 ± 0.4	3.4 ± 0.2
Ao diameter (cm)	3.3 ± 0.4	3.1 ± 0.2
LVED diameter (cm)	5.1 ± 0.3	4.8 ± 0.5
LVES diameter (cm)	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.2
End-diastolic volume (ml)	136.03 ± 22.0	107.5 ± 7.8
End-systolic volume (ml)	43.8 ± 9.8	33.5 ± 6.4
Right ventricular diameter (cm)	2.5 ± 0.4	2.2 ± 0.6
LV mass (g)	178.1 ± 53.4	171.3 ± 25.6
Interventricular septum (mm)	9.8 ± 1.5	8.8 ± 0.8
Posterior wall thickness (mm)	9.4 ± 1.4	8.6 ± 0.9
Ejection fraction (%)	67.2 ± 4.4	69.1 ± 2.6

Data expressed as mean ± standard deviation. LA: Left atrium; Ao: Aortic; LVED: Left ventricular end-diastolic; LVES: Left ventricular end-systolic; LV: Left ventricular.

**Figure S1.** States Included in the Study.



**Figure S2.** ECGs demonstrating the African/Afro-Caribbean pattern in Black Young Brazilian Football Player (A) and Mixed-race Young Brazilian Football Player (B).



Electrocardiograms of two Brazilian football players participating in the 2023 Brazilian Football Championship: (A) 30-year-old Black player, and (B) 17-year-old Mixed-race player. Both players demonstrate T-wave inversion (red arrows) confined to leads V1-

V4, preceded by convex ST-segment elevation, suggestive of the “African/Afro-Caribbean pattern”.

## 6. ARTIGO II

### **Imaging Associations Enhance the Understanding of ECG Abnormalities in Male Brazilian Football Players:**

#### **Findings from the B-Pro Foot ECG**

##### **Autores:**

Filipe Ferrari

Anderson Donelli da Silveira

Patrícia Klarmann Ziegelmann

Haroldo Christo Aleixo

Guilherme Dalcin Dilda

Luiz Gustavo Marin Emed

Flávia Costa Oliveira Magalhães

Fernando Bianchini Cardoso

Henrique Custório da Silva

Felipe Eduardo Fernandes Guerra

Luciano Gualberto Soares

Fernando Bassan

Fabício Braga

Artur Haddad Herdy

Victor F. Froelicher

Ricardo Stein

Estudo publicado no **British Journal of Sports Medicine**

**Fator de Impacto:** 18,6

**Data de publicação:** 15 de abril de 2024

**doi:** [doi.org/bjsports-2023-108053](https://doi.org/bjsports-2023-108053)

## ORIGINAL ARTICLE

### **Imaging Associations Enhance the Understanding of Electrocardiogram Abnormalities in Male Brazilian Football Players: Findings from the B-Pro Foot ECG Study**

#### **Authors and affiliations:**

Filipe Ferrari<sup>1,2</sup>, Anderson D. da Silveira<sup>1,2,3</sup>, Patrícia K. Ziegelmann<sup>1,4</sup>, Haroldo C. Aleixo<sup>5</sup>, Guilherme D. Dilda<sup>6</sup>, Luiz G. M. Emed<sup>7</sup>, Flávia C. O. Magalhães<sup>5</sup>, Fernando B. Cardoso<sup>8</sup>, Henrique C. da Silva<sup>9</sup>, Felipe E. F. Guerra<sup>10</sup>, Luciano G. Soares<sup>11</sup>, Fernando Bassan<sup>12</sup>, Fabrício Braga<sup>13</sup>, Artur H. Herdy<sup>14</sup>, Victor F. Froelicher<sup>15</sup>, Ricardo Stein<sup>1,2,16</sup> for the B-Pro Foot ECG Collaborators

<sup>1</sup> Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>2</sup> Exercise Cardiology Research Group (CardioEx), Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>3</sup> Science, Health and Performance Department, Grêmio Foot-Ball Porto Alegrense, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>4</sup> Graduate Program in Epidemiology, Department of Statistics, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>5</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil

<sup>6</sup> Sociedade Esportiva Palmeiras, São Paulo, SP, Brazil

<sup>7</sup> Instituto de Neurologia de Curitiba, Curitiba, PR, Brazil

<sup>8</sup> Cardiofit Campinas, Campinas, SP, Brazil

<sup>9</sup> Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brazil

<sup>10</sup> Clínica Biocardio, Natal, RN, Brazil

<sup>11</sup> Clínica Biocorfit Reabilitação Cardíaca Pulmonar e Metabólica, Goiânia, GO, Brazil

<sup>12</sup> Instituto Nacional de Cardiologia, Rio de Janeiro, RJ, Brazil



<sup>13</sup> Laboratório de Performance Humana, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>14</sup> Instituto de Cardiologia de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil

<sup>15</sup> Stanford University, Department of Cardiovascular Medicine, Palo Alto, CA, United States of America

<sup>16</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Internal Medicine Department, Porto Alegre, RS, Brazil

**Corresponding Author:**

Professor Ricardo Stein, MD, ScD

Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Largo Eduardo Zaccaro Faraco, Rua Ramiro Barcelos 2350 - Serviço de Fisiatria -Térreo. Postal Code: 90035-903, Porto Alegre, RS – Brazil.

E-mail: rstein@cardiol.br

## **Abstract**

### **Objectives**

To evaluate the prevalence of abnormal electrocardiogram (ECG) findings and their association with imaging results in male Brazilian football players.

### **Methods**

The “B-Pro Foot ECG” is a multicenter observational study conducted in 82 Brazilian professional clubs. It analyzed 6,125 players aged 15-35 years (2,496 white, 2,004 mixed-race, and 1,625 black individuals) who underwent cardiovascular screening from 2002- 2023. All ECGs were reviewed by two experienced cardiologists in the athlete’s care. Those with abnormal findings underwent further investigations, including a transthoracic echocardiogram (TTE). Cardiac magnetic resonance (CMR) was subsequently performed based on TTE findings or clinical suspicion.

### **Results**

In total, 180 (3%) players had abnormal ECGs and 176 (98%) showed normal TTE results. Athletes aged 26-35 years had a higher prevalence of abnormal ECGs than younger athletes (15-25 years). Black players had a higher prevalence of T-wave inversion (TWI) in the inferior leads than white players (2.6% vs. 1.4%;  $P = 0.005$ ), as well as in V5 (2.9%) and V6 (2.1%) compared to white (1.2% and 1.0%;  $P < 0.001$ ) and mixed-race (1.5% and 1.2%;  $P < 0.05$ ) players, respectively. TTE parameters were similar across ethnicities. However, four out of 75 players with inferolateral TWI showed abnormal TTEs and CMR findings consistent with cardiomyopathies. CMR also showed cardiomyopathies or myocarditis in four players with inferolateral TWI and normal TTEs. In total, nine (0.1%) athletes were diagnosed with cardiac diseases and were followed for  $40 \pm 30$  months, with no cardiac events documented.

### **Conclusion**

This study found a 3% prevalence of abnormal ECGs in male Brazilian football players. Inferolateral TWI was associated with cardiac pathologies confirmed by CMR, even in athletes with a normal TTE.

**Keywords:** Electrocardiogram; Athletes; Screening; Cardiomyopathy.

## **WHAT IS ALREADY KNOWN ON THIS TOPIC**

- Black athletes are more likely to have abnormal ECG findings, such as T-wave inversion, than white athletes.
- Athletes of African/Afro-Caribbean descent show a higher prevalence of echocardiographic left ventricular hypertrophy than white athletes.
- ECG research has focused on individuals of European or African descent and with limited data in other ethnicities.

## **WHAT THIS STUDY ADDS**

- This multicenter observational study is the first extensive investigation of abnormal ECG results and their association with advanced cardiac imaging in male Brazilian football players of different ethnicities.
- In male Brazilian football players with inferolateral T-wave inversion on their ECG, a normal transthoracic echocardiogram does not exclude cardiac pathology that can be identified by cardiac magnetic resonance.

## **HOW THIS STUDY MIGHT AFFECT RESEARCH, PRACTICE, OR POLICY**

- This study demonstrated the ECG profile of an ethnically diverse male Brazilian athletic population, demonstrating a low (3%) overall rate of ECG abnormalities.
- Cardiac magnetic resonance imaging is needed to adequately evaluate athletes with inferolateral T-wave inversion in their ECG.

## **Introduction**

The role of preparticipation cardiovascular screening in identifying underlying cardiovascular diseases and preventing sudden cardiac death in athletes is pivotal. Typically, this screening involves a 12-lead resting electrocardiogram (ECG) and may require additional testing, such as transthoracic echocardiogram (TTE) or, in some cases, cardiac magnetic resonance (CMR).<sup>1</sup> An “athlete's heart” may display structural and electrical cardiac adaptations considered physiologic and related to regular exercise.<sup>2</sup> Athletes may also have underlying cardiac conditions associated with sudden cardiac death, including cardiomyopathies and channelopathies.<sup>2</sup>

For over four decades, Italy has pioneered the implementation of a national preparticipation exam (PPE), including an ECG. The evidence collected underscores the key role of the ECG in identifying cardiac diseases at risk of potentially life-threatening arrhythmias. This initiative has contributed to a remarkable 89% reduction in mortality among young competitive athletes under 35 years.<sup>3,4</sup> However, it is essential to acknowledge that factors such as ethnicity can influence the interpretation of an athletes' ECG.<sup>5</sup>

The study of the ECG in male Brazilian football players holds paramount importance for several reasons. Firstly, football is the most widely practiced and popular sport in Brazil, with the Brazilian Football Confederation consisting of 1,276 clubs in 2022.<sup>6</sup> Furthermore, as the International Centre for Sports Studies highlighted, Brazil became the leading exporter of football players in the world during the 2022-23 season.<sup>7</sup> This position underscores the importance of understanding the distinct characteristics of Brazilian players' ECGs. Secondly, Brazil represents a highly diverse country,<sup>8</sup>

encompassing a population with numerous races and ethnicities. This diversity implies that Brazilian athletes may show unique peculiarities that could potentially influence and impact their ECG results. Thirdly, existing guidelines for interpreting athlete ECGs disregard individuals of mixed-race ethnicity.<sup>1</sup> The absence of dedicated considerations for this ethnic group means that the evaluation of these players often relies on extrapolating information from studies done in other regions and in athletes of other ethnic and racial backgrounds. Therefore, conducting a comprehensive study on the ECGs of male Brazilian football players will inform more inclusive and accurate guidelines for the PPE.

## **Methods**

### **Study Design and Data Sources**

The B-Pro Foot ECG is a multicenter observational study conducted across all five geographical regions of Brazil (18 states and 56 cities per **Table S1**). This study involved collecting PPE data from players who underwent cardiovascular screening across 82 professional football clubs from February 18, 2002, to September 18, 2023 (**Figure 1**). The sample came from all 20 first-division football teams and 18 out of 20 second-division football teams participating in the 2023 Brazilian football championship. This study followed the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) reporting guidelines.

The International Federation of Football Association and the Brazilian Football Confederation adhere to policies endorsing an annual PPE for every athlete from federated clubs. This screening encompasses a cardiovascular-focused history, physical examination, and an ECG. Athletes with abnormal ECG findings suggesting pathologies

underwent further investigation at the discretion of the club's physician. This included TTE to rule out cardiomyopathies and other structural abnormalities. CMR imaging was reserved for athletes with abnormal TTE results, and a few clubs routinely performed CMR, regardless of TTE findings, when inferolateral T-wave inversion (TWI) was identified. Notably, some well-funded Brazilian clubs perform TTE on all athletes, irrespective of initial screening results. For athletes with multiple PPE assessments across years, only the most recent data was used. To ensure a comprehensive evaluation and avoid underestimating cardiac disease prevalence, for athletes with a cardiac diagnosis we restricted our analysis to PPE data closest to the diagnosis date. Additionally, only TTE data from athletes with abnormal ECG findings were included. Athletes diagnosed with cardiac disease were followed until December 31, 2023, starting from their diagnosis date.

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Research and Postgraduate Group of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil (GPPG-HCPA; number: 2019-0050) and complies with Resolution no. 466/12 of the National Health Council.

### **Participants**

All subjects were males aged from 15 to 35 years who engaged in professional football. Additional recorded information included ethnicity, height, body weight, body mass index (BMI), and field position. Key exclusion criteria comprised foreign nationalities or players lacking important demographic information, such as age or ethnicity. Ethnicity was determined by examination of skin color and phenotypic characteristics, such as nose shape and hair texture, gathering data on individuals' racial identities.

Athletes displaying a blend of skin colors between white or yellow and black or indigenous were categorized as “mixed-race”.<sup>9</sup>

### **12-lead Resting ECG**

Standard ECGs were conducted using either a Wincardio System (Micromed, DF, Brazil), EP 12 digital apparatus (Dixtal, SP, Brazil), or a digital ECG PC (TEB, version 5.0, MG, Brazil). The ECG analysis was performed with a paper speed of 25 mm/s and a voltage of 10 mm/mV, using the latest international expert’s consensus for interpreting athlete ECGs.<sup>1</sup> The prevalence of specific abnormal ECG patterns in players from various ethnicities was compared, and their associations with TTE and CMR findings explored. The prevalence of abnormal ECGs was further examined by age group and field position. The initial interpretation of the ECGs was conducted by a researcher (F.F.) with extensive training and experience in athlete ECG interpretation. Subsequently, two cardiologists with expertise in sports cardiology (A.D.S. and R.S.) independently assessed the ECGs, blinded to athlete characteristics. Any discrepancies in interpretation (below 2%) were resolved by consensus. To ensure the precise analysis of parameters such as wave durations, amplitudes, axes, segments, J-point, and intervals, the ECGs were scanned and magnified on a computer. All variables were recorded on a Microsoft Excel spreadsheet.

ECGs were considered abnormal based on the International Criteria for ECG interpretation in athletes, including the presence of two or more borderline ECG criteria.<sup>1</sup> For detailed information regarding the criteria used to classify any ECG changes as “abnormal,” refer to **Table S2**.

### **Transthoracic Echocardiogram**

TTE was conducted using ultrasound machines, including Affiniti 30 (Philips, USA), Affiniti 70 (Philips, USA), Philips CX 50 (Philips, USA), EnVisor C HD (Philips, USA), or ATL Ultramark 8 or 9 equipment (Bothell, USA). The exam was performed by cardiologists with experience in athlete TTE. First, the athletes are positioned in lateral decubitus and the standard measurements were obtained using the two-dimensional mode parasternal view. The ejection fraction was calculated using the Teicholz method, determined by the ratio of the difference between the left ventricular end-diastolic dimension and the left ventricular end-systolic dimension to the left ventricular end-diastolic dimension. To calculate left ventricular mass, the Devereux formula was used as indexed to body surface area.<sup>10</sup> All TTE were analyzed by two independent cardiologists (A.D.S and R.S.).

### **Cardiac Magnetic Resonance Imaging**

CMR imaging was used to evaluate potential hypertrophic cardiomyopathy (HCM) and myocarditis. Scans were conducted using cine-magnetic resonance imaging and delayed-enhancement gadolinium-enhanced imaging. The segmental analysis followed the conventional American Heart Association (AHA) 17-segment model,<sup>11</sup> and cavity measurements were based on Kawel-Boehm et al.<sup>12</sup> All CMR examinations were carried out in specialized centers.

### **Statistical Analyses**

Continuous variables were described as means  $\pm$  standard deviations or medians and quartiles when appropriate, whereas categorical variables were presented as frequencies and percentages. The Shapiro-Wilk test and visual analysis (histograms) were used to



assess distribution normality. Poisson's regression model with robust variance was used to assess potential associations between abnormal ECG patterns and demographic factors (age, ethnicity, and BMI). Association results were expressed as prevalence ratios (PR) with a 95% confidence interval (CI). Factors with an association  $<0.20$  in univariable models were included in the multivariable model, and a  $P$  value  $<0.05$  was considered significant in the multivariable model (and thus maintained in it). Statistical analyses were performed using R, v.4.3.2. The statistical analysis and presentation are consistent with the Checklist for statistical Assessment of Medical Papers.<sup>13</sup>

### **Equity, Diversity and Inclusion Statement**

Our research team comprises researchers from the five demographic regions of Brazil. The population encompassed in our study was diverse, with age range from 15 to 35 years with three ethnicities (white, mixed-race, and black) from any socioeconomic background. Study findings may not be generalizable to female athletes or athletes from different geographic regions.

