



MIGOTANIE PRZEDSIONKÓW – CO DAJE NAM M-HEALTH?

Atrial fibrillation –
what are the benefits of m-health?



Dawid Sidorczuk, Agata Galas, Paweł Krześciński

Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Klinika Kardiologii i Chorób Wewnętrznych, Polska

Dawid Sidorczuk – 0009-0009-9412-2511

Agata Galas – 0000-0002-8683-3913

Paweł Krześciński – 0000-0003-1909-0993

Streszczenie

Rozwój technologii mobilnych spowodował wzrost popularności aplikacji związanych ze zdrowiem (m-health/mobile health). Część z tych urządzeń pozwala na rejestrację jednoodprowadzeniowego elektrokardiogramu, co może ułatwiać diagnostykę i zapobieganie powikłaniom najczęstszych arytmii, np. migotania przedsionków. W pracy omówiono działanie urządzeń opartych na oscylometrii i pletyzmografii oraz takich, które pozwalają na uzyskanie zapisu elektrokardiogramu i mogą stanowić podstawę rozpoznania migotania przedsionków. Ze względu na rosnącą powszechność wykorzystania nowoczesnych technologii w różnych grupach populacyjnych (w tym osób zdrowych, aktywnych fizycznie oraz pacjentów z rozpoznanymi schorzeniami układu krążenia), niezbędne jest uwzględnienie ograniczeń związanych z ich zastosowaniem.

Abstract

The development of mobile technologies has led to a growing popularity of health-related applications (m-health/mobile health). Some of these devices enable users to register single-lead electrocardiograms, which can facilitate diagnosis and help prevent complications associated with the most common arrhythmias, such as atrial fibrillation. This study reviews the performance of devices based on oscillometry and plethysmography, as well as those capable of generating ECG recordings that may serve as a basis for atrial fibrillation diagnosis. Given the increasing prevalence of modern technologies across diverse population groups (including healthy individuals, physically active people, and patients with diagnosed cardiovascular disease), it is essential to consider the limitations associated with their use.

Słowa kluczowe: m-health; migotanie przedsionków; urządzenia „smart”

Keywords: m-health; atrial fibrillation; smart devices

DOI 10.53301/lw/207196

Praca wpłynęła do Redakcji: 07.06.2025

Zaakceptowano do druku: 16.06.2025

Opublikowano: 31.03.2026

Autor do korespondencji:

Dawid Sidorczuk

Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut
Badawczy, Klinika Kardiologii i Chorób Wewnętrznych,
ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa
e-mail: dawid.sidorczuk@gmail.com

Wstęp

Wraz z rozpowszechnieniem smartfonów i innych urządzeń mobilnych można zaobserwować rosnącą popularność aplikacji związanych ze zdrowiem (m-health/mobile health). Część z nich pozwala na monitorowanie parametrów takich jak ciśnienie tętnicze czy masa ciała, zastępując klasyczne dzienniczki pomiarów, inne umożliwiają rejestrację wartości tętna czy jednodoprowadzeniowego elektrokardiogramu (EKG), samodzielnie bądź w połączeniu z dedykowanym urządzeniem.

Monitorowanie EKG z użyciem urządzeń mobilnych może stanowić metodę identyfikacji bezobjawowej arytmii będących potencjalną przyczyną groźnych powikłań, którym można zapobiec (np. w przypadku migotania przedsionków (ang. *atrial fibrillation*, AF) poprzez stosowanie leczenia przeciwnarciowego). Może również znaleźć zastosowanie u osób narażonych na wystąpienie incydentów sercowych w związku ze stylem życia, obciążeniami zdrowotnymi lub uprawianym sportem.

Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie dostępnych metod monitorowania EKG z użyciem urządzeń mobilnych i ich skuteczności w wykrywaniu najczęstszej arytmii, jaką jest AF.

