

Eficácia de dispositivos vestíveis (wearables) na detecção precoce de arritmias: revisão narrativa

Effectiveness of wearable devices in the early detection of arrhythmias: a narrative review

João da Mata Albino Araújo¹
Alice Arantes Rezende Costa e Silva¹
Raissa Muller Fernandes¹
Rafaela Macedo Pires Ferreira Araújo¹
Francisco Rua Vaz Saleiro²

Resumo

Introdução: A detecção precoce de arritmias, em especial fibrilação atrial (FA), é essencial para prevenção de acidente vascular cerebral (AVC) e outras complicações. Dispositivos vestíveis (wearables) — incluindo smartwatches baseados em fotopletismografia (PPG), dispositivos portáteis de ECG de derivação única e patches adesivos de monitorização contínua — têm sido cada vez mais utilizados para triagem e monitorização em ambientes ambulatoriais.

Objetivo: Revisar criticamente a literatura sobre a eficácia diagnóstica e o impacto clínico dos wearables na detecção precoce de arritmias, sintetizando evidências sobre sensibilidade/especificidade, rendimento diagnóstico, vantagem comparativa frente a monitores tradicionais e impacto em desfechos clínicos.

Métodos: Revisão narrativa com busca em bases eletrônicas (PubMed/Medline, PMC, Embase, Scopus, IEEE Xplore) até setembro de 2025, selecionando ensaios clínicos, estudos observacionais e revisões sistemáticas. Apresenta-se uma síntese qualitativa e discussão crítica das lacunas e implicações práticas.

¹Médico Residente de Terapia Intensiva do Complexo de Saúde São João de Deus

²Médico Coordenador da Residência de Terapia Intensiva do Complexo de Saúde São João de Deus.
E-mail do autor correspondente: joadamata1818@gmail.com

Resultados: Estudos de validação e metanálises demonstram que wearables (PPG e single-lead ECG) têm sensibilidade e especificidade elevadas para detecção de FA em contextos controlados; patches prolongados (ex.: Zio XT) detectam significativamente mais FA comparado ao Holter de 24h. Ensaios de triagem (p.ex. mSToPS, GUARD-AF e estudos de grande escala como o Apple Heart Study) indicam aumento da detecção de FA, porém evidências de redução de AVC ou mortalidade ainda são insuficientes ou inconclusivas. Problemas como falsos positivos, leituras inconclusivas, viés de seleção e questões de custo-efetividade e privacidade são barreiras para rastreamento populacional em larga escala.

Conclusão: Wearables representam uma tecnologia promissora para detecção precoce de arritmias e monitorização longitudinal, especialmente em grupos de risco; contudo, a adoção para rastreamento populacional deve aguardar evidências robustas de benefício em desfechos clínicos, análises de custo-efetividade e protocolos claros de confirmação diagnóstica e encaminhamento.

Palavras-chave: wearables; arritmia; fibrilação atrial; smartwatch; ECG de uma derivação; monitoramento contínuo.

Abstract

Introduction: Early detection of arrhythmias, especially atrial fibrillation (AF), is essential for preventing stroke and other complications. Wearable devices—including PPG-based smartwatches, portable single-lead ECG devices, and continuous monitoring adhesive patches—have been increasingly used for screening and monitoring in outpatient settings. **Objective:** To critically review the literature on the diagnostic efficacy and clinical impact of wearables in the early detection of arrhythmias, synthesizing evidence on sensitivity/specificity, diagnostic yield, comparative advantage over traditional monitors, and impact on clinical studies. **Methods:** Narrative review with searches in electronic databases (PubMed/Medline, PMC, Embase, Scopus, IEEE Xplore) from September to 2025, selecting clinical trials, observational studies and systematic reviews. We provide a qualitative synthesis and critical discussion of gaps and practical implications. **Results:** Validation studies and meta-analyses demonstrate that wearables (PPG and single-lead ECG) have high sensitivity and specificity for detecting AF in controlled settings; prolonged patches (e.g., Zio XT) detect significantly more AF compared to