### **Results**

Of 6,125 players, 2,496 (40.8%) were white, 2,004 (32.7%) were mixed-race, 1,625 (26.5%) were black, and the median (IQR) age was 18 (16-23) years. There were 588 goalkeepers, 1,131 defenders (or center-backs), 852 wing-backs (right or left), 1,992 midfielders, and 1,562 forwards. **Table 1** shows the demographic characteristics of the players. In the entire sample, 180 (3%) athletes showed abnormal ECGs, leading to imaging exams. The most prevalent ECG abnormality was TWI, accounting for 94% of abnormal cases (170/180).

## **Abnormal ECG Changes**

### *Associated Factors with an Abnormal ECG Pattern*

Individuals in the higher age group (26 to 35 years) had a significantly higher prevalence of abnormal ECG patterns than adolescents aged 15 to 17 years (adjusted prevalence ratio [PR]: 2.01; 95%CI: 1.37 to 2.96;  $P < 0.001$ ) and those aged 18 to 25 years (adjusted PR: 1.56; 95%CI: 1.09 to 2.24;  $P = 0.02$ ). Midfielders and forwards showed a higher prevalence of abnormal ECG than goalkeepers (adjusted PR: 2.99; 95%CI, 1.39 to 6.40;  $P = 0.005$ ) and center-backs or wing-backs (adjusted PR: 1.41; 95%CI, 1.01 to 1.96;  $P = 0.04$ ). This association also remained significant after adjusting for age. However, this study found no significant associations between ethnicity, BMI, and an abnormal ECG, as indicated in **Table S3**.

### *Abnormal Training-Unrelated ECG Changes*

Black athletes exhibited a higher prevalence of inferior TWI (leads II and aVF) than white athletes (2.6% vs. 1.4%, respectively; adjusted PR: 1.9; 95%CI, 1.2 to 3.0;  $P = 0.005$ ). There was no difference in the prevalence of anterior TWI (leads V2-V4) between white and mixed-race players (0.4% vs. 0.3%, respectively;  $P = 0.73$ ). No black athlete presented TWI of V1-V4 without J-point elevation and convex ST-segment elevation, a pattern considered a normal repolarization variant in athletes of Afro-Caribbean descent.<sup>1</sup>

In our study, both white and mixed-race athletes identified as having abnormal anterior TWI, exhibited a repolarization pattern similar to black athletes ('Afro-Caribbean pattern'). In the entire sample, black players also exhibited a higher prevalence of TWI in leads V5 (2.9%) and V6 (2.1%) than their white counterparts (1.2% and 1.0%),

respectively. The adjusted PR was 2.3 (95%CI, 1.5 to 3.7;  $P < 0.001$ ) for lead V5 and 2.0 (95%CI, 1.2 to 3.3;  $P = 0.008$ ) for lead V6. Black athletes also had a higher prevalence of TWI in leads V5 and V6 than mixed-race athletes (2.9% and 2.1% vs. 1.5% and 1.2%, respectively), with an adjusted PR of 1.9 (95%CI, 1.2 to 3.0;  $P = 0.005$ ) for lead V5 and 1.7 (95%CI, 1.0 to 3.0;  $P = 0.04$ ) for lead V6. Lastly, black athletes exhibited a higher prevalence of inferolateral TWI (leads II and aVF + V5 and/or V6) compared to white athletes (adjusted PR: 1.89; 95%CI, 1.09 to 3.28;  $P = 0.02$ ) (**Table 2 and Figure 2**).

Only one athlete (0.02%) exhibited a QRS duration exceeding 140 ms (**Figure S1**) and another athlete (0.02%) had a PR interval  $\geq 400$  ms (**Figure S2**). In total, two athletes (0.03%) showed Wolff-Parkinson-White pattern (**Figure S3**) and three other athletes (0.05%) had  $\geq 2$  premature ventricular contractions (**Figure S4**). Out of the entire study population, only one athlete (0.02%) exhibited two borderline findings: complete right bundle branch block with right axis deviation (**Figure S5**). No athletes had profound bradycardia ( $< 30$  bpm), prolonged corrected QT interval, pathological Q waves, epsilon wave, Brugada type 1 pattern, left bundle branch block, Mobitz type II second-degree atrioventricular block, or third-degree atrioventricular block. **Table 3** describes the prevalence of abnormal ECG results for each group.

### **Further Cardiovascular Evaluation with Imaging Exams**

#### *Transthoracic Echocardiogram*

Of the 180 players with abnormal ECG changes, all underwent TTE. However, only four (2.2%) had abnormal TTE findings, all of which showed inferolateral TWI. The first player (black, aged 26) showed left ventricular hypertrophy, characterized by an

interventricular septum measuring 13 mm. The second player (white, aged 18) showed increased left ventricular trabeculation in the apical segments. The third player (mixed-race, aged 20) showed a slight reduction in myocardial strain with hypertrophy in the basal portion of the interventricular septum (measuring 12 mm). Finally, the fourth player (white, aged 17) had a bicuspid aortic valve with severe aortic regurgitation. Overall, TTE parameters were similar across all groups (**Table S4**).

### *Cardiac Magnetic Resonance*

A total of 18 athletes (all with inferolateral TWI) underwent CMR evaluation. Of the four players with inferolateral TWI and abnormal TTE findings (described above), one had severe aortic regurgitation and required no CMR. The remaining three underwent CMR. The first player with a 13 mm interventricular septum on TTE demonstrated apical HCM (16 mm) on CMR imaging (**Figure 3A**). The second player exhibited definitive left ventricular non-compaction cardiomyopathy on CMR (**Figure 3B**). This diagnosis was based on several findings: prominent trabeculations in the apical and midventricular segments, a non-compacted to compacted myocardium thickness ratio exceeding 2.3 during end-diastole, non-compacted myocardial mass greater than 25%, and a non-compacted myocardial mass index exceeding 15 g/m<sup>2</sup>. The third player with slightly reduced myocardial strain and hypertrophy in the basal portion of the interventricular septum on TTE had a normal CMR consistent with “athlete’s heart”.

Among the four players with inferolateral TWI patterns despite normal TTE results, CMR showed specific pathologies: a 30-year-old black player was diagnosed with HCM with a septal thickness of 15 mm and areas of fibrosis (**Figure 4A**); a 24-year-old black player showed myocarditis in the apical segments, demonstrated by late

gadolinium enhancement (**Figure 4B**); a 35-year-old white player showed HCM (**Figure S6A**). Additionally, an 18-year-old white athlete was diagnosed with an apical non-compaction cardiomyopathy. He fulfilled the same diagnostic criteria as the previously described case (**Figure S6B**).

### **Interventions and Outcomes**

In summary, nine athletes (0.1%) were diagnosed with cardiac diseases associated with sudden cardiac death and were subsequently followed for a mean duration of  $40.3 \pm 29.5$  months. Among them, two white athletes with a Wolff-Parkinson-White ECG pattern underwent catheter ablation with successful resolution of ventricular pre-excitation before returning to competitive activities. The player with a bicuspid aortic valve and severe aortic regurgitation underwent valve replacement surgery and later resumed playing football, albeit at an amateur level. The two white players with non-compaction cardiomyopathy opted to continue playing professionally, experiencing no adverse events during the study period. The player diagnosed with HCM and areas of fibrosis received advice against participation in competitive football, leading to his decision to end his professional career. The player with apical HCM, showing no signs of fibrosis on the CMR, continued to compete following a shared decision-making process. Notably, genetic testing using new generation sequencing method with a library of 104 genes related to HCM showed no related genetic variants. In another case of HCM, in which an athlete had slight junctional fibrosis detected on the CMR, he continued to compete, with recommended regular CMR follow-up every 6-12 months. Lastly, the CMR imaging of a player diagnosed with myocarditis indicated the presence of late gadolinium enhancement in apical segments of the myocardium with systolic function and cavity volumes of both ventricles within normal limits. The athlete was

temporarily removed from competitive activities (six months) and successfully returned to competitive football without experiencing any adverse cardiac events. No potentially lethal ventricular arrhythmias or cases of sudden cardiac arrest occurred in this sample during the study period.

## **Discussion**

To our knowledge, this research marks the first and largest multi-ethnic sample study to investigate the prevalence of abnormal ECG findings and their association with imaging results in male Brazilian football players.

Due to the growing importance of ethnicity as a potential determinant of cardiovascular changes in athletes, it becomes crucial to investigate and understand these patterns among Brazilian athletes of diverse ethnic backgrounds. Thus, this study sheds light on the unique cardiovascular profiles within this ethnically diverse athletic population. Such investigations are essential for informed decision-making, especially in the context of PPE screening in athletes. Our principal findings indicate that (1) the prevalence of abnormal ECGs in male Brazilian football players was 3%; (2) black players showed a higher prevalence of TWI in V5/V6 than white and mixed-race players; (3) nine athletes (0.1%) were diagnosed with serious cardiac disorders, including HCM, non-compaction cardiomyopathy, Wolff-Parkinson-White pattern, bicuspid aortic valve and severe valvar regurgitation, and myocarditis; and (4) in male Brazilian football players with inferolateral TWI on the ECG, a routine TTE with normal results fails to exclude the possibility of underlying pathologic cardiac conditions.

This study found differences according to ethnicity in the prevalence of TWI. Consistent with previous studies,<sup>14-16</sup> we found that black athletes had a higher prevalence of TWI in the inferior, anterior, and lateral leads than white athletes. Mixed-race and white players showed no significant differences in TWI occurrence, a novel finding of this study. Furthermore, while the presence of inferior TWI occurred more commonly in black athletes than in white athletes (2.6% vs. 1.4%, respectively;  $P = 0.005$ ), black and mixed-race athletes showed no significant differences (2.6% vs. 2.0%, respectively;  $P = 0.24$ ). This finding is consistent with results from Malhotra et al.,<sup>17</sup> indicating a similar prevalence of inferior TWI in mixed-race and black athletes.

Among black athletes in our sample, we observed a 2.1% prevalence of TWI in leads V5-V6. Notably, this percentage appears lower when compared to the prevalence of lateral TWI in black Africans, such as elite Ghanaian male football players (approximately 9%),<sup>18</sup> and differs from black athletes in the United Kingdom and France, in which the prevalence of lateral TWI is reported to be 4.1%.<sup>5</sup> The reasons for these disparities remains uncertain but may be attributed to ethnic diversity within the highly mixed Brazilian population. Our findings revealed a significantly lower prevalence of anterior TWI preceded by J-point elevation and convex ST-segment elevation in both white (0.4%) and mixed-race athletes (0.3%) compared to black athletes (1.8%). In our study, white and mixed-race athletes with this anterior TWI pattern also had a normal TTE. While few studies suggest this pattern is normal in mixed-race<sup>17</sup> or white athletes,<sup>19</sup> further long-term longitudinal studies are warranted to confirm this hypothesis.

Imaging studies have shown that black athletes often exhibit greater left ventricular wall thickness on TTE than white players.<sup>5</sup> A large-scale study of competitive athletes revealed a higher prevalence of potentially abnormal TWI in Afro-Caribbean athletes compared to white athletes.<sup>20</sup> Furthermore, some athletes with TWI exhibited cardiac abnormalities linked to sudden cardiac death.<sup>20</sup> We found four male Brazilian players with inferolateral TWI and normal TTE results. However, CMR showed potentially dangerous cardiac conditions. Given these findings, additional CMR testing is recommended to obtain a more comprehensive assessment in athletes with inferolateral TWI, even if TTE results appear normal.

Consistent with our results, a previous study also supports the limitation of TTE in identifying cardiac disorders in athletes displaying inferolateral TWI.<sup>20</sup> Notably, among the 69 athletes with pathological TWI and diagnosed with cardiac diseases, 14 showed normal TTE results at the initial evaluation. Indeed, the International Criteria for ECG interpretation in athletes supports routine CMR imaging for athletes with lateral or inferolateral TWI on ECG.<sup>1</sup>

In our sample there is a positive association between increasing age and prevalence of abnormal ECG patterns in male Brazilian players. Particularly, older athletes (aged 26 to 35 years) showed a higher prevalence of abnormal ECGs than did those aged 15 to 17 years and 18 to 25 years. These data suggest that the cumulative effect of higher training loads and physical efforts over the years may influence the ECG patterns in male Brazilian players. Consistent with these findings, a study involving 519 NBA basketball athletes showed that individuals aged 27 to 39 years had a significantly higher prevalence of abnormal ECG results than those in the 18 to 22 age group (23% vs. 9%;



odds ratio: 2.9; 95% CI, 1.6 to 5.4;  $P < 0.001$ ).<sup>21</sup> We also observed that midfielders and forwards showed a higher prevalence of abnormal ECG results than goalkeepers, center-backs, or wing-backs. The increased frequency of repetitive movements between attack and defense in these positions may induce greater cardiovascular adaptations, including left ventricular hypertrophy, thereby potentially increasing susceptibility to TWI. For instance, a study found that midfielders and forwards experience a higher average heart rate during a game than defensive players.<sup>22</sup> Taken together, these hypotheses possibly explain the observed results.

In our study, one athlete displayed a PR interval exceeding 400 ms, while another exhibited a QRS duration surpassing 140 ms. Orchard et al.,<sup>23</sup> in their research of 1,189 elite athletes engaged in over 15 sports in New Zealand, also reported a low prevalence of these occurrences (0.1%). Our study also demonstrates a low prevalence of the Wolff-Parkinson-White ECG pattern in male Brazilian players (0.03%). This is lower than findings in Malhotra et al.<sup>24</sup> showing a 0.2% prevalence of WPW pattern among 11,168 adolescent football players in the United Kingdom.

Overall, 3% of our athletes exhibited an abnormal ECG pattern, and 0.1% manifested cardiac diseases. Comparable findings were noted in studies involving athletes from various sports. For instance, MacLachlan et al.<sup>25</sup> examined 1,208 elite cricket players in England and Wales, identifying abnormal ECG patterns in 3.3% of athletes, with 0.3% diagnosed with a major cardiac condition. Another study of roughly 1,200 elite athletes in New Zealand from diverse sports revealed a similar percentage of abnormal ECGs, specifically 3.5%.<sup>23</sup>

Considerations regarding the implementation of the PPE are crucial. Highlighting the success of the Italian PPE program, which achieved a 90% reduction in mortality among young competitive athletes,<sup>3</sup> another study in Italy involving over 22,000 young individuals (median age: 12 years) with an mean follow-up of 7.5 years underscores the efficacy of repeated cardiovascular assessments.<sup>26</sup> Serial evaluations demonstrated a higher diagnostic yield for cardiovascular diseases at risk of sudden cardiac death compared to a single preventive pediatric screening.<sup>26</sup> Furthermore, another study also conducted in Italy, involving a consecutive series of 15,127 competitive athletes aged 12 to 18 years, revealed that annual cardiovascular screening increased threefold the diagnostic yield of cardiovascular diseases with the risk of sudden cardiac death compared to a single initial assessment.<sup>27</sup> It is important to highlight that PPE with ECG offers distinct advantages, including earlier detection of cardiac diseases and potentially improved survival outcomes. However, accurately interpreting ECGs in athletes necessitates physicians with expertise in modern athlete-specific ECG interpretation standards and access to relevant cardiology resources. This ensures proper evaluation of any identified ECG abnormalities during the secondary assessment phase.

Recent decades have witnessed refinements in athlete ECG interpretation criteria. However, a critical need remains to address ethnic considerations in these criteria. As highlighted in a recent editorial by Grant et al.,<sup>28</sup> tackling racial disparities in sports cardiology is essential. Our study adds valuable data to the understanding of ECG findings in a diverse population of Brazilian players.

### **What Are the Clinical Implications?**

The presence of inferolateral TWI on an athlete's ECG may signal a potential pathologic cardiac disease, even when a standard TTE shows no apparent abnormalities. This emphasizes the importance of conducting CMR in athletes with inferolateral TWI, regardless of normal findings on TTE.