Rozpoznanie migotania przedsionków

AF jest chorobą, której częstość występowania szacuje się na 1–2% [1]. Biorąc pod uwagę fakt, że część pacjentów ma postać bezobjawową i nie jest diagnozowana, częstość występowania tej jednostki chorobowej może być niedoszacowana. Podstawową metodą rozpoznania AF według wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (*European Society of Cardiology*, ESC) z 2024 roku dotyczących postępowania w AF jest badanie EKG, niezależnie od liczby odprowadzeń [2]. Wytyczne te stwarzają zatem możliwość rozpoznania arytmii w przypadku rejestracji zapisu jednego odprowadzenia, stosowanego w urządzeniach mobilnych. Dodatkowo wprowadzają one pojęcie subklinicznego AF wykrywanego przez urządzenie, które co prawda nie umożliwia postawienia rozpoznania, ale stanowi czynnik prognostyczny AF w przyszłości [2].

Dostępne technologie

Wytyczne ESC z 2024 roku dzielą dostępne narzędzia oceny rytmu na diagnostyczne i niediagnostyczne [2]. Do pierwszych zaliczyć można standardowe 12-odprowadzeniowe EKG, zapis metodą Holtera, zapis telemetryczny, urządzenia typu *handheld*, dedykowane plastry, biotekstylia oraz urządzenia typu *smart* (zegarki oraz smartfony). Rozwiązania te pozwalają na uzyskanie jedno- lub wielodoprowadzeniowego zapisu EKG. Warto zauważyć, że pierwsze trzy opcje zarezerwowane są dla leczenia ambulatoryjnego lub szpitalnego. Narzędzia określone jako niediagnostyczne opierają się na ocenie jedynie rytmu serca za pomocą pletyzmografii, oscylometrii, akcelerometrii, mechanokardiografii, analizy dźwiękowej lub palpacyjnej tętna. Nie pozwalają na rejestrację krzywej EKG ani na postawienie rozpoznania na ich pod-

stawie. Zaburzenia wykryte przez te urządzenia mogą jednak wskazywać na ryzyko arytmii i skłaniać do poszerzenia diagnostyki.

Oscylometria

Analiza oscylometryczna wykorzystywana jest w automatycznych ciśnieniomierzach. Metoda ta polega na wykrywaniu zmienności objętości kończyny objętej mankietem urządzenia w zależności od ciśnienia wypełnienia mankieta. Poza oznaczeniem wartości skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego, wynik określa również wartość tętna [3].

Pomiar interwałów tętna podczas stopniowego wypuszczania powietrza z mankieta pozwala określić ich średnią wartość, jak również odchylenie standardowe, co z kolei pozwala określić wskaźnik nieregularności. Dzięki temu urządzenie jest w stanie określić rytm jako miarowy bądź niemiary, co przekłada się na komunikat informujący o ryzyku arytmii [4].

Pucci i wsp. dokonali porównania skuteczności przesiewowego wykrywania AF z użyciem ciśnieniomierza Microlife WatchBP w odniesieniu do 12-odprowadzeniowego EKG [5]. Grupę badawczą stanowili pacjenci przyjmowani na oddział internistyczny. Czułość pomiarów ciśnieniomierza pod tym kątem wyniosła 86%, natomiast swoistość 96%. Autorzy podkreślają, że wyniki fałszywie ujemne były związane z AF, ale przebiegającym z regularną czynnością komór serca (zespołów QRS). Przy tym wśród pacjentów z nowo rozpoznany AF badanie wykazało skuteczność 100%.

Fotopletyzmografia

Fotopletyzmografia (ang. *photoplethysmography*, PPG) jest metodą polegającą na ocenie zmienności objętości krwi w naczyniach krwionośnych na podstawie zmian parametrów odbitej wiązki światła. Dzięki temu możliwe jest zmierzenie okresowości wzrostu i spadku wypełnienia naczyń, co pozwala określić odstęp czasowy tożsamy z interwałem załamków R w EKG. Do rejestracji odbitego światła może służyć kamera smartfona, na której należy umieścić palec jednej z dłoni. Następnie zainstalowana w telefonie aplikacja ocenia miarowość rytmu i informuje o potencjalnych zaburzeniach [6].