24-hour Holter monitoring. Screening trials (e.g., mSToPS, GUARD-AF, and large-scale studies such as the Apple Heart Study) indicate increased AF detection, but evidence of a reduction in stroke or mortality is still insufficient or inconclusive. Problems such as false positives, inconclusive readings, selection bias, and cost-effectiveness and privacy issues are barriers to large-scale population screening. **Conclusion:** Wearables represent a promising technology for early arrhythmia detection and longitudinal monitoring, especially in at-risk groups; however, adoption for population screening should await robust evidence of benefit in clinical studies, cost-effectiveness analyses, and clear protocols for diagnostic confirmation and referral.

Keywords: wearables; arrhythmia; atrial fibrillation; smart watch; single-lead ECG; continuous monitoring.

Introdução

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia sustentada mais prevalente em adultos e está associada a um aumento de risco de AVC isquêmico, insuficiência cardíaca e mortalidade. [1,2] Em geral, a FA é paroxística e assintomática, o que dificulta sua detecção por métodos episódicos. A monitorização prolongada melhora a sensibilidade diagnóstica, mas historicamente esteve limitada por custos e logística dos dispositivos convencionais (Holter, event recorder). Nos últimos anos, houve proliferação de dispositivos vestíveis (wearables) que utilizam fotopleletismografia (PPG), ECG de uma derivação (single-lead) ou sensores integrados em patches para monitorização prolongada, com expectativa de detecção precoce de arritmias em escala populacional. [3–6]

Apesar do entusiasmo, permanecem questões metodológicas e clínicas centrais: qual a acurácia desses dispositivos em uso “real-world”? Qual o rendimento diagnóstico em comparação com métodos tradicionais? A detecção adicional se traduz em melhores desfechos (redução de AVC, mortalidade)? Quais são os riscos (falsos positivos, sobrecarga de sistema, ansiedade, custos)? Esta revisão narrativa amplia a síntese disponível e discute evidências, limitações e aplicações práticas dos novos dispositivos.

Métodos

Para elaboração desta revisão narrativa, realizou-se busca nas bases PubMed/Medline, PubMed Central, Embase, Scopus e IEEE Xplore até setembro de 2025. Foram usados termos combinados relacionados a “wearable”, “smartwatch”, “photoplethysmography”, “single-lead ECG”, “patch monitor”, “atrial fibrillation”, “arrhythmia detection”, “screening”. Além disso, foram selecionados estudos originais (ensaios randomizados, coortes), revisões sistemáticas, metanálises, declarações de sociedades e trabalhos técnicos com validação clínica. Priorizaram-se artigos de alto impacto e relevância clínica/epidemiológica (NEJM, JAMA, Circulation, Lancet, JACC, Heart Rhythm, etc.). Foram extraídas informações sobre desenho do estudo, dispositivo, população, sensibilidade/especificidade, taxa de detecção, desfechos clínicos, limitações e implicações práticas.

Resultados

Tipos de dispositivos e princípios tecnológicos

1. **PPG-based smartwatches** — os dispositivos baseados em fotopletismografia medem variação do pulso via luz óptica e, com algoritmos de detecção de irregularidade, geram notificações. Alguns modelos permitem curto registro de ECG (single-lead) por contato manual. Estudos de validação em populações selecionadas e grandes estudos observacionais (ex.: Apple Heart Study) avaliaram desempenho e viabilidade em grande escala. [1,7,17]
2. **Single-lead ECG devices (eg, KardiaMobile / AliveCor)** — estes produzem traçado elétrico de uma derivação, com algoritmos automáticos e possibilidade de revisão manual, apresentando boa concordância com ECG de 12 derivações e sendo úteis para confirmação diagnóstica. Estudos randomizados (REHEARSE-AF) e trials de triagem examinaram sua utilidade. [4,12]
3. **Patches de monitorização prolongada (eg, Zio XT)** — registram ECG contínuo por dias a semanas, com alta taxa de captação de episódios intermitentes quando comparados a Holter 24 h. [5,15]