### **Strengths and Limitations**

Our study is strengthened by the large sample size of male Brazilian players which exceeds prior studies with smaller and less diverse cohorts. Inclusion of individuals from different ethnic backgrounds allows for a more comprehensive understanding of ECG findings in Brazilian athletes, a population previously understudied. In this context, as Brazil is currently the leading global exporter of football players, it is important for the international sports medicine community to appreciate the characteristics of ECGs in male Brazilian football players.

It is important to acknowledge several limitations in our study. First, the exclusive focus on football player's warrants caution when generalizing to other sports across Brazil. Second, the absence of female athletes in our sample also restricts the broader applicability of our results. We excluded female athletes from this study due to the absence of an equally well-organized screening program in Brazil. Third, the decision by a club's physicians to avoid CMR evaluations for athletes with inferolateral TWI may have underestimated diagnoses related to pathologic cardiac disease. Thus, it is important to note that our data originate from examinations requested by clubs, introducing a potential selection bias. Fourth, the study exclusively targeted football players aged from 15 to 35 years, which might have underestimated the prevalence of cardiac diseases in players outside this age range. Lastly, athlete ethnicity was not self-

reported, introducing a potential influence on the results. However, it is important to acknowledge the complexities in self-attributing ethnicity among Brazilians. The classification may vary, especially for individuals with greater financial means and/or fewer traces of African ancestry.<sup>9</sup>

## **Conclusion**

In this large and diverse sample of male Brazilian football players, we observed a 3% prevalence of abnormal ECGs. Notably, this study found a higher prevalence of TWI in leads V5-V6 in black athletes than in white and mixed-race athletes. Importantly, normal TTE findings in our sample failed to exclude the presence of potentially life-threatening cardiac disease in individuals with inferolateral TWI on ECG, and CMR should be strongly considered in athletes with this markedly abnormal ECG pattern.

## **Collaborators**

The following are collaborators of B-Pro Foot ECG (Brazilian Professional Football Electrocardiogram): Ivan Zanella Arruda (Brazil), Luiz Fernando Ribeiro de Miranda Mourão (Brazil), José Nairo Júnior (Brazil), Marcelo Machado Arantes (Brazil), Márcio Dornelles (Brazil), Paulo Roberto Schvartzman (Brazil), Carla Tavares Felipe Vieira (Brazil), Rodrigo Otávio Bougleux Alô (Brazil), Valdir Torres (Brazil), Diogo Thadeu Meira (Brazil), Gabriel Faria Isfer Lima (Brazil), Frederico Porto Luciano Coimbra (Brazil), Filipe Cortez Duarte Barbosa (Brazil), Mateus Freitas Teixeira (Brazil), and Pedro Bruno Costa Murara (Brazil). All collaborators of the B-Pro Foot ECG project contributed data to this project.

## **Contributors**

Study conception and design: FF, ADdS and RS; data acquisition: FF, ADdS, HA, GDD, LGE, FCOM, FBC, HCdS, FEFG, LGS, AHH and RS; data interpretation: FF, ADdS, VF and RS; statistical analysis: FF and PKZ; manuscript writing: FF, ADdS, PKZ, HA, GDD, LGE, FCOM, FBC, HCdS, FEFG, LGS, FBa, FBr, AHH, VF and RS;

critical revision of the manuscript for intellectual content: FF, ADdS, AHH, VF and RS. RS is the guarantor.

### **Funding**

This study was partially supported by Hospital de Clínicas de Porto Alegre Research Incentive Fund (FIPE-HCPA), Porto Alegre, Brazil, and by the Coordination for the Improvement of Higher Education – Brazil (CAPES) – Funding Code 001.

### **Competing interests**

RS is an Established Investigator of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Brasília, Brazil.

### **Ethics approval**

This study involves human participants. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Research and Postgraduate Group of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil (GPPG-HCPA; number: 2019-0050). Participants gave informed consent to participate in the study before taking part.

### **Data availability statement**

Data are available upon reasonable request.

### **Patient and public involvement**

Patients and/or the public were not involved in the design, or conduct, or reporting or dissemination plans of this research.

### **References**

1. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, *et al.* International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med* 2017;**51**:704-731. doi: 10.1136/bjsports-2016-097331.
2. Palermi S, Cavarretta E, D'Ascenzi F, *et al.* Athlete's Heart: A Cardiovascular Step-By-Step Multimodality Approach. *Rev Cardiovasc Med* 2023;**24**:151. doi: 10.31083/j.rcm2405151.

3. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Pelliccia A, Thiene G. Pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol* 2008;**52**:1981-9. doi: 10.1016/j.jacc.2008.06.053.
4. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA* 2006;**296**:1593-601. doi: 10.1001/jama.296.13.1593.
5. Papadakis M, Carre F, Kervio G, *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**:2304-13. doi: 10.1093/eurheartj/ehr140.
6. Confederação Brasileira de Futebol. Available in: <https://www.cbf.com.br/a-cbf/informes/index/em-alta-cbf-registrou-1-276-clubes-em-2022>. Accessed December 8, 2023.
7. CNN ESPORTES. Available in: <https://www.cnnbrasil.com.br/esportes/brasil-e-o-pais-que-mais-exportou-jogadores-de-futebol-em-2022-23-veja-ranking/>. Accessed December 10, 2023.
8. Magalhães da Silva T, Sandhya Rani MR, de Oliveira Costa GN, *et al.* The correlation between ancestry and color in two cities of Northeast Brazil with contrasting ethnic compositions. *Eur J Hum Genet* 2015;**23**:984-9. doi: 10.1038/ejhg.2014.215.
9. Osório RG. O sistema classificatório de “cor ou raça” do IBGE. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2003:1-53.
10. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, *et al*; Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography’s Guidelines and Standards

- Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;**18**:1440-63. doi: 10.1016/j.echo.2005.10.005.
11. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, *et al*; American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging: Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002;**105**:539–542. doi: 10.1161/hc0402.102975.
12. Kawel-Boehm N, Hetzel SJ, Ambale-Venkatesh B, *et al*. Reference ranges (“normal values”) for cardiovascular magnetic resonance (CMR) in adults and children: 2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson* 2020;**22**:87. doi: 10.1186/s12968-020-00683-3.
13. Mansournia MA, Collins GS, Nielsen RO, *et al*. A checklist for statistical assessment of medical papers (the CHAMP statement): explanation and elaboration. *Br J Sports Med* 2021;**55**:1009–17. doi: 10.1136/bjsports-2020-10365.
14. Ozo U, Sharma S. The Impact of Ethnicity on Cardiac Adaptation. *Eur Cardiol* 2020;**15**:e61. doi: 10.15420/ecr.2020.01.

15. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, *et al.* Ethnic differences in left ventricular remodeling in highly-trained athletes relevance to differentiating physiologic left ventricular hypertrophy from hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2008;**51**:2256–2262. doi: 10.1016/j.jacc.2007.12.061.
16. Malhotra A, Dhutia H, Yeo TJ, *et al.* Accuracy of the 2017 international recommendations for clinicians who interpret adolescent athletes' ECGs: a cohort study of 11 168 British white and black soccer players. *Br J Sports Med* 2020;**54**:739-745. doi: 10.1136/bjsports-2017-098528.
17. Malhotra A, Oxborough D, Rao P, *et al.* Defining the Normal Spectrum of Electrocardiographic and Left Ventricular Adaptations in Mixed-Race Male Adolescent Soccer Players. *Circulation* 2021;**143**:94-96. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.049740.
18. Pambo P, Adu-Adadey M, Agbodzakey H, Scharhag J. Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Elite Ghanaian Male Soccer Players. *Clin J Sport Med* 2021;**31**:e373-e379. doi: 10.1097/JSM.0000000000000801.
19. Calore C, Zorzi A, Sheikh N, *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**:2515-27. doi: 10.1093/eurheartj/ehv591.
20. Schnell F, Riding N, O'Hanlon R, *et al.* Recognition and significance of pathological T-wave inversions in athletes. *Circulation* 2015;**131**:165-73. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011038.
21. Waase MP, Mutharasan RK, Whang W, *et al.* Electrocardiographic Findings in National Basketball Association Athletes. *JAMA Cardiol* 2018;**3**:69-74. doi: 10.1001/jamacardio.2017.4572.



22. Ali A, Farrally M. Recording soccer players' heart rates during matches. *J Sports Sci* 1991;**9**:183-9. doi: 10.1080/02640419108729879.
23. Orchard JJ, Orchard JW, Davis AJ, *et al.* Clinical outcomes of 10 years of cardiac screening in elite New Zealand athletes. *J Sci Med Sport* 2023;**26**:659-666. doi: 10.1016/j.jsams.2023.10.012.
24. Malhotra A, Dhutia H, Finocchiaro G, *et al.* Outcomes of Cardiac Screening in Adolescent Soccer Players. *N Engl J Med* 2018;**379**:524-534. doi: 10.1056/NEJMoa1714719.
25. MacLachlan H, Dhutia H, Bhatia R, *et al.* Results of a nationally implemented cardiac screening programme in elite cricket players in England and Wales. *J Sci Med Sport* 2022;**25**:287-292. doi: 10.1016/j.jsams.2021.12.001.
26. Sarto P, Zorzi A, Merlo L, *et al.* Value of screening for the risk of sudden cardiac death in young competitive athletes. *Eur Heart J* 2023;**44**:1084-1092. doi: 10.1093/eurheartj/ehad017.
27. Sarto P, Zorzi A, Merlo L, *et al.* Serial Versus Single Cardiovascular Screening of Adolescent Athletes. *Circulation* 2021;**143**:1729-1731. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.053168.
28. Grant A, Krishnan S, Chukumerije M, Guseh JS, Kim JH. Reckoning with race in sports cardiology: a call to action. *Br J Sports Med* 2023;**57**:956-957. doi: 10.1136/bjsports-2022-106553.

**Table 1.** Demographic Characteristics of Male Brazilian Football Players.

	<b>Total (N = 6,125)</b>	<b>Normal ECG Patterns (N = 5,945)</b>	<b>Abnormal ECG Patterns (N = 180)</b>
<b>Age (y)</b>	18 (16-23)	18 (16-23)	20 (17-26)
15 to 17	2,498 (40.8)	2,441 (41.1)	57 (31.7)
18 to 25	2,526 (41.2)	2,452 (41.2)	74 (41.1)
26 to 35	1,101 (18.0)	1,052 (17.7)	49 (27.2)
<b>Ethnicity</b>			
White	2,496 (40.8)	2,426 (40.8)	70 (38.9)
Mixed-race	2,004 (32.7)	1,946 (32.7)	58 (32.2)
Black	1,625 (26.5)	1,573 (26.5)	52 (28.9)
<b>Height (cm)</b>	178 ± 9	178 ± 8	177 ± 7
<b>Weight (kg)</b>	72 ± 9	72 ± 9	72 ± 9
<b>BMI</b>			
≤ 18.5 kg/m <sup>2</sup>	62 (1.0)	60 (1.0)	2 (1.1)
18.4 to 24.9 kg/m <sup>2</sup>	5,445 (89.0)	5,293 (89.0)	152 (84.5)
≥ 25.0 kg/m <sup>2</sup>	618 (10.0)	592 (10.0)	26 (14.4)
<b>Field Position</b>			
Goalkeeper	588 (9.6)	582 (9.8)	6 (3.3)
Center-back	1,131 (18.5)	1,105 (18.6)	26 (14.4)
Wing-back	852 (13.9)	827 (13.9)	25 (13.9)
Midfielder	1,992 (32.5)	1,926 (32.4)	66 (36.7)
Forward	1,562 (25.5)	1,505 (25.3)	57 (31.7)

Age: data expressed as median (IQR). Height and Weight: data expressed as mean ± standard deviation.



**Table 2.** T-wave Inversion in Male Brazilian Football Players.

ECG territory	Total (N = 6,125)	White players (N = 2,496)	Mixed-race players (N = 2,004)	Black players (N = 1,625)	<i>P</i> -value
Leads II and aVF (%)	119 (1.9)	35 (1.4)	41 (2.0)	43 (2.6)	Black vs. White: <b><i>P</i> = 0.005</b> Mixed-race vs. White: <i>P</i> = 0.10 Black vs. Mixed-race: <i>P</i> = 0.24
Leads V2-V4 (%)	44 (0.7)	9 (0.4)	6 (0.3)	29 (1.8) <sup>¶</sup>	Black vs. White: <b><i>P</i> &lt; 0.001</b> White vs. Mixed-race: <i>P</i> = 0.73 Black vs. Mixed-race: <b><i>P</i> &lt; 0.001</b>
Lead V5 (%)	108 (1.8)	31 (1.2)	30 (1.5)	47 (2.9)	Black vs. White: <b><i>P</i> &lt; 0.001</b> Mixed-race vs. White: <i>P</i> = 0.46 Black vs. Mixed-race: <b><i>P</i> = 0.005</b>
Lead V6 (%)	84 (1.4)	26 (1.0)	24 (1.2)	34 (2.1)	Black vs. White: <b><i>P</i> = 0.008</b> Mixed-race vs. White: <i>P</i> = 0.62 Black vs. Mixed-race: <b><i>P</i> = 0.04</b>
Leads II and aVF + V5 and/or V6 (%)	75 (1.2)	23 (0.9)	24 (1.2)	28 (1.7)	Black vs. White: <b><i>P</i> = 0.02</b> Mixed-race vs. White: <i>P</i> = 0.37 Black vs. Mixed-race: <i>P</i> = 0.17

<sup>¶</sup> All 29 black athletes presented J-point elevation and convex ST-segment elevation, a pattern considered as a normal repolarization variant.  
Values shown in bold are statistically significant.

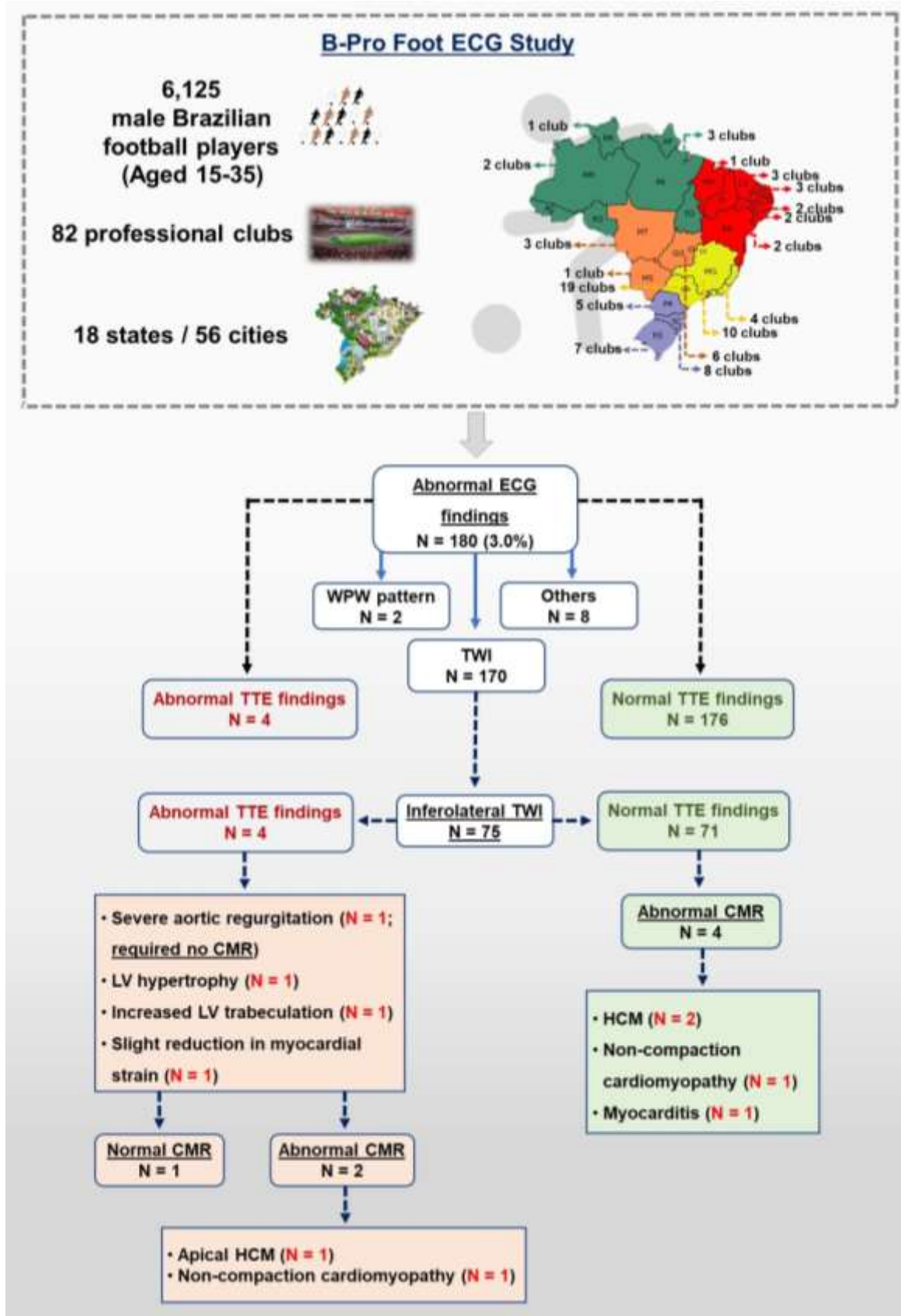
**Table 3.** Abnormal ECG Parameters of Male Brazilian Football Players.

