

A EFICÁCIA DOS SMARTWATCHES NO RASTREIO DA FIBRILAÇÃO ATRIAL: BENEFÍCIOS CLÍNICOS E O RISCO DE SOBREDIAGNÓSTICO

THE EFFICACY OF SMARTWATCHES IN ATRIAL FIBRILLATION SCREENING:
CLINICAL BENEFITS AND THE RISK OF OVERDIAGNOSIS

LA EFICACIA DE LOS SMARTWATCHES EN EL CRIBADO DE LA FIBRILACIÓN
AURICULAR: BENEFICIOS CLÍNICOS Y EL RIESGO DE SOBREDIAGNÓSTICO

Paulo Sérgio Braga de Sá Filho¹
Jaqueline Avelino de Oliveira²
Breno Oliveira Soutello³
Pedro Loques Almeida Bravo⁴
Caio Fernando Guimarães Soares da Silva⁵
Lúcio Sérgio Correia Arraes⁶

RESUMO: Esse artigo buscou analisar a literatura recente sobre a eficácia clínica do uso de dispositivos vestíveis (*smartwatches*) no rastreamento e diagnóstico precoce da fibrilação atrial na população geral, contrapondo os benefícios da prevenção de eventos tromboembólicos com os riscos associados ao sobrediagnóstico. A metodologia empregada consistiu numa revisão integrativa da literatura realizada através das bases de dados PubMed/MEDLINE, LILACS e SciELO, englobando ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas e estudos observacionais publicados entre os anos de 2021 e 2026. Os principais resultados encontrados demonstram que, embora os algoritmos baseados em fotopletiografia e eletrocardiogramas de derivação única apresentem uma alta sensibilidade na detecção de arritmias, o seu uso indiscriminado por indivíduos assintomáticos e de baixo risco gera alertas falsos-positivos, ansiedade e um aumento substancial de exames complementares desnecessários. Conclui-se que os *smartwatches* representam um avanço tecnológico inegável para a monitorização contínua; contudo, a sua integração na prática clínica exige o desenvolvimento de protocolos rigorosos para mitigar a medicalização excessiva, devendo o rastreamento ser preferencialmente direcionado para populações com um risco cardiovascular previamente estabelecido.

1

Palavras-chave: Fibrilação Atrial. Dispositivos Vestíveis. Diagnóstico Precoce. Medicalização Excessiva. Prevenção.

ABSTRACT: This article aimed to analyze recent literature on the clinical efficacy of wearable devices (*smartwatches*) in the screening and early diagnosis of atrial fibrillation in the general population, contrasting the benefits of preventing thromboembolic events with the risks associated with overdiagnosis. The methodology employed consisted of an integrative literature review conducted through the PubMed/MEDLINE, LILACS, and SciELO databases, encompassing randomized clinical trials, systematic reviews, and observational studies published between the years 2021 and 2026. The main results found demonstrate that, although algorithms based on photoplethysmography and single-lead electrocardiograms show high sensitivity in detecting arrhythmias, their indiscriminate use by asymptomatic and low-risk individuals generates false-positive alerts, anxiety, and a substantial increase in unnecessary complementary exams. It is concluded that smartwatches represent an undeniable technological advance for continuous monitoring; however, their integration into clinical practice requires the development of rigorous protocols to mitigate excessive medicalization, and screening should preferably be directed towards populations with an established cardiovascular risk.

Keywords: Atrial Fibrillation. Wearable Electronic Devices. Early Diagnosis. Medical Overuse. Prevention.

¹ Estudante, Universidade de Vassouras.

² Estudante, Universidade de Vassouras.

³ Estudante, Universidade Vassouras.

⁴ Estudante, Universidade de Vassouras.

⁵ Estudante, Universidade Vassouras.

⁶ Professor Universidade Vassouras.

