

## **Supplementary material**

---

*Piotrowicz R, Krzesiński P, Balsam P, et al. Telemedicine solutions in cardiology: a joint expert opinion by the Information Technology and Telemedicine Committee of the Polish Cardiac Society, the Section of Non-invasive Electrocardiology and Telemedicine of the Polish Cardiac Society, and the Clinical Research Committee of the Polish Academy of Sciences (short version, 2021). Kardiologia Pol. 2021; 79: 227-241.*

Please note that the journal is not responsible for the scientific accuracy or functionality of any supplementary material submitted by the authors. Any queries (except missing content) should be directed to the corresponding author of the article.

### **Rozwiązania telemedyczne w kardiologii — opinia ekspertów Komisji Informatyki i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego, Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego oraz Komitetu Nauk Klinicznych Polskiej Akademii Nauk – wersja skrócona 2021**

Ryszard Piotrowicz<sup>1,2</sup>, Paweł Krzesiński<sup>3</sup>, Paweł Balsam<sup>4</sup>, Ewa Piotrowicz<sup>5</sup>, Maciej Kempa<sup>6</sup>, Ewa Lewicka<sup>6</sup>, Renata Głowczyńska<sup>4</sup>, Marcin Grabowski<sup>4</sup>, Łukasz Kołtowski<sup>4</sup>, Michał Peller<sup>4</sup>, Bartosz Szafran<sup>7</sup>, Justyna Zajdel-Całkowska<sup>8</sup>, Jan Pachocki<sup>9</sup>, Jakub Podolec<sup>10,11</sup>, Adam Stańczyk<sup>12,13</sup>, Grzegorz Opolski<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Narodowy Instytut Kardiologii, Warszawa;

<sup>2</sup> Wyższa Szkoła Rehabilitacji, Warszawa

<sup>3</sup> Klinika Kardiologii i Chorób Wewnętrznych, Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa;

<sup>4</sup> I Katedra i Klinika Kardiologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa;

<sup>5</sup> Centrum Telekardiologii, Narodowy Instytut Kardiologii, Warszawa; Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca,

<sup>6</sup> Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk;

<sup>7</sup> Centrum Kardiologiczne "Pro Corde" Sp. z o.o., Wrocław;

<sup>8</sup> Wydział Prawa i Administracji, Uczelnia Łazarskiego, Warszawa

<sup>9</sup> Fundacja Telemedyczna Grupa Robocza, Warszawa;

<sup>10</sup> Klinika Kardiologii Interwencyjnej, Instytut Kardiologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska

<sup>11</sup> Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, Kraków, Polska

<sup>12</sup> Zakład Farmakologii Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi;

<sup>13</sup> Oddział Chorób Wewnętrznych, Uniwersytecki Szpital Kliniczny nr 1 im. Norberta Barlickiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

### **Recenzenci:**

prof. dr hab. n. med. Przemysław Mitkowski (I Klinika Kardiologii, Katedra Kardiologii, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań)<sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>

prof. dr hab. n. med. Jerzy Krzysztof Wranicz (Klinika Elektrokardiologii, Katedra Kardiologii Interwencyjnej i Elektrokardiologii, Uniwersytet Medyczny, Uniwersytecki Szpital Kliniczny, Łódź)

### **WSTĘP**

Telemedycyna to świadczenie usług opieki zdrowotnej przez osoby wykonujące zawody medyczne z wykorzystaniem technologii informatycznych służących wymianie istotnych informacji w procesach diagnostycznych, terapeutycznych, profilaktycznych, dydaktycznych i edukacyjnych, w którym kluczową rolę odgrywa rozłączność miejsca [1]. W Polsce obowiązują obecnie stosowne regulacje prawne [2-3], a na liście procedur refundowanych znajdują się wybrane usługi telemedyczne. Niniejszy dokument ma na celu podsumowanie aktualnego stanu wiedzy na temat rozwiązań telemedycznych stosowanych w kardiologii, ze szczególnym uwzględnieniem realiów systemu opieki zdrowotnej w Polsce.

Autorzy dokumentu uzgodnili rekomendacje dla poszczególnych procedur telemedycznych, opierając się na zasadach formułowania wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (*ESC, European Society of Cardiology*). Zastosowano skalę uwzględniającą następujące stopniowanie klasy zaleceń: „zaleca się” (I), „należy rozważyć” (IIa), „można rozważyć” (IIb) i „nie zaleca się” (III).

### **TELEOPIEKA**

Teleopieka to zastosowanie różnych form opieki nad pacjentami w miejscu ich przebywania z wykorzystaniem narzędzi telemedycznych. Stanowi ona uzupełnienie bezpośredniej opieki medycznej. Jej głównym celem jest poprawa przestrzegania zaleceń medycznych oraz wczesne wykrycie zaostrzenia choroby lub wykrycia stanów mogących wpływać na niekorzystny przebieg choroby. W szeroko rozumianej teleopiece można wykorzystywać wszystkie metody i narzędzia diagnostyczne opisane w kolejnych częściach niniejszego dokumentu.

Teleopieka stanowi zazwyczaj uzupełnienie bezpośredniej opieki medycznej. Jej podstawowym elementem są telekonsultacje i zdalny nadzór terapeutyczny. Badanie obserwacyjne w grupie ponad 4000 chorych po przebytych ostrym zespole wieńcowym wykazało, że możliwość kontaktu z medycznym *call-center* w przypadku wystąpienia niepokojących objawów istotnie zmniejsza śmiertelność roczną w porównaniu z grupą kontrolną [4]. Wyniki badań dotyczących poprawy opieki nad pacjentami z niewydolnością serca dzięki rozwiązaniom telemedycznym, nie są jednoznaczne. Wiele prospektywnych badań klinicznych nie wykazało istotnego wpływu telekonsultacji i teleopieki na częstość rehospitalizacji lub rokowanie pacjentów z niewydolnością serca [5]. Przełomem stały się dopiero wyniki badania TIM-HF2 (*Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure*) [6], w którym w grupie 1 571 pacjentów z niewydolnością serca zastosowano telemonitoring z wykorzystaniem zdalnej oceny ciśnienia tętniczego, EKG, masy ciała oraz objawów klinicznych i wykazano, że taka forma opieki zmniejsza liczbę dni utraconych (*lost days*) z powodu hospitalizacji lub zgonu, jak również redukuje śmiertelność całkowitą [6]. W efekcie eksperci europejscy w stanowisku z 2019 roku po raz pierwszy uznali, że telemonitoring domowy może być rozważony u chorych z niewydolnością serca [7]. W innym doniesieniu zwrócono uwagę na korzyści w niektórych podgrupach pacjentów: bez depresji, z frakcją wyrzutową lewej komory  $\geq 25\%$ , po epizodach zaostrzenia niewydolności serca [8].

Teleopieka u chorych kardiologicznych może mieć istotne znaczenie dla poprawy efektów leczenia, zarówno w zakresie rokowania, jak i zapobiegania powikłaniom terapii. Dostępne narzędzia telemedyczne umożliwiają ocenę przestrzegania zaleceń dotyczących przyjmowania leków oraz modyfikacji stylu życia. Jest to możliwe zarówno poprzez monitorowanie stanu zasobów leku/ów, jak również ocenę wskaźników skuteczności leczenia, np. parametrów życiowych, takich jak: ciśnienie tętnicze, częstotliwość rytmu serca czy też masa ciała. Możliwe jest również monitorowanie aktywności fizycznej, w tym rehabilitacji kardiologicznej.

Obecnie są dostępne aplikacje, które umożliwiają nie tylko bierne monitorowanie przyjmowania leków, ale posiadają również funkcjonalności alarmowania i przypomnienia, gdy lek nie został zażyty. Możliwość stałego nadzoru nad przyjmowaniem leków z wykorzystaniem telemedycyny może mieć kluczowe znaczenie w maksymalizacji prewencji pierwotnej i wtórnej, a wartość ta dotyczy najliczniejszych grup pacjentów kardiologicznych: chorych z niewydolnością serca, po ostrym incydencie wieńcowym, z migotaniem przedsionków i po zabiegach interwencyjnych.

