

USO DOS WEARABLES NA CARDIOLOGIA E SEU PAPEL NA DETECÇÃO DE ARRITMIAS

USE OF WEARABLES IN CARDIOLOGY AND THEIR ROLE IN DETECTING ARRHYTHMIAS

USO DE WEARABLES EN LA CARDIOLOGÍA Y SU PAPEL EN LA DETECCIÓN DE ARRITMIAS

Victória Suldofski Lucca¹

Rui Manuel de Sousa Sequeira Antunes de Almeida²

Jamir Lucca Neto³

RESUMO: Esta revisão sistemática tem como objetivo identificar a aplicação e atuação do uso dos wearables na cardiologia, abordando tanto a perspectiva do médico, quanto do paciente. Busca-se analisar o desempenho desses dispositivos na detecção de arritmias cardíacas. De acordo com os descritores usados, foram encontrados: a) 30 artigos na plataforma PubMed, 16 se encaixaram nos critérios de elegibilidade; b) 37 na plataforma Lilacs, dos quais 11 se encaixaram nos critérios estabelecidos; c) 02 na plataforma Cochrane Library, dos quais 01 se encaixou nos critérios estabelecidos; d) 01 no 38º volume da Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery, o qual se encaixou nos critérios; e) 01 na plataforma Google Acadêmico, o qual também se encaixa nos critérios. Dessa forma, tendo como fundamento os artigos selecionados, é possível inferir que os dispositivos de saúde vestíveis podem fornecer aos médicos uma visão mais ampla da saúde dos seus pacientes com alta precisão. A utilização desses dispositivos na detecção de arritmias cardíacas, principalmente aliados à Inteligência Artificial, é promissora quando comparada com exames tradicionais como o Eletrocardiograma (ECG). É possível observar que, gradativamente, as tecnologias vestíveis apresentam maior presença e especificidade na prevenção e diagnóstico de arritmias cardíacas.

Palavras-chave: Wearables. Cardiologia. Arritmia.

ABSTRACT: This systematic review aims to identify the application and role of wearable devices in cardiology, addressing both physician and patient perspectives. The objective is to analyze the performance of these devices in the detection of cardiac arrhythmias. Based on the applied descriptors, the following results were obtained: (a) 30 articles were identified in the PubMed database, of which 16 met the eligibility criteria; (b) 37 articles were found in the Lilacs database, with 11 meeting the established criteria; (c) 2 articles were retrieved from the Cochrane Library, with 1 meeting the inclusion criteria; (d) 1 article from the 38th volume of the *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, which met the criteria; and (e) 1 article from Google Scholar, also meeting the criteria. Based on the selected studies, it can be inferred that wearable health devices provide physicians with a broader and more precise assessment of patients' cardiovascular health. The use of these devices for detecting cardiac arrhythmias, particularly when combined with artificial intelligence, is promising when compared with traditional diagnostic methods such as electrocardiography (ECG). Wearable technologies have progressively demonstrated increased presence and specificity in the prevention and diagnosis of cardiac arrhythmias.

Keywords: Wearables. Cardiology. Arrhythmia.

¹Principal, acadêmica de Medicina do 10º período do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

²Professor orientador, Médico Cirurgião Cardiovascular, doutor em Medicina (Clínica Cirúrgica) pela UFPR, Pós-doutor em Ciências da Saúde pela UNIOESTE.

³Acadêmico de Medicina do 7º período do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