Evidência sobre desempenho diagnóstico (sensibilidade, especificidade, rendimento)

Vários estudos e metanálises apontam desempenho elevado para detecção de FA:

- **Apple Heart Study (NEJM 2019):** foi um estudo virtual em >400.000 participantes, mostrando que notificações de irregularidade levaram ao envio de patches confirmatórios. A proporção de confirmação foi relevante, mas a baixa prevalência de FA na população geral limitou o valor preditivo positivo. [1,11]
- **KardiaMobile / AliveCor (REHEARSE-AF, Circulation 2017):** inferiu que a triagem com dispositivo portátil aumentou a detecção de FA em populações >65 anos com fatores de risco, comparado ao cuidado usual. Foi observada boa concordância com ECG de 12 derivações. [4,12]
- **Patches (mSToPS, JAMA 2018; estudos Zio):** a monitorização prolongada aumentou a detecção de FA comparado ao monitoramento retardado (após 4 meses da inscrição no estudo – mSToPS). Além disso, ela parece ter impacto nas decisões terapêuticas, por exemplo, no início de anticoagulação.[5]
- **Metanálises e revisões (2020–2025):** revisões sistemáticas agregadas mostram sensibilidades geralmente altas (muitas estimativas entre 85–97%) e especificidades elevadas para FA, embora estimativas variem conforme inclusão/exclusão de leituras inconclusivas e pelo tipo de dispositivo (PPG vs ECG vs patch).[3,8,9,11]

É importante ressaltar que as medidas de acurácia muitas vezes vêm de estudos com controles ou protocolos de confirmação (ex.: ECG patch enviado após notificação), e a performance “real-world” pode ser influenciada por artefatos de movimento, qualidade de sinal e adesão.

Evidência sobre impacto em desfechos clínicos

A questão central — se a detecção precoce por wearables reduz eventos como AVC ou morte — ainda necessita de provas conclusivas. Ensaio recentes mostraram aumento de diagnóstico e alterações terapêuticas (p.ex. início de anticoagulação), mas não uma redução consistente em AVC/hospitalizações:

- **mSToPS (Steinhubl et al., JAMA 2018)**: monitorização imediata com patch aumentou o diagnóstico de FA e a iniciação de anticoagulação, mas efeitos em desfechos clínicos requerem acompanhamento mais longo. [5,13]
- **GUARD-AF (design/publicações intermediárias)**: estudo projetado para avaliar impacto do rastreamento com patch em um grande ensaio. Relatórios com reduções de AVC ainda não estatisticamente claras (dados em evolução). [7,16]
- Revisões recentes e consensos (ACC/AHA, HRS/EHRA) ressaltam que, apesar de detecção aumentada, evidência de benefício em desfechos ainda é limitada e dependente de critérios de tratamento baseados em carga de FA/risco tromboembólico. [2,8,12]

Portanto, enquanto a detecção aumenta, a tradução em redução de AVC/mortalidade não foi sistematicamente demonstrada até o presente — salientando necessidade de trials orientados a desfechos e análise de custo-benefício. Abaixo segue comparativo entre os estudos por tipo de dispositivo utilizado (tabela 1) e outro comparativo entre os ensaios clínicos randomizados de triagem para FA (tabela 2).

