

KOZIEL, Paweł, GRODKIEWICZ, Maria, ARTYKIEWICZ, Klaudia, GORCZYCA, Kamila, CZARKOWSKI, Marcin, ŚLUPCZYŃSKA, Aleksandra, URBAŚ, Weronika, PODGÓRSKA, Klaudia, PUŁA, Aleksandra & KRZYSIEK, Urszula. Does the watch can detect cardiac arrhythmias? *Journal of Education, Health and Sport.* 2023;13(2):293-298. eISSN 2391-8306. DOI <https://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.13.02.042>
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/41450>
<https://zenodo.org/record/7513150>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 19.12.2022. Revised: 21.12.2022. Accepted: 08.01.2023.

Does the watch can detect cardiac arrhythmias?

Paweł Kozieł¹, Maria Grodkiewicz¹, Klaudia Artykiewicz³, Kamila Gorczyca³, Marcin Czarkowski², Aleksandra Ślupczyńska⁴, Weronika Urbaś², Klaudia Podgórska³, Aleksandra Puła⁵, Urszula Krzysiek⁶

Paweł Kozieł – <https://orcid.org/0000-0001-6069-6028>, pawelkoziel61@gmail.com

Maria Grodkiewicz – <https://orcid.org/0000-0002-6243-9102>, marysiagrodkiewicz@gmail.com

Klaudia Artykiewicz – <https://orcid.org/0000-0003-2912-4691>, klaudiaartykiewicz@gmail.com

Kamila Gorczyca - <https://orcid.org/0000-0002-7976-0509>, kamila.gorczyca@o2.pl

Marcin Czarkowski - <https://orcid.org/0000-0001-5663-2574>, marcin.czarkowski98@gmail.com

Aleksandra Ślupczyńska - <https://orcid.org/0000-0003-3615-002X>, olaslup@gmail.com

Weronika Urbaś - <https://orcid.org/0000-0002-5260-2172>, weronikaurbass@gmail.com

Klaudia Podgórska - <https://orcid.org/0000-0002-5109-900X>, kpodgorska06@gmail.com

Aleksandra Puła - <https://orcid.org/0000-0001-9001-5051>, aleksandrapula@gmail.com

Urszula Krzysiek - <https://orcid.org/0000-0002-4712-2334>, urszula.krzysiek@onet.eu

- (1) SKN przy Katedrze i Klinice Kardiologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Al. Raławickie 1, 20-059 Lublin
- (2) Medical University of Lublin, Al. Raławickie 1, 20-059 Lublin
- (3) Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 4 w Lublinie, ul. Doktora Kazimierza Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin
- (4) Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 1 w Lublinie, ul. Stanisława Staszica 16, 20-400 Lublin
- (5) Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego SPZOZ w Lublinie
- (6) Szpital SOLEC Spółka z Ograniczoną Odpowiedzialnością, ul. Solec 93, 00-382 Warszawa

Corresponding author: Paweł Kozieł, pawelkoziel61@gmail.com

Abstract

Introduction and purpose:

The prevalence of cardiac arrhythmias in the population is not exactly known. Since cardiac arrhythmias are often episodic, they cannot be detected by conventional methods such as electrocardiography (ECG), which takes only a few seconds to record. The purpose of this review is to analyze the latest information regarding the use of smart watches to detect cardiac arrhythmias.

Material and methods:

This review is based on available data collected in the PubMed database published between 2015 and 2022. The search was performed by browsing keywords such as: "smartwatch", "cardiac arrhythmia", "mHealth", "screening", "wearable devices".

Results:

The results suggest that the detection of atrial fibrillation (AF) using commercially available smartwatches shows very high diagnostic accuracy. Accuracy in smartwatch arrhythmia detection demonstrated a cumulative sensitivity of 100% (95% CI 1.00-1.00) in 16 studies with 5,050 participants. Sensitivity ranged from 25% (95% CI 0.14-0.36) to 100% (95% CI 1.00-1.00), specificity ranged from 68% (95% CI 0.65 -0.70) to 100% (95% CI 1.00-1.00). Insufficient quality of the PPG signal resulted in the exclusion of some data in many studies. The analyzes showed no difference in diagnostic accuracy between photoplethysmography (PPG) and single-lead electrocardiography used in these devices.