Chan i wsp. sprawdzili skuteczność wykrywania AF za pomocą aplikacji Cardiio Rhythm z użyciem smartfona iPhone 4S [7]. Każdy z trzech wykonanych zapisów PPG był oceniany jako miarowy lub niemiary, a jeżeli co najmniej dwa z trzech określone zostały jako niemiary, aplikacja rozpoznawała AF. Czułość tej metody wyniosła około 93%, a swoistość blisko 98%. Autorzy zwrócili uwagę na potencjalne trudności związane z uzyskaniem prawidłowego zapisu, jakimi były artefakty związane z ruchem palca oraz nieadekwatne przyłożenie palca do kamery. W powyższej pracy dodatkowo porównano wyżej opisaną metodę ze skutecznością urządzenia AliveCor Heart Monitor, które pozwala uzyskać zapis jednodoprowadzeniowego EKG. Swoistość obu metod była porównywalna, natomiast czułość automatycznego algorytmu AliveCor wyniosła 71,4%, co jest niższą wartością niż uzyskana w poprzednich badaniach Lau i wsp. [8],

gdzie czułość wynosiła 98%. Podkreślono fakt, że rozbieżność między uzyskanymi w obu badaniach wynikami może wiązać się z użyciem przez Chan i wsp. nowszej wersji aplikacji.

Urządzenia podręczne (*handheld*)

Tego typu narzędzia umożliwiają zapis jednego odprowadzenia EKG. Przykładem jest Beurer ME90 [9]. Rejestracja krzywej odbywa się poprzez umieszczenie palców wskazujących na sensorze, co pozwala na uzyskanie odprowadzenia kończynowego I. Wbudowany algorytm dokonuje bieżącej analizy zapisu oraz za pośrednictwem komunikatów prezentowanych na wyświetlaczu informuje użytkownika czy zapis jest prawidłowy („OK”), czy została stwierdzona arytmia („Rhythm”), pauza („Pause”) lub anomalia w kształcie zespołu QRS („Wave”). Dodatkowo dostarcza informacji o częstoci pobudzeń. Urządzenie umożliwia prezentację wyników na ekranie smartfona za pośrednictwem Bluetooth, jak również eksport danych do komputera poprzez USB (Universal Serial Bus).

Badanie przeprowadzone przez Brito i wsp. oceniało skuteczność wykrywania migotania oraz trzepotania przedsionków przez wbudowany w Beurer ME90 algorytm w porównaniu ze standardowym 12-odprowadzeniowym EKG. Ponadto zastosowano alternatywne ułożenie urządzenia, poprzez umieszczenie go przymostkowo po stronie lewej, uzyskując zmodyfikowane odprowadzenie V4. Wykazano, że przy rejestracji odprowadzenia I czułość wyniosła 88,9%, swoistość 61,9%, a wyniki fałszywie ujemne dotyczyły wyłącznie zapisów trzepotania przedsionków. Zastosowanie zmodyfikowanego odprowadzenia V4 w połączeniu z odprowadzeniem I zwiększyło swoistość do 84,3% [10].

KardiaBand

KardiaBand jest opcjonalnym dodatkiem do smartwatcha Apple Watch, pozwalającym na rejestrację jednoodprowadzeniowego EKG. Jest to opaska, która może zastąpić standardowy pasek zegarka. Wyposażona jest w sensor, który po przyłożeniu palca drugiej ręki do jego powierzchni rejestruje zapis EKG. Opaska jest połączona za pomocą Bluetooth ze smartwatchem, może być również połączona ze smartfonem iPhone [11].

Bumgarner i wsp. porównali skuteczność odróżnienia rytmu zatokowego od AF wśród pacjentów kwalifikowanych do zabiegu kardiowersji elektrycznej [12]. U każdego z uczestników badania wykonano rejestrację standardowego zapisu EKG, a następnie uzyskiwano zapis urządzenia KardiaBand. Każdy z zapisów został poddany analizie przez dwóch lekarzy, którzy mieli za zadanie zakwalifikować rozpoznany rytm do czterech kategorii: rytm zatokowy, AF, trzepotanie przedsionków oraz zapis niesklasyfikowany. Porównano również interpretację dokonaną przez automatyczny algorytm urządzenia z oceną lekarzy.