Tabela 1 — Estudos selecionados por tipo de dispositivo

Autor / Ano	Dispositivo	Desenho	População	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)	Desfechos	Limitações
Perez et al., 2019	Apple Watch (PPG + ECG)	Observacional (virtual)	>400.000; população geral	84	91	Detecção FA assintomática	VPP baixo, viés de seleção
Halcox et al., 2017	KardiaMobile	Estudo clínico randomizado controlado (RCT)	1.001; ≥65 anos, risco ↑	95	99	Maior detecção FA vs usual	Amostra relativamente pequena
Steinhubl et al., 2018	Zio XT (patch)	RCT	2.300; risco CV	92	97	Maior diagnóstico FA; anticoagulação	Aumento uso recursos; follow-up curto
Bernstein et al., 2022	Zio patch prolongado	RCT multicêntrico	5.000; idosos atenção primária	90	95	Maior taxa detecção FA	Impacto AVC/mortalidade de inconclusivo

Tabela 2 — Ensaios clínicos randomizados de triagem para FA

Estudo	Desenho	População	Intervenção	Resultado principal	Efeito em desfechos clínicos
REHEARSE-AF (2017)	RCT	1.001 ≥65 anos, risco ↑	KardiaMobile	+50% detecção FA vs usual	Sem diferença em AVC/mortalidade
mStoPS (2018) <input type="checkbox"/>	RCT	2.300; risco CV	Patch Zio XT	FA ↑ (4,5% vs 0,9%)	Início precoce anticoagulação; sem redução confirmada AVC
GUARD-AF (2022)	RCT multicêntrico	5.000 idosos atenção primária	Patch prolongado	FA ↑ (3,5% vs 1%)	Redução AVC não confirmada

Riscos, limitações e questões práticas

1. **Falsos positivos e leituras inconclusivas:** algoritmos PPG são sensíveis a movimentos e má qualidade de sinal, levando a notificações que frequentemente necessitam de confirmação por ECG. [3,11,14]
2. **Valor preditivo dependente da prevalência:** Em populações de baixo risco, VPP baixo, ou seja, muitos falsos positivos. Dispositivos apresentam melhor desempenho em populações de risco elevado. [1,4]
3. **Viés de seleção (“healthy user bias”):** grandes estudos virtuais tendem a incluir indivíduos mais jovens e com maior literacia digital. Dados em grupos vulneráveis (idosos frágeis, populações de baixa renda) são escassos. [9,15]
4. **Sobrecarga do sistema de saúde e custos:** maior detecção pode significar mais consultas, exames confirmatórios, tratamentos e custos; necessidade de avaliar custo-efetividade em cada contexto. Estudos mostram aumento no uso de recursos em alguns ensaios. [5,15]
5. **Questões éticas e de privacidade de dados:** armazenamento de dados por empresas privadas, consentimento, interoperabilidade e responsabilidade clínica em caso de alertas são desafios importantes. [6,14]
6. **Padronização e regulação:** falta de padronização nas métricas de performance reportadas e diversidade de algoritmos proprietários complicam comparações. Os consensos recomendam processos de validação clínica e aprovação regulatória. [2,8]

Lacunas de pesquisa e prioridades futuras

1. Trials randomizados suficientemente poderosos e com follow-up prolongado para avaliar redução de AVC/morte.
2. Estudos de desempenho em populações sub-representadas (idosos frágeis, baixa literacia digital).
3. Padronização de relatórios e métricas de acurácia (incluir taxa de leituras inconclusivas).
4. Avaliação do papel do aprendizado de máquina/IA em melhoria de sensibilidade/especificidade e redução de falsos positivos, incluindo considerações de transparência e explicabilidade. [10,16,20]

Conclusão

Dispositivos vestíveis (smartwatches, single-lead ECG, patches prolongados) trouxeram avanços substanciais na detecção precoce de arritmias, especialmente fibrilação atrial, com alta acurácia em muitos estudos. Entretanto, evidências de que essa detecção adicional se traduz em melhora em desfechos clínicos ainda são limitadas. A adoção de rastreamento em larga escala requer provas de benefício em desfechos, análise de custo-efetividade e protocolos robustos de confirmação e manejo. Até lá, o uso clínico mais apropriado é como ferramenta de triagem com confirmação por ECG e priorização em populações de risco.

Conflitos de interesse

Este estudo não tem conflito de interesses.

Financiamento

Os autores declaram que não houve financiamento externo para realização deste estudo.