<b>Variable</b>	<b>Total (N = 6,125)</b>	<b>White players (N = 2,496)</b>	<b>Mixed-race players (N = 2,004)</b>	<b>Black players (N = 1,625)</b>	<b>P-value</b>
Prolonged QTc interval (%)	0	0	0	0	-
QRS $\geq$ 140 ms (%)	1 (0.02)	1 (0.04)	0	0	-
PR interval $\geq$ 400 ms (%)	1 (0.02)	0	0	1 (0.06)	-
Complete LBBB (%)	0	0	0	0	-
$\geq$ 2 PVCs (%)	3 (0.05)	1 (0.04)	1 (0.05)	1 (0.06)	NS
Mobitz type 2 AV block (%)	0	0	0	0	-
Third-degree AV block (%)	0	0	0	0	-
WPW pattern (%)	2 (0.03)	2 (0.08)	0	0	-
Brugada type 1 pattern (%)	0	0	0	0	-
Pathological Q waves (%)	0	0	0	0	-
ST-segment depression (%)	7 (0.1)	2 (0.08)	3 (0.1)	2 (0.1)	NS
Epsilon wave (%)	0	0	0	0	-
Abnormal TWI (%)	170 (2.8)	63 (2.5)	58 (2.9)	49 (3.0)	NS
Two borderline criteria					
RAD + Complete RBBB (%)	1 (0.02)	1 (0.04)	0	0	-

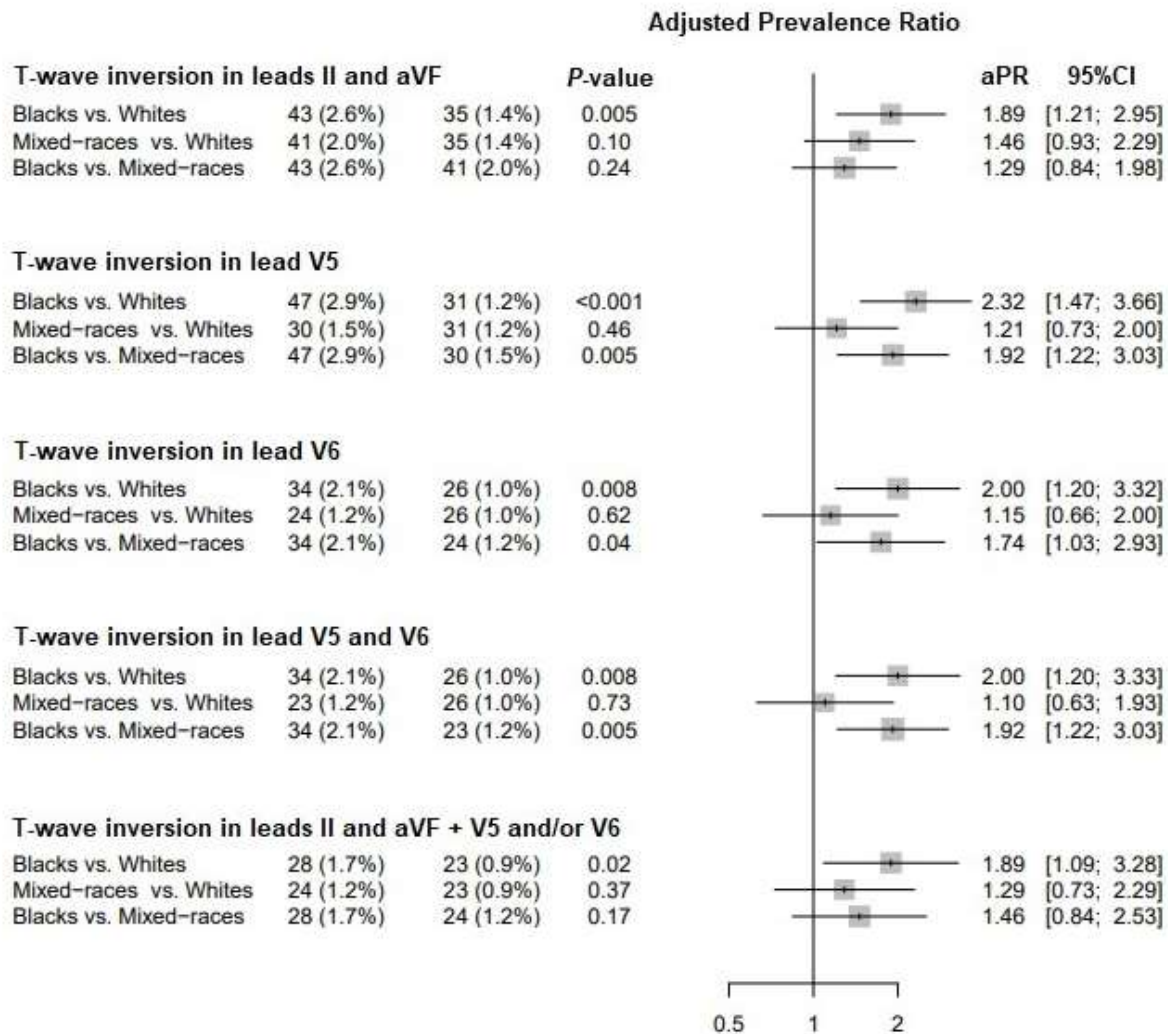
AV: Atrioventricular; LBBB: Left bundle branch block; PVCs: Premature ventricular contractions; RAD: right axis deviation; RBBB: right bundle branch block; QTc: Corrected QT interval; TWI: T-wave inversion; WPW: Wolff-Parkinson-White; NS: Not significant.



**Figure 1.** The B-Pro Foot ECG Study.

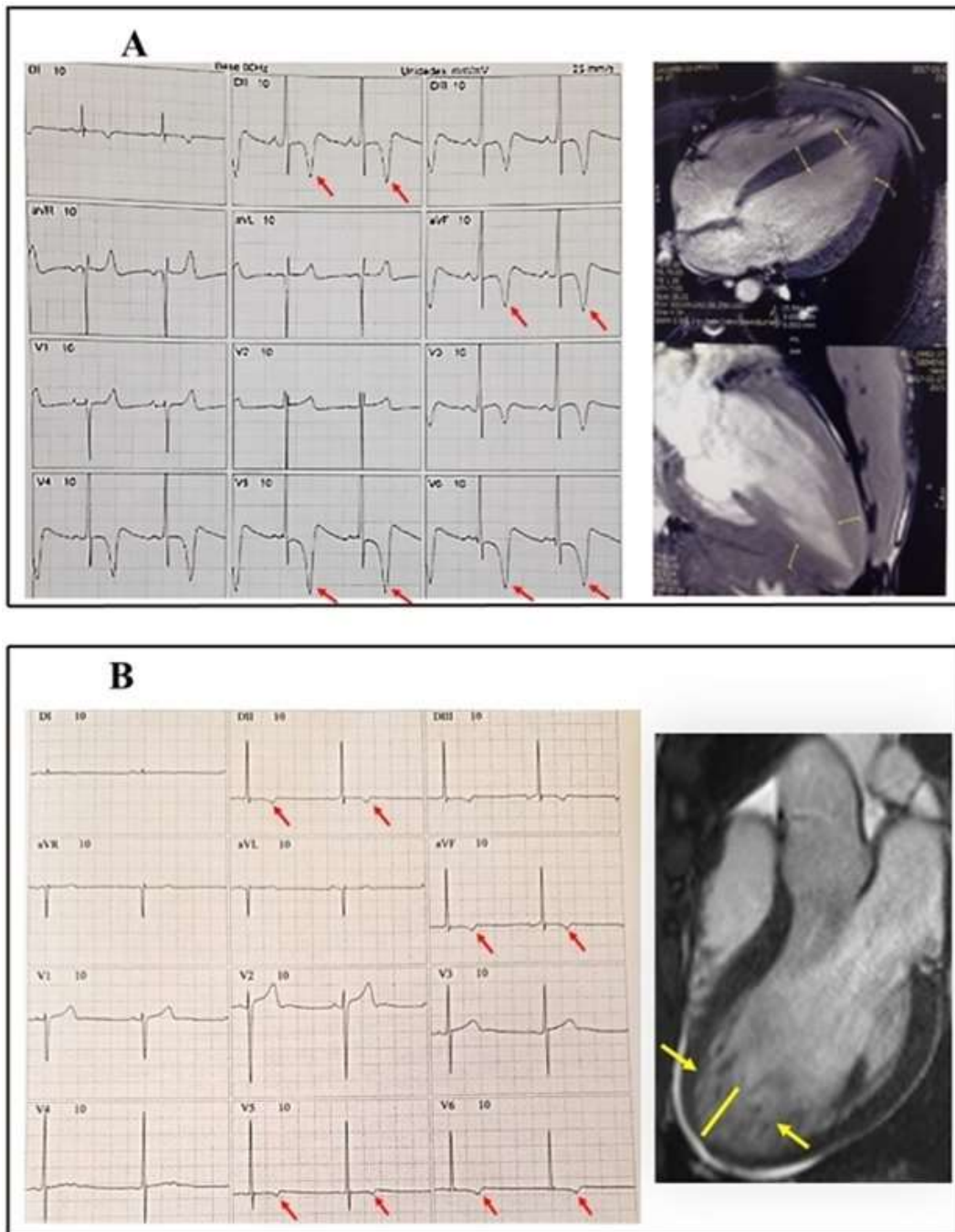


**Figure 2.** Prevalence of Inferior, Lateral and Inferolateral T-Wave Inversion in Male Brazilian Players.



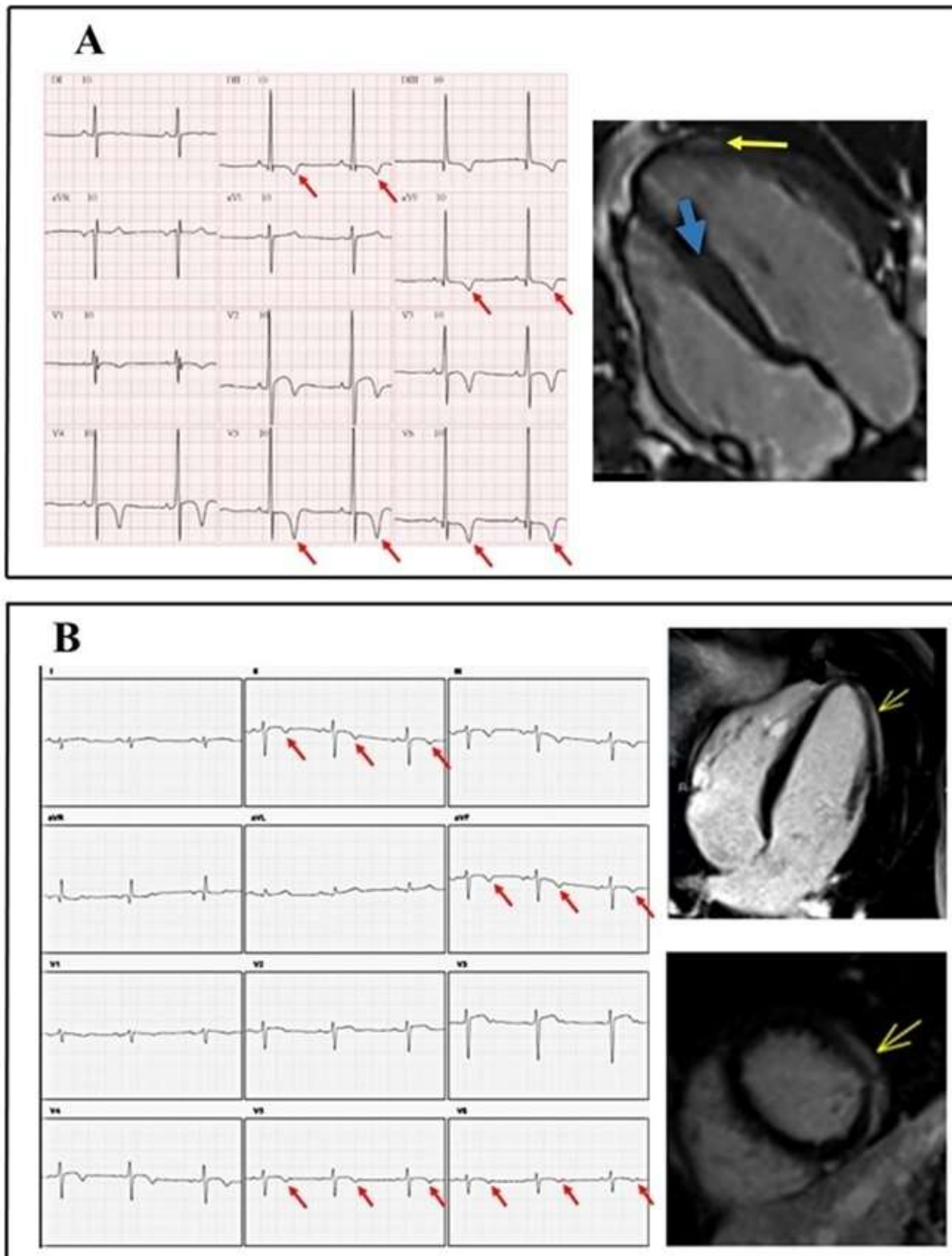


**Figure 3.** Two athlete electrocardiograms with inferolateral TWI and CMR showing apical hypertrophic cardiomyopathy (A) and non-compaction cardiomyopathy (B).



**Figure A:** The ECG showed symmetric and deep inferolateral TWI (red arrows). Cardiac magnetic resonance (CMR) imaging showed compatible findings with apical hypertrophic cardiomyopathy. **Figure B:** The ECG showed inferolateral TWI (red arrows). Cardiac magnetic resonance imaging showed increased left ventricular myocardial trabeculation (yellow arrows), compatible with non-compaction cardiomyopathy.

**Figure 4.** Two athlete electrocardiograms with inferolateral TWI and CMR showing HCM (A) and myocarditis (B).



**Figure A:** The ECG showed inferolateral TWI (red arrows). Cardiac magnetic resonance imaging showed the presence of asymmetric septal hypertrophy (blue arrow) with signs of myocardial fibrosis (yellow arrow). **Figure B:** The ECG showed inferolateral TWI (red arrows). Cardiac magnetic resonance imaging showed late gadolinium enhancement in apical segments (yellow arrows), suggestive of myocarditis.

## Electronic Supplemental Material

### Imaging Associations Enhance the Understanding of Electrocardiogram Abnormalities in Male Brazilian Football Players: Findings from B-Pro Foot ECG Study

#### Table of contents

**Table S1.** States and Cities included in the B-Pro Foot ECG study.

**Table S2.** Definitions for abnormal electrocardiogram findings.

**Table S3.** Associated factors with abnormal electrocardiogram patterns in male Brazilian football players.

**Table S4.** Transthoracic echocardiogram characteristics of male Brazilian football players with abnormal electrocardiogram findings.

**Figure S1.** A 17-year-old White Brazilian football player exhibiting a QRS duration > 140 ms with right bundle branch block morphology.