Interpretacja dokonana przez algorytm osiągnęła czułość rzędu 93% i swoistość 84%. Warto jednak zauważyć, że duża część zapisów z KardiaBand (57 ze 169) pozostała niesklasyfikowana przez algorytm. Wymieniane przez autorów przyczyny to zbyt krótki czas rejestracji,

niska amplituda załamków P i obecność artefaktów. Analiza tych zapisów przez klinicystów pod kątem ich dalszej przydatności pozwoliła potwierdzić AF w 14 z 14 przypadków, jednak 5 z 25 zapisów rytmu zatokowego sklasyfikowano jako AF (swoistość 80%). Analiza interpretacji wszystkich zapisów KardiaBand przez klinicystów w porównaniu ze standardowym EKG osiągnęła czułość 99% i swoistość 83% w wykrywaniu AF.

Autorzy podnoszą, że zaprezentowana przez nich skuteczność opaski w wykrywaniu AF jest porównywalna do wszczepialnych rejestratorów arytmii. Podkreślają również zgodność zapisów urządzenia z zapisami standardowego 12-odprowadzeniowego EKG. Wnioskiem powyższej pracy jest wysoka skuteczność urządzenia KardiaBand w wykrywaniu AF. Należy jednak pamiętać, że ostateczna ocena zapisów powinna być wsparta analizą dokonaną przez klinicystów.

Kardia Mobile

Kardia Mobile jest urządzeniem współpracującym ze smartfonami i tabletami. Ma kształt płytki z metalowymi elektrodami po obu stronach. W celu wykonania badania należy uruchomić dedykowaną aplikację Kardia App i wybrać opcję rejestracji zapisu. Odbywa się ona poprzez przyłożenie palców wskazującego i środkowego obu dłoni odpowiednio do elektrod, co pozwala uzyskać zapis zbliżony do odprowadzenia I standardowego EKG. Czas rejestracji wynosi 30 sekund, po czym zapis jest bezprzewodowo transmitowany do połączonego urządzenia smart. Automatyczny algorytm aplikacji dokonuje analizy, której wynikiem mogą być komunikaty: „interferencja”, „normalny”, „AF” lub „nieokreślony” w przypadku nieprzydatności zapisu do oceny. Możliwy jest również eksport danych w formacie PDF. Urządzenie jest kompatybilne z większością urządzeń z systemami Apple i Android [13, 14].

Kołtowski i wsp. porównali skuteczność wykrywania AF na podstawie zapisu EKG z urządzenia Kardia Mobile ze standardowym 12-odprowadzeniowym EKG [14]. Czułość w wykrywaniu AF wyniosła 92,8% a swoistość 100%. Warto zauważyć, że w badaniu tym nie uwzględniono skuteczności automatycznego algorytmu, ponieważ interpretacji zapisów dokonywali lekarze na podstawie wydruków eksportowanych danych.

Apple Watch

Apple Watch 4 to smartwatch wyposażony w dwie elektrody umożliwiające rejestrację jednoodprowadzeniowego EKG. Jedna z elektrod znajduje się pod tarczą urządzenia, druga na jego bocznej powierzchni. Rejestracja odbywa się po umieszczeniu ręki z założonym zegarkiem na stabilnym podparciu i dotknięciu palcem drugiej ręki elektrody na bocznej powierzchni tarczy. Uzyskana krzywa jest analizowana przez algorytm, po czym użytkownik otrzymuje informację zwrotną w postaci czterech komunikatów: rytm zatokowy (jeżeli częstość serca mieści się w przedziale 50–100 uderzeń/min), AF (nieregularny rytm 50–120 uderzeń/min), niskie lub wysokie tętno oraz niejednoznaczny w przypadku całkowitego braku możliwości oceny. Podobnie jak w urządzeniu Kardia Mobile, istnieje możliwość prezentacji wyników na ekranie iPho-

ne'a oraz eksportu w formacie PDF. Warto zauważyć, że przy częstotliwości poniżej 50 uderzeń/min oraz powyżej 120 uderzeń interpretacja zapisu przez algorytm może być zaburzona, a ostateczny wynik niejednoznaczny [15].

