

ANÁLISE DA LEITURA DE PARÂMETROS ELETROFISIOLÓGICOS POR MEIO DO ELETROCARDIOGRAMA (ECG) – ASPECTOS MÉDICOS E MULTIDISCIPLINARES

Patrick Cristian Lima Orihuela¹
Isabella Siciliano Montalto²
Pedro Henrique Veloso de Souza³
Thaís de Lima Brosco⁴
Leonardo Moraes Armesto⁵
Eduardo Gregório Chamlian⁶

RESUMO: O surgimento do eletrocardiograma permitiu o desenvolvimento de uma série de estudos envolvendo a identificação de patologias e da eletrofisiologia cardíaca facilitando maior compreensão do sistema cardiovascular. Atualmente o eletrocardiograma facilita novas descobertas da fisiologia cardíaca por métodos gradativamente mais assertivos e inovadores tanto em humanos quanto em animais. O estudo constitui-se de uma revisão integrativa. A busca nas bases de dados foi realizada utilizando os descritores “Eletrofisiologia Cardíaca” e “Eletrocardiografia” nas bases de indexação da BVS, PubMed e SciELO, publicados nos últimos 5 anos nas línguas inglesa e portuguesa com acesso gratuito. Excluíram-se do estudo publicações que estivessem em outras línguas, duplicadas, fora do eixo temático, bem como publicações fora de formato de artigo. Foram encontrados 19 artigos, destes apenas 10 foram incluídos no estudo. Os trabalhos abordaram como o estudo eletrocardiográfico pode ser complementado por intervenções medicamentosas, como o uso de anti-inflamatórios não esteroidais e melatonina, e testados em animais com alterações genéticas específicas. Ademais, foram realizados testes em humanos com patologias diversas para analisar o comportamento eletrocardiográfico frente a certas medidas terapêuticas. Evidencia-se que o eletrocardiograma ainda possui diversas formas inovadoras de analisar a eletrofisiologia cardíaca, propiciando estudos cada vez mais profundos e interpretativos que evidenciem as relações eletrofisiológicas com a morfologia eletrocardiográfica, facilitando, por fim, sua melhor utilização como critério potencial para auxílio diagnóstico e subsídio terapêutico.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrofisiologia; Eletrocardiograma; Estudo eletrofisiológico; Sistema cardiovascular; Estudo interdisciplinar.

ABSTRACT: The emergence of the electrocardiogram has enabled the development of a series of studies involving the identification of pathologies and cardiac electrophysiology, facilitating a greater understanding of the cardiovascular system. Currently, the electrocardiogram facilitates new discoveries of cardiac physiology through gradually more assertive and innovative methods in both humans and animals. The study is an integrative review. The databases were searched using the descriptors “Cardiac Electrophysiology” and “Electrocardiography” in the VHL, PubMed and SciELO indexing databases, published in the last 5 years in English and Portuguese with free access. Publications that were in other languages, duplicated, outside the thematic axis, as well as publications not in article format were excluded from the study. A total of 19 articles were found, of which only 10 were included in the study. The papers addressed how electrocardiographic studies can be complemented by drug interventions, such as the use of non-steroidal anti-inflammatory drugs and melatonin, and tested on animals with specific genetic alterations. In addition, tests have been carried out on humans with various pathologies to analyze electrocardiographic behavior in the face of certain therapeutic measures. It is clear that the electrocardiogram still has a number of innovative ways of analyzing cardiac electrophysiology, providing increasingly in-depth and interpretative studies that show electrophysiological relationships with electrocardiographic morphology, ultimately facilitating its better use as a potential criterion for diagnostic aid and therapeutic support.

KEY WORDS: Electrophysiology; Electrocardiogram; Electrophysiological study; Cardiovascular system; Interdisciplinary study.

¹Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: patrickkilimao@live.com

²Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: isabella.montalto@uscsonline.com.br

³Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: pedro.souza1@uscsonline.com.br

⁴Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: thais.brosco@uscsonline.com.br

⁵Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: leonardo.armesto@uscsonline.com.br

⁶Médico/Cirurgião Cardiovascular - Orientador. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: dudachamlian@me.com

INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) foi inventado em 1902, sendo decisivo na contribuição de uma nova era na medicina marcada pelo uso de tecnologias diagnósticas. O surgimento desse aparelho permitiu o desenvolvimento de estudos envolvendo a identificação de patologias e da eletrofisiologia cardíaca possibilitando maior compreensão do sistema cardiovascular. Atualmente o eletrocardiograma contribui em novas descobertas da fisiologia cardíaca por métodos gradativamente mais assertivos e inovadores tanto em humanos quanto em animais (Giffoni, 2009).

