

ELECTROCARDIOGRAM DIAGNOSES PERFORMED BY
ARTIFICIAL INTELLIGENCE**DIAGNÓSTICOS DE ELETROCARDIOGRAMA
REALIZADOS PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**GUIMARÃES, Thaís Barroso; NEVES, Natália Silva; SOUZA, Aline
Cristina d'Ávila

- Thaís Barroso Guimarães, UNIFENAS, Brasil
- Natália Silva Neves, UNIFENAS, Brasil
- Aline Cristina d'Ávila Souza, UNIFENAS, Brasil

Revista Científica da UNIFENAS
Universidade Professor Edson Antônio Velano, Brasil
ISSN: 2596-3481
Publicação: Mensal
vol. 6, nº. 4, 2024
revista@unifenas.br

Recebido: 02/08/2024
Aceito: 29/08/2024
Publicado: 30/08/2024

ABSTRACT: Introduction: Cardiovascular diseases (CVD) have a significant impact on global health, requiring precise diagnosis and effective treatments. Electrocardiogram (ECG) is a fundamental tool, but its interpretation can be flawed. Artificial intelligence (AI) emerges as a promising alternative, offering greater accuracy and reliability. This integrative review explores the use of AI in ECG interpretation, aiming to enhance the therapeutic approach to CVD. Methods: This is an integrative review aimed at examining the application of AI in ECG interpretation within the context of CVD, conducted on the PubMed database with descriptors registered in DeCS, combined as specified, including free articles, Clinical Trials, Meta-Analyses, Randomized Studies, and Systematic Reviews, published in the last 5 years, in humans, in Portuguese, English, or Spanish languages, excluding duplicates and articles unrelated to the central theme. Results: Initially, 282 studies were identified, excluding 115 duplicate studies and another 161 based on title and abstract. For selection, 6 articles were included. Conclusion: The analysis revealed that AI has the potential to complement medical interpretation of ECG, offering effective diagnostic support. However, the effective implementation of AI faces significant challenges, including practical applicability issues, algorithm specificities, and ethical, legal, and social concerns (ELSI). It is essential to address these concerns to ensure ethical and responsible use of AI in clinical practice, despite the continuous need for robust studies and algorithm development to further strengthen its role in improving CVD diagnosis through ECG interpretation.

KEYWORDS: Electrocardiography, Artificial Intelligence, Cardiovascular Diseases, Diagnosis.

RESUMO: Introdução: As doenças cardiovasculares (DCV) causam um impacto significativo na saúde global, exigindo diagnósticos precisos e tratamentos eficazes. O eletrocardiograma (ECG) é uma ferramenta fundamental, mas sua interpretação pode ser falha. A inteligência artificial

(IA) emerge como uma alternativa promissora, oferecendo maior precisão e confiabilidade. Este estudo trata-se de uma revisão integrativa cujo objetivo é examinar a aplicação da IA na interpretação de ECG no contexto das DCV. Metodologia: A pesquisa foi realizada na base de dados Pubmed com descritores cadastrados no DeCs, combinados conforme especificado, incluindo artigos gratuitos, Ensaios Clínicos, Metanálises, Estudos Randomizados e Revisões Sistemáticas, publicados nos últimos 5 anos, em humanos, nos idiomas Português, Inglês ou Espanhol, excluindo duplicatas e artigos fora do tema central. Resultados: Foram identificados inicialmente 282 estudos, sendo excluídos 115 estudos duplicados e outros 161 com base no título e resumo. Para a seleção, 6 artigos foram incluídos. Conclusão: A análise revelou que a IA apresenta potencial para complementar a interpretação médica do ECG, oferecendo suporte diagnóstico eficaz. No entanto, a implementação eficaz da IA enfrenta desafios significativos, incluindo questões práticas de aplicabilidade, especificidades dos algoritmos e preocupações éticas, legais e sociais (ELSI). É fundamental abordar essas preocupações para garantir um uso ético e responsável da IA na prática clínica, apesar da necessidade contínua de estudos robustos e desenvolvimento de algoritmos para fortalecer ainda mais seu papel na melhoria do diagnóstico das DCVs através da interpretação de ECGs.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrocardiografia, Inteligência Artificial, Doenças Cardiovasculares, Diagnóstico.