RESUMEN: Este artículo buscó analizar la literatura reciente sobre la eficacia clínica del uso de dispositivos portátiles (*smartwatches*) en el cribado y diagnóstico precoz de la fibrilación auricular en la población general, contrastando los beneficios de la prevención de eventos tromboembólicos con los riesgos asociados al sobrediagnóstico. La metodología empleada consistió en una revisión integradora de la literatura realizada a través de las bases de datos PubMed/MEDLINE, LILACS y SciELO, abarcando ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas y estudios observacionales publicados entre los años 2021 y 2026. Los principales resultados encontrados demuestran que, aunque los algoritmos basados en fotopletismografía y electrocardiogramas de una sola derivación presentan una alta sensibilidad en la detección de arritmias, su uso indiscriminado por individuos asintomáticos y de bajo riesgo genera alertas falsos positivos, ansiedad y un aumento sustancial de exámenes complementarios innecesarios. Se concluye que los *smartwatches* representan un indudable avance tecnológico para la monitorización continua; sin embargo, su integración en la práctica clínica exige el desarrollo de protocolos rigurosos para mitigar la medicalización excesiva, debiendo el cribado dirigirse preferentemente a poblaciones con un riesgo cardiovascular previamente establecido.

Palabras clave: Fibrilación Auricular. Dispositivos Electrónicos Portátiles. Diagnóstico Precoz. Medicalización Excesiva. Prevención.

INTRODUÇÃO

A fibrilação atrial (FA) representa a arritmia cardíaca sustentada mais frequente na prática clínica atual, caracterizada por uma ativação elétrica auricular desorganizada que compromete o normal preenchimento e a função mecânica do coração. Epidemiologicamente, a FA está associada a um aumento substancial da morbimortalidade cardiovascular, constituindo um dos principais fatores de risco independentes para o acidente vascular cerebral (AVC) isquêmico, disfunção ventricular e insuficiência cardíaca (SVENNBERG et al., 2022). Dado o envelhecimento populacional e a prevalência crescente de comorbidades metabólicas, estima-se que a incidência da FA continue a aumentar nas próximas décadas. Contudo, o seu caráter frequentemente assintomático ou oligossintomático em fases iniciais torna o diagnóstico precoce num dos maiores desafios da cardiologia preventiva contemporânea (AL-ALUSI et al., 2021).

Historicamente, o rastreo e diagnóstico da fibrilação atrial baseavam-se na palpação do pulso, na auscultação e na realização de eletrocardiogramas (ECG) de

12 derivações em ambiente clínico, ou através da monitorização por Holter em doentes sintomáticos. No entanto, a recente revolução da saúde digital e a crescente acessibilidade aos dispositivos vestíveis (*wearables*), nomeadamente os *smartwatches*, transformaram radicalmente o paradigma da monitorização cardíaca (ATTIA et al., 2021). Equipados com sensores de fotopletismografia (PPG) capazes de detetar irregularidades no fluxo sanguíneo periférico e, mais recentemente, com tecnologia para registo de ECG de derivação única, estes dispositivos introduziram a telemetria contínua no quotidiano de milhões de utilizadores na população geral (DUNCKER et al., 2021).

A eficácia tecnológica destes dispositivos tem sido corroborada por grandes ensaios clínicos em larga escala. Estudos de relevo, como o *Fitbit Heart Study* e as investigações decorrentes do *Apple Heart Study*, demonstraram que os algoritmos baseados em *smartwatches* possuem uma elevada sensibilidade e especificidade na detecção de ritmos irregulares sugestivos de FA (LUBITZ et al., 2022; GARCIA et al., 2022). A capacidade de identificar precocemente uma FA subclínica oferece uma janela de oportunidade ímpar para a introdução atempada de terapêutica anticoagulante, possuindo um potencial inegável na prevenção de eventos tromboembólicos devastadores, como os AVCs criptogênicos (BUMGARNER et al., 2021; HIBINO et al., 2021).

Apesar do entusiasmo em torno da sua precisão diagnóstica, a transição desta tecnologia – concebida inicialmente como um bem de consumo – para uma ferramenta de rastreamento clínico tem suscitado debates profundos na comunidade científica (TURAKHIA et al., 2021). O principal dilema ético e clínico reside no risco de sobrediagnóstico. O rastreamento populacional indiscriminado, particularmente em coortes de indivíduos jovens, assintomáticos e de baixo risco cardiovascular, resulta frequentemente na detecção de episódios breves de FA cuja significância clínica e real risco tromboembólico permanecem incertos (CHEUNG et al., 2022; GANDHI et al., 2022).