**Figure S2.** A 26-year-old Black Brazilian football player exhibiting a PR interval > 400 ms.

**Figure S3.** A 17-year-old White Brazilian football player exhibiting a Wolff-Parkinson-White electrocardiogram pattern.

**Figure S4.** A 23-year-old Black Brazilian football player exhibiting premature ventricular contractions.

**Figure S5.** A 16-year-old White Brazilian football player with two borderline ECG findings.

**Figure S6.** ECGs with inferolateral T-wave inversion and cardiac magnetic resonance demonstrating hypertrophic cardiomyopathy and non-compaction cardiomyopathy.

**Table S1.** States and Cities included in the B-Pro Foot ECG study.

<b>Region</b>	<b>State (Cities)</b>
North	<p><b>Amazonas</b> (Manaus)</p> <p><b>Roraima</b> (Boa Vista)</p> <p><b>Pará</b> (Belém, Castanhal)</p>
South	<p><b>Paraná</b> (Curitiba, Cascavel, Pato Branco)</p> <p><b>Santa Catarina</b> (Florianópolis, Brusque, Chapecó, Concórdia, Criciúma, Joinville, Londrina)</p> <p><b>Rio Grande do Sul</b> (Porto Alegre, Caxias do Sul, Novo Hamburgo, Pelotas, Santa Cruz do Sul)</p>
Northeast	<p><b>Maranhão</b> (São Luís)</p> <p><b>Caerá</b> (Fortaleza)</p> <p><b>Rio Grande do Norte</b> (Natal)</p> <p><b>Alagoas</b> (Maceió)</p> <p><b>Bahia</b> (Salvador)</p> <p><b>Pernambuco</b> (Recife)</p>
Southeast	<p><b>Minas Gerais</b> (Belo Horizonte, Contagem, Itabarito, Poços de Caldas, Pouso Alegre, Tombos, Uberaba)</p> <p><b>São Paulo</b> (Bragança Paulista, São Paulo, Capivari, Porto Feliz, Araraquara, Indaiatuba, Limeira, Marília, Ribeirão Preto, Barueri, Novo Horizonte, Campinas, Osasco, Rio Claro, Santos, São Bernardo do Campo)</p> <p><b>Rio de Janeiro</b> (Rio de Janeiro)</p>
Midwest	<p><b>Mato Grosso</b> (Cuiabá, Nova Mutum, Rondonópolis)</p> <p><b>Mato Grosso do Sul</b> (Campo Grande)</p> <p><b>Goiás</b> (Aparecida de Goiânia, Goiânia, Morrinhos)</p>

**Table S2.** Definitions for abnormal ECG findings.

<b>Abnormal ECG findings</b>	<b>Definition</b>
Inferior T-wave inversion	II and avF
Anterior T-wave inversion	V2-V4 (excluding black athletes, and athletes < 16 years old [V1-V3])
Lateral T-wave inversion	I and aVL or V5 <u>and/or</u> V6
Inferolateral T-wave inversion	I and aVL II and aVF, V5-V6
Profound sinus bradycardia	Heart rate < 30 beats per minute
Profound first-degree AV block	PR interval $\geq$ 400 ms
Mobitz type I second-degree AV block	Intermittently non-conducted P waves with a fixed PR interval
Third-degree AV block	Complete heart block
Complete left bundle branch block	QRS $\geq$ 120 ms, predominantly negative QRS complex in lead V1 and upright notched or slurred R wave in leads I and V6
Prolonged QT interval	QTc $\geq$ 470 ms
Wolff-Parkinson-White pattern	PR interval < 120 ms with a delta wave (slurred upstroke in the QRS complex) and wide QRS ( $\geq$ 120 ms)
Pathological Q waves	Q/R ratio $\geq$ 0.25 or $\geq$ 40 ms in duration in two or more leads (excluding III and aVR)
Profound non-specific intraventricular conduction delay	Any QRS duration $\geq$ 140 ms
Epsilon wave	Distinct low amplitude signal (small positive deflection or notch) between the end of the QRS complex and onset of the T wave in leads V1-V3
ST-segment depression	$\geq$ 0.5 mm in depth in two or more contiguous leads
Brugada type 1 pattern	Coved pattern: initial ST elevation $\geq$ 2 mm (high take-off) with downsloping ST segment elevation followed by a negative symmetric T wave in $\geq$ 1 leads in V1-V3
Premature ventricular contractions	$\geq$ 2 premature ventricular contractions per 10 s tracing



**Table S3.** Associated Factors with Abnormal ECG Patterns in Male Brazilian Football Players.

Variable	Abnormal ECG	PR (95%CI)	P-value	Adjusted PR (95%CI)	P-value
<b>Age (y)</b>					
26 to 35	49 (4.5%)	1.95 (1.33 to 2.86) **	< 0.0001	2.01 (1.37 to 2.96) **	< 0.001
18 to 25	74 (2.9%)	1.28 (0.91 to 1.81)	0.16	1.29 (0.91 to 1.82)	0.15
15 to 17	57 (2.3%)	1.00 †		1.00	
26 to 35	49 (4.5%)	1.52 (1.06 to 2.18) **	0.02	1.56 (1.09 to 2.24)	0.02
18 to 25	74 (2.9%)	1.00 †		1.00	
<b>Ethnicity</b>					
Black	52 (3.2%)	1.17 (0.83 to 1.67)	0.37		
Mixed-race	58 (2.9%)	1.02 (0.72 to 1.44)	0.91		
White	70 (2.8%)	1.00 †			
<b>BMI</b>					
≥ 25.0 kg/m <sup>2</sup>	27 (4.5%)	1.50 (0.99 to 2.26)	0.05		
≤ 18.5 kg/m <sup>2</sup>	2 (3.6%)	1.22 (0.30 to 4.92)	0.78		
18.4 to 24.9 kg/m <sup>2</sup>	151 (3.0%)	1.00 †			
<b>Field Position</b>					
Midfielders and Forwards	123 (3.6%)	2.65 (1.30 to 5.41) **	0.007	2.99 (1.39 to 6.40) **	0.005
Center-backs and Wing-backs	51 (2.5%)	1.85 (0.88 to 3.91)	0.10	2.12 (0.96 to 4.68)	0.06
Goalkeepers	6 (1.3%)	1.00 †			

---

Midfielders and Forwards	123 (3.6%)	1.43 (1.03 to 1.98) **	0.03	1.41 (1.01 to 1.96) **	0.04
Center-backs and Wing-backs	51 (2.5%)	1.00 †		1.00	

---

BMI: Body mass index; PR: Prevalence ratio; CI: Confidence interval; \*\* = Significant association; † Reference groups.



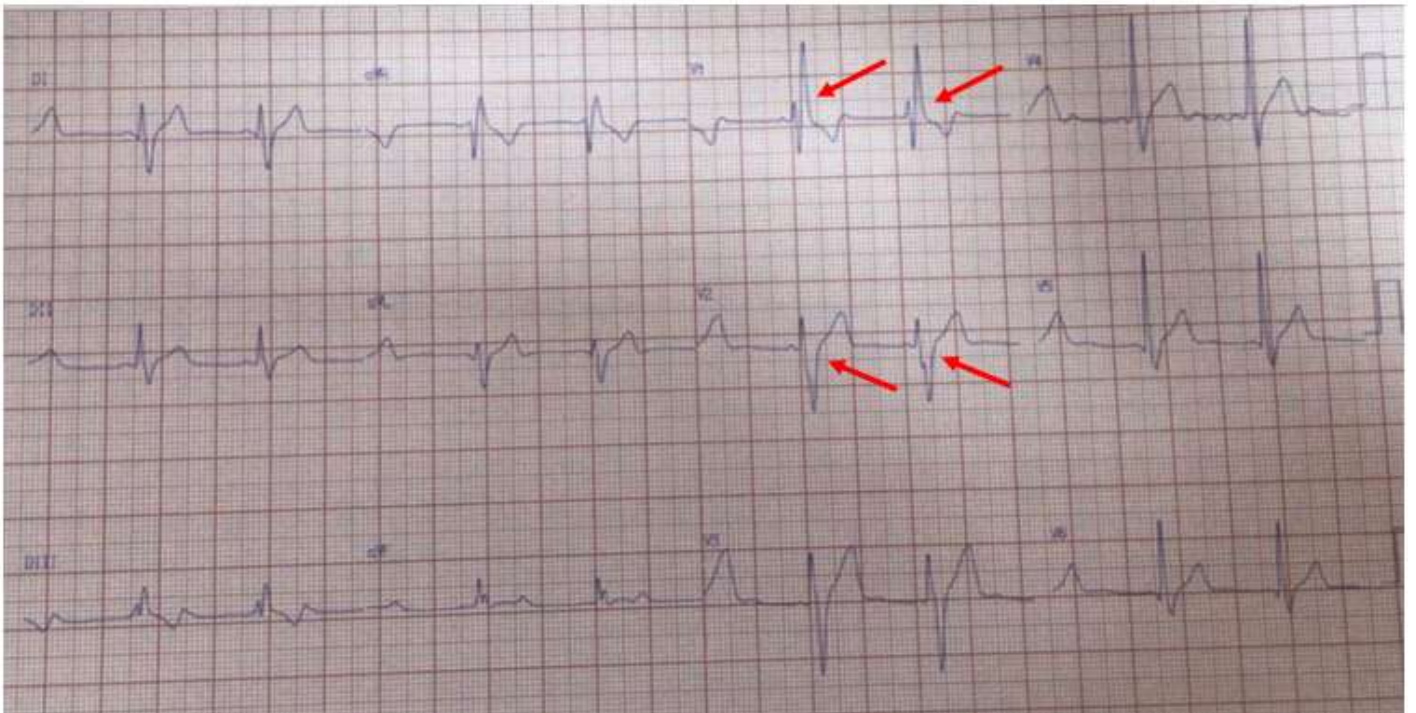


**Table S4.** Echocardiographic Characteristics of Male Brazilian Football Players with Abnormal ECG Findings.

<b>Variable</b>	<b>Total (N = 180)</b>	<b>White players (N = 70)</b>	<b>Mixed-race players (N = 58)</b>	<b>Black players (N = 52)</b>
LA diameter (cm)	3.4 ± 0.3	3.4 ± 0.3	3.4 ± 0.4	3.4 ± 0.3
Ao diameter (cm)	3.1 ± 0.3	3.1 ± 0.3	3.1 ± 0.3	3.1 ± 0.3
LVED diameter (cm)	5.0 ± 0.4	5.0 ± 0.4	5.1 ± 0.3	4.9 ± 0.4
LVES diameter (cm)	3.1 ± 0.3	3.1 ± 0.3	3.0 ± 0.3	3.1 ± 0.3
LV mass (g)	189.2 ± 54.8	183.5 ± 62.8	194.5 ± 54.7	190.0 ± 44.6
Interventricular septum (mm)	9.4 ± 1.4	9.3 ± 1.3	9.1 ± 1.3	9.6 ± 1.6
Posterior wall thickness (mm)	9.2 ± 1.3	9.1 ± 1.2	9.1 ± 1.2	9.4 ± 1.4
Ejection fraction (%)	67.1 ± 4.9	66.6 ± 4.5	66.9 ± 5.0	68.0 ± 5.2

Data expressed as mean ± standard deviation. LA: Left atrium; Ao: Aortic; LVED: Left ventricular end-diastolic; LVES: Left ventricular end-systolic; LV: Left ventricular.

**Figure S1.** A 17-year-old White Brazilian football player exhibiting a QRS duration > 140 ms with right bundle branch block morphology.



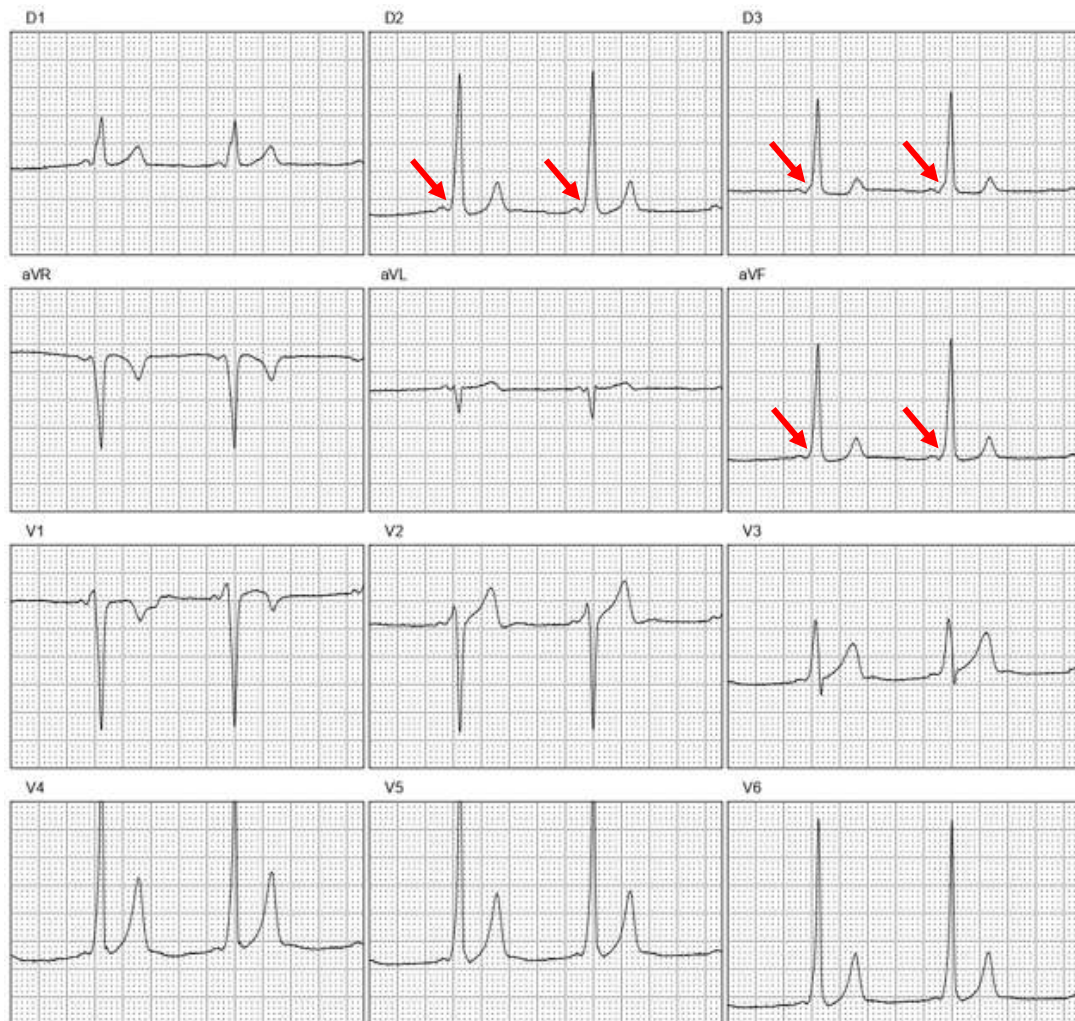
Note QRS complexes > 140 ms (red arrows).

**Figure S2.** A 26-year-old Black Brazilian Football Player Exhibiting PR Interval Exceeding 400 ms.



Note PR interval > 400 ms (red arrows).