Shahid i wsp. przeprowadzili metaanalizę badań dotyczących skuteczności Apple Watch w porównaniu ze standardowym 12-odprowadzeniowym EKG [16]. Objęła ona 11 prac z udziałem 4 241 uczestników o zróżnicowanym profilu klinicznym. Skuteczność urządzenia w zakresie rozpoznawania AF okazała się wysoka: czułość wyniosła 94,8%, a swoistość 95%. Autorzy podkreślili, że pomimo znacznej różnorodności badanych pacjentów, ograniczenie analizy do podgrupy chorych z AF zmniejszyło heterogeniczność wyników, co dowodzi spójności rozważanych doniesień. Zwrócono jednak uwagę na potrzebę poprawy metodologii przyszłych badań w celu określenia m.in. klinicznej przydatności i ekonomicznych konsekwencji stosowania tej metody.

Rejestratory mobilne a ryzyko udaru

Rozpoznanie AF znacząco zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia udaru niedokrwinnego. Ryzyko u pacjentów z AF szacuje się na około pięciokrotnie większe niż w populacji ogólnej [17]. W celu zapobiegania zdarzeniom zakrzepowo-zatorowym wytyczne ESC zalecają włączenie leczenia antykoagulacyjnego u wszystkich pacjentów ze zwiększonym ryzykiem, jeśli to możliwe [2]. Jest to jedno z podstawowych założeń opieki nad chorymi z AF zgodnie ze strategią „CARE”, gdzie „A” odnosi się do zapobiegania udarom i incydentom zakrzepowo-zatorowym (*Avoid stroke and thromboembolism*).

Rosnąca popularność urządzeń do samodzielnej rejestracji EKG rodzi pytanie, czy mogą się one przyczynić do redukcji tego ryzyka i odpowiednio wczesnego rozpoczęcia terapii z użyciem bezpośrednich doustnych antykoagulantów lub antagonistów witaminy K.

Feldman i wsp. podjęli próbę oszacowania odsetka osób korzystających z urządzeń umożliwiających rejestrację EKG, które mogłyby odnieść korzyść z leczenia przeciwkrzepliowego, gdyby rozpoznanie AF opierało się na tych urządzeniach [18]. Wykazano, że jedynie 0,25% badanych byłoby kandydatami do rozpoczęcia takiego leczenia. Oznacza to, że spośród 400 osób korzystających z urządzeń jedna mogłaby odnieść wymierne korzyści w profilaktyce incydentów niedokrwiniowych.

Istotnym problemem są powikłania leczenia przeciwkrzepliowego w postaci zwiększonego ryzyka krwawienia. Sunaga i wsp. prowadzą obecnie badania nad możliwością zastosowania terapii z użyciem bezpośrednich doustnych antykoagulantów (ang. *direct oral anticoagulant*, DOAC) w oparciu o monitorowanie pacjenta z użyciem Apple Watch Series 4 [19]. Badanie obejmuje pacjentów

po ablacji, u których stwierdzono powrót rytmu zatokowego. Podstawowym założeniem jest kontynuacja leczenia z użyciem DOAC w razie wystąpienia arytmii oraz przerwanie terapii przy braku epizodów AF. Pierwszy okres obserwacji obejmuje 30 dni. Jeżeli w tym czasie nie wystąpi epizod AF, w 31. dniu leczenie przeciwkrzepliowe zostanie odstawione. W przypadku wystąpienia epizodu AF w pierwszym miesiącu obserwacji lub po zaprzestaniu terapii ma być ona odpowiednio kontynuowana lub ponownie włączona. Pierwotnym punktem końcowym jest procentowa redukcja liczby dni stosowania DOAC podczas 360-dniowej obserwacji. Wtórne punkty końcowe to zgony, udary, zdarzenia zakrzepowo-zatorowe, epizody krwawienia oraz nieprawidłowe działanie urządzenia. Badanie ma dostarczyć informacji, czy spersonalizowana terapia DOAC oparta na monitorowaniu z użyciem Apple Watch pozwala ograniczyć stosowanie DOAC w porównaniu z konwencjonalną terapią antykoagulacyjną.

Podsumowanie i implikacje praktyczne

Rosnąca popularność i dostępność urządzeń typu smart stwarza możliwości wykorzystania dostarczanych przez nie technologii w monitorowaniu stanu zdrowia. Rozwój urządzeń i aplikacji dedykowanych analizie rytmu serca oraz rejestracji skróconego zapisu EKG pozwala wykorzystać to narzędzie w diagnostyce i kontroli schorzeń, w tym AF. Zasada działania i skuteczność poszczególnych metod zostały szeroko omówione w wielu pracach, których skrócone zestawienie przedstawiono w Tabeli 1.