## TELEEDUKACJA

Teleedukacja stanowi odpowiedź na przekraczające możliwości obecnego systemu zapotrzebowanie pacjentów kardiologicznych na wiedzę z zakresu przyczyn i przebiegu choroby, jej objawów klinicznych, wskazań do stosowania poszczególnych grup leków, implantacji urządzeń do elektroterapii oraz przeprowadzania zabiegów inwazyjnych. Zwiększa tym samym szanse na współudział pacjentów w procesie prewencji, rehabilitacji, diagnostyki, terapii. Szczególne miejsce teleedukacji w procesie leczenia, np. u chorych z niewydolnością serca, wynika z kluczowego znaczenia samoopieki dla rokowania odległego. Wykazano również, że chorzy po przebytym zawale serca, edukowani w sposób powtarzany drogą telefoniczną po wypisie ze szpitala, istotnie częściej wykazują zachowania prozdrowotne, takie jak zwiększenie aktywności fizycznej i zaprzestanie palenia [9-10]. Możliwość powtarzalnego korzystania z narzędzi teleedukacyjnych daje pacjentowi komfort przyswojenia wiedzy od ekspertów w warunkach dla niego najdogodniejszych. Polskie Towarzystwo Kardiologiczne umożliwia pacjentom teleedukację poprzez dostęp do stron internetowych, takich jak [www.slabeserce.pl](http://www.slabeserce.pl), [www.copozawale.pl](http://www.copozawale.pl), [www.arytmiagroziudarem.pl](http://www.arytmiagroziudarem.pl), [www.copozatorze.pl](http://www.copozatorze.pl). Kompleksowe możliwości teleedukacji pacjentów dają mobilne aplikacje na telefony komórkowe, które łączą kilka form wsparcia edukacyjnego. Mogą one zawierać multimedialne prezentacje dotyczące choroby leżącej u podłoża odczuwanych przez pacjenta objawów oraz informacje na temat metod leczenia (w tym wizualizacja zabiegów interwencyjnych). Pozwalają na przypomnienie o przyjmowaniu leków oraz rejestrowanie ich zażycia, służą indywidualnej edukacji behawioralnej, a niektóre dają możliwość zadania pytania zespołowi medycznemu poprzez komunikator tekstowy lub wideokonsultację. Przypominają również o przestrzeganiu zaleceń niefarmakologicznych i umożliwiają automatyczną weryfikację ich realizacji (np. zwiększenie aktywności fizycznej).

Tabela 1. Podsumowanie wskazań do zastosowania teleopieki i teleedukacji.

GRUPA WSKAZAŃ	Klasa
Teleopieka w wybranych przypadkach i w zakresie, w którym stanowić będzie ona istotne uzupełnienie standardowej opieki np. u wybranych chorych z niewydolnością serca, u chorych przygotowywanych do zabiegów interwencyjnych (w celu optymalizacji przygotowania do planowanej procedury).	I
Zdalna modyfikacja farmakoterapii, jeżeli spełnione są określone warunki bezpieczeństwa: lek był już wcześniej przez pacjenta stosowany i nie powodował objawów niepożądanych w zalecanej dawce lub też ryzyko wystąpienia takich objawów jest niskie, istnieje możliwość przekazania zalecenia pacjentowi w sposób jednoznaczny i dla niego zrozumiały, istnieje możliwość oceny efektów zmiany leczenia, np. poprzez ocenę parametrów życiowych.	Iib

Teleedukacja jako jedna z form edukacji u wszystkich chorych kardiologicznych.	I
System teleopieki o charakterze kompleksowym i spójnym z ogólnym modelem opieki zdrowotnej w danym państwie.	I

## **TELEKONSULTACJE**

Telekonsultacje to forma zdalnej konsultacji medycznej pomiędzy osobami wykonującymi zawody medyczne lub osobami wykonującymi zawody medyczne i pacjentem, znajdującymi się w różnych lokalizacjach. Są one realizowane dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii teletransmisji danych tekstowych, werbalnych i obrazowych w celu diagnostyki, terapii, rehabilitacji, edukacji oraz oceny skuteczności postępowania.

Telekonsultacje, mające formę przekazu tekstowego, głosowego lub obrazowego, mogą być realizowane przez system telefonii komórkowej lub komunikatory internetowe. Podstawowym wskazaniem dla tego sposobu świadczenia medycznego jest brak możliwości bezpośredniego kontaktu pomiędzy stronami procesu w momencie, w którym świadczenie to jest niezbędne lub pozwoli na ograniczenie ryzyka dla zdrowia pacjenta.

Telekonsultacje specjalistyczne mogą być realizowane jako:

- telekonsultacje w ambulatoryjnej opiece specjalistycznej;
- pilne telekonsultacje specjalistyczne, np. wykorzystujące systemy telemedyczne instalowane w jednostkach pogotowia ratunkowego (transmisja EKG);
- planowe telekonsultacje specjalistyczne, np. pomiędzy specjalistami z ośrodków wyższego stopnia referencyjności a lekarzami Podstawowej Opieki Zdrowotnej, kardiologami z ośrodków niższego stopnia referencyjności i specjalistycznej opieki ambulatoryjnej oraz specjalistami innych dziedzin medycyny (telekonsultacje tekstowe, audiotelekonsultacje, wideotelekonsultacje);
- planowe telekonsultacje badań elektrokardiograficznych i obrazowych (echokardiograficznych, ultrasonograficznych, radiologicznych, tomograficznych, rezonansu magnetycznego, koronarograficznych, histologicznych, etc);
- telekonsultacje w ramach edukacji personelu medycznego.

Podstawowe zalety telekonsultacji specjalistycznych to:

- zwiększona dostępność konsultacji i optymalne wykorzystanie zasobów kadr medycznych;
- szybka diagnoza i pomoc w nagłych wypadkach;
- oszczędność czasu, kosztów i zwiększenie efektywności działań;
- bezpieczeństwo epidemiologiczne;

- możliwość uczestniczenia w konsultacji dowolnej liczby osób, przebywających w różnych miejscach.

#### **Główne ograniczenia telekonsultacji:**

- konieczność wyposażenia uczestników telekonsultacji w sprzęt medyczny gwarantujący wysokiej jakości rejestrację sygnałów biologicznych, odpowiedni sprzęt komputerowy, oprogramowanie i narzędzia dobrej jakości teletransmisji;
- wymagany wykwalifikowany personel, również w zakresie obsługi technologii telemedycznych;
- konieczność zapewnienia ochrony danych osobowych i zgodnego z prawem ich przetwarzania;
- brak bezpośredniego kontaktu z pacjentem i tego konsekwencje, w tym konieczność wiarygodnej identyfikacji tożsamości oraz potwierdzenia przez pacjenta zrozumienia zaleceń wydanych zdalnie;

Należy podkreślić, że kontakt zdalny może w odczuciu niektórych pacjentów nie być akceptowany jako równoważny badaniu bezpośredniemu. Mowa ciała lekarza stanowi niewerbalny element komunikacji, budowania zaufania i relacji z pacjentem. Dlatego też jako preferowaną formę telekonsultacji między personelem medycznym i pacjentem wskazuje się wideotelekonferencję.

Pandemia COVID-19 (*coronavirus disease 2019*) wymusiła pilne i szerokie wdrożenie telekonsultacji (teleporad) w opiece ambulatoryjnej. Już 12 marca 2020 roku Narodowy Fundusz Zdrowia dopuścił realizację wizyt z wykorzystaniem systemów teleinformatycznych (lub innych systemów łączności) u pacjentów kontynuujących opiekę w danej poradni specjalistycznej [11]. Rozwiązanie to pozwoliło zachować względną płynność opieki specjalistycznej i kontynuację opieki nad chorymi przewlekle, przy zwiększeniu bezpieczeństwa epidemiologicznego chorych i personelu medycznego. Opracowano szereg wytycznych dotyczących zasad realizacji teleporad, np. poradniki Fundacji Telemedycznej Grupy Roboczej [12].

Tabela 2. Podsumowanie wskazań do zastosowania telekonsultacji.