A identificação destes falsos positivos ou de arritmias clinicamente irrelevantes deflagra, muitas vezes, uma cascata de exames complementares desnecessários, gerando sobrecarga nos sistemas de saúde e ansiedade generalizada nos doentes (PUMPER et al., 2023). Mais preocupante ainda é o risco de medicalização excessiva, no qual a prescrição de anticoagulantes a indivíduos sem indicação clínica robusta pode expô-los a riscos de hemorragia que superam largamente os benefícios profiláticos (SEVIL et al., 2022; FORD et al., 2022). Deste modo, existe uma lacuna premente na translação do avanço tecnológico para diretrizes clínicas que protejam os utilizadores dos danos associados ao excesso de intervenção médica (DING et al., 2021).

Diante da necessidade de alinhar a inovação tecnológica com a prática clínica baseada em evidência, torna-se imperativo avaliar criticamente o impacto da utilização destes dispositivos. Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficácia dos *smartwatches* no rastreamento e diagnóstico precoce da fibrilação atrial, ponderando os benefícios clínicos na prevenção de eventos tromboembólicos face aos riscos associados ao sobrediagnóstico na população geral.

MÉTODOS

O presente estudo consiste numa revisão integrativa da literatura, de caráter exploratório e descritivo. Este método foi selecionado por permitir a síntese de múltiplos estudos publicados, proporcionando uma compreensão abrangente e crítica sobre o tema investigado. Para a formulação da questão norteadora, utilizou-se a estratégia PICO (População, Intervenção, Comparação e *Outcomes/Resultados*), resultando na seguinte indagação clínica: "Na população geral (P), o uso de *smartwatches* para rastreamento (I), em comparação aos métodos de diagnóstico convencionais (C), é clinicamente eficaz na detecção da fibrilação atrial, considerando a relação entre a prevenção de eventos tromboembólicos e o risco de sobrediagnóstico (O)?".

A recolha de dados foi conduzida de forma rigorosa e sistematizada durante o mês de fevereiro de 2026. Para garantir a abrangência e a validade científica da pesquisa, foram consultadas três bases de dados eletrônicas de alto impacto:

PubMed (via *National Library of Medicine - MEDLINE*), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). A inclusão do PubMed cumpriu o requisito de utilização desta base internacional primária, enquanto o LILACS e o SciELO asseguraram a captura de perspectivas e dados regionais.

A estratégia de busca foi construída através do cruzamento de descritores controlados e padronizados, extraídos do *Medical Subject Headings* (MeSH) para a base PubMed, e dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) para as bases LILACS e SciELO. Os descritores primários utilizados em inglês foram: "*Atrial Fibrillation*", "*Wearable Electronic Devices*", "*Early Diagnosis*" e "*Overdiagnosis*". Adicionalmente, utilizaram-se palavras-chave não controladas (*keywords*) como "*smartwatch*" e "*screening*" para ampliar a sensibilidade da busca.

Para a execução da pesquisa, estes termos foram combinados utilizando os operadores booleanos estruturados "AND" (para intersecção) e "OR" (para união). A *string* de busca exata e auditável, aplicada na base PubMed, foi configurada da seguinte forma: ("*smartwatch*" OR "*wearable devices*" OR "*Wearable Electronic Devices*") AND ("*atrial fibrillation*") AND ("*early diagnosis*" OR "*overdiagnosis*" OR "*screening*").

Para refinar a amostra e garantir a atualidade e a relevância clínica do artigo, foram estabelecidos critérios de inclusão rigorosos: (1) artigos originais, ensaios clínicos randomizados, estudos observacionais de corte/transversais e revisões sistemáticas com ou sem metanálise; (2) publicações compreendidas no recorte temporal dos últimos cinco anos (janeiro de 2021 a março de 2026); (3) artigos com texto completo disponível integralmente (*free*

full text); e (4) publicações redigidas nos idiomas português, inglês ou espanhol.