RESUMEN: Esta revisión sistemática tiene como objetivo identificar la aplicación y el papel del uso de dispositivos vestibles en cardiología, abordando tanto la perspectiva del médico como la del paciente. Se busca analizar el desempeño de estos dispositivos en la detección de arritmias cardíacas. De acuerdo con los descriptores utilizados, se identificaron: (a) 30 artículos en la base de datos PubMed, de los cuales 16 cumplieron con los criterios de elegibilidad; (b) 37 artículos en la base de datos LILACS, de los cuales 11 cumplieron los criterios establecidos; (c) 2 artículos en la Biblioteca Cochrane, de los cuales 1 fue incluido; (d) 1 artículo del volumen 38 de la *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, que cumplió los criterios; y (e) 1 artículo de Google Académico, también incluido. A partir de los estudios seleccionados, se puede inferir que los dispositivos de salud vestibles permiten a los médicos una evaluación más amplia y precisa de la salud cardiovascular de los pacientes. El uso de estos dispositivos en la detección de arritmias cardíacas, especialmente cuando se asocian con inteligencia artificial, resulta prometedor en comparación con métodos diagnósticos tradicionales como el electrocardiograma (ECG). De forma progresiva, las tecnologías vestibles han demostrado una mayor presencia y especificidad en la prevención y el diagnóstico de arritmias cardíacas.

Palabras clave: Dispositivos Electrónicos Vestibles. Cardiología. Arritmias Cardíacas.

INTRODUÇÃO

A evolução das tecnologias vem ganhando força pelo mundo todo, se inserindo nas mais diversas áreas, tanto profissionais, quanto pessoais. No âmbito da saúde as tecnologias digitais, inconscientemente, se tornaram presentes ao passo que permitiram que indivíduos assumissem uma posição ativa na gestão da sua saúde acompanhando seus dados fisiológicos em tempo real. 2 Wearables são dispositivos tecnológicos vestíveis, atualmente capazes de coletar, interpretar e transmitir dados fisiológicos do seu usuário, como frequência cardíaca, temperatura corporal e saturação de oxigênio.

Os Wearables podem se apresentar em diferentes formatos, como camisetas, meias, anéis e relógios, sendo esse último o mais comum na prática clínica. Os dispositivos vestíveis apresentam um impacto crescente na prática clínica, com o potencial de revolucionar a prevenção, o diagnóstico e o tratamento de doenças cardiovasculares (HUGHES A, et al., 2024).

O objetivo deste trabalho é analisar e descrever a aplicação dos wearables na prática cardiovascular, a forma de inserção desses dispositivos na prática clínica e qual a perspectiva dos profissionais médicos e dos pacientes a respeito dessas tecnologias. O trabalho descreve também o papel desses dispositivos detecção de arritmias cardíacas, destrinchando suas aplicações e sua relevância para a clínica e saúde dos pacientes. Além de considerar a precisão desses dispositivos com o fim de detecção de arritmias cardíacas e principalmente de Fibrilação Atrial (FA), a arritmia cardíaca mais comum (ZHANG H, et al., 2023).

MÉTODOS

Trata-se de um estudo retrospectivo analítico qualitativo, onde foram revisados artigos das plataformas Virtual Health Library, Pubmed, Cochrane Library, Google e Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery, selecionados por meio de critérios de inclusão e exclusão.

Foram incluídos na pesquisa artigos que contém estudos que relacionam o uso dos wearables com a detecção de arritmias cardíacas e que retratem a aplicabilidade dos wearables na prática clínica cardiovascular e sua contribuição no diagnóstico de arritmias. Também estão inclusos artigos nos idiomas Português, Inglês e Espanhol, que apresentem texto completo disponível e publicados nos últimos 10 anos.

Foram excluídos da pesquisa artigos incompletos, que não relacionam o uso dos wearables com a detecção de arritmias cardíacas, que não retratem a aplicabilidade desses dispositivos na prática clínica cardiovascular, escritos em idiomas diferentes dos citados anteriormente e também artigos que foram escritos antes do ano de 2019.