GRUPA WSKAZAŃ	Klasa
Telekonsultacje specjalistyczne (telekonsultacje tekstowe, wideotelekonferencje, wideotelekonferencja z przesyłaniem danych medycznych) pomiędzy pracownikami służby zdrowia w sytuacjach budzących wątpliwości terapeutyczno-diagnostyczne.	I

Telekonsultacje/teleporady specjalistyczne pomiędzy pracownikami służby zdrowia a pacjentem w celu optymalizacji opieki nad chorym w sytuacji, gdy takie postępowanie pozwoli na ograniczenie ryzyka dla zdrowia pacjenta, związanego z ograniczeniem dostępu do bezpośredniej konsultacji i jeżeli procedura ta będzie wykonana z zachowaniem powszechnie uznanych zasad prawidłowej jej realizacji.	IIa
Telekonsultacje/teleporady specjalistyczne jako jedna z możliwości realizacji porad w opiece specjalistycznej, u chorych kontynuujących opiekę w danej poradni specjalistycznej, pozostających w stanie stabilnym, jeżeli procedura ta będzie wykonana z zachowaniem zalecanych zasad prawidłowej jej realizacji.	IIa

## TELEMONITORING ELEKTROKARDIOGRAFICZNY

**Własności techniczne, zasady działania.** Telemonitoring elektrokardiograficzny (TM-EKG) za pomocą rejestratorów zewnętrznych jest podstawowym narzędziem telediagnostyki kardiologicznej, zwłaszcza w obszarze zaburzeń rytmu serca [13]. Opiera się on na analizie elektrokardiogramów (EKG) rejestrowanych na odległość i przesyłanych do ośrodka nadzorującego. TM-EKG umożliwia wykrycie, udokumentowanie oraz ocenę nieprawidłowej czynności elektrycznej serca w czasie codziennej aktywności i zwiększa szanse postawienia trafnej diagnozy. Niektóre urządzenie do TM-EKG wyposażone są również w możliwość monitorowania m.in. funkcji oddechowej, aktywności fizycznej, ciśnienia tętniczego [14]. Przesyłanie krótkich fragmentów EKG typu zdarzeniowego (*event recording*) przez pacjenta opiera się na czasowej rejestracji EKG (w przypadku zapisu jednokanałowego o czasie trwania minimum 30 sekund), które może zostać zastosowane w następujących sytuacjach:

- w momencie wystąpienia objawów sugerujących arytmie, zaburzenia przewodzenia lub niedokrwienie;
- w okolicznościach mogących być czynnikiem spustowym (*trigger'em*) arytmii, zaburzeń przewodzenia lub niedokrwienia;
- w innych okolicznościach wybranych przez pacjenta i/lub w zdefiniowanych przez lekarza stałych punktach czasowych.

W urządzeniach wykorzystujących technikę *tele-event Holter* funkcja zapisu jest aktywowana przez pacjenta przez przyciśnięcie stosownego przycisku zdarzeń [15-17]. Preferuje się zewnętrzne rejestratory zdarzeń, umieszczone na klatce piersiowej pacjenta wraz z elektrodami i przewodami, pracujące w tzw. pętli (*ELR, external loop recorder*) [14-16,18-19], co umożliwia uzyskanie zapisu EKG poprzedzającego moment przyciśnięcia przez pacjenta przycisku zdarzeń. W innych przypadkach należy wziąć pod uwagę, że objawy muszą trwać wystarczająco długo, aby urządzenie zostało podłączone i aktywowane. Jedną z najnowszych opcji są systemy oparte na modułach rejestracji EKG wbudowanych w smartfony. Za pomocą elektrod wbudowanych w urządzenie przyłożone do ciała pacjenta możliwe jest

zarejestrowanie EKG zdarzeniowego i natychmiastowa transmisja zapisu do ośrodka monitorującego przy użyciu sieci komórkowej [14]. Istnieją też urządzenia zewnętrzne, które rejestrują fragment zapisu EKG o czasie trwania od 30 sekund do 3 minut, działające na zasadzie przyłożenia do ściany klatki piersiowej rejestratora przesyłającego zapis do aplikacji w telefonie komórkowym. Zapis taki może zostać przekonwertowany do pliku a następnie przesłany drogą mailową. Takie urządzenia mogą być wykorzystywane przez pacjentów lub też lekarzy na przykład w trakcie wizyty domowej [20].

Szczególną postacią TM-EKG jest zastosowanie wszczepialnych rejestratorów zdarzeń (*ILR, implantable loop recorder*) [14]. Przeznaczone są one dla pacjentów, u których objawy występują sporadycznie i długotrwałe noszenie urządzenia zewnętrznego byłoby uciążliwe, a wręcz niemożliwe. Mogą one działać w trybie automatycznym lub reagować na życzenie pacjenta, posiadają opcję zapisu wstecznego (w zdefiniowanej przez lekarza nadzorującego długości pętli) i teletransmisji do ośrodka konsultującego. Nową formą TM-EKG są urządzenia zewnętrzne w postaci naklejanych elektrod (*PEM, patch ecg monitors*), które pozwalają rejestrować EKG w formie ciągłej do 14 dni. Zapis po zakończeniu rejestracji jest analizowany przez system wyposażony w funkcję automatycznej detekcji nieprawidłowości [13, 16]. W badaniu Schultz i wsp. wykazano, że przedłużone monitorowanie przy użyciu naklejanego rejestratora pozwala zwiększyć szansę wykrycia arytmii 2-krotnie wobec jedynie 48-godzinnego okresu rejestracji [21]. Pierwsze PEM umożliwiały rejestrację jedynie jednokanałowego EKG, ale dalszy rozwój tej technologii zmierza w kierunku rejestratorów wieloodprowadzeniowych, co powinno przyczynić się do poprawy jakości rejestracji i ich wartości diagnostycznej.

Najnowsze wytyczne ESC dotyczące migotania przedsionków (*AF, atrial fibrillation*) dopuszczają postawienie rozpoznania tej arytmii przez eksperta doświadczonego w ocenie EKG już na podstawie co najmniej 30-sekundowego zapisu jednokanałowego [22]. Problemem jednak pozostaje różnicowanie AF z innymi arytmiami (np. ektopią przedsionkową) lub zaburzeniami przewodzenia, co w przypadku ograniczenia liczby odprowadzeń do jednego kanału może być niemożliwe. W obliczu konsekwencji terapeutycznych rozpoznania AF (wdrożenie leczenia zwiększającego ryzyko krwawienia), optymalnym wydaje się bardzo ostrożne podejście do interpretacji zapisów jednodprowadzeniowych.

Coraz większe znaczenie zyskują również technologie oparte o urządzenia mobilne typu smartfon i smartwatch. Pozwalają one na ocenę rytmu serca i wybranych przypadkach rejestracji EKG. Część z tych rozwiązań wymaga czynnej inicjacji ze strony pacjenta, inne zaś posiadają funkcje monitorowania pulsu i w przypadku jego zakłócenia dochodzi do przesłania



elektrokardiogramu [13, 22]. Zwraca się uwagę, że ilość dowodów naukowych dotyczących skuteczności tych metod w wykrywaniu AF jest nadal skąpa i konieczne są dalsze badania oceniające przydatność kliniczną tych technologii. Nie bez znaczenia jest również ryzyko nadrozpoznań i związanych z nimi decyzji o wdrożeniu nadmiarowego leczenia. Zwraca się również uwagę na aspekt psychologiczny długoterminowego monitorowania przy użyciu urządzeń, które mogą generować dużą liczbę fałszywie dodatnich alarmów, wprowadzając tym samym pacjenta w poczucie lęku i niepewności [13, 22].

Przesyłanie krótkich zapisów EKG typu zdarzeniowego (*event recording*) przez personel medyczny stanowi zazwyczaj element telekonsultacji. Może być wykorzystywana zarówno w systemie ratownictwa medycznego, jak również w ramach współpracy ośrodków wysokoreferencyjnych z placówkami podstawowej opieki zdrowotnej i ośrodkami niższej referencyjności [16, 23].