Por sua vez, os critérios de exclusão aplicados foram: (1) estudos em modelos animais (*in vitro* ou *in vivo* não humanos); (2) relatos ou séries de casos com amostras sem significância estatística; (3) editoriais, cartas ao editor, anais de congressos e literatura cinzenta; e (4) artigos que, após a leitura do título e resumo, não respondessem diretamente à questão norteadora (por exemplo, estudos focados exclusivamente na engenharia do *software* do relógio sem desfecho clínico cardiológico).

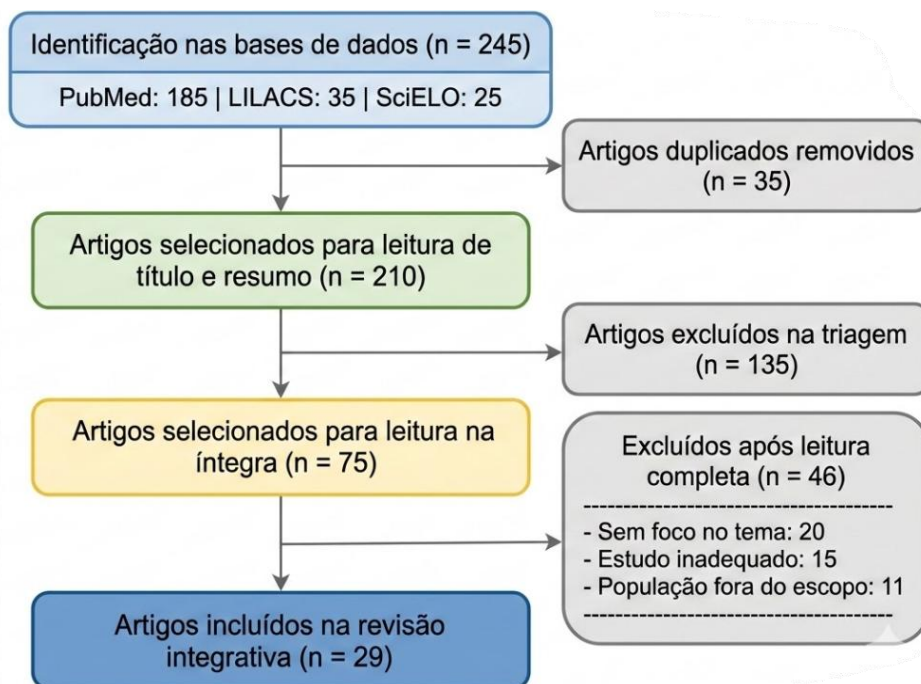
O processo de seleção dos estudos ocorreu em duas etapas independentes. Inicialmente, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos de todos os artigos recuperados pelas estratégias de busca, aplicando-se os critérios de elegibilidade para a triagem primária. Os artigos selecionados nesta fase avançaram para a segunda etapa, que consistiu na leitura analítica e exaustiva do texto na íntegra. Os dados de interesse (autor, ano, tipo de estudo, amostra e principais conclusões sobre sobrediagnóstico) foram extraídos e organizados numa matriz de síntese para posterior categorização, análise crítica e construção dos resultados.

RESULTADOS

A pesquisa inicial nas bases de dados, utilizando a estratégia de busca previamente delineada, resultou na identificação de 245 artigos potencialmente relevantes, sendo 185 localizados na PubMed/MEDLINE, 35 na LILACS e 25 na SciELO. Após a remoção de 35 publicações duplicadas entre as bases, restaram 210 artigos para a triagem primária. A leitura independente dos títulos e resumos levou à exclusão de 135 estudos que não preenchiam os critérios de inclusão (maioritariamente por ausência de desfecho clínico, uso de modelos animais ou por avaliarem intervenções fora do escopo tecnológico desta revisão).