**Figure S3.** A 17-year-old White Brazilian Football Player Exhibiting a Wolff-Parkinson-White ECG pattern.



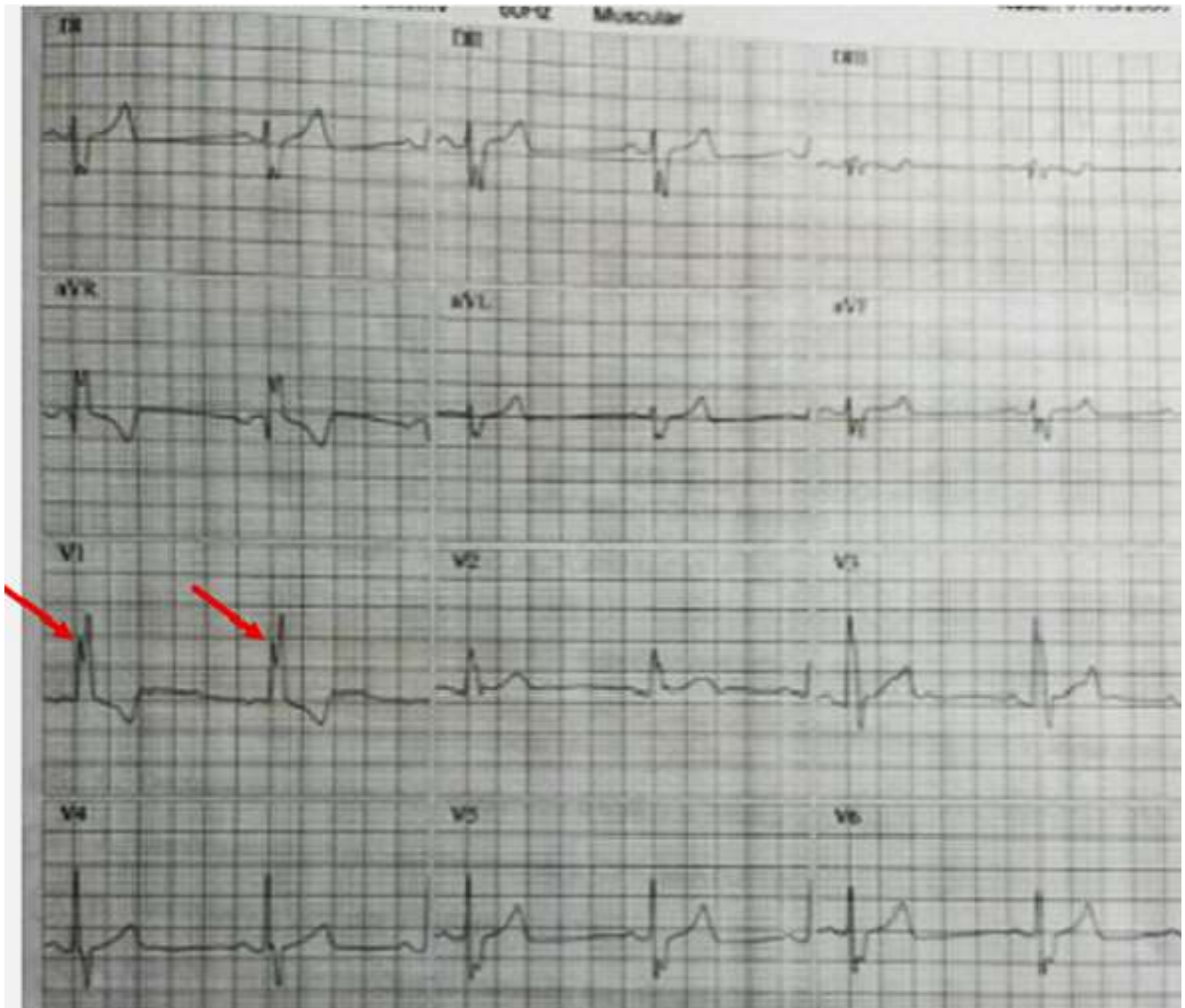
ECG showing a short PR interval, wide QRS and the presence of delta wave (red arrows).

**Figure S4.** A 23-year-old Black Brazilian Football Player Exhibiting Premature Ventricular Contractions.



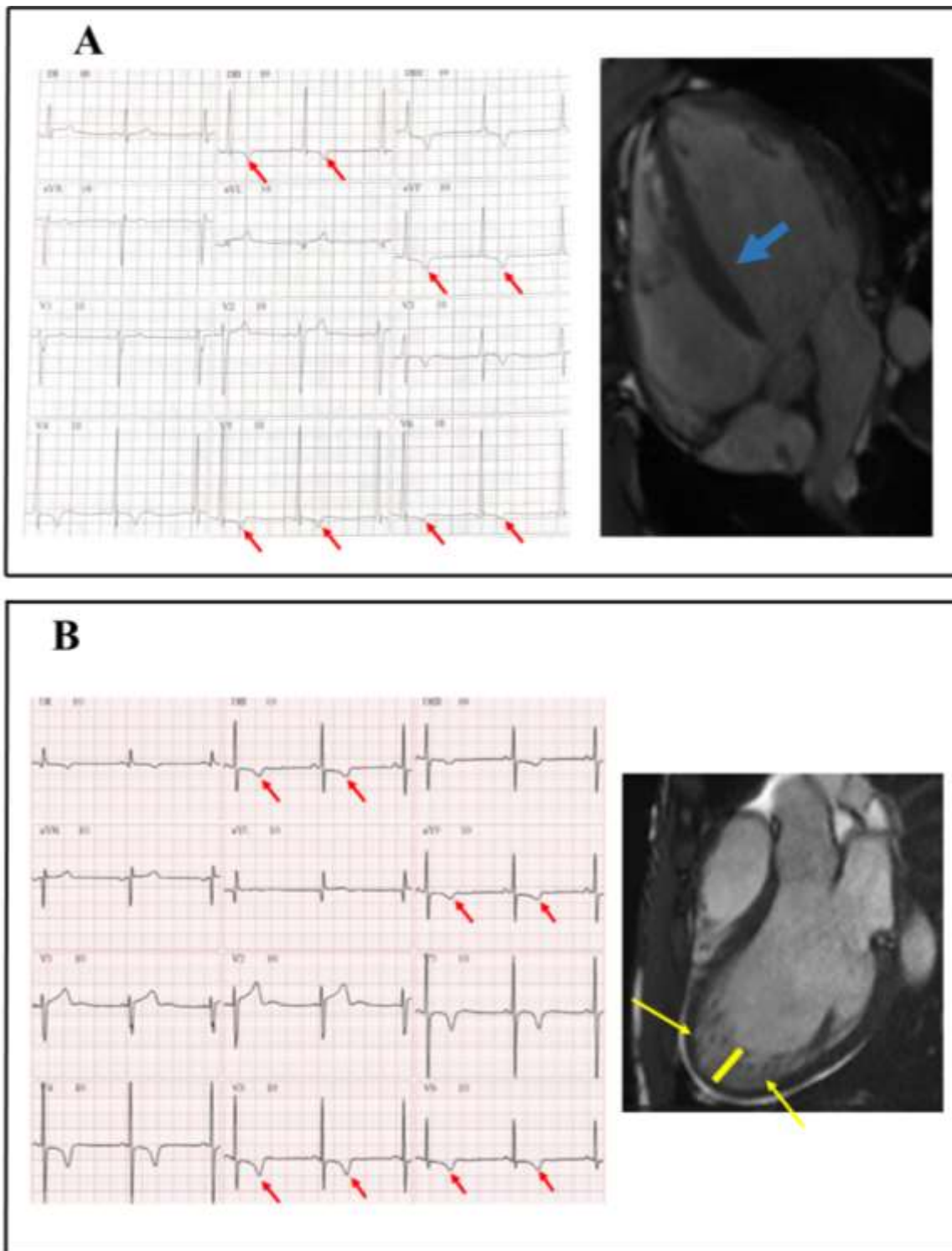
ECG showing two premature ventricular contractions (red arrows).

**Figure S5.** A 16-year-old White Brazilian Football Player with Two Bordeline Findings.



**Legend:** ECG exhibiting complete right bundle branch block (red arrows) and right axis deviation.

**Figure S6.** ECGs with Inferolateral T-wave Inversion and Cardiac Magnetic Resonance Demonstrating Hypertrophic Cardiomyopathy (A) and Non-Compaction Cardiomyopathy (B).



**Figure A:** The ECG showed inferolateral TWI (red arrows). Cardiac magnetic resonance imaging showed asymmetric septal hypertrophy in the inferoseptal segment (blue arrow). **Figure B:** The ECG showed inferolateral TWI (red arrows). Cardiac magnetic resonance imaging showed increased myocardial trabeculation on left ventricular (yellow arrows), compatible with non-compaction cardiomyopathy.



## 7. CONCLUSÕES

- A prevalência do padrão “Africano/Afro-Caribenho” nos jogadores brasileiros negros é significativamente menor do que a observada em atletas negros de coortes internacionais, como atletas negros de Gana, do Reino Unido e da França.
- A prevalência do padrão “Africano/Afro-Caribenho” foi significativamente menor nos jogadores brasileiros pardos comparados aos jogadores brasileiros negros.
- Para elucidar ainda mais a frequência e a importância do padrão “Africano/Afro-Caribenho” entre atletas negros e pardos no Brasil, pesquisas futuras devem ser realizadas, sendo importante o(a): 1) investigação de atletas de uma ampla gama de modalidades esportivas, abrangendo tanto homens quanto mulheres, (2) avaliação cardiovascular mais abrangentes, incluindo modalidades de imagem avançadas, como ressonância magnética cardíaca, e (3) emprego de um desenho longitudinal para rastrear mudanças e resultados ao longo do tempo.
- A inversão da onda T ínfero-lateral foi associada a patologias cardíacas confirmadas por ressonância magnética cardíaca, mesmo em casos com ecocardiograma normal.
- Os jogadores negros apresentaram uma prevalência significativamente maior de alterações normais no ECG relacionadas ao treinamento físico regular e intenso em comparação com os jogadores brancos e pardos.

## APÊNDICE A. PRODUÇÃO CIENTÍFICA DURANTE O DOUTORADO.

**A.1.** Imaging associations enhance the understanding of ECG abnormalities in male Brazilian football players: findings from the B-Pro Foot ECG study. **Br J Sports Med.** 2024;0:1-8.

The screenshot displays the BMJ Journals website interface. At the top, the 'BMJ Journals' logo is on the left, and navigation links for 'Subscribe', 'Log in', 'Log out', 'Basket', and a search bar are on the right. Below this is a green header for the 'British Journal of Sports Medicine' with links for 'Latest content', 'Current issue', 'Archive', 'For authors', 'Resources', and 'About'. The main content area features a sidebar on the left with icons for 'Article Text', 'Article info', 'Citation Tools', 'Share', and 'Rapid Responses'. The article title is 'Imaging associations enhance the understanding of ECG abnormalities in male Brazilian football players: findings from the B-Pro Foot ECG study', with a 'PDF' icon to the right. The authors listed are Filipe Ferrari, Anderson D da Silveira, Patricia K Ziegelmann, Haroldo Aleixo, Guilherme D Dilda, Luiz G M Emed, Flávia C O Magalhães, Fernando B Cardoso, Henrique C da Silva, Felipe E F Guerra, Luciano G Soares, Fernando Bassan, Fabrício Braga, Artur H Herdy, Victor Froelicher, and Ricardo Stein. The abstract begins with the objective: 'To evaluate the prevalence of abnormal ECG findings and their association with imaging results in male Brazilian football players.'

**A.2. Electrocardiogram Characteristics of Black and Mixed-Race Young Brazilian Football Players: Addressing the ‘African/Afro-Caribbean Pattern’.** *Eur J Prev Cardiol.* 2024 Feb 5:zwae046.



**ESC**

European Society  
of Cardiology

European Journal of Preventive Cardiology (2024) **00**, 1–3  
<https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae046>

**RESEARCH LETTER**

*Sports cardiology*

# **Electrocardiogram characteristics of Black and Mixed-race young Brazilian football players: addressing the ‘African/Afro-Caribbean pattern’**

**Filipe Ferrari** <sup>1,2</sup>, **Anderson Donelli da Silveira**<sup>1,2,3</sup>, **Victor F. Froelicher**<sup>4</sup>,  
**and Ricardo Stein** <sup>1,2,5\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Ramiro Barcelos 2400, 90035-003 Porto Alegre, RS, Brazil; <sup>2</sup>Exercise Cardiology Research Group (CardioEx), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rua Ramiro Barcelos 2350, 90035-903 Porto Alegre, RS, Brazil; <sup>3</sup>Science, Health and Performance Department, Grêmio Foot-Ball Porto Alegrense, Porto Alegre, RS, Brazil; <sup>4</sup>Department of Cardiovascular Medicine, Stanford University, Palo Alto, CA, USA; and <sup>5</sup>Internal Medicine Department, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Ramiro Barcelos 2350, 90035-903 Porto Alegre, RS, Brazil

*Received 20 December 2023; revised 31 January 2024; accepted 1 February 2024; online publish-ahead-of-print 5 February 2024*

A.3. Ethnic Disparities in the Longevity of Brazilian Olympic Medalists. Arq Bras Cardiol. 2024; 121(2):e20240082.

## Short Editorial



# Ethnic Disparities in the Longevity of Brazilian Olympic Medalists

Filipe Ferrari<sup>1,2</sup>  and Arthur Proença Rossi<sup>2</sup> 

Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício (CardioEx) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Short Editorial related to the article: *Ethnic Differences in Survival among Brazilian Modern-era Olympic Medalists from 1920 to 1992: A Cohort Study*

A.4. Prevalence and diagnostic significance of de-novo 12-lead ECG changes after COVID-19 infection in elite soccer players. **Heart**. 2023;109:936-943.



Article Text



Article info



Citation Tools



Share



Rapid Responses

Special populations  
Original research

## Prevalence and diagnostic significance of de-novo 12-lead ECG changes after COVID-19 infection in elite soccer players FREE

Raghav T Bhatia <sup>1</sup>, Aneil Malhotra <sup>1, 2</sup>, Hamish MacLachlan <sup>1</sup>, Sabiha Gati <sup>1, 3</sup>, Sarandeep Marwaha <sup>1</sup>, Nikhil Chatrath <sup>1</sup>, Saad Fyyaz <sup>1</sup>, Haroldo Aleixo <sup>4</sup>, Samar Al-Turaihi <sup>1</sup>, Aswin Babu <sup>1</sup>, Joyee Basu <sup>1</sup>, Paul Catterson <sup>5</sup>, Robert Cooper <sup>6</sup>, Joelle J N Daems <sup>7</sup>, Harshil Dhutia <sup>1</sup>, Filipe Ferrari <sup>8</sup>, Juliette C van Hattum <sup>7</sup>, Zafar Iqbal <sup>9</sup>, Alexandros Kasiakogias <sup>1</sup>, Antoinette Kenny <sup>10</sup>, Tamim Khanbhai <sup>11</sup>, Shafik Khoury <sup>1</sup>, Chris Miles <sup>1</sup>, David Oxborough <sup>12</sup>, Kashif Quazi <sup>1</sup>, Dhrubo Rakhit <sup>13</sup>, Anushka Sharma <sup>1</sup>, Amanda Varnava <sup>14</sup>, Maria Teresa Tome Esteban <sup>1</sup>, Gherardo Finocchiaro <sup>1</sup>, Ricardo Stein <sup>8</sup>, Harald T Jorstad <sup>7, 15</sup>, Michael Papadakis <sup>1</sup>, Sanjay Sharma <sup>1</sup>

Correspondence to Professor Sanjay Sharma, Cardiovascular Clinical Academic Group, St. George's, University of London, St. George's University Hospitals NHS Foundation Trust, London, UK; sasharma@sgul.ac.uk

**A.5.** Efficacy of six exercise-based interventions for individuals undergoing hemodialysis: a network meta-analysis of randomized clinical trials. **Nephrol Dial Transplant.** 2023;38(10):2389-2406.

OXFORD  
ACADEMIC

Journals

Books

**ndt**  
NEPHROLOGY  
DIALYSIS  
TRANSPLANTATION

Issues

More Content ▾

Submit ▾

Purchase

Alerts

About ▾

Nephrology Dialysis Transp ▾



Volume 38, Issue 10  
October 2023

**Article Contents**

JOURNAL ARTICLE

## Efficacy of six exercise-based interventions for individuals undergoing hemodialysis: a network meta-analysis of randomized clinical trials

Filipe Ferrari, Francini P Andrade, Marcelo S Teixeira, Patrícia K Ziegelmann, Gabriel Carvalho, Eduarda S S Bittencourt, Franklin C Barcellos, Ricardo Stein ✉

*Nephrology Dialysis Transplantation*, Volume 38, Issue 10, October 2023, Pages 2389–2406, <https://doi.org/10.1093/ndt/gfad083>

**Published:** 28 April 2023 **Article history** ▾

**A.6.** Thiazide diuretics alone or combined with potassium-sparing diuretics to treat hypertension: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2023;41(7):1108-1116.