Przesyłanie ciągłego zapisu EKG z możliwością analizy on-line (*continous recording*) jest zaawansowaną formą rejestracji umożliwiającą analizę całości EKG bez przerw. Może on być przesyłany do ośrodka monitorującego w czasie rzeczywistym (*on-line*) lub w trybie odroczonego. Przełomem jest opracowanie inteligentnych systemów rejestrująco-analizujących, które klasyfikują ewolucje EKG jako normalne, nadkomorowe i komorowe, z uwzględnieniem złożoności arytmii. Możliwa jest również zautomatyzowana detekcja istotnych zmian odcinka ST. Rozpoznane nieprawidłowości są automatycznie przesyłane do ośrodka nadzorującego (*autotriggering recording*), a dodatkową funkcjonalnością może być indywidualne alarmowanie pacjenta i/lub lekarza nadzorującego (sygnał dźwiękowy, wiadomość tekstowa) [12, 24-26]. Skuteczność diagnostyczna tych zautomatyzowanych systemów będzie niewątpliwie wzrastać wraz z wykorzystaniem coraz bardziej zaawansowanych metod analiz danych, w tym np. uczenia maszynowego [27].

Monitorowanie rytmu serca przy użyciu opasek nadgarstkowych, wykorzystujących metodą optyczną jest rozwiązaniem przyjaznym dla użytkownika ale zaleca się stosowanie w tym celu urządzeń odpowiednio zwalidowanych. Obiecującym rozwiązaniem są również urządzenia zintegrowane ze smartfonem, które umożliwiają rejestrację jednokanałowego EKG. Podkreśla się jednak, że umożliwiają one jedynie wstępną diagnozę i należy dążyć do jej potwierdzenia w EKG co najmniej dwukanałowym [28].

**Wskazania do telemonitoringu EKG.** Wskazanie do TM-EKG w diagnostyce kardiologicznej wynikają z jego zalet, które stanowią o przewadze nad klasycznym monitorowaniem EKG [18,22-34]. Należy podkreślić, że w przypadku występowania objawów codziennie lub kilka razy w tygodniu, pierwszoplanowym badaniem powinien być klasyczny

Holter-EKG, który w praktyce można zastosować do ciągłego monitorowania nawet przez 72 godziny [34]. W przypadku wskazań do oceny EKG w okresie dłuższym niż 14 dni preferowany powinien być TM-EKG. Jeden z jego rodzajów - telemonitoring zdarzeniowy - jest dedykowany chorym ze sporadycznymi objawami (>1 miesiąca) lub takim, u których monitorowanie EKG jest wymagane w ściśle określonych sytuacjach, a harmonogram przesyłania zapisów może być wcześniej zdefiniowany (np. rehabilitacja kardiologiczna, wybrane sytuacje kliniczne lub związane z rodzajem aktywności badanego). Decyzja o rozpoczęciu TM-EKG musi być oparta na ocenie stanu klinicznego pacjenta, warunków socjalno-bytowych, w których funkcjonuje oraz dotychczas wykonanych badaniach diagnostycznych. Nie jest zalecane zastosowanie TM-EKG w grupach chorych z typowymi objawami (np. bólami dławicowymi, częstymi kołataniem serca), u których nie wykonano podstawowych badań (np. próba wysiłkowa/koronarografia, 24-godzinny Holter-EKG) [35].

Podstawowym zastosowaniem TM-EKG jest diagnostyka arytmii. Dotyczy to zarówno chorych objawowych, jak również bezobjawowych. Szczególną grupą są pacjenci po epizodach niedokrwiennych ośrodkowego układu nerwowego (OUN), których przyczyną jest często nierozpoznana wcześniej arytmia. Zatorowość pochodzenia centralnego jest jednym z głównych mechanizmów udaru niedokrwiennego, a ryzyko nawrotu epizodu niedokrwiennego OUN w ciągu 90 dni wynosi 10-20% [17,36-37]. Stąd też potwierdzenie arytmicznego podłoża incydentów zatorowych jest w tym przypadku kluczowe w prewencji wtórnej (wdrożenie leczenia przeciwkrzepliwego) [17,38]. Zastosowanie TM-EKG zwiększa szansę rozpoznania arytmii a równocześnie skraca czas do postawienia diagnozy [24,34,38]. Identyfikacja AF ma szczególne znaczenie u chorych z wysoką oceną punktową w skali CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, ponieważ są oni obciążeni wysokim ryzykiem wystąpienia powikłań udaru zakrzepowozatorowego [39]. Sposato i wsp. [40] wykazali w swoim przeglądzie systematycznym i metaanalizie, że w grupie chorych po udarze lub epizodzie przemijającego niedokrwienia TM-EKG pozwala postawić nowe rozpoznanie AF u 16,9% pacjentów, wobec 10,9% dla klasycznej oceny holterowskiej. W metaanalizie Dussaulta i wsp. [34] wykazano, że u chorych po epizodzie niedokrwiennym OUN przedłużone monitorowanie wiąże się z istotnie wyższym prawdopodobieństwem wykrycia AF. Monitorowanie ≤ 72 godzin pozwoliło wykryć arytmie u 5,1% badanych, a 3-miesięczny TM-EKG już u blisko 1/3 z nich. Na podstawie powyższych wyników autorzy uważają, że optymalny czas monitorowania powinien wynosić ≥ 30 dni, co pozostaje w zgodzie z wytycznymi American Heart Association/American College of Cardiology/Heart Rhythm Society (AHA/ACC/HRS) [41]. Należy jednak podkreślić, że większość rozpoznań udaje się postawić już po tygodniu monitorowania [10,42].

Postęp technologiczny w obszarze rozwiązań mobilnych wiąże się z nowymi funkcjonalnościami urządzeń typu smartwatch/smartfon. Sugeruje się, że ich zastosowanie umożliwi selekcję pacjentów podejrzanych o AF. W badaniu Apple Heart, wykonanym u blisko 420 tysięcy użytkowników smartwatchy, u 0,5% zidentyfikowano nieregularny puls, a spośród nich u 34% w tygodniowym monitorowaniu ciągłym z wykorzystaniem PEM wykryto AF [43]. Nie ustalono jednak do tej pory optymalnego czasu monitorowania z wykorzystaniem smartfonów/smartwaczy, a znaczenie rokownicze tzw. niemego migotania przedsionków nadal pozostaje niejasne [13, 22].

TM-EKG jest również najskuteczniejszym narzędziem oceny skuteczności ablacji arytmii [5,9-10,14-17,44-45]. Wybór optymalnego momentu rozpoczęcia rejestracji oraz czasu jej trwania w tym wskazaniu powinien być indywidualny, ale autorzy tych rekomendacji proponują zastosowanie TM-EKG nie wcześniej niż 3 miesiące po ablacji i na czas 1-4 tygodni.

TM-EKG można rozważyć w identyfikacji chorych zagrożonych złożoną arytmia komorową [33], zwłaszcza chorych we wczesnym okresie po zawale serca, z niewydolnością serca, kardiomiopatią przerostową i arytmogenną kardiomiopatią prawej komory [15,17,46]. W takich przypadkach TM-EKG może dostarczyć rozstrzygających argumentów do podjęcia ostatecznej decyzji terapeutycznej. Optymalny czas monitorowania powinien wynosić w tej grupie co najmniej 30 dni lub krócej w przypadku wykrycia arytmii.

TM-EKG jest również skutecznym narzędziem diagnostyki utrat przytomności o niewyjaśnionej przyczynie (na przykład: podejrzenie omdleń kardiodepresyjnych, napadów zaburzeń rytmu/przewodzenia, podejrzeniem lub rozpoznaniem padaczki odpornej na leczenie) [17-18]. Najbardziej optymalnym rozwiązaniem w przypadku występowania objawów z częstotliwością mniejszą niż raz w miesiącu jest zastosowanie ILR [18]. Wyniki metaanalizy 5 badań randomizowanych wykonanych u chorych z niewyjaśnionymi omdleniami wskazują na przewagę ILR nad konwencjonalną strategią diagnostyczną, z wykorzystaniem rejestratorów zewnętrznych, testu pochyleniowego i badania elektrofizjologicznego. Zastosowanie ILR zwiększyło względne prawdopodobieństwo postawienia rozpoznania i było efektywne kosztowo [47-48].

TM-EKG można również rozważyć w ocenie chorych z niespecyficznymi objawami, które mogą być przyczyną nierozpoznanych zaburzeń rytmu lub przewodzenia, jak również niedokrwienia [17,31,49], jako użyteczne narzędzie monitorowania pacjentów po zabiegach strukturalnych serca, np. po przecewnikowej implantacji zastawki aortalnej (*TAVI, transaortic valve implantation*) [50], w monitorowaniu skuteczności leczenia antyarytmicznego oraz bezpieczeństwa stosowania leków proarytmicznych (np. wybrane leki przeciw

zakażeniom, przeciwdepresyjne i psychotropowe, przeciwhistaminowe) oraz leków antyarytmicznych o potencjalnym działaniu proarytmicznym, ze szczególnym uwzględnieniem występowania brady- i tachyarytmii oraz oceny odstępu QT [15,18,51].