O ECG, é amplamente reconhecido como o método de referência para o diagnóstico não invasivo e indolor de arritmias e distúrbios de condução cardíaca. O mesmo avalia as correntes elétricas geradas e conduzidas no coração, que podem ser detectadas por eletrodos na posicionados na pele do paciente durante o exame (Hall, 2011). Ademais, ele desempenha um papel crucial na avaliação de patologias isquêmicas coronarianas, sendo considerado um importante indicador de doenças cardíacas (Nicolau *et al.*, 2003).

Nicolau *et al.*, (2003) pontua ainda que o método é mais preciso no diagnóstico de arritmias e distúrbios de condução do que na identificação de alterações estruturais ou metabólicas. Entretanto, muitas alterações fisiopatológicas e estruturais podem ser detectadas por meio do ECG. A complexidade nos diagnósticos requerem o complemento com outras modalidades diagnósticas, como exames de imagem e biomarcadores, auxiliando na especificidade e sensibilidade (Giffoni, 2009; Hall, 2011). Todavia, a sobreposição dessas condições pode reduzir sua especificidade em relação a diferentes tipos de doenças cardíacas. Isso ocorre com as alterações na repolarização ventricular, que, apesar de serem as mais frequentes e sensíveis, apresentam baixa especificidade (Nicolau *et al.*, 2003).

Morton *et al.*, (2014) ressaltam que a interpretação do ECG é uma atribuição exclusiva a classe médica. Entretanto, os Conselhos Regionais de Enfermagem endossam que a execução do exame não é restrita a uma única categoria profissional. Eles afirmam que qualquer integrante da equipe de enfermagem pode realizar o procedimento, desde que tenha recebido o treinamento e a capacitação necessários. Além disso, é responsabilidade da enfermagem garantir a formação adequada desses profissionais para a correta realização do exame.

A interdisciplinaridade é essencial para a interpretação deste exame, uma vez que engloba múltiplas áreas da saúde. Portanto, a responsabilidade nessa prática é compartilhada com profissionais da enfermagem, garantindo que todos os envolvidos estejam preparados para utilização do método com excelência (Nicolau, 2003; Silva,

No entanto, apesar de toda sua importância, encontram-se diversos estudos que indicam que acadêmicos egressos e recém-formados em medicina apresentam dificuldades no aprendizado do ECG. As pesquisas também evidenciaram que metodologias voltadas para o ensino da interpretação do exame são eficazes, independentemente do período do curso, da idade ou do sexo dos alunos.

É fundamental que as sociedades médicas e acadêmicas incentivem a realização de pesquisas relacionadas ao ensino do ECG. Esse esforço visa fortalecer o aprendizado desse exame essencial entre os recém-formados, especialmente em contextos de emergência e urgência médica (Silva, 2022).

1. DESENVOLVIMENTO

1.1. Pergunta-Problema e Objetivos

Como os parâmetros eletrofisiológicos obtidos por meio do exame de eletrocardiograma (ECG) podem ser utilizados para melhores intervenções médicas e multidisciplinares no diagnóstico e tratamento de cardiopatias? O objetivo principal deste estudo é revelar como a análise dos parâmetros eletrofisiológicos, realizada por meio do ECG, pode contribuir para um entendimento mais aprofundado de diferentes patologias cardíacas e para a criação de táticas terapêuticas mais eficientes.