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) representam um grupo amplo de condições que comprometem o funcionamento do coração e dos vasos sanguíneos, sendo responsáveis por cerca de 17,9 milhões de óbitos anualmente, o que equivale a aproximadamente 32% de todos os óbitos mundiais. O impacto das DCV vai além da mortalidade, trazendo também alta morbidade e uma significativa redução na qualidade de vida dos pacientes.

Apesar dos avanços em diagnóstico, prognóstico e prevenção, as DCV ainda apresentam desafios consideráveis devido à sua complexidade. A crescente incidência das DCV, exige uma abordagem multifacetada, que envolva esforços contínuos de pesquisa para desenvolver e implementar soluções inovadoras. Nesse contexto, o eletrocardiograma (ECG) se destaca como uma ferramenta acessível e de baixo custo, amplamente utilizada na identificação e tratamento de diversas condições cardiovasculares, reforçando sua importância no cenário de diagnóstico e manejo dessas doenças [1].

Com o aumento da realização de ECGs, cresce também a necessidade de cardiologistas capacitados para interpretar e analisar os resultados desses exames. Apesar do grande número de profissionais qualificados, é comum que estes interpretem de forma equivocada ao analisarem os resultados do ECG. Nesse sentido, a inteligência artificial

(IA) emerge como uma opção mais avançada para a interpretação e emissão de laudos desses exames, proporcionando uma descrição mais precisa e confiável dos dados obtidos [1].

Com o aumento da realização de ECGs, cresce também a necessidade de cardiologistas capacitados para interpretar e analisar os resultados desses exames. Apesar do grande número de profissionais qualificados, é comum que estes interpretem de forma equivocada ao analisarem os resultados do ECG. A integração da Inteligência Artificial (IA) na medicina cardiovascular, para fins de diagnóstico e de tratamento é uma realidade atual. Isso se deve à capacidade da IA em superar limitações das abordagens tradicionais, proporcionando um diagnóstico mais rápido e preciso [3].

O desenvolvimento de métodos mais acessíveis que possam facilitar o rastreamento de DCV é essencial para o contexto de saúde pública. Embora a ecocardiografia seja considerada o padrão-ouro para detecção das DCVs, é um exame demorado e dispendioso. Portanto, é necessário adotar métodos tecnológicos mais avançados para triagem das DCV que mantenham a precisão diagnóstica sem altos custos e demanda de tempo. A utilização de um ECG adaptado a IA pode ser uma solução viável para ampliar a detecção precoce de pacientes com DCV [2].

Nesse contexto, é importante investigar como essa abordagem pode superar as limitações dos métodos tradicionais, oferecendo uma alternativa mais moderna, prática e precisa para o diagnóstico e acompanhamento dessas doenças. Portanto, o objetivo desta revisão integrativa de literatura é analisar o uso da IA aplicada à interpretação de ECG na abordagem terapêutica das DCV.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa cujo objetivo é examinar a aplicação da IA na interpretação de ECG no contexto das DCV. A busca foi realizada na base de dados Pubmed, utilizando os seguintes descritores cadastrados na base de dados de descritores em saúde (DeCs) combinados conforme listado abaixo:

1. "Medicina" e "Eletrocardiografia" e "Diagnóstico"
2. "Eletrocardiografia" e "Diagnóstico" e "Cardiologia"
3. "Inteligência Artificial" e "Medicina" e "Eletrocardiografia"
4. "Eletrocardiografia" e "Inteligência Artificial"
5. "Saúde" e "Eletrocardiografia" e "Inteligência Artificial"
6. "Medicina" e "Eletrocardiografia" e "Inteligência Artificial" e "Diagnóstico"
7. "Eletrocardiografia" e "Diagnóstico" e "Eletrofisiologia"