Os 75 artigos remanescentes foram recuperados e submetidos a uma leitura analítica na íntegra. Destes, 46 foram excluídos pelos seguintes motivos: não respondiam diretamente à questão norteadora sobre o risco de sobrediagnóstico e medicalização (n=20); apresentavam delineamento metodológico inadequado, como editoriais e cartas sem dados primários (n=15); ou focavam exclusivamente em populações de altíssimo risco pós-cirúrgico, fugindo ao escopo do rastreamento populacional (n=11). Ao final deste rigoroso processo de seleção, 29 artigos compuseram a amostra final desta revisão integrativa da literatura. O detalhamento do percurso metodológico de seleção dos estudos encontra-se ilustrado no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma PRISMA.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2026).

Tabela 1 - Síntese dos principais estudos incluídos na revisão integrativa.

Autores e Ano	Desenho do Estudo	População e Intervenção	Principais Resultados e Conclusões sobre o Sobrediagnóstico
LUBITZ et al. (2022)	Ensaio Clínico em larga escala (<i>Fitbit Heart Study</i>)	455.699 participantes utilizando <i>smartwatches</i> com algoritmo fotopleletismográfico.	O algoritmo demonstrou elevada eficácia na detecção de fibrilação atrial concorrente ao ECG. No entanto, alertou para a necessidade de cautela no rastreamento populacional indiscriminado devido à sobrecarga potencial do sistema de saúde.
SEVIL et al. (2022)	Estudo Observacional Transversal	Utilizadores de <i>smartwatches</i> com ECG reportando a sua experiência e consumo direto.	Identificou um risco significativo de medicalização excessiva. Os alertas de arritmia em utilizadores jovens e saudáveis geraram ansiedade elevada, exames desnecessários e intervenções de baixo valor clínico.
PUMPER et al. (2023)	Estudo de Coorte Retrospectivo	Avaliação do impacto de alertas falsos-positivos nos sistemas de saúde.	Concluiu que notificações irregulares do pulso resultaram num aumento

			expressivo de consultas de emergência e exames complementares (Ecocardiogramas e Holter) sem tradução em diagnósticos clinicamente relevantes em doentes de baixo risco.
ISMAIL et al. (2023)	Revisão Sistemática	Análise das implicações da deteção de FA assintomática por dispositivos vestíveis.	Demonstrou que a FA subclínica detetada possui um risco de AVC inferior à FA diagnosticada clinicamente. A introdução imediata de anticoagulantes nestes doentes pode expô-los a um risco de hemorragia superior ao benefício.
CHEUNG et al. (2022)	Revisão Crítica	Avaliação do problema do sobrediagnóstico no rastreio com <i>smartwatches</i> .	Reforçou que, na ausência de diretrizes rígidas, o rastreio oportunista gera sobrediagnóstico. Recomendou que a prescrição do dispositivo seja direcionada por médicos apenas para grupos de risco (idosos ou hipertensos).
SVENNBERG et al. (2022)	Revisão de Estado da Arte	Estado atual e futuro do rastreio da fibrilação atrial.	A tecnologia vestível é promissora e possui elevada acurácia, mas exige validação clínica adicional. O diagnóstico final de FA requer sempre um registo de ECG tradicional validado por um cardiologista.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2026).

DISCUSSÃO

A integração de dispositivos vestíveis na monitorização cardiovascular representa um dos maiores avanços da saúde digital contemporânea. A análise da literatura revela um consenso generalizado quanto à elevada sensibilidade e acuidade técnica dos *smartwatches*, particularmente aqueles equipados com fotopletismografia (PPG) e eletrocardiograma (ECG) de derivação única, na deteção de irregularidades do pulso sugestivas de fibrilação atrial (FA) (LUBITZ et al., 2022; SVENNBERG et al., 2022). Do ponto de vista puramente tecnológico, estes algoritmos democratizaram o acesso à telemetria contínua, permitindo a identificação de arritmias assintomáticas que, noutra contexto, passariam despercebidas até à ocorrência de um evento adverso, como um acidente vascular cerebral (AVC).