1.2 Justificativa e Relevância

Nos últimos anos, despontou-se demanda considerável por meios de diagnósticos e terapêuticas mais precisos e menos invasivos no campo da cardiologia. O eletrocardiograma é uma ferramenta amplamente acessível e não invasiva, e, através de uma análise minuciosa e direcionada, pode-se entender mais das funções cardíacas daquele paciente, sendo crucial na detecção precoce de arritmias e outras disfunções cardíacas. A atualidade do material da pesquisa também se reflete na inclusão de estudos que abordam novas terapias medicamentosas e testes em modelos experimentais, o que contribui para o avanço do conhecimento científico no setor. Desta forma, este estudo adiciona valor ao eixo temático de trabalhos cardíacos, promovendo um entendimento multidisciplinar dos aspectos eletrofisiológicos do coração e ofertando materiais para pesquisas posteriores e evoluções na prática clínica

1.3 Materiais e Métodos

Foi realizado um estudo descritivo nos moldes de uma revisão integrativa da literatura. Foi realizada uma busca por artigos em bases de dados seguindo um método rigoroso a fim de encontrar mais informações que possam responder o

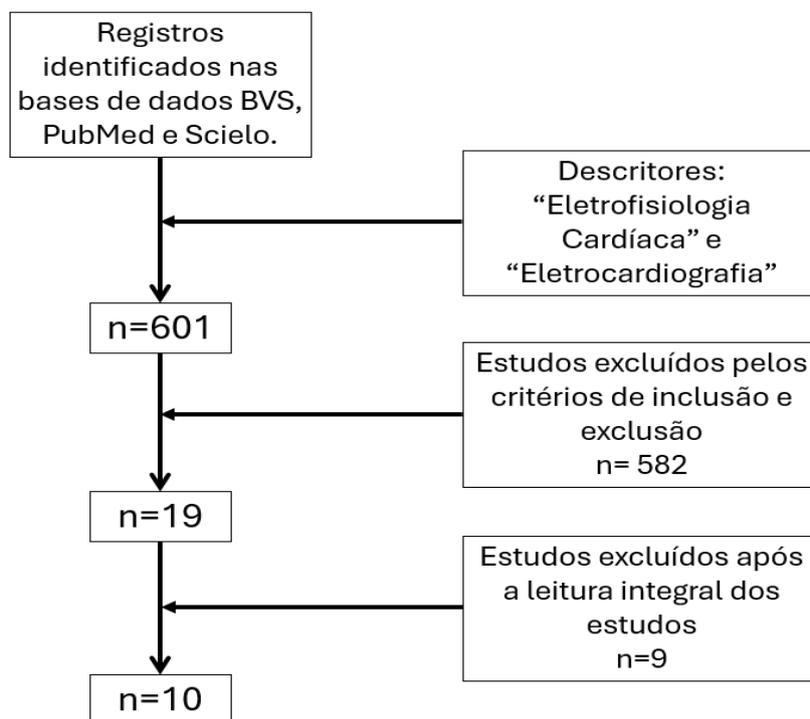
objetivo proposto.

A busca de dados foi realizada utilizando os descritores “Eletrofisiologia Cardíaca” e “Eletrocardiografia” nas bases de indexação de dados da Biblioteca Virtual de Saúde, PubMed e SciELO. Os critérios de inclusão definidos foram: publicados nos últimos 5 anos nas línguas inglesa e portuguesa com acesso gratuito e eixo temático correspondente ao foco de estudo. Excluíram-se do estudo trabalhos que estivessem em outras línguas que não fossem inglês e português, duplicados, fora do eixo temático, bem como publicações fora de formato de artigo, como teses e editoriais.

1.4 Resultados e Discussão

Foram encontrados 601 artigos sobre os descritores identificados a partir das bases BVS, PUBMED e SCIELO. Destes, 19 artigos correspondiam aos últimos 5 anos e estavam nas línguas inglesa e portuguesa com acesso gratuito. Restando apenas 10, os quais foram incluídos no estudo por se enquadrarem no eixo temático. A Figura 1 demonstra o fluxo metodológico para a seleção dos artigos que compuseram este estudo.

Figura 1: Fluxo para seleção de artigos para inclusão no estudo.



Fonte: Autoria própria

Dos artigos avaliados, 4 (40%) possuíam Qualis A1, 3 (30%) Qualis A4, 2 (20%) Qualis B1 e apenas 1 (10%) não possuía Qualis. O maior fator de impacto foi de 9,1, enquanto o menor foi de 1,2. A relação dos artigos avaliados pode ser observada de forma sistemática por meio da Tabela 1.