**Podstawowe ograniczenia telemonitoringu EKG.** Najbardziej istotnym ograniczeniem TM-EKG są artefakty EKG, które najczęściej związane są z ruchami ciała, nieprawidłowym umocowaniem elektrod, dysfunkcją przewodów pomiarowych, potencjałami mięśniowymi oraz zakłóceniami elektromagnetycznymi ze strony otoczenia. Mogą one imitować zaburzenia rytmu serca pod postacią psuedotachyarytmii, pseudobradykardii lub rzekomych pauz. Najczęściej są zatem przyczyną fałszywych rozpoznań (*errors of commission*), ale również niewykrycia istotnych klinicznie arytmii (*errors of omission*) [14]. Stąd konieczność preferowania zapisów co najmniej dwukanałowych, szkolenie pacjentów oraz dostosowanie metody TM-EKG do ich zdolności obsługi powierzonych w użytkowanie urządzeń.

Należy pamiętać, że zapisy uzyskiwane w TM-EKG nie zawierają wszystkich 12 odprowadzeń standardowego EKG. Dlatego też metoda ta ma ograniczenia w jednoznacznym diagnozowaniu pochodzenia niektórych arytmii – na przykład arytmii z poszerzonym zespołem QRS. Jakkolwiek długotrwałe rejestracje EKG mają ograniczoną wartość również w diagnostyce niedokrwienia mięśnia sercowego, to występowanie zmian o charakterze niedokrwinnym korelujących z typowymi objawami klinicznymi może stanowić wskazanie do skierowania pacjenta na diagnostykę inwazyjną niedokrwienia mięśnia sercowego.

**Aspekty organizacyjne telemonitoringu EKG.** Optymalnym rozwiązaniem jest sprawowanie nadzoru teleelektrokardiograficznego w systemie 24 godzin/7 dni. Osoba kierująca ośrodkiem prowadzącym TM-EKG powinna posiadać specjalizację w dziedzinie kardiologii i wykazywać się doświadczeniem w analizie długoczasowych rejestracji EKG. Każdy ośrodek TM-EKG powinien posiadać opracowane algorytmy postępowania w przypadku zagrożenia pacjenta i potrzeby pilnego kontaktu z placówką medyczną, zatwierdzone przez kierownika kliniki/oddziału/ośrodka. Powinny one w sposób jednoznaczny definiować zakres odpowiedzialności osób nadzorujących, dostosowany do metody TM-EKG.

Przygotowanie pacjenta do telemonitoringu EKG powinno obejmować szczegółowe szkolenie w zakresie obsługi rejestratora, właściwego rozmieszczenia elektrod samoprzylepnych oraz harmonogramu dokonywanych rejestracji. Ustalone muszą być również formy komunikacji między pacjentem a ośrodkiem nadzorującym oraz postępowanie w przypadkach nagłych zdarzeń zdrowotnych. W przypadkach zagrożenia życia personel nadzorujący musi mieć możliwość natychmiastowego powiadomienia pacjenta i/lub rodziny pacjenta oraz/lub systemu ratownictwa medycznego.

Tabela 3. Podsumowanie wskazań do stosowania telemonitoringu EKG.

GRUPA WSKAZAŃ	Klasa
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych z klinicznie istotnym podejrzeniem napadowej arytmii, u których w dotychczas wykonanych badaniach (spoczynkowy EKG, 24-72h Holter-EKG) nie udokumentowano arytmii, preferując w przypadku sporadycznych (rzadziej niż 1x/miesiąc) zdarzeniowy TM-EKG.	I
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych po udarze niedokrwiennym mózgu, bez wywiadu wskazującego na arytmie, u których w dotychczas wykonanych badaniach (spoczynkowy EKG, 24-72h Holter-EKG) nie udokumentowano arytmii.	IIa
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych z licznymi naczyniopochodnymi ogniskowymi uszkodzeniami OUN z wysokim prawdopodobieństwem tła zatorowego, bez wywiadu wskazującego na arytmie, u których w dotychczas wykonanych badaniach (spoczynkowy EKG, Holter-EKG) nie udokumentowano arytmii.	IIb
Ciągły TM-EKG po zabiegach ablacji zaburzeń rytmu serca (przede wszystkim migotania/trzepotania przedsionków) w celu oceny ich skuteczności (w tym oceny ilościowej arytmii, tzw. <i>AF burden</i> ).	IIa
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych z wysokim ryzykiem wystąpienia groźnych zaburzeń rytmu serca (zwłaszcza komorowych), np. we wczesnym okresie po zawale serca i z niewydolnością serca.	IIb
Można rozważyć u chorych z pierwszym w życiu udokumentowanym napadowym migotaniem/trzepotaniem przedsionków, których wtórny i sporadyczny charakter jest wysoce prawdopodobny.	IIb
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych z wcześniej rozpoznany migotaniem/trzepotaniem przedsionków w celu oceny kontroli częstości rytmu serca, jeżeli istnieją rozbieżności pomiędzy wynikami dotychczas wykonanych badań (spoczynkowy EKG, Holter-EKG) a zgłaszanymi objawami, sugerującymi nieprawidłową kontrolę częstości rytmu serca w trakcie określonych sytuacji w przetrwałym migotaniu lub w trakcie napadów migotania.	IIb
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG w celu oceny częstotliwości rytmu serca (zatokowego), jeżeli istnieją rozbieżności pomiędzy wynikami dotychczas wykonanych badań (spoczynkowy EKG, Holter-EKG) a objawami sugerującymi jej nieprawidłową kontrolę.	IIb
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG w trakcie treningu fizycznego realizowanego w ramach wczesnej telerehabilitacji kardiologicznej.	I
Wszczepialny rejestrator pętłowy (ILR) u chorych z nawracającymi omdleniami nieznanego pochodzenia jeżeli istnieje prawdopodobieństwo powtórzenia w okresie żywotności baterii urządzenia.	I
Wszczepialny rejestrator pętłowy (ILR) u chorych z nawracającymi omdleniami nieznanego pochodzenia wysokiego ryzyka niekorzystnych zdarzeń klinicznych, u których wcześniejsza diagnostyka nie pozwoliła postawić rozpoznania i równocześnie nie mają oni wskazań do wszczepienia kardiowertera deifbrylatora i/lub stymulatora serca w prewencji pierwotnej.	I
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych z utratami przytomności o niewyjaśnionej przyczynie (na przykład: podejrzenie omdleń kardiodepresyjnych, napadowych zaburzeń rytmu/przewodzenia, podejrzeniem lub rozpoznaniem padaczki odpornej na leczenie), u których w	IIa

dotychczas wykonanych badaniach (spoczynkowy EKG, Holter-EKG) nie udało się wykazać związku między objawami klinicznymi a zapisem EKG.	
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG i/lub zewnętrzny lub wszczepialny rejestrator pętlowy (ELR/ILR) u chorych z niespecyficznymi napadowymi objawami (zawroty głowy, szumy uszne, obniżenie tolerancji wysiłku) o niewyjaśnionej przyczynie, u których w dotychczas wykonanych badaniach (spoczynkowy EKG, Holter-EKG) nie udokumentowano arytmii.	Ila
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u chorych z podejrzeniem nietypowej, niemiażdżycowej postaci choroby niedokrwiennej serca (np. na tle skurczu naczyniowego).	Ila
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG u pacjentów po przecewnikowej implantacji zastawki aortalnej, u których planowany jest wczesny wypis ze szpitala, a u których istnieje podwyższone ryzyko wystąpienia zaburzeń przewodzenia.	I Ib
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG w celu oceny skuteczności terapii lekami antyarytmicznymi, jeżeli istnieją rozbieżności pomiędzy wynikami dotychczas wykonanych badaniach (spoczynkowy EKG, Holter-EKG) a objawami sugerującymi nieskuteczność terapii.	I Ib
Ciągły (lub zdarzeniowy) TM-EKG w celu oceny bezpieczeństwa terapii lekami potencjalnie proarytmicznymi (np. lekami przeciwpsychotycznymi i przeciwdepresyjnymi, przeciwnowotworowymi, niektórymi antybiotykami).	I Ib