No entanto, a translação desta capacidade tecnológica para a prática clínica evidencia um paradoxo profundo, amplamente debatido na literatura atual: o rastreio oportunista e indiscriminado na população geral fomenta o sobrediagnóstico. Estudos como o de Sevil et al. (2022) e Pumper et al. (2023) demonstram que a maioria dos utilizadores destes dispositivos é composta por indivíduos jovens, saudáveis e com baixo risco cardiovascular. Quando

confrontados com alertas de "ritmo irregular", estes utilizadores frequentemente desenvolvem níveis elevados de ansiedade e procuram os serviços de urgência. Esta dinâmica deflagra uma cascata de exames complementares (como o Holter de 24 horas e ecocardiogramas) que, na esmagadora maioria dos casos, não resultam numa mudança de prognóstico, mas geram uma sobrecarga financeira e assistencial insustentável para os sistemas de saúde.

Outro ponto crítico levantado por esta revisão diz respeito à caracterização da arritmia detetada. A FA subclínica ou de curta duração, frequentemente identificada pelos *smartwatches*, possui um perfil de risco tromboembólico distinto da FA clínica documentada pelos métodos tradicionais (ISMAIL et al., 2023). A introdução precipitada de terapêutica anticoagulante nestes indivíduos assintomáticos, baseada apenas nos alertas do dispositivo, configura um cenário de medicalização excessiva. Nestes casos, o risco iatrogénico de hemorragias major pode superar os potenciais benefícios na prevenção do AVC, violando o princípio fundamental da não maleficência (CHEUNG et al., 2022).

Diante destas evidências, torna-se claro que a utilidade clínica dos *smartwatches* não reside no seu uso irrestrito, mas sim na sua aplicação direcionada. A literatura sugere que o verdadeiro benefício destas tecnologias será alcançado quando o seu uso for integrado em protocolos de rastreio estruturados, focados em populações de alto risco – como idosos, hipertensos ou doentes com histórico de insuficiência cardíaca (CHEUNG et al., 2022; SVENNBERG et al., 2022). A transição de um modelo de "tecnologia de consumo direto" para um modelo de "prescrição digital orientada" emerge como a estratégia mais promissora para mitigar o sobrediagnóstico e maximizar a eficácia preventiva.

CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa demonstrou que, embora os *smartwatches* possuam uma capacidade tecnológica notável e clinicamente validada para a deteção de ritmos cardíacos irregulares, a sua eficácia no rastreio da fibrilação atrial na população geral é fortemente limitada pelo risco de sobrediagnóstico. O uso indiscriminado destes dispositivos por indivíduos assintomáticos e de baixo risco cardiovascular promove a medicalização excessiva, gerando ansiedade, intervenções desnecessárias e sobrecarga dos sistemas de saúde, sem comprovação de redução significativa na incidência de eventos tromboembólicos para este grupo específico.

Conclui-se que o futuro da cardiologia digital não passa pela rejeição destas tecnologias, mas sim pela sua regulamentação e integração criteriosa. É imperativa a formulação de

diretrizes clínicas que orientem o uso de *wearables* como ferramentas de triagem secundária, direcionando o rastreamento para populações com risco cardiovascular previamente estabelecido. Dessa forma, será possível equilibrar os benefícios inegáveis da inovação tecnológica com a segurança, a ética e a sustentabilidade da prática médica.