RESULTADOS

Os dispositivos vestíveis têm se tornado uma importante ferramenta na medicina moderna, especialmente na cardiologia, onde seu papel na detecção de arritmias cardíacas vem ganhando destaque. Os wearables, que incluem dispositivos como *smartwatches* e monitores de fitness, são capazes de coletar e analisar dados fisiológicos em tempo real, como frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca e até mesmo parâmetros relacionados à pressão arterial e oxigenação (HUGHES A, et al., 2024). A precisão e confiabilidade desses dispositivos são continuamente aprimoradas, oferecendo uma alternativa promissora aos métodos tradicionais de monitoramento, como o eletrocardiograma (ECG) convencional. A detecção de arritmias, especialmente a fibrilação atrial (FA), é uma das principais aplicações desses dispositivos, com estudos mostrando que eles podem fornecer diagnósticos eficazes e em tempo real (ZHANG H, et al., 2023; CAMPO D, et al., 2022).

Além de sua eficácia na detecção de arritmias, os wearables têm a capacidade de monitorar a saúde cardiovascular de maneira contínua, permitindo intervenções rápidas em caso de irregularidades. A capacidade de monitoramento prolongado é uma das principais vantagens dos dispositivos vestíveis em comparação com o ECG tradicional, que geralmente é realizado por curtos períodos (HUGHES A, et al., 2024). Essa abordagem não apenas melhora a detecção de arritmias, mas também permite um gerenciamento mais eficaz de condições

crônicas, como a insuficiência cardíaca. A abordagem de monitoramento contínuo permite que médicos e pacientes identifiquem e respondam a mudanças na saúde cardiovascular de forma mais eficiente (DUNCKER D, et al., 2021).

A aceitação dos wearables por parte dos pacientes é um aspecto fundamental para sua eficácia na prática clínica. Estudos relatam aumento do engajamento de pacientes no monitoramento da própria saúde ao usar esses dispositivos, uma vez que podem acompanhar sua própria saúde e reportar dados relevantes aos seus médicos (HALL R, et al., 2019). Essa interação não só promove uma melhor adesão ao tratamento, mas também facilita uma comunicação mais eficaz entre médicos e pacientes. A crescente popularidade dos wearables é evidenciada por dados que mostram que, em 2022, havia mais de um bilhão de dispositivos conectados à internet globalmente, com um aumento significativo na utilização de wearables para fins médicos (BARRINGTON J, et al., 2024).

No entanto, apesar dos avanços e da aceitação crescente, ainda existem desafios significativos a serem superados para a plena implementação dos wearables no sistema de saúde. Questões como conectividade, duração da bateria e qualidade do sinal são preocupações que precisam ser abordadas para garantir que esses dispositivos funcionem de maneira eficaz em ambientes clínicos. A superação desses obstáculos não só ampliaria as aplicações dos wearables, mas também potencializaria o monitoramento remoto e contínuo de pacientes com doenças cardíacas, tornando a telessaúde uma realidade mais acessível e eficaz no futuro (PIGNITORE A, et al., 2023).

Os dispositivos vestíveis possuem hoje diferentes fins, como por exemplo: acompanhamento de desempenho em atividades físicas, traduções de diferentes línguas, análise de parâmetros fisiológicos para a área médica, entre outros. Pensando na sua utilização dentro do meio médico, esses dispositivos têm se mostrado eficazes na detecção de arritmias, apresentando ótimo desempenho diagnóstico para detecção de fibrilação atrial(FA) (CAMPO D, et al., 2022). Além disso, é possível prever a descompensação de Insuficiência cardíaca(IC) (HUGHES A, et al., 2024). O eletrocardiograma de derivação única também apresenta sensibilidade, precisão e especificidade na detecção de fibrilação atrial (SANTALA OE, et al., 2021).

Os dispositivos vestíveis tem se mostrado amplamente aplicáveis, outra atuação possível para esses dispositivos no contexto médico é o acompanhamento de terapias farmacológicas com possíveis alterações cardiovasculares. E o acompanhamento não se restringe a terapias

farmacológicas, já que podem ser utilizados para o acompanhamento de desempenho físico em fisioterapias, e atividades físicas. Além da possível análise da alimentação, através da análise glicêmica, por exemplo, tornando esses dispositivos ferramentas importantes para a transição do gerenciamento médico clínico para o residencial (DUNCKER D, et al., 2021).