Tabela 1- Relação dos resultados encontrados

Artigo	Autor/ano	Periódico
The Wenckebach Phenomenon.	HANSOM <i>et al.</i> , 2021.	Current Cardiology Reviews
Knockdown of the TRPM4 channel alters cardiac electrophysiology and hemodynamics in a sex- and age-dependent manner in mice.	ARULLAMPALAM <i>et al.</i> , 2023.	Physiological Reports
Electrophysiology and Arrhythmogenesis in the Human Right Ventricular Outflow Tract.	ARAS <i>et al.</i> , 2022.	Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology
Experimental evidence for proarrhythmic effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in a sensitive whole-heart model.	WOLFES <i>et al.</i> , 2021.	Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology
Myocardial electrophysiological and mechanical changes caused by moderate hypothermia-A clinical study.	WISLØFF-AASE <i>et al.</i> , 2022.	Physiological Reports
Electrocardiographic and electrophysiological characteristics of idiopathic ventricular arrhythmias originating from the vicinity of tricuspid annulus.	YU <i>et al.</i> , 2021.	Scientific Reports
pyCEPS: A cross-platform electroanatomic mapping data to computational model conversion platform for the calibration of digital twin models of cardiac electrophysiology.	ARNOLD <i>et al.</i> , 2024.	Computer Methods and Programs in Biomedicine
Association Between Antiarrhythmic, Electrophysiological, and Antioxidative Effects of Melatonin in Ischemia/Reperfusion.	SEDOVA <i>et al.</i> , 2019.	International Journal of Molecular Sciences
Electrophysiological Insights into Three Modalities of Left Bundle Branch Area Pacing in Patients Indicated for Pacing Therapy.	ZHANG <i>et al.</i> , 2021.	International Heart Journal
New Parameter of the Second Half of the P-Wave, P-Wave Duration, and Atrial Conduction Times Predict Atrial Fibrillation Electrophysiological Studies.	PUERTA <i>et al.</i> , 2021.	Medical Principles and Practice

Fonte: Própria autoria

Este estudo busca demonstrar como a análise específica desses parâmetros junto de inovações na área podem guiar intervenções diagnósticas e terapêuticas mais assertivas, garantindo maior compreensão da complexidade das patologias cardíacas e um melhor prognóstico para os pacientes. O trabalho de Hansom *et al.*, (2021) demonstrou como padrões eletrocardiográficos podem indicar disfunções específicas do sistema de condução elétrico, sendo de extrema importância na identificação de arritmias, como foi exemplificado pelo fenômeno de Weckenbach, e na escolha de tratamentos específicos de forma precoce, permitindo a resolução do problema antes

do surgimento de complicações mais graves.

Yu *et al.*, (2021) abordou esse tópico de forma similar ao analisar aspectos específicos de arritmias ventriculares oriundas do anel tricúspide permitindo maior agilidade e precisão diagnóstica, além de personalizar o tratamento por meio de métodos ablativos, minimizando os danos teciduais intrínsecos do método, melhorando o prognóstico do paciente. Ademais, o estudo de Puerta *et al.*, (2021) revelou novas medições e parâmetros a serem analisados sobre a duração da curva “P” e sua relação com a condução atrial, que tiveram um valor preditivo positivo considerável para o desenvolvimento de fibrilação atrial em pacientes saudáveis. Demonstrando como pesquisas cada vez mais aprofundadas na área pode aprimorar a utilidade do método e permitir a identificação precoce de pacientes com potencial para desenvolver doenças, o que garante medidas preventivas em públicos estratégicos.

Outros estudos abordaram o impacto de diversos fatores na eletrofisiologia, como fatores genéticos, tal qual foi abordado por Arullampalam *et al.*, (2023), que realizou teste em ratos ao induzir a ausência do canal TRPM4 para compreender mecanismos fisiopatológicos que ainda não foram elucidados e que poderiam ser alvo de medicações e tratamentos específicos. Em outra linha de pesquisa, Wisløff-Aase *et al.*, (2022) observou as alterações eletrocardiográficas induzidas por pacientes com hipotermia moderada. Tendo em vista isso, pode se atestar as capacidades diagnósticas do ECG em condições clínicas em que o sistema cardiovascular não é a etiologia primária ou o órgão lesado. Sendo o exame de extrema importância para áreas de cuidados intensivos, cirurgias cardíacas e reanimação em parada cardiorrespiratória.