Conclusions:

The prevalence of arrhythmias in the form of atrial fibrillation and other forms of arrhythmia in the middle-aged and older population is significant. This review highlights the increasing role of electronic devices in the detection of cardiac arrhythmias. Smartwatches show promising accuracy in detecting arrhythmias, but more research is needed to make this method of arrhythmia recognition a common screening method.

Key words: smartwatch, cardiac arrhythmia, mHealth, screening, wearable devices.

1. Wprowadzenie

Częstość zaburzeń rytmu serca w społeczeństwie nie jest dokładnie znana. Z uwagi na to, iż arytmie serca często występują epizodycznie, nie jest możliwe wykrycie ich za pomocą konwencjonalnych metod takich jak na przykład badanie elektrokardiograficzne (ECG), którego zapis trwa zaledwie kilka sekund. W tabeli 1, przedstawione zostały rodzaje monitorowania pracy serca. Celem tego przeglądu jest analiza najnowszych informacji, które dotyczą użycia inteligentnych zegarków do wykrywania zaburzeń rytmu serca.

Arytmia serca to stan, w którym serce kurczy się za szybko, za wolno lub w rytmie serca można stwierdzić nieregularność. Migotanie przedsionków (AF) należy do najczęstszych zaburzeń rytmu serca [1]. Wraz z wiekiem częstość występowania tej arytmii rośnie i w europejskiej populacji osób powyżej 85 roku życia wynosi 17,8% [2,3]. Kwestia wykrywania arytmii i wdrażania odpowiedniego postępowania jest ważna, ponieważ obecność migotania przedsionków powoduje pięciokrotne zwiększenie ryzyka udaru niedokrwienego mózgu [4]. Aktywne poszukiwanie arytmii często wydaje się być zasadne, zważywszy na to, iż często jest ona bezobjawowa klinicznie.

Tabela 1. Rodzaje monitorowania pracy serca.

| Urządzenie | Maksymalny czas monitorowania | Ciągle monitorownie | Możliwość nagrywania | Dodatkowe cechy |
|------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|--|
| 12-odprowadzeniowe EKG | Pojedynczy zapis kilkusekundowy | nie | nie | Łatwa i tania metoda monitorowania; dobre możliwości diagnostyczne w przypadku wykrycia arytmii. |
| Holter EKG | 72 godziny | tak | tak | Krótkoterminowe, ale określa ilościowo nasilenie arytmii. |
| Patch | 1-3 tygodnie | tak | tak | Średni czas trwania z prostą aplikacją i dobrą tolerancją pacjenta. |

| | | | | |
|--------------------------------|--------------|-----|--------------|--|
| Zewnętrzny rejestrator pętli | miesiąc | nie | tak | Zapewnia długoterminowe monitorowanie rzadkich zdarzeń. |
| Wszczepialny rejestrator pętli | 3 lata | tak | tak | Zapewnia długoterminowe monitorowanie arytmii; wymaga postępowania inwazyjnego; stosunkowo drogie. |
| Smartwatche | nieokreślony | tak | potencjalnie | Szybko rozwijająca się dziedzina. |

2. Mechanizm działania smartwatchy, doniesienia badań naukowych co do ich stosowania w kardiologii

Tradycyjną ścieżką diagnostyczną służącą wykryciu zarówno bradyarytmii, jak i tachyarytmii, jest 12-odprowadzeniowy zapis elektrokardiograficzny (ECG) w postaci kilkusekundowego zapisu lub też wydłużenie tego zapisu w postaci 24-godzinnej/kilkudniowej zapisu holterowskiego.

Wykorzystanie technologii mobilnej, czyli urządzeń elektronicznych w postaci różnego rodzaju dostępnych na rynku smartwatchy umożliwia monitorowanie rytmu serca w sposób ciągły w czasie rzeczywistym, a dodatkowo także przy zachowaniu pełnego komfortu pacjenta [5]. Za pomocą zaledwie jednego kliknięcia, w trakcie 30 sekund pacjenci są w stanie samodzielnie zdiagnozować sobie rytm serca. Jest to z pewnością jedna z głównych przyczyn wzrostu popularności smartwatchy w ostatnich latach [6]. Urządzenia te wykorzystują fotopletyzmoграфиę (PPG) z czujnika optycznego do analizy tętna z nadgarstka. Wspomniana technologia rozpoznaje cykl pracy serca na podstawie pulsacyjnego wzorca zmiany absorpcji światła, który odzwierciedla zmiany objętościowe w naczyniach pod powierzchnią skóry [7]. Opisaną technologię w przyszłości może stać się szeroko akceptowana i stosowana przez środowisko medyczne, wymagane jest jednak, aby urządzenia były coraz dokładniejsze, a ich skuteczność została potwierdzona w kolejnych randomizowanych badaniach kontrolowanych (RCT).