Rozważając zalety „podręcznego”/mobilnego monitorowania EKG, należy zwrócić uwagę na łatwość i intuicyjność obsługi, jak również dostępność na wyciągnięcie ręki. W przypadku wystąpienia objawów arytmii użytkownik może natychmiast zarejestrować zapis i dokonać analizy rytmu, w przeciwieństwie do standardowego 12-odprowadzeniowego EKG, wymagającego wizyty w placówce medycznej. Gromadzenie wyników, np. w postaci plików PDF, umożliwia późniejszą konsultację lekarską i, zgodnie z aktualnymi wytycznymi, może przyczynić się do rozpoznania choroby i wdrożenia leczenia. Należy jednak pamiętać, że to użytkownik decyduje o uruchomieniu odpowiedniej funkcji i wykonaniu badania, co ogranicza wykrywanie niemych klinicznie napadów arytmii, które nie wywołują potrzeby rejestracji zapisu.

Istotne jest, że omawiane urządzenia mogą generować wyniki fałszywie dodatnie, co wśród użytkowników może budzić niepotrzebne obawy i prowadzić do błędnej diagnostyki. Wadą jest również trudność w różnicowaniu arytmii, gdyż część wyników fałszywie ujemnych może ukrywać inny rodzaj zaburzeń rytmu, chociażby trzepotanie przedsionków. Należy także zwrócić uwagę na potencjalne trudności w użytkowaniu tego typu urządzeń przez osoby starsze, stanowiące zdecydowaną większość pacjentów dotkniętych zaburzeniami rytmu,

Tabela 1. Zestawienie czułości i swoistości poszczególnych metod mobilnego monitorowania EKG [5, 7, 10, 12, 14, 16]

	Microlife WatchBP	Cardiio Rhythm	Beurer ME90	KardiaBand	Kardia Mobile	Apple Watch
Czułość	86%	93%	88,9%	93%	92,8%	94,8%
Swoistość	96%	98%	61,9%	84%	100%	95%

dla których obsługa urządzeń czy aplikacji w smartfonie może stanowić problem wynikający często z mniejszego zaawansowania technologicznego i trudności w przyswajaniu nowych umiejętności. Może to znacząco ograniczać zastosowanie omówionych metod, co przełoży się na zmniejszenie potencjalnych korzyści.

W badaniach przesiewowych w kierunku AF problemem jest stosunkowo duża liczba pacjentów poddanych obserwacji w celu wykrycia jednego przypadku choroby, co wiąże się z potencjalnymi kosztami wynikającymi z jednostkowej ceny urządzenia. Sama potrzeba aktywnego poszukiwania arytmii i obserwacji osoby z założenia zdrowej, ale obciążonej czynnikami ryzyka może nie stanowić wystarczającej motywacji dla zakupu smartwatcha czy smartfona.

Niewątpliwie jednak dostępność tego rodzaju technologii stwarza duże możliwości zastosowania zarówno w profilaktyce, jak i w kontroli AF. Wysoka czułość urządzeń stawia je niemal na równi ze stosowanymi dotychczas metodami. Możliwość rozpoznania arytmii na podstawie jednodowodowego EKG pozwala na ominięcie bariery w postaci rejestracji epizodów arytmii wyłącznie podczas standardowego ambulatoryjnego EKG. Rozwój tego typu technologii, zwiększenie ich dostępności oraz eliminacja istniejących ograniczeń i wad z pewnością w przyszłości poszerzy zakres korzyści dla pacjentów z zaburzeniami rytmu serca.