## TELEMONITORING URZĄDZEŃ WSZCZEPIALNYCH

Telemonitoring kardiologicznych urządzeń wszczepialnych (CIEDs, cardiac implantable electronic devices) dotyczy pacjentów, u których implantowano stymulator lub kardiowerter-defibrylator serca (*ICD, implantable cardioverter-defibrillator*) wyposażony w funkcję, która umożliwia zdalne przekazywanie zgromadzonych danych. Istotą działania takich układów jest wyposażenie chorego w transponder, który za pośrednictwem sieci telekomunikacyjnej przekazuje dane z pamięci wszczepionego urządzenia do ośrodka telemonitorującego. W ostatnich miesiącach wprowadzono też możliwość wykorzystywania w tym celu telefonów komórkowych łączących się za pomocą technologii bluetooth z implantowanym urządzeniem. Wówczas pacjent nie potrzebuje dodatkowego transpondera w celu przekazywania danych.

W obecnie stosowanych stymulatorach oraz ICD dane gromadzone w urządzeniu dotyczą stanu baterii, parametrów elektrod, skuteczności stymulacji i rejestrowanych zaburzeń rytmu serca, a także wybranych wskaźników stanu chorego, w tym wydolności układu krążenia. W zależności od rodzaju systemu istnieje możliwość uzyskiwania raportów okresowych przesyłanych według ustalonego wcześniej kalendarza (transmisja może się odbywać automatycznie lub być inicjowana przez pacjenta) lub też stałego monitoringu urządzenia z automatyczną oceną parametrów i raportowaniem w trybie alertu informującego centrum monitoringu o pojawiających się nieprawidłowościach (np. uszkodzenie elektrody, wyczerpanie baterii, wystąpienie zaburzeń rytmu serca, nieskuteczna stymulacja).

Częstość transmisji i minimalny zakres przesyłanych danych powinno się ustalić indywidualnie, z uwzględnieniem sytuacji klinicznej (stabilność stanu chorego, częstość

modyfikacji leczenia, rodzaj występujących zaburzeń rytmu, częstość interwencji ICD), wskazań do implantacji (prewencja pierwotna czy wtórna, stymulatorozależność) i rodzaju wszczepionego urządzenia (rozrusznik, ICD, układ resynchronizujący- (*CRT, cardiac resynchronization therapy*)). Transmisje powinny być wykonywane co 3 miesiące (a w przypadku alarmu niezwłocznie), czyli częściej niż zalecane przez ekspertów [52] kontrole bezpośrednie w ośrodku (co 3-12 miesięcy w przypadku stymulatorów i co 3-6 miesięcy dla kardiowerterów-defibrylatorów). Jednocześnie zaleca się przeprowadzanie raz w roku kontroli w poradni specjalistycznej w celu potwierdzenia poprawności działania urządzenia, zgodności automatycznych pomiarów parametrów stymulacji z pomiarami wykonanymi przez lekarza, aktualizacji programu urządzenia, jak również udzielenia odpowiedzi choremu na ewentualne pytania.

Transmisja powinna dostarczać informacje obejmujące podstawowe dane na temat działania urządzenia, takie jak stan baterii, parametry sterowania, stymulacji i oporności elektrod, a także zarejestrowane epizody arytmii. Zakres przekazywanych informacji może podlegać pewnym ograniczeniom, co wynika z możliwości konstrukcyjnych poszczególnych urządzeń oraz warunków technicznych transmisji u poszczególnych producentów. Od niedawna dostępna jest bardzo przydatna opcja umożliwiająca transmisję zapisu sygnału wewnątrzsercowego z ICD, która uruchamiana jest z inicjatywy centrum monitorującego. Po zainicjowaniu połączenia przekazanie zapisu odbywa się niemal w czasie rzeczywistym (opóźnienie wynosi 2-3 minuty, w zależności od szybkości transmisji).

Według konsensusu amerykańskich ekspertów HRS [52] wzbogacenie opieki o telemonitoring CIED ma przewagę nad modelem opieki opartym wyłącznie na rutynowych kontrolach w poradni prowadzonych według indywidualnie ustalonego kalendarza wizyt. Telemonitoring CIED powinien być zaproponowany każdemu choremu jako postępowanie rutynowe. Wizyta w poradni specjalistycznej z możliwością kontroli tych urządzeń zalecana jest (w zależności od sytuacji klinicznej) w okresie 2-12 tygodni po implantacji urządzenia a kolejne kontrole raz w roku. W cytowanym dokumencie zwrócono także uwagę na znaczenie telemonitoringu CIED w przypadku objęcia któregoś z elementów implantowanego układu ostrzeżeniem (tzw. *recall*). W takiej sytuacji zdalne monitorowanie umożliwia wczesne wykrycie pojawiającej się dysfunkcji elementu objętego ostrzeżeniem.

Według wytycznych ESC kontrola zdalna urządzeń wyposażonych w elektrodę przedsionkową może pozwolić na rejestrację szybkich rytmów nadkomorowych (*AHRE, atrial high rate episodes*), z których część może okazać się AF. Samo ich stwierdzenie w pamięci urządzenia

nie jest podstawą do rozpoznania tej arytmii ale może stanowić punkt wyjścia do aktywnego jej poszukiwania. Zgodnie z wytycznymi ostateczne rozpoznanie wymaga jednak zarejestrowania AF w 12-odprowadzeniowym EKG powierzchniowym lub w conajmniej 30-sekundowym zapisie jednokanałowym [22]. Na razie bez odpowiedzi pozostaje pytanie czy zarejestrowanie AHRE w pamięci implantowanego urządzenia stanowi wskazanie do zastosowania leczenia przeciwkrzepliwego dla zapobiegania udarowi mózgu [53], w związku z tym każdy przypadek musi być rozpatrywany indywidualnie z uwzględnieniem czasu trwania epizodów i ryzyka zakrzepowo-zatorowego. Ocenia się, że ryzyko udaru u chorych z AHRE jest niższe niż w przypadku rozpoznania AF a koincydencja wystąpienia udaru z AHRE/niemym AF nie jest pewna [13, 22]. Obecnie toczą się badania, w których oceniana jest zasadność stosowania doustnych antykoagulantów w przypadku stwierdzenia AHRE  $\geq$  6 min [54].

Wytyczne ESC dotyczące diagnostyki i leczenia niewydolności serca, w których rekomenduje się stosowanie wieloparametrowego monitorowania objawowych chorych poprzez implantowany ICD lub CRT, opierają na wynikach i metodyce badania IN-TIME (IIb) [5]. Przydatność monitorowania zdalnego wykazano również u pacjentów z niewydolnością serca i implantowanym ICD lub CRT poddawanych kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej, w tym przy ocenie efektów zastosowanej rehabilitacji [55].

Zastosowanie telemonitoringu CIED istotnie skraca czas podjęcia interwencji medycznej, zarówno w przypadku wystąpienia nieprawidłowości w działaniu implantowanego urządzenia, jak i w innych stanach nagłych [56-57]. Wykazano korzyści w postaci poprawy jakości życia chorych oraz zmniejszenia częstości wizyt lekarskich z powodu zaostrzenia niewydolności serca, zaburzeń rytmu czy interwencji ICD [58-59]. W badaniu ALTITUDE [60] w grupie pacjentów z wszczepionym stymulatorem, ICD lub układem CRT poddanych zdalnemu monitoringowi wykazano 50% procentową względną redukcję ryzyka zgonu w porównaniu z chorymi nieobjętymi monitorowaniem. Natomiast w randomizowanym badaniu IN-TIME, które dotyczyło pacjentów z niewydolnością serca i implantowanym ICD lub CRT, w grupie objętej monitoringiem wykazano znamiennej redukcję śmiertelności ogólnej oraz śmiertelności z przyczyn sercowo-naczyniowych [61]. Podobne wyniki uzyskano w badaniu EFFECT [62]. Wskazują one, że telemonitoring CIED przyczynia się istotnie do poprawy rokowania u chorych z niewydolnością serca. Inną zaletą tak prowadzonego nadzoru jest również istotne skrócenie czasu potrzebnego na kontrolę jednego pacjenta w poradni specjalistycznej. Stwierdzono, że średni czas analizy transmisji danych jest przynajmniej dwukrotnie krótszy w porównaniu z klasyczną kontrolą urządzenia przy użyciu programatora [63]. Należy jednak



podkreślić, że skuteczność takiego postępowania wymaga rygorystycznego stosowania się pacjentów do harmonogramu transmisji, wysokich kompetencji zespołu monitorującego oraz stosowania zaawansowanych algorytmów śledzenia zmian. Niedostateczna kontrola tych właśnie czynników mogła być przyczyną negatywnych wyników badania REM-HF (*Remote Management of Heart Failure Using Implantable Electronic Devices*), w którym nie wykazano przewagi TMUW nad opieką standardową w zakresie śmiertelności całkowitej i nieplanowych hospitalizacji z powodu niewydolności serca [64].