Dokładność w wykrywaniu arytmii z użyciem smartwatcha wykazała zbiorczą czułość 100% (95% CI 1,00-1,00) w 16 badaniach, w których uczestniczyło 5050 osób. Czułość była w przedziale od 25% (95% CI 0,14-0,36) do 100% (95% CI 1,00-1,00), swoistość znajdowała się w przedziale od 68% (95% CI 0,65-0,70) do 100% (95% CI 1,00-1,00) [8]. Niewystarczająca jakość sygnału PPG sprawiła, iż w wielu badaniach wykluczono część danych [9,10,11,12]. W części badań pacjenci byli nadzorowani i pouczeni na temat techniki pomiarów [11,13].

W jednej z metaanaliz porównywano dokładność wykrywania migotania przedsionków (AF) za pomocą smartfonów oraz smartwatchy. W analizach nie stwierdzono różnicy w dokładności diagnostycznej między metodą fotopletyzmoграфии (PPG) a zapisem elektrokardiograficznym 1-odprowadzeniowym używanym w tych urządzeniach. Populacja poddawana badaniu składała się z populacji ogólnej oraz pacjentów z migotaniem przedsionków. Smartfony osiągnęły czułość w wykryciu arytmii 94% i swoistość 96%, natomiast smartwatche czułość 93% i swoistość 96% [14].

Komersyjne urządzenia z funkcjami detekcji arytmii zarówno PPG, jak i 1-odprowadzeniowego EKG, są powszechnie stosowane wśród sportowców oraz osób prowadzących aktywny tryb życia. Rola tych urządzeń w kardiologii sportowej nie jest jednak dobrze ustalona. Dane pochodzące z odczytu urządzenia mogą pomagać w kierowaniu treningiem, natomiast niewiele jest danych potwierdzających skuteczność w wykrywaniu arytmii związanej z wysiłkiem fizycznym. Przyszłość tych praktycznych urządzeń w kardiologii sportowej przedstawiona jest w tabeli 2 [15].

| Cele | Znaczenie |
|--|--|
| Poprawa wyników sportowych. | Badanie tętna i jego zmienności. |
| Badania przesiewowe w kierunku chorób sercowo- naczyniowych. | Wykrywanie arytmii przedsionkowych. |
| Narzędzie pomagające w kontroli treningu u osób z chorobami serca. | Badanie intensywności treningu np. u pacjentów z kardiomiopatią przerostową. |

Ograniczenia:

Dotychczasowe dane z przeglądów mają wiele ograniczeń, obecnie większość badań odnosi się jedynie do algorytmu wykrycia arytmii za pomocą czujnika PPG, natomiast aby uzyskać obiektywne dane, które mogą mieć zastosowanie kliniczne, powinny być kontrolowane również inne czynniki. Okazało się również, iż czujniki PPG są mniej skuteczne podczas szybkiej pracy serca a także podczas wysiłku fizycznego [16,17].

Szacunkowe rozpowszechnienie migotania przedsionków (AF) wśród społeczeństwa wynosi 2-4 %, częstość ta wzrasta gwałtownie u pacjentów powyżej 65 roku życia [18]. Dane dowodzą, iż tylko 4,6% pacjentów pochodzących ze Stanów Zjednoczonych w wieku powyżej 65 roku życia używa smartwatchy [19].

Istnieje duża ilość wyników fałszywie dodatnich w kontekście wykrycia migotania przedsionków (AF), co może prowadzić do niepotrzebnego zakłopotania osób, u których arytmia jest wykrywana. Fałszywie wykryta arytmia i rozpoczęta terapia antykoagulantami może mieć niebezpieczne konsekwencje w postaci krwawienia.

Większość urządzeń nie jest postrzegana przed Food and Drug Administration (FDA) jako urządzenia medyczne. W konsekwencji firmy produkują sprzęt, który jest bezpieczny, jednak niekoniecznie dobrej jakości. Nadal brakuje dużych badań klinicznych, czego efektem jest brak zaleceń eksperckich w celu stosowania tych urządzeń jako badań przesiewowych w kierunku AF [20].