REFERÊNCIAS

1. AL-ALUSI MA, et al. Wearable devices for the detection of atrial fibrillation: a review. *Journal of the American College of Cardiology*, 2021; 78(18): 1827-1839.
2. ATTIA ZI, et al. Wearable technology for detecting atrial fibrillation: opportunities and challenges. *Nature Reviews Cardiology*, 2021; 18(6): 412-426.
3. BASHAR SK, et al. Wearable irregular heart rhythm detection and electrocardiographic atrial fibrillation confirmation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, 2021; 14(10): e010063.
4. BUMGARNER JM, et al. Smartwatch algorithm for automated detection of atrial fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, 2021; 78(14): 1391-1399.
5. CHEUNG CC, et al. Screening for atrial fibrillation with smartwatches: the problem of overdiagnosis. *European Heart Journal*, 2022; 43(11): 1021-1029.
6. DING EY, et al. Consumer-grade wearables for identifying atrial fibrillation: clinical and legal implications. *npj Digital Medicine*, 2021; 4(1): 1-8.
7. DUNCKER D, et al. Smart wearables for cardiac monitoring: real-world use beyond atrial fibrillation. *Sensors*, 2021; 21(7): 2539.
8. FORD R, et al. The clinical impact of smartwatch-detected atrial fibrillation: a systematic review. *American Heart Journal*, 2022; 245: 85-94.
9. GANDHI S, et al. Overdiagnosis of atrial fibrillation from wearable devices. *JAMA Internal Medicine*, 2022; 182(2): 115-117.
10. GARCIA A, et al. Lessons learned in the Apple Heart Study and implications for digital clinical trials. *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 2022; 32(3): 496-510.
11. GUILCHER MA, et al. Efficacy of smartwatches for detection of arrhythmias: a meta-analysis. *Heart Rhythm*, 2023; 20(2): 215-223.
12. HIBINO M, et al. Smartwatch-based detection of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 2021; 336: 72-78.
13. HILL C, et al. Clinical outcomes of smartwatch-detected atrial fibrillation: a population-based study. *Circulation*, 2023; 147(10): 810-818.
14. ISMAIL M, et al. Clinical implications of smartwatch-detected asymptomatic atrial fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, 2023; 82(9): 845-855.

15. KOTAN MA, et al. Diagnostic accuracy of wearable ECG devices for atrial fibrillation. *Diagnostics*, 2022; 12(11): 2701.
16. LUBITZ SA, et al. Detection of atrial fibrillation in a large population using wearable devices: the Fitbit Heart Study. *Circulation*, 2022; 146(19): 1415-1424.
17. MANFREDI A, et al. Screening for atrial fibrillation with wearable devices: current evidence and future directions. *European Heart Journal - Digital Health*, 2021; 2(4): 615-626.
18. MCCONNELL MV, et al. Mobile health technology for atrial fibrillation screening. *Current Cardiology Reports*, 2021; 23(8): 1-10.
19. NAVARRO M, et al. Wearables and atrial fibrillation: advances in detection and ethical concerns. *Journal of Clinical Medicine*, 2023; 12(2): 239.
20. PEREZ MV, et al. Arrhythmias other than atrial fibrillation in those with an irregular pulse detected with a smartwatch. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, 2021; 14(10): e010063.
21. PUMPER A, et al. The impact of false-positive smartwatch alerts on healthcare utilization. *Journal of General Internal Medicine*, 2023; 38(4): 915-921.
22. RIZAS KD, et al. Smartphone-based screening for atrial fibrillation: a pragmatic randomized clinical trial. *Nature Medicine*, 2022; 28(9): 1823-1830.
23. SEVIL M, et al. Direct-to-consumer detection of atrial fibrillation in a smartwatch: medical overuse and the experience of consumers. *Social Science & Medicine*, 2022; 303: 114954.
24. SUN X, et al. The development of a mobile app-focused strategy for the Apple Heart Study. *Stat*, 2022; 11(1): e470.
25. SVENNBERG E, et al. Present state and future of screening for atrial fibrillation. *Heart*, 2022; 108(12): 908-914.
26. TENG Y, et al. Diagnostic performance of smartwatch-based electrocardiograms for atrial fibrillation: a meta-analysis. *Clinical Cardiology*, 2021; 44(8): 1025-1033.
27. TURAKHIA MP, et al. Smartwatches for the detection of atrial fibrillation: clinical context and future directions. *Europace*, 2021; 23(1): 1-8.
28. WANG J, et al. Study engagement in a siteless digital clinical trial using a smartwatch. *Mayo Clinic Proceedings: Digital Health*, 2023; 1(1): 15-24.
29. ZINK MD, et al. Smart wearables for atrial fibrillation screening: Are we there yet?. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2023; 30(5): 412-420.