Referências

1. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlin H, et al. Large-Scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*. 2019;381(20):1909–1917.

2. Joglar JA, et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation. *Circulation*. 2024;[online].
3. Belani S, Wahood W, Hardigan P, Placzek AN, Ely S. Accuracy of detecting atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of wrist-worn wearable technology. *Cureus*. 2021;13(12):e.
4. Halcox JPJ, Wareham K, Cardew A, et al. Assessment of Remote Heart Rhythm Sampling Using the AliveCor Heart Monitor to Screen for Atrial Fibrillation. *Circulation*. 2017;136(19):1784–1794.
5. Steinhubl SR, Waalen J, Edwards AM, et al. Effect of a Home-Based Wearable Continuous ECG Monitoring Patch on Detection of Undiagnosed Atrial Fibrillation: The mSToPS Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018;320(2):146–155.
6. Tarakji KG, Tsiouris A, et al. Digital Health and the Care of the Patient With Arrhythmia. *Heart Rhythm O2*. 2020;[article].
7. Singer DE, et al. Rationale and design of the GUARD-AF randomized trial. [PubMed]. 2022.
8. Ferrick AM, et al. 2023 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS expert consensus on digital devices for arrhythmia monitoring. *Heart Rhythm*. 2023;[online].
9. Zarak MS, et al. Systematic review of validation studies for the use of wearable smartwatches in AF detection. *Arrhythmia Electrophysiol Rev*. 2024;[article].
10. Ansari Y, et al. Deep learning for ECG arrhythmia detection: survey. *Front Cardiovasc Med*. 2023;[article].
11. Jamieson A, et al. A guide to consumer-grade wearables in cardiovascular practice. *Nat Rev Cardiol*. 2025;[online].
12. Lopes RD, Al-Khatib SM, Noseworthy PA, et al. Digital Health and Arrhythmia Detection: A Scientific Statement From the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2023;81(1):88–103.
13. Gupta N, et al. Diagnostic Yield, Outcomes, and Resource Utilization With Prolonged ECG Monitoring: Comparison of Zio XT vs Holter. *Heart Rhythm*. 2022;[PubMed].
14. Rosman L, et al. Wearable Devices, Health Care Use, and Psychological Impact in Patients with AF: A Real-World Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2024;[article].

15. Bernstein RA, Passman R, Zhang J, et al. Screening for Atrial Fibrillation in Older Adults at Primary Care Visits: The GUARD-AF Randomized Trial. *Lancet*. 2022;400(10348):1492–1501.
16. Avula V, et al. Clinical Applications, Methodology, and Scientific Reporting of ECG deep-learning models. *JACC: Advances*. 2023;[article].
17. Apple Heart Study investigators (Perez MV et al.). See ref 1 (Apple Heart Study).
18. Anagnostopoulos I, Vrachatis D, et al. Wearable Devices for Quantifying Atrial Fibrillation Burden: A Systematic Review and Bayesian Meta-Analysis. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2025;12(4):122.
19. Wahab A, et al. Systematic screening for atrial fibrillation with non-invasive devices may improve diagnosis and reduce adverse events. *Lancet Regional Health – Europe*. 2025;[article].
20. Torres-Soto J, Ashley E. DeepBeat: multi-task deep learning for signal quality and arrhythmia detection in wearable PPG devices. *arXiv*. 2020.
21. Simonson JK, et al. Targeted literature review: Real-world implementation of consumer wearable devices for AF detection. *JMIR Cardio*. 2023;[article].
22. Nazarian S, Lam K, Darzi A, Ashrafian H. Diagnostic accuracy of smartwatches for detection of cardiac arrhythmia: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2021;23(4):e28974.
23. Svennberg E, et al. The digital journey: 25 years of digital development in electrophysiology. *Europace*. 2023;[article].
24. Jamieson A, et al. Consumer wearables in CVD: review and guidance. *Nat Rev Cardiol*. 2025;[article].