Os critérios de inclusão adotados englobam artigos disponíveis gratuitamente, incluindo Ensaios Clínicos, Metanálises, Estudos Randomizados e Revisões Sistemáticas, com uma janela de publicação mínima de 5 anos, realizados em humanos e disponíveis nos idiomas Português, Inglês ou Espanhol. Foram excluídos artigos que não abordavam o tema central e

duplicatas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da busca foram apontados a partir da combinação dos descritores supracitados em materiais e métodos. Na pesquisa inicial foi possível identificar 282 estudos ao todo. Destes, 115 estavam duplicados, 136 foram excluídos com base no título e 25 foram excluídos com base no resumo. Conforme os critérios de inclusão e exclusão, a amostra final desta revisão integrativa é composta por 6 artigos, conforme apresentados na Figura 1. Por sua vez, os artigos incluídos nesta revisão integrativa estão sumarizados no Quadro 1.

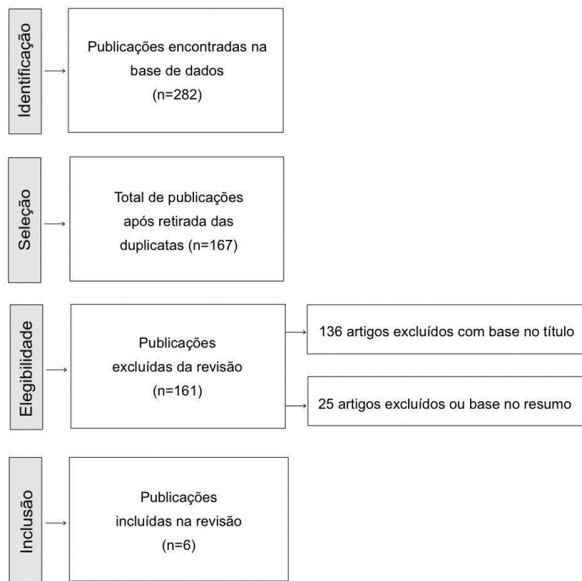


Figura 1: Fluxograma representando as etapas de seleção dos artigos para análise deste estudo

Quadro 1: Sumarização dos estudos selecionados.

Autor e Ano	Título	Tipo de Estudo	Principais Conclusões
Moreno-Sanchez et al 2024	ECC-based data-driven solutions for diagnosis and prognosis of cardiovascular diseases: A systematic review.	Revisão Sistemática	A revisão conclui que a adoção de ML* pelos profissionais de saúde depende do cumprimento dos requisitos de IA* confiável.
Bjerkén et al 2022	Artificial intelligence enabled ECG screening for left ventricular systolic dysfunction: a systematic review.	Revisão Sistemática	A revisão sugere que o AIeECG pode ser útil na triagem de DSVE*, ajudando médicos na interpretação de ECG, no entanto ainda são necessários estudos randomizados de implementação para demonstrar a relação custo-eficácia e significância clínica.
Hill et al 2022	Identification of undiagnosed atrial fibrillation using a machine learning risk prediction algorithm and diagnostic testing (PULSAR-AI) in primary care: cost-effectiveness of a screening strategy evaluated in a randomised controlled trial in England.	Ensaio Clínico	Concluiu-se que a triagem para indivíduos de alto risco de FA* não diagnosticada usando PULSAR-AI é mais custo-efetiva em comparação apenas com a prática de rotina.
Rushlow et al 2022	Clinician Adoption of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Left Ventricular Systolic Dysfunction in Primary Care.	Ensaio Clínico	Concluiu-se que os médicos que adotam a decisão clínica habilitada para IA* tinham duas vezes mais probabilidade de diagnosticar baixa FE* do que os que adotavam pouco. Por outro lado, médicos que adotam as recomendações de auxílio à decisão de IA* tendem a ter menos experiência em lidar com pacientes complexos.
Lee et al 2022	Artificial Intelligence for Detection of Cardiovascular-Related Diseases from Wearable Devices: A Systematic Review and Meta-Analysis.	Revisão Sistemática e Metanálise	O estudo constatou que modelos de IA* para diversas DCV* estão sendo desenvolvidos e que estão gradualmente se desenvolvendo em uma forma adequada para dispositivos vestíveis e móveis.
Gudliar et al 2024	Automatic identification of hypertension and assessment of its secondary effects using artificial intelligence: A systematic review (2013-2023).	Revisão Sistemática	O estudo discute possíveis caminhos de pesquisa futuros destinados a fortalecer o impacto, a confiabilidade e a relevância clínica do modelo de IA* por meio de abordagens de modelagem mais abrangentes.