# Journal of Hypertension

Articles & Issues ▾ For Authors ▾ Journal Info ▾ Latest Articles Podcasts Twitter

## ORIGINAL ARTICLES

### Thiazide diuretics alone or combined with potassium-sparing diuretics to treat hypertension: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials

Martins, Vítor M.<sup>a</sup>; Ziegelmann, Patrícia K.<sup>a,b</sup>; Ferrari, Filipe<sup>a</sup>; Bottino, Leonardo G.<sup>a,c</sup>; Lucca, Marcelo B.<sup>a,c</sup>; Corrêa, Henrique L. Ruchaud<sup>c</sup>; Blum, Gabriela B.<sup>c</sup>; Helal, Lucas<sup>a,d</sup>; Fuchs, Sandra C.<sup>a,b,c</sup>; Fuchs, Flávio D.<sup>a,c,e</sup>

Author Information 

*Journal of Hypertension* 41(7):p 1108-1116, July 2023. | DOI: 10.1097/HJH.0000000000003436 

OPEN

SDC

 Metrics

 Outline

 Images

 Download

 Cite

 Share

**A.7. Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists in Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease: The Past, Present, and Future. *Am J Cardiovasc Drugs*. 2022;22(4):363-383.**

Home > [American Journal of Cardiovascular Drugs](#) > Article

# Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists in Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease: The Past, Present, and Future

Review Article | Published: 27 December 2021 | 22, 363–383 (2022)



[American Journal of Cardiovascular Drugs](#)

[Aims and scope](#) →

[Submit manuscript](#) →

Filipe Ferrari, Rafael S. Scheffel, Vitor M. Martins, Raul D. Santos & Ricardo Stein 

 734 Accesses  7 Citations [Explore all metrics](#) →

[Access this article](#)












A.8. Exercise training modalities for heart transplant recipients: a systematic review and network meta-analysis protocol. **BMJ Open**. 2020;10(12):e044975.

Open access

Protocol

# BMJ Open Exercise training modalities for heart transplant recipients: a systematic review and network meta-analysis protocol

Juliana Beust de Lima <sup>1,2,3</sup> Douglas dos Santos Soares <sup>1,3</sup>  
Filipe Ferrari <sup>1,2,3</sup> Nelson Carvas Junior <sup>4</sup> Gabriel Carvalho <sup>2</sup>  
Santiago Alonso Tobar Leitão <sup>1,3</sup> Lívia Adams Goldraich <sup>3,5</sup>  
Nadine Clausell <sup>1,3,5,6</sup> Ricardo Stein <sup>1,2,3,6</sup>

**To cite:** de Lima JB, Soares DdS, Ferrari F, *et al*. Exercise training modalities for heart transplant recipients: a systematic review and network meta-analysis protocol. *BMJ Open* 2020;**10**:e044975. doi:10.1136/bmjopen-2020-044975

► Prepublication history and additional material for this paper are available online. To view these files, please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044975>).

## ABSTRACT

**Introduction** Heart transplantation is the gold standard treatment for selected patients with end-stage heart failure. Although this procedure can improve quality and prolong life expectancy, several of these patients persist with decreased exercise tolerance. Evidence suggests that exercise training can bring multifactorial benefits to heart transplant (HTx) recipients. However, it is unclear that exercise modality should be preferred. Therefore, the aim of this systematic review and network meta-analysis is to compare the efficacy and safety of different training modalities in HTx recipients.

**Methods and analysis** We will perform a comprehensive literature search in PubMed/MEDLINE, Embase, The Cochrane Library, CINAHL, Scopus, SportDISCUS, Web of Science Core Collection and PEDro from inception

## Strengths and limitations of this study

- This protocol was guided by Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols statement, registered in the PROSPERO database, and Open Science Framework platform.
- We will perform a comprehensive literature review with no restrictions on language, publication date, publication status or sample size.
- The study will be guided by the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, V.6.1, in order to enhance the quality of the study.
- A potential limitation, inherent in the methodology of this study, is that indirect comparisons provide observational evidence across randomised trials and may suffer from the potential biases of observational

**A.9. Comments Regarding the Athletes Electrocardiogram in the Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports?**  
**Arq Bras Cardiol.** 2023;120(1):1-2.

## Letter to the Editor



---

### Comments Regarding the Athlete's Electrocardiogram in the Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports – 2022

Filipe Ferrari,<sup>1,2</sup> Anderson Donelli da Silveira,<sup>1,2,3</sup> Ricardo Stein<sup>1,2,4</sup>

*Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciência Cardiovasculares – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil*

*Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício (CardioEx) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil*

*Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>3</sup> Porto Alegre, RS – Brazil*

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>4</sup> Porto Alegre, RS – Brazil*

**A.10.** Electrocardiogram of Brazilian Elite Football Players: Filling a Gap. **Arq Bras Cardiol.** 2023;120(4):e20230090.

## Editorial



### Electrocardiogram of Brazilian Elite Football Players: Filling a Gap

Ricardo Stein,<sup>1,2,3</sup>  Filipe Ferrari,<sup>1,2</sup>  Anderson Donelli da Silveira<sup>1,2</sup> 

Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CardioEx-HCPA),<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Departamento de Clínica Médica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>3</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

**A.11.** Is There an Association Between Timed Up and Go Test Performance Results and Directly Measured Peak Oxygen Consumption in Patients with Heart Disease? **Arq Bras Cardiol.** 2023.

## Short Editorial



### Is There an Association Between Timed Up and Go Test Performance Results and Directly Measured Peak Oxygen Consumption in Patients with Heart Disease?

Filipe Ferrari<sup>1,2</sup>  and Ricardo Stein<sup>1,2</sup> 

Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício (CardioEx) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Short Editorial related to the article: Prediction of Peak Oxygen Consumption in Patients with Heart Disease Based on Performance on the Timed Up and Go Test

**A.12.** Effects of intradialytic inspiratory muscle training at different intensities on diaphragm thickness and functional capacity: clinical trial protocol in patients undergoing haemodialysis. **BMJ Open.** 2023;13(1):e066778.

Open access

Protocol

# BMJ Open Effects of intradialytic inspiratory muscle training at different intensities on diaphragm thickness and functional capacity: clinical trial protocol in patients undergoing haemodialysis

Marcelo de S Teixeira,<sup>1,2</sup> Filipe Ferrari ,<sup>1,2</sup> Thiago Dipp,<sup>3</sup> Gabriel Carvalho,<sup>2</sup> Eduarda da S Bitencourt,<sup>2</sup> Marco Saffi,<sup>1,2</sup> Ricardo Stein<sup>1,2</sup>

**To cite:** Teixeira MdS, Ferrari F, Dipp T, *et al.* Effects of intradialytic inspiratory muscle training at different intensities on diaphragm thickness and functional capacity: clinical trial protocol in patients undergoing haemodialysis. *BMJ Open* 2023;13:e066778. doi:10.1136/bmjopen-2022-066778

► Prepublication history and additional supplemental material for this paper are available online. To view these files, please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066778>).

## ABSTRACT

**Introduction** Patients with end-stage renal disease (ESRD) undergoing haemodialysis (HD) commonly present with a sedentary behaviour and reduced functional capacity, factors that can compromise their prognosis. Intradialytic inspiratory muscle training (IMT) can increase respiratory muscle strength and, consequently, improve functional capacity, besides being easy to apply, cheap and performed in a supervised setting. However, few studies show the effects of this type of training applied at different intensities in this population. This study aims to compare the effects of IMT at different intensities in adults with ESRD undergoing HD.

**Methods and analysis** A randomised, double-blind, sham-controlled trial will be conducted on 36 subjects randomly allocated into three groups: IMT at intensities of 30% or 50% of maximal inspiratory pressure (intervention

## STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THIS STUDY

- ⇒ A strength of this study is the randomised, double-blind and placebo-controlled design.
- ⇒ The first study to assess the effect of inspiratory muscle training on diaphragm thickness of haemodialysis individuals.
- ⇒ The outcomes will be obtained through clinically validated and accurate tools.
- ⇒ Since this will be a study conducted in a single region, the results may not have external validity.

and impairment of respiratory muscle function, both contributing to exercise intolerance and physical inactivity.<sup>3-5</sup>

**A.13.** Nonstructural Genetic Cardiac Disease as the Most Common Cause of Sudden Cardiac Death in the Young Athlete: Is This True? **Curr Treat Options Cardio Med.** 2023;25:525-542.


Curr Treat Options Cardio Med  
DOI 10.1007/s11936-023-01005-3


---




# Nonstructural Genetic Cardiac Disease as the Most Common Cause of Sudden Cardiac Death in the Young Athlete: Is This True?

*Ricardo Stein, MD, ScD<sup>1,2,3,4,\*</sup>* 

*Filipe Ferrari, BSc, MSc<sup>1,2</sup>* 

*Thais M. A. Beuren, MD<sup>1,2</sup>* 

*Anderson D. da Silveira, MD, ScD<sup>1,2</sup>* 

*Luciana Sacilotto, MD, PhD<sup>5</sup>* 

## Address

<sup>1,2</sup>Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, Brazil

Email: rstein@cardiol.br

<sup>2</sup>Exercise Cardiology Research Group (CardioEx), Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>3</sup>Internal Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, Brazil

<sup>4</sup>School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rua Ramiro Barcelos, 2350, Fisiatria, Porto Alegre, RS 90035-903,

**A.14.** Advances with lipid-lowering drugs for pediatric patients with familial hypercholesterolemia. **Expert Opin Pharmacother.** 2021;22(4):483-495.



Taylor & Francis Online Access provided by Federal University of Rio Grande do Sul




Home ▶ All Journals ▶ Expert Opinion on Pharmacotherapy ▶ List of Issues ▶ Volume 22, Issue 4 ▶ Advances with lipid-lowering drugs for p ....

Expert Opinion on Pharmacotherapy >  
Volume 22, 2021 - Issue 4

Submit an article | Journal homepage

502 Views  
10 CrossRef citations to date  
6 Altmetric

Review  
**Advances with lipid-lowering drugs for pediatric patients with familial hypercholesterolemia**  
Filipe Ferrari , Vitor M. Martins, Viviane Z. Rocha & Raul D. Santos   
Pages 483-495 | Received 10 Jun 2020, Accepted 02 Oct 2020, Published online: 18 Dec 2020

 Cite this article  <https://doi.org/10.1080/14656566.2020.1832991> 

**A.15.** The Role of Sodium-Glucose Cotransporter-2 Inhibitors in Patients With Heart Failure, Regardless of Diabetes Status: Focus on Cardiovascular Disease. **Ann Pharmacother.** 2021;55(10):1267-1275.

---

## **The Role of Sodium-Glucose Cotransporter-2 Inhibitors in Patients With Heart Failure, Regardless of Diabetes Status: Focus on Cardiovascular Disease**

Annals of Pharmacotherapy  
2021, Vol. 55(10) 1267–1275  
© The Author(s) 2021  
Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-permissions  
DOI: 10.1177/1060028020985111  
journals.sagepub.com/home/aop



**Filipe Ferrari, BSc, MSc<sup>1,2</sup> , Vítor M. Martins, MD, PhD<sup>2</sup>,  
Rafael S. Scheffel, MD, PhD<sup>3,4</sup>, Anderson D. da Silveira, MD, ScD<sup>1,2</sup>,  
Marcelo Trotte Motta, BSc, MSc, PhD<sup>5</sup>, Emilio H. Moriguchi, MD, PhD<sup>1,6</sup>,  
Raul D. Santos, MD, PhD<sup>7,8</sup>, and Ricardo Stein, MD, ScD<sup>1,6</sup>**



**A.16.** Effects of Physical Exercise on Cardiometabolic Biomarkers and Inflammatory Markers in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Biol Res Nurs.** 2022;24(4):519-529.



*Review of Literature*

---

# **Effects of Physical Exercise on Cardiometabolic Biomarkers and Inflammatory Markers in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials**

Biological Research For Nursing  
2022, Vol. 0(0) 1–11  
© The Author(s) 2022  
Article reuse guidelines:  
[sagepub.com/journals-permissions](https://sagepub.com/journals-permissions)  
DOI: 10.1177/10998004221099573  
[journals.sagepub.com/home/brn](https://journals.sagepub.com/home/brn)  
 SAGE

**Keyvan Hejazi, PhD<sup>1</sup> and Filipe Ferrari, MSc<sup>2,3</sup>**

**A.17.** Thiazide diuretics alone or in combination with a potassium-sparing diuretic on blood pressure-lowering in patients with primary hypertension: protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Syst Rev.* 2022;11(1):23.

Martins et al. *Systematic Reviews* (2022) 11:23  
<https://doi.org/10.1186/s13643-022-01890-y>


Systematic Reviews

PROTOCOL

Open Access

# Thiazide diuretics alone or in combination with a potassium-sparing diuretic on blood pressure-lowering in patients with primary hypertension: protocol for a systematic review and network meta-analysis



Vítor M. Martins<sup>1,2\*</sup> , Patrícia K. Ziegelmann<sup>1,3</sup>, Lucas Helal<sup>1,4</sup>, Filipe Ferrari<sup>1</sup>, Marcelo B. Lucca<sup>1,5</sup>, Sandra C. Fuchs<sup>1,3,5</sup> and Flávio D. Fuchs<sup>1,2</sup>

**A.18.** Direct-Acting Oral Anticoagulants in Atrial Fibrillation: What's New in the Literature. *Cardiol Rev.* 2021;29(3):120-130.

**Welcome Ovid Subscriber!**

Your institution's Ovid subscription entitles you to view the full text of this article.

REVIEW ARTICLES

## Direct-Acting Oral Anticoagulants in Atrial Fibrillation What's New in the Literature

Ferrari, Filipe BSc, MSc<sup>\*,†</sup>; da Silveira, Anderson Donelli MD, ScD<sup>\*,†</sup>; Martins, Vitor Magnus MD, PhD<sup>\*</sup>; Franzoni, Leandro Tolfo BSc<sup>\*,†</sup>; Zimmerman, Leandro Ioschpe MD, ScD, FACC, FESC<sup>‡</sup>; Stein, Ricardo MD, ScD<sup>\*,†,§</sup>

[Author Information](#) ⓘ

From the <sup>\*</sup>Postgraduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, School of Medicine, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

  
Outline

  
Images

  
Download

”

**A.19.** Lung Function and Inspiratory Muscle Strength in Heart Failure: Can They be Considered Potential Prognostic Markers? *Arq Bras Cardiol.* 2022;118(4):692-693.



## Short Editorial

---

### Lung Function and Inspiratory Muscle Strength in Heart Failure: Can They be Considered Potential Prognostic Markers?

Filipe Ferrari<sup>1,2</sup> 

Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício (CardioEx) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Short Editorial related to the article: Relationship of Lung Function and Inspiratory Strength with Exercise Capacity and Prognosis in Heart Failure

**A.20. Statins and COVID-19: To Suspend or Not to Suspend? That is the Question!**  
**Arq Bras Cardiol.** 2021;116(1):147-152.



**Research Letter**

---

## **Statins and COVID-19: To Suspend or Not to Suspend? That is the Question!**

*Filipe Ferrari<sup>1</sup> and Raul D. Santos<sup>2,3</sup>*

*Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil*

*Lipid Clinic Heart Institute (InCor), University of São Paulo Medical School Hospital,<sup>2</sup> São Paulo, SP – Brazil*

*Hospital Israelita Albert Einstein,<sup>3</sup> São Paulo, SP – Brazil*

A.21. COVID-19 and Thromboinflammation: Is There a Role for Statins? **Clinics (Sao Paulo)**. 2021;76:e2518.



REVIEW ARTICLE

## COVID-19 and Thromboinflammation: Is There a Role for Statins?

Filipe Ferrari <sup>I</sup>, Vitor M. Martins <sup>II</sup>, Marcelo Teixeira <sup>I</sup>, Raul D. Santos <sup>III,IV</sup>, Ricardo Stein <sup>I,V,\*</sup>

<sup>I</sup> Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, BR. <sup>II</sup> Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, BR. <sup>III</sup> Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, BR. <sup>IV</sup> Unidade Clínica de Lipídeos, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas HCFMUSP, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, BR. <sup>V</sup> Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, BR.