Os wearables são capazes de medir frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura, alterações no peso corporal, contagem de passos, postura, fluido pulmonar, entre outras métricas importantes para o acompanhamento clínico. No País de Gales, por exemplo, um em cada quatro cardiologistas recebem novos encaminhamentos relacionados a wearables semanalmente (BARRINGTON J, et al., 2024).

Atualmente, os dispositivos wearables estão se consolidando como ferramentas valiosas no mercado médico, especialmente no acompanhamento e monitoramento de condições cardíacas. A integração desses dispositivos na prática clínica é crescente, sendo uma ferramenta cogitada como uma inovação com capacidade de melhorar a assistência ao paciente (BARRINGTON J, et al., 2024). Os médicos reconhecem o potencial desses dispositivos para fornecer dados em tempo real sobre a saúde cardiovascular, promovendo um acompanhamento mais próximo e personalizado. Além disso, a validação de *smartwatches* para monitoramento eletrocardiográfico em populações pediátricas, destaca a aplicabilidade desses dispositivos em diferentes faixas etárias, ampliando seu uso na medicina.⁹

A perspectiva dos pacientes em relação ao uso de wearables é predominantemente positiva, com muitos se sentindo mais empoderados em monitorar sua própria saúde. Atualmente existe a preferência de pesquisa de pacientes por tecnologias de monitoramento que sejam não apenas eficazes, mas também convenientes e acessíveis (HALL R, et al., 2019). Estudos indicam que dispositivos vestíveis apresentam eficácia na identificação de arritmias cardíacas, contribuindo para o aumento da adesão e confiança por parte dos usuários dessas tecnologias (ZAHEVIDASH A, et al., 2023). Adicionalmente, a abordagem escalável para a vigilância de wearables sugere que esses dispositivos podem facilitar o gerenciamento de condições cardíacas em larga escala, oferecendo uma combinação de conveniência e segurança tanto para médicos quanto para pacientes (YOO RM, et al., 2024). Dessa forma, o advento dos wearables promete transformar a maneira como as condições de saúde são monitoradas e geridas no contexto médico atual.

Os dispositivos vestíveis têm emergido como ferramentas inovadoras na detecção de arritmias cardíacas, oferecendo soluções práticas para o monitoramento contínuo da saúde

cardiovascular. A utilidade desses dispositivos é amplamente reconhecida, pois eles permitem que pacientes e profissionais de saúde acompanhem as frequências cardíacas em tempo real, facilitando a identificação de irregularidades. Estudos têm demonstrado que *smartwatches* equipados com tecnologia de eletrocardiograma (ECG) são eficazes na detecção de arritmias, incluindo o público infantil, provando sua aplicabilidade em diversas faixas etárias (ZAHEVIDASH A, et al., 2023).

A eficácia dos dispositivos vestíveis na detecção de arritmias cardíacas tem sido confirmada por diversos estudos que validam suas funcionalidades (HALL R, et al., 2019; ERNSTSSON J, et al., 2024). Avaliações centradas no paciente indicam alta taxa de aceitação e efetividade na identificação de anomalias cardíacas por meio de monitoramento ambulatorial (HALL R, et al., 2019). Adicionalmente, evidências demonstram que os intervalos de eletrocardiograma (ECG) obtidos por *smartwatches* são comparáveis aos registrados por ECGs padrão de 12 derivações, reforçando a precisão desses dispositivos em contextos clínicos (ERNSTSSON J, et al., 2024).

A relevância dos wearables na cardiologia vai além da simples detecção de arritmias; eles também desempenham um papel crucial na gestão e monitoramento de condições cardíacas em pacientes com risco elevado. Dispositivos de monitoramento contínuo não apenas permitem a detecção precoce de arritmias, mas também facilitam intervenções rápidas, potencialmente prevenindo complicações graves (PIGNITORE A, et al., 2023). A capacidade desses dispositivos para gerar dados em tempo real empodera os pacientes, permitindo que eles gerenciem melhor suas condições de saúde com a supervisão de profissionais médicos.