§ Inteligência Artificial (IA)

= Disfunção Sistólica do Ventrículo Esquerdo (DSVE)

! Eletrocardiograma (ECG)

* Modelos de Aprendizado de Máquina (ML)

§ Eletrocardiograma Habilitado para IA (AIeECG)

Algoritmo de Predição de Risco de Aprendizado de Máquina e Testes de Diagnóstico (PULSAR-AI)

@ Fibrilação Atrial (FA)

& Fração de Ejeção (FE)

% Doenças Cardiovasculares (DCV)

Após a revisão dos artigos selecionados, identificamos os principais benefícios do uso da IA para laudos de ECG, sua utilidade para a triagem de DCV e sua precisão diagnóstica, bem como as dificuldades enfrentadas pelos profissionais da saúde nesse processo. De forma geral, o uso dessa ferramenta de inteligência demonstrou melhorar a precisão e eficiência na interpretação de ECGs, reduzindo o tempo para a emissão de laudos e aumentando a confiabilidade dos resultados. Em conjunto a isso, contribui para a detecção de anomalias cardíacas com alta precisão, muitas vezes superando a interpretação humana tradicional. Comparativos entre a interpretação de cardiologistas e a IA mostraram que esta ferramenta alcançou uma taxa de acerto superior na detecção de arritmias cardíacas [1].

Em uma revisão de literatura realizada por Bjerkén et al., 2023, o autor analisou 15 estudos e tinha como objetivo explorar o uso de Eletrocardiografia Habilitada por Inteligência Artificial (AIeECG) e delinear os potenciais e as advertências do uso dessa tecnologia para detecção de Doença Sistólica do Ventrículo Esquerdo (DSVE). Durante a revisão constatou-se que a triagem manual de DSVE por meio da interpretação do ECG pode ser desafiadora e sujeita a limitações, como a necessidade de treinamento especializado e possíveis variações na interpretação entre os profissionais de saúde. Nesse contexto, a IA tem sido aplicada com sucesso na saúde, pois automatiza a análise e interpretação de ECGs, complementando a avaliação do profissional. Foi analisado que a AIeECG detectou DSVE com uma sensibilidade de 83,3% e especificidade de 87%, levando em consideração que resultados falsos positivos indicaram um desenvolvimento futuro de DSVE. O estudo então concluiu a alta eficiência e precisão dessa ferramenta, possibilitando a redução do tempo necessário para a interpretação do ECG e aumentando a acurácia na detecção de DSVE em comparação com métodos tradicionais. Entretanto, ainda observou-se a necessidade de ensaios prospectivos randomizados com terapia adicional para demonstrar a relação custo-efetividade e significância clínica [2].