Não obstante, o trabalho realizado por Wolfes *et al.*, (2021) avaliou os efeitos pró-arrítmicos de anti-inflamatórios não esteroidais que frequentemente são utilizados de forma contínua sem orientação médica adequada. Em contrapartida, Sedova *et al.*, (2019) evidenciou os efeitos antiarrítmicos e antioxidantes da melatonina em cenários de isquemia/reperfusão. Estes estudos evidenciaram a importância de se observar o paciente como um todo, se atentando em como o uso concomitante de medicamentos sem relação direta com o sistema cardiovascular pode agravar ou melhorar a condição clínica do paciente, levando a decisões mais complexas e condutas mais específicas.

A tecnologia trouxe ferramentas para facilitar e aprimorar a leitura dos dados eletrocardiográficos, a especificidade do exame e os mecanismos terapêuticos. Arnold *et al.*, (2024) apresentou a plataforma pyCEPS que permite converter os dados de um mapeamento eletroanatômico em um modelo computacional interativo. Esse recurso permite melhorias no processo de educação médica, novas abordagens para simulação de terapêuticas invasivas e novas oportunidades para estudos de

eletrofisiologia.

Esse avanço condiz com a tendência em se direcionar para procedimentos minimamente invasivos, reduzindo os efeitos colaterais e a iatrogenia envolvida em processos ablativos e cirúrgicos. Em uma linha similar, Aras *et al.*, (2022) explora a eletrofisiologia da via de saída do ventrículo esquerdo, garantindo uma melhor compreensão sobre sua atuação em cenários de arritmia, permitindo um melhor direcionamento para procedimentos ablativos. Zhang *et al.*, (2021) por outro lado observa a estimulação cardíaca no território do ramo esquerdo, evidenciando a utilidade e benefício de abordagens especializadas em pacientes em terapia de ressincronização cardíaca.

A função do ECG relacionada ao diagnóstico e tratamento de comorbidades cardíacas não se limita apenas a figura do médico. O exame também pode ser subsídio para estudos e intervenções multidisciplinares, como no campo da farmacologia, genética e engenharia biomédica. O próprio trabalho elaborado por Arnold *et al.*, (2024) evidenciou a colaboração entre clínicos e engenheiros para o desenvolvimento de modelos computacionais que garantem avanços na terapia personalizada. Os avanços do ECG reforçam sua função e importância para o desenvolvimento da medicina preventiva e personalizada. A capacidade de prever eventos arrítmicos (Puerta *et al.*, 2021), a elucidação de mecanismos fisiopatológicos (Arullampalam *et al.*, 2023), a análise de parâmetros mais específicos (Aras, 2022; Yu, 2021; Zhang, 2021) e o desenvolvimento de novas tecnologias (Arnold *et al.*, 2024) evidenciaram um futuro em que o estudo eletrocardiográfico será cada vez mais utilizado no monitoramento contínuo e no planejamento preventivo de procedimentos em pacientes de alto risco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidencia-se que o eletrocardiograma, apesar de ter surgido há mais de um século, ainda possui diversas formas inovadoras de analisar a eletrofisiologia cardíaca, propiciando estudos cada vez mais profundos e interpretativos que evidenciem as relações eletrofisiológicas com as características ondulatórias morfológicas do eletrocardiograma, facilitando, por fim, sua melhor utilização como critério potencial para auxílio diagnóstico e subsídio terapêutico.

A integração de descobertas eletrofisiológicas com novas tecnologias e abordagens multidisciplinares, reforça o papel do ECG no desenvolvimento de uma medicina mais personalizada e assertiva, com medidas preventivas mais impactantes e promovendo procedimentos minimamente invasivos. Isso poderá gerar um impacto positivo na qualidade de vida dos pacientes.

Desta forma, é necessário um esforço em conjunto tanto para treinamentos, pesquisas e na integração multiprofissional para potencializar ainda mais a precisão no seu diagnóstico e permitir a evolução do método por meio de mais estudos científicos.