Wdrożenie systemu zdalnego monitorowania urządzeń wszczepialnych w Polsce wymaga uruchomienia centrów telemonitoringu, dysponujących odpowiednio wykwalifikowanym personelem. Osoba oceniająca zdalnie pozyskane informacje powinna mieć doświadczenie w leczeniu chorych z ICD i CRT, w tym umiejętność oceny zapisów elektrogramów wewnątrzsercowych (*IEGM, intracardiac electrocardiograms*). Telemonitoring CIED w Polsce ma obecnie charakter głównie programów pilotażowych i prowadzony jest przez pojedyncze ośrodki akademickie. Natomiast nadal brakuje ostatecznego ustalenia zasad jego organizacji, określenia wymagań stawianych ośrodkom monitorującym oraz warunków refundacji tej usługi przez narodowego płatnika. Prace w tym zakresie trwają i dają nadzieję na wprowadzenie tej procedury jako świadczenia refundowanego ze środków publicznych w nieodległej przyszłości. Obecnie, ze względu na pandemię COVID-19, szybkie wdrożenie systemu jest szczególnie istotne. Pozwoli ono bowiem na ograniczenie bezpośrednich kontaktów chorych z pracownikami służby zdrowia, co może w sposób istotny zmniejszyć ryzyko ewentualnego zakażenia.

Tabela 4. Podsumowanie wskazań do zastosowania telemonitoringu urządzeń wszczepialnych.

GRUPA WSKAZAŃ	Klasa
Regularne odczytywanie danych z pamięci kardiologicznych urządzeń wszczepialnych w celu identyfikacji szybkich rytmów nadkomorowych (AHRE) a w przypadku jego wykrycia - dalsze monitorowanie EKG w celu udokumentowania migotania przedsionków.	I
Telemonitoring CIED, w połączeniu z tradycyjnymi wizytami odbywającymi się przynajmniej raz w roku, proponowany chorym jako alternatywa dla tradycyjnego modelu opieki (w szczególności chorym z niewydolnością serca i frakcją wyrzutową lewej komory $\leq 35\%$ w celu poprawy rokowania).	I
Telemonitoring CIED u wszystkich pacjentów, u których wszczepiono CIED, w którym choć jeden z elementów jest objęty ostrzeżeniem ( <i>recall</i> ), a którego dysfunkcja może doprowadzić do bezpośredniego zagrożenia życia pacjenta lub utraty istotnej funkcji implantowanego systemu.	I

## HYBRYDOWA TELEREHABILITACJA

Hybrydowa telerehabilitacja jest jedną z form realizacji procesu rehabilitacji, różniącą się od innych wykorzystaniem nowoczesnych technologii transmisji danych, która umożliwia monitorowanie i sterowanie treningiem pacjenta w dowolnym miejscu (w zasięgu sieci internetowej i/lub telefonii komórkowej) [13]. Okres I telerehabilitacji hybrydowej jest realizowany w trybie hospitalizacji lub ambulatoryjnie i trwa zazwyczaj 1-2 tygodnie. Okres II (telerehabilitacja) jest realizowany w dowolnym miejscu przebywania pacjenta (w zasięgu sieci telefonii komórkowej) i trwa zazwyczaj 8-12 tygodni.

Centrum realizujące procedurę hybrydowej telerehabilitacji powinno być wyposażone w system komputerowy (platformę) umożliwiający: kontakt werbalny z pacjentem, odbiór, analizę, archiwizację danych przesyłanych z urządzeń peryferyjnych, zdalny nadzór nad funkcją urządzeń peryferyjnych oraz zdalną korektę ich pracy. Mobilne urządzenia peryferyjne noszone przez pacjenta powinny umożliwiać zdalne monitorowanie stosownych parametrów, kontakt werbalny oraz sterowanie procesem treningu.

Wybór trybu monitorowania (na żądanie, automatyczny-sekwencyjny lub ciągły) i zakresu monitorowanych parametrów zależą od modelu rehabilitacji i stanu klinicznego pacjentów (grupa niskiego, średniego, dużego ryzyka) [65]. Kontakt werbalny powinien być zapewniony w każdym trybie w dowolnym momencie telerehabilitacji.

W przypadku monitorowania tętna i/lub EKG niezbędne wymagane minimum to:

- zapis sekwencyjny uwzględniający początek i koniec zdefiniowanej fazy treningu (rozgrzewka, trening zasadniczy, wyciszenie oraz okresy ćwiczenia i odpoczynku w treningu interwałowym),
- zapis na żądanie uzależniony od decyzji pacjenta lub osoby planującej trening (wystąpienie niepokojących objawów lub zaistnienie szczególnych okoliczności).

Zapis na żądanie powinien umożliwić rejestrację w tzw. pętli. Monitorowanie EKG powinno uwzględniać co najmniej dwa kanały rejestracyjne. Pożądana jest możliwość monitorowania saturacji, liczby oddechów, temperatury ciała, poziomu glukozy (z glukometru) oraz aktywności ruchowej (akcelerometr, krokomierz). W procesie realizacji telerehabilitacji, poza funkcją monitorowania, wymagana jest opcja sterowania treningiem, umożliwiająca realizację przez pacjenta wcześniej zaplanowanego zindywidualizowanego cyklu treningowego. W tym celu wymagane funkcjonalności to:

- sygnalizacja dźwiękowa i/lub świetlna rozpoczęcia i zakończenia fazy wysiłku oraz rozpoczęcia i zakończenia fazy odpoczynku (trening interwałowy) oraz

- sygnalizacja dźwiękowa i/lub świetlna braku stosownego przyspieszenia tętna lub przekroczenia ustalonego indywidualnie tętna treningowego.

Model telerehabilitacji hybrydowej może być wykorzystany w programach domowej rehabilitacji monitorowanej zdalnie, obejmujących zarówno chorych niskiego i średniego, jak i wysokiego ryzyka (np. z niewydolnością serca, po przeszczepie serca) [65-68].

Preferowany jest trening ciągły/interwałowy, marszowy, najlepiej typu *nordic walking*, uwzględniający fazę rozgrzewki, treningu zasadniczego i fazę wyciszenia [65,69-70].

Wskazania i przeciwwskazania kliniczne do telerehabilitacji są takie same jak do standardowych form realizacji rehabilitacji kardiologicznej [65]. Natomiast niezbędnym warunkiem zakwalifikowania do telerehabilitacji jest zgoda pacjenta na tę formę rehabilitacji oraz jego zdolność do jej samodzielnej realizacji, w tym umiejętność zdalnej współpracy z zespołem nadzorującym. Niezbędnym warunkiem rozpoczęcia telerehabilitacji jest stabilny obraz kliniczny (co najmniej przez 1 tydzień u pacjentów niskiego i średniego ryzyka oraz co najmniej 3 tygodnie u pacjentów wysokiego ryzyka) [65].

Nie wykazano, aby telerehabilitacja była niebezpieczna. Nie odnotowano żadnego zgonu ani istotnego powikłania, którego przyczyną byłoby realizowanie treningu fizycznego monitorowanego teledygnie [65, 71-73]. Bezpieczeństwo realizowania domowej telerehabilitacji kardiologicznej zależy m. in. od przestrzegania zasad kwalifikacji do rehabilitacji, respektowania przeciwwskazań do treningu fizycznego, indywidualnego planowania treningu fizycznego, edukacji chorych oraz realizowania specjalnej procedury zezwolenia na rehabilitację przed każdą sesją treningową na podstawie oceny stanu klinicznego pacjenta [64].