Também tendo como foco de estudo DSVE, Rushlow et al., 2022, comparou as características de médicos que adotavam de um algoritmo de ECG habilitados para IA para diagnóstico de DSVE e médicos que não adotavam. Esse estudo foi realizado em 48 locais de prática médica no Centro-Oeste dos EUA. Os médicos foram divididos em dois grupos: um recebeu cuidados habituais e o outro recebeu uma notificação sugerindo a realização de um ecocardiograma em pacientes com possível baixa Fração de

Ejeção (FE), identificados por um algoritmo IAeECG. Os dados analisaram a quantidade de pacientes com resultados positivos no AI-ECG, e a adoção do alerta foi medida pela quantidade de ecocardiogramas solicitados após a notificação. Neste estudo, 165 médicos e 11.573 pacientes foram analisados e descobriu-se que os médicos que adotaram amplamente a notificação de AI-ECG (41 médicos) tiveram duas vezes mais chances de diagnosticar baixa FE em pacientes (33,9%) em comparação com os médicos que adotaram menos (124 médicos, 16,9%). Os grandes adotantes geralmente eram prestadores de práticas avançadas, como enfermeiros e assistentes médicos, e estavam mais em Medicina Familiar do que em Medicina Interna, com pacientes menos complexos em geral. Portanto, o IAeECG obteve melhores resultados quanto à alta sensibilidade e especificidade da IAeECG na detecção de DSVE do que o ecocardiograma [4].

Assim como a revisão de Bjerkén et al., 2023, que analisou a alta sensibilidade e especificidade do AI-ECG na detecção de DSVE, Rushlow et al., 2002, apontou que a AI-ECG superou a ecocardiografia. Ambos os estudos destacaram que os resultados falso positivos do AI-ECG podem indicar um desenvolvimento futuro de DSVE, salientando a eficácia e a precisão do AI-ECG como uma ferramenta de diagnóstico avançada [4,2].

Um estudo feito por Hill et al., 2022, realizado no Reino Unido, utilizou-se Predição de Fibrilação Atrial Não Diagnosticada Usando um Algoritmo de Aprendizado de Máquina (PULsE-AI) que procurou determinar a eficácia de uma estratégia de rastreamento que combinava um algoritmo de aprendizado automático para previsão de risco com testes de diagnóstico, visando identificar Fibrilação Atrial (FA) não diagnosticada nos cuidados primários. O algoritmo de predição de risco de FA do estudo PULsE-AI foi desenvolvido utilizando técnicas de aprendizado de máquina e dados retrospectivos de quase 3.000.000 de registros médicos eletrônicos de adultos (≥ 30 anos, sem histórico prévio de FA) do banco de dados GOLD do Clinical Practice Research Datalink (CPRD) entre 2006 e 2016. Durante este período, 3,2% dos participantes foram diagnosticados com FA. O algoritmo considerou variáveis como dados demográficos, histórico de uso de anti-hipertensivos, diabetes, comorbidades cardiovasculares e características variáveis no tempo, como eventos cardiovasculares recentes e alterações no IMC e pressão arterial. Participantes com uma pontuação de risco de FA $\geq 7,4\%$ foram considerados de alto risco, um limiar que corresponde a 50% de sensibilidade e 90% de especificidade, equilibrando a redução de falsos negativos com uma carga de rastreamento gerenciável para os profissionais de saúde. Além disso, o estudo buscou avaliar a relação custo-efetividade da implementação dessa estratégia de triagem em um cenário real. Assim, o estudo identificou que a estratégia de rastreamento avaliada no ensaio PULsE-AI, com um algoritmo de predição de risco de FA combinado com testes de diagnóstico, é custo-efetiva em comparação com a prática de rotina. Embora o Reino Unido não tenha um programa nacional de rastreamento de FA, a maioria das diretrizes sugerem o rastreamento oportunista em pacientes

com idade superior a 65 anos. Esta estratégia oferece uma alternativa eficaz e econômica para reduzir a população com alto risco de FA não diagnosticada, reduzindo assim a necessidade de rastreamento em larga escala. Destaca-se o valor potencial dos métodos baseados em IA para apoiar o rastreamento da FA, beneficiando tanto os pacientes quanto o sistema de saúde [3].