Por fim, a precisão dos dispositivos vestíveis é uma consideração vital para sua adoção generalizada na prática clínica. Estudos comparativos entre dispositivos de eletrocardiograma (ECG) portáteis e métodos tradicionais indicam que as tecnologias vestíveis podem apresentar eficácia semelhante à dos sistemas convencionais, além de oferecer vantagens em termos de conveniência e acessibilidade (KWON S, et al., 2024). À medida que a tecnologia continua a avançar, a precisão e a confiabilidade dos wearables na detecção de arritmias estão se estabelecendo como um componente essencial na cardiologia moderna, contribuindo para a melhoria dos resultados na saúde do paciente.

Tabela 1 – Comparação entre o eletrocardiograma tradicional e dispositivos vestíveis quanto à detecção de arritmias.

Critério	ECG Tradicional	Wearables
Duração de monitoramento	Minutos a horas	Dias a semanas
Mobilidade	Baixa	Alta
Detectão de FA	Alta	Alta
Custo	Baixo	Variável

Fonte: LUCCA VS, et al., 2026.

Apesar dos avanços evidenciados na literatura quanto à eficácia dos dispositivos vestíveis na detecção de arritmias cardíacas, algumas limitações metodológicas e aplicacionais ainda se destacam. Diversos estudos analisados concentram-se em populações específicas, muitas vezes compostas por indivíduos saudáveis, o que limita a generalização dos resultados para grupos com múltiplas comorbidades, idosos ou pacientes em contextos de saúde pública (YOO RM, et al., 2024).

Outra limitação importante refere-se à heterogeneidade dos estudos e à ausência de padronização nos métodos de avaliação e validação dos algoritmos utilizados pelos dispositivos. Modelos baseados em aprendizado de máquina e redes neurais profundas apresentam alto desempenho em condições controladas, mas podem sofrer queda de acurácia em situações reais devido à variabilidade dos sinais eletrofisiológicos e à qualidade do uso dos dispositivos por parte dos usuários finais (KOLK MZH, et al., 2023).

Além disso, a maior parte das pesquisas utiliza conjuntos de dados públicos ou amostras restritas a desafios específicos, o que pode gerar viés de seleção e dificultar a aplicação clínica ampla. A falta de validação externa, a baixa representatividade étnica e a escassez de estudos em contextos latino-americanos também limitam a aplicabilidade dos achados à realidade brasileira (KOLK MZH, et al., 2023).

No que diz respeito ao uso clínico, há barreiras relacionadas à integração dos dados gerados pelos *wearables* com os sistemas eletrônicos de prontuário, à capacitação dos profissionais de saúde para interpretação dos registros e à ausência de diretrizes nacionais padronizadas para sua utilização no monitoramento ambulatorial de pacientes com arritmias (YOO RM, et al., 2024).

Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras invistam em ensaios clínicos randomizados com maior diversidade populacional e enfoquem a validação em ambientes

clínicos reais. A incorporação de análises de custo-efetividade e de impacto nos sistemas de saúde pública, assim como o desenvolvimento de algoritmos explicáveis e auditáveis, são essenciais para consolidar o papel dos dispositivos vestíveis como ferramenta complementar no rastreio e acompanhamento de arritmias (KOLK MZH, et al., 2023; KUMAR S, et al., 2024).

DISCUSSÃO

Os dispositivos vestíveis estão progressivamente se integrando à prática clínica, especialmente na detecção de arritmias. A maioria dos estudos selecionados apresenta evidências robustas da eficácia dos wearables, com muitos mostrando altas taxas de precisão na identificação de FA e outras arritmias (ERNSTSSON J, et al., 2024; ZAHEVIDASH A, et al., 2023). A validação de *smartwatches* em ambientes clínicos, especialmente entre populações pediátricas, sugere que esses dispositivos são adequados para diversas faixas etárias, aumentando sua aplicabilidade (HUGHES A, et al., 2024). Além disso, as capacidades de monitoramento contínuo oferecidas pelos wearables podem alterar significativamente a maneira como as condições cardíacas são geridas, permitindo reações rápidas a qualquer irregularidade.