REFERÊNCIAS

ARAS, K. *et al.* **Electrophysiology and Arrhythmogenesis in the Human Right Ventricular Outflow Tract.** *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, v. 15, n. 3, 2022. Disponível em: <<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCEP.121.010630>>

ARNOLD, R. *et al.* **pyCEPS: A cross-platform electroanatomic mapping data to computational model conversion platform for the calibration of digital twin models of cardiac electrophysiology.** *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 254, p. 108299–108299, 2024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260724002943>>

ARULLAMPALAM, P. *et al.* **Knockdown of the TRPM4 channel alters cardiac electrophysiology and hemodynamics in a sex- and age-dependent manner in mice.** *Physiological Reports*, v. 11, n. 16, 2023. Disponível em: <<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.14814/phy2.15783>>

GIFFONI, R. T; TORRES, R. M. **Breve História Da Eletrocardiografia.** *Revista Medicina - Minas Gerais*, v. 20, n. 2, 2010. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-553654>>

HANSOM, S. P; GOLIAN, M; GREEN, M. S. **The Wenckebach Phenomenon.** *Current Cardiology Reviews*, v. 17, n. 1, p. 10–16, 2021. Disponível em: <<https://www.eurekaselect.com/article/108274>>

JANIR, E, *et al.* **Eletrocardiograma: Revisão Da Abordagem Profissional Do Enfermeiro.** In: [...]: *X Semana Acadêmica e I Mostra Científica de Enfermagem*, p. 11, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/anaissamcenf/article/view/7127>>

JESUS, B. L. S. de *et al.* **The Importance of the Nurse in the Interpretation of Electrocardiogram: Quality Care.** *Revista UNINGÁ*, v. 58, p. eUJ3986, 2021. Disponível em: <<https://revista.uninga.br/uninga/article/view/3986>>

NICOLAU, J. C. *et al.* **Diretriz de interpretação de eletrocardiograma de repouso.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 80, p. 1–18, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abc/a/JcS5MCwnr6jgn7CnMpVNz9c/>>

PATRICIA GONCE MORTON; FONTAINE, D. K; AL, E. **Cuidados Críticos De Enfermagem: Uma Abordagem Holística.** Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

PUERTA, R. C. *et al.* **New Parameter of the Second Half of the P-Wave, P-Wave Duration, and Atrial Conduction Times Predict Atrial Fibrillation during Electrophysiological Studies.** *Medical Principles and Practice*, v. 30, n. 5, p. 462–

<<https://karger.com/mpp/article/30/5/462/825005/New-Parameter-of-the-Second-Half-of-the-P-Wave-P>>

SEDOVA, K. A. *et al.* **Association Between Antiarrhythmic, Electrophysiological, and Antioxidative Effects of Melatonin in Ischemia/Reperfusion.** *International Journal of Molecular Sciences*, v. 20, n. 24, p. 6331, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/20/24/6331>>

SILVA, A. de S. S. *et al.* **Conhecimento de Enfermeiros sobre a Execução e Interpretação do ECG: Uma Revisão Integrativa.** *Revista InterScientia*, v. 7, n. 2, p. 98–108, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/1015>>

SILVA, M. C. A. de; ASSUNÇÃO, M. E. L. S. de M. **Eficácia de Metodologia Ativa de Aprendizagem do ECG no Internato em Clínica Médica.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 119, n. 5, v. 1, p. 22–26, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abc/a/kQbTwV5VCBZYDHPMQb4qCvm/>>

WISLØFF-AASE, K. *et al.* **Myocardial electrophysiological and mechanical changes caused by moderate hypothermia - A clinical study.** *Physiological Reports*, v. 10, n. 8, 2022. Disponível em: <<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.14814/phy2.15259>>

WOLFES, J. *et al.* **Experimental evidence for proarrhythmic effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in a sensitive whole-heart model.** *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, v. 130, n. 1, p. 103–109, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bcpt.13671>>

YU, M. *et al.* **Electrocardiographic and electrophysiological characteristics of idiopathic ventricular arrhythmias originating from the vicinity of tricuspid annulus.** *Nature - Scientific Reports*, v. 11, n. 1, 21 2021. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-021-88036-7>>

ZHANG, J. F. *et al.* **Electrophysiological Insights into Three Modalities of Left Bundle Branch Area Pacing in Patients Indicated for Pacing Therapy.** *International Heart Journal*, v. 62, n. 1, p. 78–86, 2021. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/ihj/62/1/62_20-490/_pdf/-char/en>