Hill et al., 2022, ainda destacou vantagens, além do custo-efetividade em comparação com a prática de rotina, apontaram a redução da população rastreada e o potencial valor dos métodos baseados em IA para o rastreamento da FA. No entanto, afirmou também sobre as desvantagens, destacando as limitações de dados retrospectivos e a falta de um programa nacional de rastreamento de FA no Reino Unido. Além disso, a estratégia requer testes diagnósticos adicionais para pacientes de alto risco, o que pode ser desafiador logisticamente. Algumas limitações do estudo incluem a dependência de um limiar de pontuação de risco que pode não ser ideal para todas as populações e a falta de comparação com outras estratégias de rastreamento. Além disso, foram apontados desafios que incluem a implementação em larga escala, a aceitação e adesão dos profissionais de saúde e pacientes, e a necessidade de validação contínua do algoritmo e da estratégia de rastreamento. Estes aspectos ressaltam a importância da avaliação contínua, adaptações e considerações éticas ao implementar estratégias de rastreamento baseadas em IA para FA [3].

Uma recente meta-análise destacou a alta precisão dos algoritmos de IA na identificação de DCVs, como arritmias, hipertensão e insuficiência cardíaca. Além disso, abordou sobre os modelos de IA desenvolvidos para dispositivos vestíveis, capazes de detectar ou prever uma variedade de condições como arritmias, apneia do sono, diabetes, doença valvular e anemia. A aplicação da IA na identificação e avaliação dos efeitos da hipertensão traz benefícios clínicos significativos, como detecção precoce, previsão de risco e intervenções específicas. Essas abordagens automatizadas permitem uma triagem e monitoramento mais eficientes de pacientes hipertensos, levando a um gerenciamento mais eficaz, e melhores resultados clínicos. Além disso, alguns métodos de IA têm sido empregados para avaliar os efeitos secundários da hipertensão, como danos vasculares e a órgãos-alvo, permitindo uma avaliação abrangente do impacto da hipertensão em vários sistemas fisiológicos [5,6].

Conforme destacado por Hill et al. (2022), a intervenção com IA pode reduzir significativamente o número de pacientes que precisam passar por triagem adicional para detectar FA não diagnosticada, aliviando assim a carga sobre os serviços de saúde primários. Embora a intervenção com IA tenha demonstrado eficácia em clínicas de cuidados primários, é essencial conduzir mais pesquisas para avaliar sua viabilidade em outros ambientes de saúde [3].

O futuro da IA na interpretação de ECGs mostra-se promissor, com estudos recentes, como o de Moreno-Sanchez et al. (2024), dedicados ao desenvolvimento de novas técnicas para aprimorar a precisão e eficácia da interpretação automatizada. No entanto, para que essa tecnologia atinja seu potencial máximo na prática clínica, é

essencial superar desafios significativos, como questões de privacidade de dados, requisitos regulatórios e integração efetiva nos sistemas de saúde. A interpretação automatizada de ECGs ainda enfrenta obstáculos, como a necessidade de grandes conjuntos de dados para treinamento dos algoritmos e a interpretação precisa dos resultados, especialmente em situações clínicas complexas ou raras [1,2,5].

Dessa forma, é essencial que a pesquisa futura se concentre não apenas na otimização do desempenho da IA, mas também na validação de sua utilidade clínica e na superação das barreiras que impedem sua implementação generalizada. Ao fazê-lo, podemos aproveitar ao máximo os benefícios da IA na interpretação de ECGs, melhorando o diagnóstico, o tratamento e os resultados para os pacientes [6].