Os resultados também indicam que os wearables têm um papel significativo no monitoramento de condições crônicas. Por exemplo, a capacidade de prever descompensações em pacientes com insuficiência cardíaca é uma funcionalidade que pode salvar vidas, permitindo intervenções precoces (HUGHES A, et al., 2024). Isso é particularmente relevante em um contexto onde o gerenciamento ativo da saúde é crucial. Os dados coletados por wearables podem ser utilizados para ajustar tratamentos em tempo real e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

Além disso, a análise dos artigos mostra que a interação entre médicos e pacientes é facilitada pelo uso de wearables. A maioria dos pacientes aprecia a capacidade de monitorar sua saúde de maneira acessível e prática, o que se traduz em uma maior adesão ao tratamento e melhores resultados clínicos (HALL R, et al., 2019). Essa interação é reforçada pela capacidade dos wearables de fornecer dados objetivos que podem ser discutidos durante as consultas médicas.

Contudo, a implementação de wearables na prática clínica enfrenta obstáculos técnicos e éticos que precisam ser abordados. A conectividade e a segurança dos dados são preocupações centrais, pois a transmissão de informações sensíveis deve ser protegida contra acessos não

autorizados (KWON S, et al., 2024). Além disso, a qualidade do sinal e a duração da bateria são fatores críticos que podem impactar a eficácia dos dispositivos. A resolução desses problemas é essencial para garantir que os wearables possam ser utilizados de forma confiável em ambientes médicos.

Em síntese, a revisão destaca que os dispositivos vestíveis possuem um potencial significativo para transformar a cardiologia moderna. Sua capacidade de monitoramento contínuo, aliada à precisão na detecção de arritmias, cria uma nova oportunidade para a medicina preventiva e para o gerenciamento de condições crônicas. À medida que a tecnologia avança e os desafios são superados, é provável que os wearables se tornem uma parte integrante do cuidado cardiovascular.

CONCLUSÃO

Os wearables representam uma inovação significativa na área da saúde, especialmente na cardiologia, onde sua utilização tem demonstrado eficácia na detecção e monitoramento de arritmias. A integração dessas tecnologias na prática clínica não apenas amplia a capacidade dos médicos de monitorar a saúde de seus pacientes, mas também empodera os pacientes, permitindo que assumam um papel ativo na gestão de sua saúde. Com uma aceitação crescente entre os usuários e avanços na tecnologia, a tendência é que os wearables se tornem cada vez mais comuns na prática clínica.

Por fim, é previsto que esses dispositivos sejam incorporados à prática clínica. À medida que os desafios técnicos e éticos forem superados, espera-se que esses dispositivos se integrem totalmente ao sistema de saúde, promovendo uma abordagem mais eficaz e personalizada ao cuidado cardiovascular. O futuro da medicina, particularmente na cardiologia, parece promissor com a utilização crescente de tecnologias vestíveis, que podem transformar a detecção e o tratamento de arritmias cardíacas em uma prática mais dinâmica e responsiva.

REFERÊNCIAS

1. BARRINGTON J, et al. Wearables in Wales: entering clinical practice through the backdoor? *Future Healthcare Journal*, 2024; 11: 100014.
2. BURKE J, et al. Smartwatch detection of ventricular tachycardia: case series. *HeartRhythm Case Reports*, 2020; 6: 800-804.
3. BURNS RB, et al. Should this patient be screened for atrial fibrillation? *Annals of Internal Medicine*, 2019; 171: 316-322.