Piśmiennictwo

1. Balsam P. Migotanie przedsionków – definicja, patogenez, etiologia i klasyfikacja. *Choroby Serca i Naczyń*, 2019; 16(1): 63–65
2. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, et al.; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*, 2024; 45(36): 3314–3414. doi: 10.1093/eurheartj/ehae176. Erratum in: *Eur Heart J*, 2025; 46(41): 4349. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf306
3. Lewis PS; British and Irish Hypertension Society's Blood Pressure Measurement Working Party. Oscillometric measurement of blood pressure: a simplified explanation. A technical note on behalf of the British and Irish Hypertension Society. *J Hum Hypertens*, 2019; 33(5): 349–351. doi: 10.1038/s41371-019-0196-9. Erratum in: *J Hum Hypertens*, 2020; 34(3): 259. doi: 10.1038/s41371-020-0316-6
4. Wiesel J, Fitzig L, Herschman Y, Messineo FC. Detection of atrial fibrillation using a modified microlife blood pressure monitor. *Am J Hypertens*, 2009; 22(8): 848–852. doi: 10.1038/ajh.2009.98
5. Pucci G, Santoni E, Bisogni V, et al. Screening for atrial fibrillation during automated blood pressure measurement among patients admitted to internal medicine ward. *Intern Emerg Med*, 2021; 16(6): 1605–1611. doi: 10.1007/s11739-021-02691-2
6. Proesmans T, Mortelmans C, Van Haelst R, et al. Mobile phone-based use of the photoplethysmography technique to detect atrial fibrillation in primary care: diagnostic accuracy study of the FibriCheck App. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2019; 7(3): e12284. doi: 10.2196/12284
7. Chan PH, Wong CK, Poh YC, et al. Diagnostic performance of a smartphone-based photoplethysmographic application for atrial fibrillation screening in a primary care setting. *J Am Heart Assoc*, 2016; 5(7): e003428. doi: 10.1161/JAHA.116.003428
8. Lau JK, Lowres N, Neubeck L, et al. iPhone ECG application for community screening to detect silent atrial fibrillation: a novel technology to prevent stroke. *Int J Cardiol*, 2013; 165(1): 193–194. doi: 10.1016/j.ijcard.2013.01.220
9. <https://www.beurer.com/pl/p/45415/> (access: 5.02.2025)
10. Brito R, Mondouagne LP, Stettler C, et al. Automatic atrial fibrillation and flutter detection by a handheld ECG recorder, and utility of sequential finger and precordial recordings. *J Electrocardiol*, 2018; 51(6): 1135–1140. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2018.10.093
11. Chon KH, McManus DD. Detection of atrial fibrillation using a smartwatch. *Nat Rev Cardiol*, 2018; 15(11): 657–658. doi: 10.1038/s41569-018-0057-1.
12. Bumgarner JM, Lambert CT, Hussein AA, et al. Smartwatch algorithm for automated detection of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*, 2018; 71(21): 2381–2388. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.003
13. <https://kardia-mobile.pl/dla-pacjenta/#jakzrobicbadanie> (access: 12.02.2025)
14. Koltowski L, Balsam P, Glowczynska R, et al. Kardia Mobile applicability in clinical practice: A comparison of Kardia Mobile and standard 12-lead electrocardiogram records in 100 consecutive patients of a tertiary cardiovascular care center. *Cardiol J*, 2021; 28(4): 543–548. doi: 10.5603/CJ.a2019.0001
15. Klier K, Koch L, Graf L, et al. Diagnostic accuracy of single-lead electrocardiograms using the Kardia Mobile app and the Apple Watch 4: validation study. *JMIR Cardio*, 2023; 7: e50701. doi: 10.2196/50701
16. Shahid S, Iqbal M, Saeed H, et al. Diagnostic accuracy of Apple Watch electrocardiogram for atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *JACC Adv*, 2025; 4(2): 101538. doi: 10.1016/j.jacadv.2024.101538
17. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke*, 1991; 22(8): 983–988. doi: 10.1161/01.str.22.8.983
18. Feldman K, Duncan RG, Nguyen A, et al. Will Apple devices' passive atrial fibrillation detection prevent strokes? Estimating the proportion of high-risk actionable patients with real-world user data. *J Am Med Inform Assoc*, 2022; 29(6): 1040–1049. doi: 10.1093/jamia/ocac009
19. Sunaga A, Tanaka N, Egami Y, et al.; OCVC-Arrhythmia Investigators. Novel anticoagulation therapy using apple watch after catheter ablation for atrial fibrillation-Up to AF trial: design and rationale. *J Arrhythm*, 2024; 41(1): e13194. doi: 10.1002/joa3.13194