4 CONCLUSÃO

Com base na análise abordada nesta revisão integrativa, torna-se evidente que o ECG desempenha um papel crucial no prognóstico, diagnóstico e prevenção de DCVs. Uma lacuna comum observada nos estudos revisados é a insuficiência de recursos e a qualificação limitada dos cardiologistas para uma interpretação precisa do ECG. Nesse contexto, a IA emerge como uma ferramenta promissora para complementar o trabalho médico, fornecendo suporte no diagnóstico e nas decisões clínicas. No entanto, a implementação eficaz da IA enfrenta desafios significativos, incluindo questões de aplicabilidade prática, algoritmos com tendências específicas e ELSI. É importante abordar essas preocupações para garantir o uso ético e eficaz da IA na prática clínica.

Dada a atual escassez de estudos robustos e a limitação estatística em muitas análises, é esperado que a pesquisa futura e o desenvolvimento de algoritmos continuem a evoluir. Isso possibilita estimativas de precisão mais sólidas e aprimora ainda mais o papel da IA na interpretação de ECGs e no suporte ao diagnóstico de DCVs.

Assim, é claro que a IA tem o potencial de revolucionar a abordagem das doenças cardiovasculares, oferecendo uma ferramenta valiosa para os profissionais de saúde. Entretanto, é fundamental que esses avanços sejam acompanhados por uma reflexão cuidadosa sobre questões éticas e sociais, garantindo que a implementação da IA beneficie a saúde e o bem-estar dos pacientes de forma holística e responsável.

REFERÊNCIAS

- [1] Moreno-Sánchez PA, García-Isla G, Corino VDA, Vehkaoja A, Brukamp K, van Gils M, Mainardi L. ECG-based data-driven solutions for diagnosis and prognosis of cardiovascular diseases: A systematic review. *Comput Biol Med*, 2024 [accessed on June 14, 2024]; 172: 108235. Available at: [\[https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2024.108235\]](https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2024.108235).
- [2] Bjerken LV, Rønborg SN, Jensen MT, Ørting SN, Nielsen OW. Artificial intelligence enabled ECG screening for left ventricular systolic dysfunction: a systematic review. *Heart Fail Rev*, 2023 [accessed on June 14, 2024]; 28(2): 419-430. Available at: [\[https://doi.org/10.1007/s10741-022-10283-1\]](https://doi.org/10.1007/s10741-022-10283-1).
- [3] Hill NR, Groves L, Dickerson C, Boyce R, Lawton S, Hurst M, Pollock KG, Sugrue DM, Lister S, Arden C, Davies DW et al. Identification of undiagnosed atrial fibrillation using a machine learning risk prediction algorithm and diagnostic testing (PULsE-AI) in primary care: cost-effectiveness of a screening strategy evaluated in a randomized controlled trial in England. *J Med Econ*, 2022 [accessed on June 14, 2024]; 25(1): 974-983. Available at: [\[https://doi.org/10.1080/13696998.2022.2102355\]](https://doi.org/10.1080/13696998.2022.2102355).
- [4] Rushlow DR, Croghan IT, Inselman JW, Thacher TD, Friedman PA, Yao X et al. Clinician Adoption of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Left Ventricular Systolic Dysfunction in Primary Care. *Mayo Clin Proc*, 2022 [accessed on June 14, 2024]; 97(11): 2076-2085. Available at: [\[https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.04.008\]](https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.04.008).
- [5] Lee S, Chu Y, Ryu J, Park YJ, Yang S, Koh SB. Artificial Intelligence for Detection of Cardiovascular-Related Diseases from Wearable Devices: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Yonsei Med J*, 2022 [accessed on June 14, 2024]; 63(Suppl): S93-S107. Available at: [\[https://doi.org/10.3349/ymj.2022.63.S93\]](https://doi.org/10.3349/ymj.2022.63.S93).
- [6] Gudigar A, Kadri NA, Raghavendra U, Samantha J, Maithri M, Inamdar MA et al. Automatic identification of hypertension and assessment of its secondary effects using artificial intelligence: A systematic review (2013-2023). *Comput Biol Med*, 2024 [accessed on June 14, 2024]; 172: 108207. Available at: [\[https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2024.108207\]](https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2024.108207).