4. CAMPO D, et al. Atrial fibrillation detection with an analog smartwatch: prospective clinical study and algorithm validation. *JMIR Formative Research*, 2022; 6: e37280.
5. CORDOVA SANCHEZ A, et al. A rare case of ciprofloxacin-induced bradycardia recognized by a smartwatch. *Journal of Investigative Medicine High Impact Case Reports*, 2022; 10: 1-3.
6. DUNCKER D, et al. Smart Wearables for cardiac monitoring—real-world use beyond atrial fibrillation. *Sensors*, 2021; 21: 2539.
7. ERNSTSSON J, et al. Validation of smartwatch electrocardiogram intervals in children compared to standard 12 lead electrocardiograms. *European Journal of Pediatrics*, 2024; 183: 3915-3923.
8. FABRITZ L, et al. Remote design of a smartphone and wearable detected atrial arrhythmia in older adults. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2022; 9: 839202.
9. FERGUSON C, et al. Clinician perspectives on the design and application of wearable cardiac technologies for older adults. *JMIR Aging*, 2020; 3: e17299.
10. HALL R, et al. A patient centred evaluation of innovative ambulatory ECG monitoring. *Heart*, 2019; 105: A37-A38.
11. HUGHES A, et al. Wearable devices in cardiovascular medicine. *Circulation Research*, 2024; 132: 652-670.
12. INAN OT, et al. Novel wearable seismocardiography and machine learning algorithms can assess clinical status of heart failure patients. *Circulation: Heart Failure*, 2018; 11: e004313.
13. KOLK MZH, et al. Machine learning of electrophysiological signals for the prediction of ventricular arrhythmias. *The Lancet*, 2023; 89: 104462.
14. KUMAR S, et al. Observational study protocol for an arrhythmia notification feature. *BMJ Open*, 2024; 14: e075110.
15. KWON S, et al. Comparison between the 24-hour Holter test and 72-hour single-lead electrocardiogram monitoring. *Journal of Medical Internet Research*, 2022; 24: e37970.
16. KWON S, et al. Comparison of novel telemonitoring system using the single-lead electrocardiogram patch. *Korean Circulation Journal*, 2024; 54: 140-153.
17. KWUN JS, et al. Surveillance of arrhythmia in patients after myocardial infarction using wearable electrocardiogram patch devices. *JMIR Cardio*, 2022; 6: e35615.
18. LECLERCQ C, et al. Wearables, telemedicine, and artificial intelligence in arrhythmias and heart failure. *Europace*, 2022; 24: 1372-1383.
19. LUCCA VS, et al. Uso de wearables na cardiologia: a revolucionária “saúde de vestir”. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 2023; 38: 122.

20. MARSTON HR, et al. Mobile self-monitoring ECG devices to diagnose arrhythmia. *Healthcare*, 2019; 7: 96.
21. OJHA U, et al. Recent updates and technological developments in evaluating cardiac syncope. *Current Cardiology Reviews*, 2022; 18: e210422203887.
22. OLGIN JE, et al. Wearable cardioverter-defibrillator after myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, 2018; 379(13): 1205-1215.
23. PIGNITORE A, et al. Na overview of the electrocardiographic monitoring devices in sports cardiology. *Clinical Cardiology*, 2023; 46: 1028-1037.
24. SANTALA OE, et al. Automatic mobile health arrhythmia monitoring. *JMIR mHealth and uHealth*, 2021; 9: e29933.
25. SPACCAROTELLA CAM, et al. Multichannel electrocardiograms obtained by a smartwatch. *JAMA Cardiology*, 2020; 5(10): 1176-1180.
26. TURAKHIA MP, et al. Rationale and design of the Apple Heart Study. *American Heart Journal*, 2019; 207: 66-75.
27. WAN D, et al. Thromboembolic risk stratification in atrial fibrillation. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 2021; 22: 353-363.
28. YOO RM, et al. Scalable approach to consumer wearable postmarket surveillance. *JMIR Medical Informatics*, 2024; 12.
29. ZHANG H, et al. Atrial fibrillation classification based on minimal subset ECG. *Frontiers in Physiology*, 2023; 14: 1070621.
30. ZAHEVIDASH A, et al. Utility of smart watches for identifying arrhythmias in children. *Communications Medicine*, 2023; 3: 167.