Ferrari F, Martins VM, Teixeira M, Santos RD, Stein R. COVID-19 and Thromboinflammation: Is There a Role for Statins? *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e2518

\*Corresponding author. E-mail: rstein@cardiol.br

The novel coronavirus disease (COVID-19) showed increased morbidity and mortality rates and worse prognosis in individuals with underlying chronic diseases, especially cardiovascular disease and its risk factors, such as hypertension, diabetes, and obesity. There is also evidence of possible links among COVID-19, myocardial infarction, and stroke. Emerging evidence suggests a pro-inflammatory milieu and hypercoagulable state in patients with this infection. Despite anticoagulation, a large proportion of patients requiring intensive care may develop life-threatening thrombotic complications. Indeed, the levels of some markers of hemostatic activation, such as D-dimer, are commonly elevated in COVID-19, indicating potential risk of deep vein thrombosis and pulmonary thromboembolism. In this review, we critically examine and discuss aspects of hypercoagulability and inflammation in COVID-19 and the possible benefits of statins in this scenario, with emphasis on their underlying molecular mechanisms. Moreover, we present recommendations on the use of antiviral drugs in combination with statins.





**KEYWORDS:** COVID-19; Thrombosis; Inflammation; Atherosclerosis; Statins.

A.22. Renin-Angiotensin-Aldosterone System Inhibitors in COVID-19: A Review. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e2342.



REVIEW ARTICLE

# Renin–Angiotensin–Aldosterone System Inhibitors in COVID-19: A Review

Filipe Ferrari <sup>I</sup>, Vítor Magnus Martins <sup>II</sup>, Flávio Danni Fuchs <sup>I,III</sup>, Ricardo Stein <sup>I,IV,\*</sup>

<sup>I</sup>Programa de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, BR. <sup>II</sup>Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, BR. <sup>III</sup>Divisão de Cardiologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, BR. <sup>IV</sup>Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, BR.

Ferrari F, Martins VM, Fuchs FD, Stein R. Renin–Angiotensin–Aldosterone System Inhibitors in COVID-19: A Review. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e2342

\*Corresponding author. E-mail: rstein@cardiol.br

Among the multiple uncertainties surrounding the novel coronavirus disease (COVID-19) pandemic, a research letter published in *The Lancet* implicated drugs that antagonize the renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) in an unfavorable prognosis of COVID-19. This report prompted investigations to identify mechanisms by which blocking angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) could lead to serious consequences in severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). The possible association between RAAS inhibitors use and unfavorable prognosis in this disease may have been biased by the presence of underlying cardiovascular diseases. As the number of COVID-19 cases has increased worldwide, it has now become possible to investigate the association between RAAS inhibitors and unfavorable prognosis in larger cohorts. Observational studies and one randomized clinical trial failed to identify any consistent association between the use of these drugs and unfavorable prognosis in COVID-19. In view of the accumulated clinical evidence, several scientific societies recommend that treatment with RAAS inhibitors should not be discontinued in patients diagnosed with COVID-19 (unless contraindicated). This recommendation should be followed by clinicians and patients.

**KEYWORDS:** Pandemic; Infection; SARS-CoV-2; Hypertension; Heart Failure.

**A.23.** Physical Activity and HDL-C: Are There Gender Differences in the Dose-response Effect? *Arq Bras Cardiol.* 2021;117(3):501-502.

## Short Editorial



### Physical Activity and HDL-C: Are There Gender Differences in the Dose-response Effect?

Filipe Ferrari,<sup>1,2</sup>  and Raul D. Santos<sup>1,4</sup>

Programa de Pós-graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA),<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício (CardioEx) – UFRGS, HCPA,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Unidade Clínica de Lipídeos do Instituto do Coração (InCor) – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP),<sup>3</sup> São Paulo, SP – Brazil

Hospital Israelita Albert Einstein,<sup>4</sup> São Paulo, SP – Brazil

Short Editorial related to the article: Association between Leisure Time Physical Activity and HDL-C in the Elsa-Brasil Study Participants: Are There Any Gender Differences in the Dose-Response Effect?



**A.24.** Inspiratory Muscle Training at Different Intensities in Heart Failure: Are There Differences in Central Hemodynamic Changes? **Arq Bras Cardiol.** 2020;114(4):664-665.



Short Editorial

---

## Inspiratory Muscle Training at Different Intensities in Heart Failure: Are There Differences in Central Hemodynamic Changes?

Lucas Helal<sup>1,2,3</sup> and Filipe Ferrari<sup>2,4</sup>

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC,<sup>1</sup> Criciúma, SC - Brazil

Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS - Brazil

Centre for Journalology, Ottawa Hospital Research Institute,<sup>3</sup> Ottawa - Canada

Exercise Cardiology Research Group (CardioEx), Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>4</sup> Porto Alegre, RS - Brazil

Short Editorial related to the article: *Controlled Study of Central Hemodynamic Changes in Inspiratory Exercise with Different Loads in Heart Failure*

**A.25.** COVID-19: Updated Data and its Relation to the Cardiovascular System. **Arq Bras Cardiol.** 2020;114(5):823-826.

## Viewpoint



---

## COVID-19: Updated Data and its Relation to the Cardiovascular System

Filipe Ferrari<sup>1</sup>

Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre,<sup>1</sup> RS – Brazil.

**A.26.** High-intensity Interval Training versus Continuous Exercise: Is There a Difference Regarding the Magnitude of Blood Pressure Reduction? **Arq Bras Cardiol.** 2020;115(1):15-16.



**Short Editorial**

## **High-intensity Interval Training versus Continuous Exercise: Is There a Difference Regarding the Magnitude of Blood Pressure Reduction?**

Filipe Ferrari<sup>1,2</sup> and Vitor Magnus Martins<sup>3</sup>

Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Exercise Cardiology Research Group (CardioEx) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Hospital de Clínicas de Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>3</sup> Porto Alegre, RS – Brazil

Short Editorial related to the article *Acute Effect of Interval vs. Continuous Exercise on Blood Pressure: Systematic Review and Meta-Analysis*

A.27. Pharmacogenomics and Cardiovascular Disease: Where are We and Where do We go from Here? *Arq Bras Cardiol.* 2020;115(4):690-700.

## Review Article



---

# Pharmacogenomics and Cardiovascular Disease: Where are We and Where do We go from Here?

Ricardo Stein,<sup>1,2</sup>  Thaís Beuren,<sup>1,2</sup> Luis Ramudo Cela,<sup>3</sup>  Filipe Ferrari<sup>1,2</sup> 

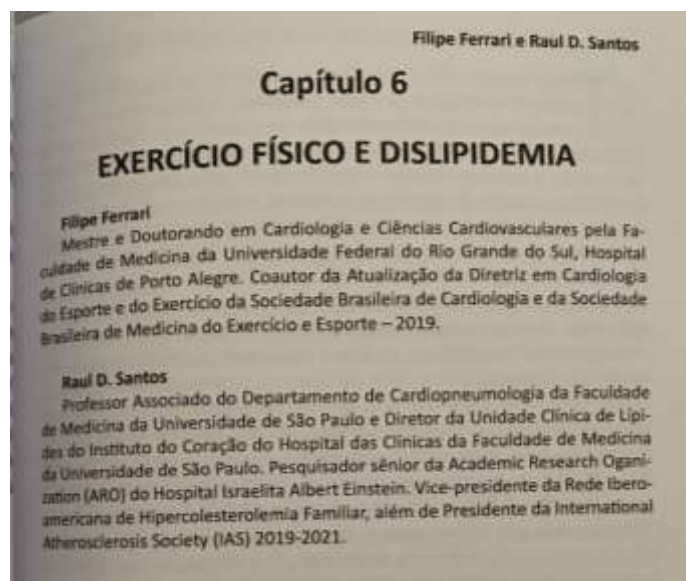
Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>1</sup> Porto Alegre, RS - Brazil

Graduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Hospital de Clínicas de Porto Alegre,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS - Brazil

Universidad de Coruña, La Coruña,<sup>3</sup> Galicia - Spain

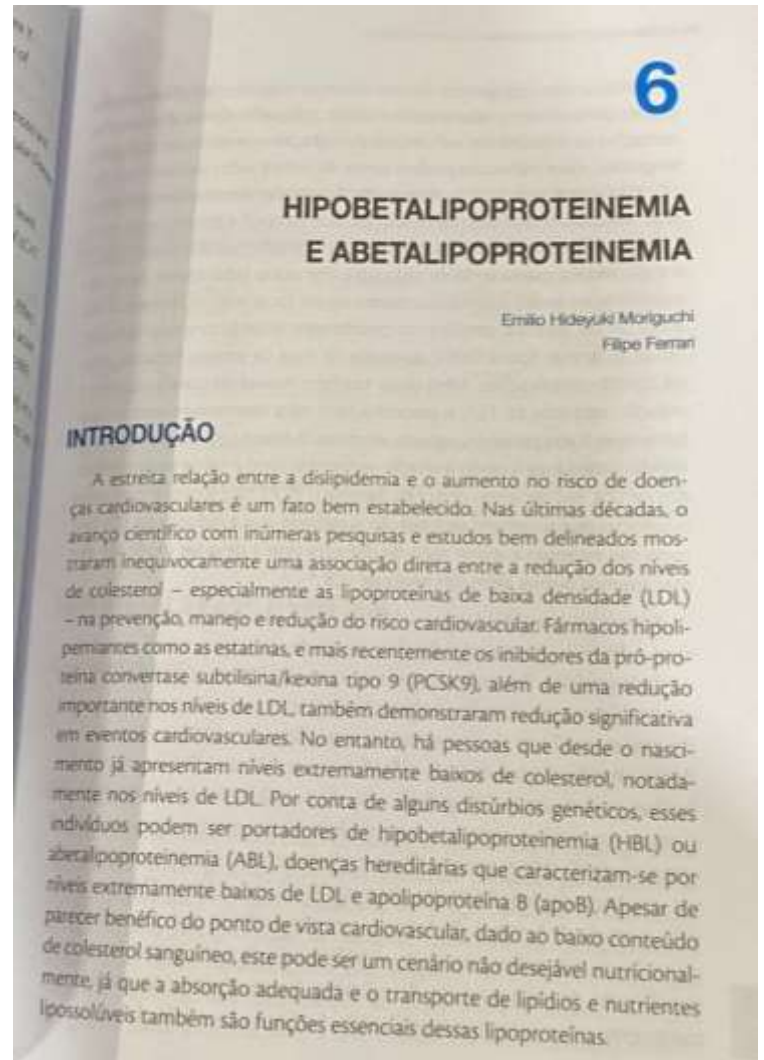
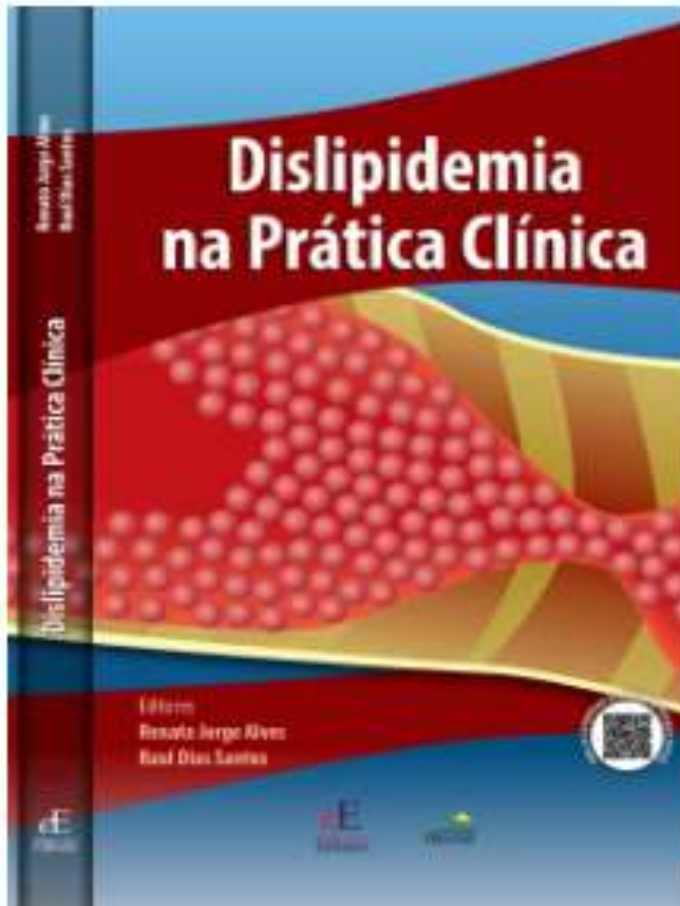
## APÊNDICE B. CAPÍTULOS DE LIVROS DURANTE O DOUTORADO.

**B.1.** Livro: Atividades Físicas: Fundamentos e Aplicações Clínicas. 1ed.São Paulo: VA Books, 2022. Capítulo: Exercício Físico e Dislipidemia.

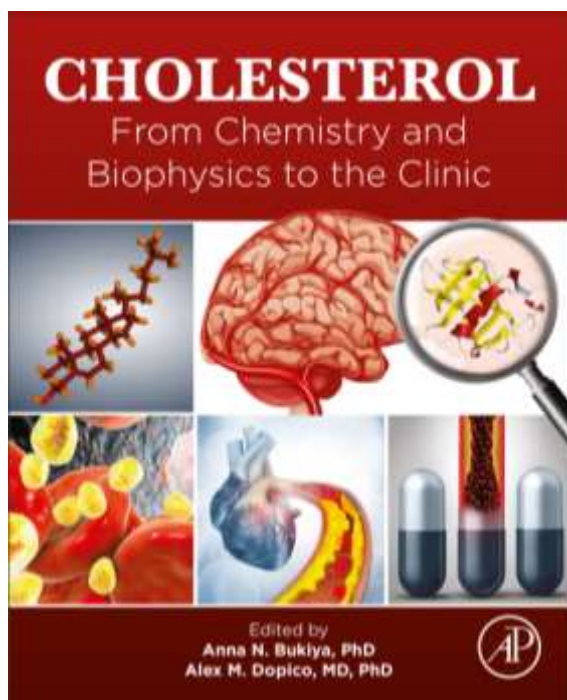


B.2. Livro: Dislipidemia na Prática Clínica. 1ed.São Paulo: Editora dos Editores, 2022.

Capítulo: Hipobetalipoproteinemia e Abetalipoproteinemia.



**B.3.** Livro: Cholesterol: From Chemistry and Biophysics to the Clinic. 1ed. Amesterdã: Elsevier, 2022. Capítulo: Blood lipids and molecular pathways of atherogenesis.



CHAPTER

24

Blood lipids and molecular pathways  
of atherogenesis

Ricardo Stein<sup>a</sup>, Filipe Ferrari<sup>a,b</sup>, and Vítor M. Martins<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Postgraduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, School of Medicine, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil <sup>b</sup>Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil

Abbreviations

ACAT-2	acetyl-coenzyme A acetyltransferase 2
Acetyl-CoA	acetyl coenzyme A
ApoB	apolipoprotein B
ApoC-III	apolipoprotein C-III
ASCVD	atherosclerotic cardiovascular disease
CAD	coronary artery disease
CETP	cholesteryl ester transfer protein
CV	cardiovascular
HDL	high-density lipoprotein
HDL-C	high-density lipoprotein cholesterol
LCAT	lecithin cholesterol acyltransferase
LDL	low-density lipoprotein
LDL-C	low-density lipoprotein cholesterol
MCP-1	monocyte chemoattractant protein-1

## APÊNDICE C. PRÊMIOS EM CONGRESSOS DURANTE O DOUTORADO.

**C.1.** Melhor Tema Livre Oral na Categoria Médica Multidisciplinar do Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul (SOCERGS, 2023).





**C.2. Melhor Tema Livre Oral – XXIX Congresso Nacional do DERC (2023).**



C.3. 2º Melhor Tema Livre Oral do 78º Congresso Brasileiro de Cardiologia (2023).



**C.4. Second Place in the Best Young Researcher – Poster Category, Sociedade Brasileira de Cardiologia and World Heart Federation (2022).**



**C.5. Melhor Tema Livre Oral na Categoria Médica Multidisciplinar do Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul (SOCERGS, 2022).**



**C.6. Melhor Tema Livre Oral na Categoria Médica Multidisciplinar da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul (SOCERGS, 2018).**