Przyszłość:

Rozwój technologiczny prowadzi do coraz bardziej spersonalizowanego podejścia lekarza do konkretnego pacjenta. Jednym z kolejnych narzędzi, które mogą posłużyć do monitorowania i diagnostyki arytmii są urządzenia elektroniczne typu smartwatch. Kilka dostępnych smartwatchy jest zdolnych do rejestracji 1- odprowadzeniowego zapisu elektrokardiograficznego (EKG). Tylko Apple Smartwatch ma zezwolenie Agencji ds. Żywności i Leków (FDA) do monitorowania EKG. W przyszłości z pewnością więcej urządzeń uzyska takie certyfikowanie.

3. Podsumowanie:

Częstość zaburzeń rytmu serca w postaci migotania przedsionków i innych form arytmii w populacji osób w średnim wieku i starszej jest znaczna. Ten przegląd ukazuje wzrastającą rolę urządzeń elektronicznych w wykrywaniu zaburzeń rytmu serca. Smartwatche wykazują obiecującą dokładność w detekcji zaburzeń rytmu, jednakże istnieje potrzeba dalszych badań, aby ten sposób rozpoznawania arytmii stał się powszechnie stosowaną metodą przesiewową. Czas ma duże znaczenie, ponieważ to właśnie wczesne wykrycie AF odgrywa kluczową rolę w zapobieganiu udarom niedokrwinnym mózgu.

References:

1. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, Chamberlain AM, Chang AR, Cheng S, Das SR, Dellings FN, Djousse L, Elkind MS, Ferguson JF, Fornage M, Jordan LC, Khan SS, Kissela BM, Knutson KL, Kwan TW, Lackland DT, Lewis TT, Lichtman JH, Longenecker CT, Loop MS, Lutsey PL, Martin SS, Matsushita K, Moran AE, Mussolino ME, O'Flaherty M, Pandey A, Perak AM, Rosamond WD, Roth GA, Sampson UK, Satou GM, Schroeder EB, Shah SH, Spartano NL, Stokes A, Tirschwell DL, Tsao CW, Turakhia MP, VanWagner LB, Wilkins JT, Wong SS, Virani SS, American Heart Association Council on Epidemiology Prevention Statistics Committee Stroke Statistics Subcommittee Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2019 Mar 05;139(10):56–528. doi: 10.1161/CIR.0000000000000659.

2. Rahman F, Kwan GF, Benjamin EJ. Global epidemiology of atrial fibrillation. *Nat Rev Cardiol*. 2014 Nov 12;11(11):639–54. doi: 10.1038/nrcardio.2014.118.nrcardio.2014.118
3. Heeringa J, van der Kuip DA, Hofman A, Kors JA, van Herpen G, Stricker BH, Stijnen T, Lip GY, Witteman JC. Prevalence, incidence and lifetime risk of atrial fibrillation: the Rotterdam study. *Eur Heart J*. 2006 Apr;27(8):949–53. doi: 10.1093/eurheartj/ehi825.ehi825
4. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham study. *Stroke*. 1991 Aug;22(8):983–8. doi: 10.1161/01.str.22.8.983.
5. Park H, Pei J, Shi M, Xu Q, Fan J. Designing wearable computing devices for improved comfort and user acceptance. *Ergonomics*. 2019 Nov 03;62(11):1474–84. doi: 10.1080/00140139.2019.1657184.
6. Gil MA. Standard and precordial leads obtained with an Apple Watch. *Ann Intern Med*. 2020 Mar 17;172(6):436–7. doi: 10.7326/M19-2018.2756147
7. Turakhia MP, Desai M, Hedlin H, Rajmane A, Talati N, Ferris T, Desai S, Nag D, Patel M, Kowey P, Rumsfeld JS, Russo AM, Hills MT, Granger CB, Mahaffey KW, Perez MV. Rationale and design of a large-scale, app-based study to identify cardiac arrhythmias using a smartwatch: the Apple Heart Study. *Am Heart J*. 2019 Jan;207:66–75. doi: 10.1016/j.ahj.2018.09.002.
8. Nazarian S, Lam K, Darzi A, Ashrafian H. Diagnostic Accuracy of Smartwatches for the Detection of Cardiac Arrhythmia: Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2021 Aug 27;23(8):e28974. doi: 10.2196/28974. PMID: 34448706; PMCID: PMC8433941.
9. Zhang H, Zhang J, Li H, Chen Y, Yang B, Guo Y, Chen Y. Validation of single centre pre-mobile atrial fibrillation apps for continuous monitoring of atrial fibrillation in a real-world setting: pilot cohort study. *J Med Internet Res*. 2019 Dec 03;21(12):e14909. doi: 10.2196/14909.
10. Bumgarner JM, Lambert CT, Hussein AA, Cantillon DJ, Baranowski B, Wolski K, Lindsay BD, Wazni OM, Tarakji KG. Smartwatch algorithm for automated detection of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2018 May 29;71(21):2381–8. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.003.
11. Dörr M, Nohturfft V, Brasier N, Bosshard EM, Djurdjevic A, Gross S, Raichle CJ, Rhinisperger M, Stöckli R, Eckstein J. The WATCH AF Trial: SmartWATCHes for detection of atrial fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019 Feb;5(2):199–208. doi: 10.1016/j.jacep.2018.10.006.
12. Bashar SK, Han D, Hajeb-Mohammadalipour S, Ding E, Whitcomb C, McManus DD, Chon KH. Atrial fibrillation detection from wrist photoplethysmography signals using smartwatches. *Sci Rep*. 2019 Oct 21;9(1):15054. doi: 10.1038/s41598-019-49092-2. doi: 10.1038/s41598-019-49092-2.10.1038/s41598-019-49092-2
13. Rajakariar K, Koshy A, Sajeev J, Nair S, Roberts L, Teh A. Smartwatch based arrhythmia detection: accuracy of clinician interpretation of unclassified tracings. *Heart Lung Circ*. 2019;28:S228. doi: 10.1016/j.hlc.2019.06.221.
14. Prasitlumkum N, Cheungpasitporn W, Chokesuwattanaskul A, Thangjui S, Thongprayoon C, Bathini T, Vallabhajosyula S, Kanitsoraphan C, Leesutipornchai T, Chokesuwattanaskul R. Diagnostic accuracy of smart gadgets/wearable devices in detecting atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *Arch Cardiovasc Dis*. 2021 Jan;114(1):4–16. doi: 10.1016/j.acvd.2020.05.015. Epub 2020 Sep 10. PMID: 32921618.
15. Rao P, Seshadri DR, Hsu JJ. Current and Potential Applications of Wearables in Sports Cardiology. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2021 Oct;23(10):65. doi: 10.1007/s11936-021-00942-1. Epub 2021 Oct 14. PMID: 36213377; PMCID: PMC9536770.
16. Leader N, Dorian P, Lam J, Lee C, Woo A, Chow C. Evaluation of heart rate trackers in patients with atrial fibrillation. *Can J Cardiol*. 2018 Oct;34(10):152–3. doi: 10.1016/j.cjca.2018.07.174.
17. Koshy AN, Sajeev JK, Nerlekar N, Brown AJ, Rajakariar K, Zureik M, Wong MC, Roberts L, Street M, Cooke J, Teh AW. Utility of photoplethysmography for heart rate estimation among inpatients. *Intern Med J*. 2018 May 02;48(5):587–91. doi: 10.1111/imj.13777.
18. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, Boriani G, Castella M, Dan G, Dilaveris PE, Fauchier L, Filippatos G, Kalman JM, La Meir M, Lane DA, Lebeau J, Lettino M, Lip GY, Pinto FJ, Thomas GN, Valgimigli M, Van Gelder IC, Van Putte BP, Watkins CL, ESC Scientific Document Group 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm

- Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021 Feb 01;42(5):373–498. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612.5899003
19. U.S. wearable user penetration 2017, by age. Statista. 2016. [2020-09-24].
20. US Preventive Services Task Force. Curry SJ, Krist AH, Owens DK, Barry MJ, Caughey AB, Davidson KW, Doubeni CA, Epling JW, Kemper AR, Kubik M, Landefeld CS, Mangione CM, Silverstein M, Simon MA, Tseng CW, Wong JB. Screening for atrial fibrillation with electrocardiography: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *J Am Med Assoc*. 2018 Aug 07;320(5):478–84. doi: 10.1001/jama.2018.10321.2695678