Pandemia COVID-19 spowodowała, że w wielu przypadkach telerehabilitacja stała się jedyną możliwą interwencją. Dlatego Europejskie Towarzystwo Kardiologii Prewencyjnej wzywa do realizowania telerehabilitacji kardiologicznej w dobie COVID-19 jako optymalnego sposobu prowadzenia profilaktyki wtórnej [74].

Tabela 5. Wskazanie do zastosowania telerehabilitacji.

WSKAZANIE	Klasa
Hybrydowa, kompleksowa telerehabilitacja kardiologiczną jako procedura równorzędna z rehabilitacją stacjonarną i/lub rehabilitacją w warunkach oddziału dziennego.	I

## APLIKACJE MOBILNE

Aplikacja mobilna to oprogramowanie zainstalowane na urządzeniach mobilnych (smartfony, tablety) lub udostępniane poprzez urządzenia mobilne na serwerach zewnętrznych.

**Aplikacje dla pacjentów.** Aplikacje mobilne mogą służyć jako narzędzie edukacji pacjentów, jak również narzędzie archiwizacji informacji dotyczących ich stanu zdrowia. Niektóre mogą również ułatwiać kontakt z personelem medycznym, np. w formie wideotelekonsultacji. W ostatnich latach pojawiły się aplikacje dla pacjentów umożliwiające monitorowanie tętna z wykorzystaniem diody LED i aparatu w smartfonie, działających jako czujnik optyczny. Część tych aplikacji zawiera również algorytmy rozpoznawania niemierności tętna, co może sprzyjać rozpoznawaniu zaburzeń rytmu serca, m.in. migotania przedsionków. Ponadto na rynku obecne są obecnie smartwatche umożliwiające wykonanie zapisu EKG (jednoodprowadzeniowego) z automatyczną analizą uzyskanej rejestracji, co również może posłużyć wykrywaniu arytmii [22]. Przydatność kliniczna tych rozwiązań w codziennej praktyce wymaga jednak dalszych badań.

**Aplikacje dla lekarzy.** Jedną z głównych grup aplikacji dla lekarzy stanowią aplikacje edukacyjne (dostęp do usystematyzowanych źródeł wiedzy medycznej, np. obowiązujących wytycznych lub charakterystyki produktów leczniczych) oraz ułatwiające codzienną praktykę (tzw. kalkulatory medyczne). Istnieją również aplikacje rejestrujące sygnały biologiczne, np. ruch (akcelerometr), puls lub zapis EKG.

**Aplikacja jako wyrób medyczny.** W przypadku, gdy aplikacja mobilna jest stosowana w procesie diagnostycznym, leczniczym, monitorowaniu pacjenta lub w prewencji chorób należy ją traktować jako wyrób medyczny, a co za tym idzie musi spełniać ona określone wymagania zgodne z Ustawą o z dnia 20 maja 2010r. [75]. Obowiązkowi zgłoszenia do Urzędu Rejestracji Produktów Leczniczych i Produktów Biobójczych podlegają aplikacje, na podstawie których podejmowane są decyzje diagnostyczne i terapeutyczne, w tym wykorzystujące urządzenie mobilne do zapisywania danych pochodzących z czujników (rejestracje EKG, EEG, ruchu gałek ocznych, ciśnienia tętniczego krwi, saturacji krwi). Zgłoszenia nie wymagają aplikacje, które mają charakter edukacyjny, kalkulatory medyczne i inne służące jako szkło powiększające, wzmacniacz dźwięku itp.

## **INNE METODY TELEMEDYCZNE W KARDIOLOGII**

**System zarządzania pacjentem on line z wykorzystaniem koszulki defibrylującej.** Coraz powszechniejszej dostępna na świecie i w Polsce koszulka defibrylująca (*WCD, Wearable Cardiorerter Defibrillator*) ma zdolność identyfikacji arytmii komorowych zagrażających życiu, takich jak częstoskurcz komorowy czy migotanie komór, i wykonania ratującej życie

zewnętrznej defibrylacji [5,33,76]. Wskazuje się możliwość stosowania WCD w kilku sytuacjach klinicznych, w tym u pacjentów po niedawnym zawale serca (<40 dni) i rewaskularyzacji przy frakcji wyrzutowej lewej komory  $\leq 35\%$ , z zapaleniem mięśnia sercowego, z rozpozną niewydolnością serca de novo oraz potencjalnie odwracalnymi przyczynami kardiomiopatii (okołoporodowa, Takotsubo, niewydolność serca u pacjentów poddawanych leczeniu onkologicznemu) [77].

Telemonitoring z wykorzystaniem WCD opiera się o system zarządzania pacjentem (LifeVest Network) obejmujący parametry kliniczne i funkcjonalne urządzenia. W bazie danych rejestrowane są informacje o zdarzeniach arytmicznych zakończonych interwencją, oraz tych, które ustąpiły samoistnie. System umożliwia monitorowanie szeregu technicznych parametrów funkcjonalnych, takich jak: parametry techniczne kamizelki, zakłócenia w pracy kamizelki oraz ilości godzin stosowania się pacjenta do zaleceń noszenia kamizelki.

**Teleechokardiografia.** Teleechokardiografia może być realizowana poprzez rejestrowanie obrazów i filmów echokardiograficznych, ich transfer do ośrodka konsultującego w czasie rzeczywistym lub z opóźnieniem czasowym, a następnie analizę danych przez telekonsultantów oraz przesłanie informacji zwrotnej. Metoda ta może mieć zastosowanie zarówno w planowych badaniach, jak i w trybie dyżurowym, zapewniając wsparcie eksperckie w interpretacji uzyskanych obrazów echokardiograficznych pacjentów trudnych. Badanie teleechokardiograficzne można wykonywać przy użyciu przenośnych aparatów echokardiograficznych (*POC, point-of-care echocardiography*). Dostępne są również zminiaturyzowane mobilne urządzenia echokardiograficzne, tzw. kieszonkowe echokardiografy oraz sondy echokardiograficzne kompatybilne ze smartfonami, z którymi łączą się za pośrednictwem złącza microUSB.

**Monitorowanie hemodynamiczne.** Monitorowanie hemodynamiczne ma szczególnie istotne znaczenie w grupie chorych z zaawansowaną niewydolnością serca i z wysokim ryzykiem jej dekompensacji. Ambulatoryjne monitorowanie ciśnienia płucnego przy użyciu czujnika (CardioMEMS heart failure sensor, Abbott Vascular) do pomiaru ciśnienia w tętnicy płucnej (*PAP, pulmonary artery pressure*), jest według obowiązujących wytycznych ESC rekomendowane u objawowych pacjentów z niewydolnością serca, hospitalizowanych uprzednio z powodu jej zaostrzenia (Iib) [5]. Urządzenie CardioMEMS implantuje się do krążenia płucnego, wykorzystując do jego kalibracji cewnik Swana-Ganza. Komunikuje się ono z systemem zewnętrznym, co umożliwia zdalne przesyłanie pomiarów PAP. W badaniu CHAMPION wykazano, że procedura ta jest bezpieczna, a leczenie oparte na monitorowaniu PAP przyczynia się do zmniejszenia częstości hospitalizacji z powodu zaostrzenia

niewydolności serca [78-79]. W badaniu MEMS-HF potwierdzono te obserwacje, notując dodatkowo pozytywny wpływ monitorowania za pomocą CardioMEMS na jakość życia i objawy depresji [80]. Inna metoda inwazyjna - monitorowanie ciśnienia w prawej komorze (Chronicle 9520, Medtronic Inc.) - umożliwia ocenę skurczowego i rozkurczowego ciśnienia w prawej komorze, wskaźnika tempa narastania ciśnienia ( $dP/dt$ ) oraz szacunkowo rozkurczowego ciśnienia płucnego, odpowiadającego ciśnieniu napełniania lewej komory [81]. Również monitorowanie ciśnienia w lewym przedsionku (HeartPOD, Savacor/St. Jude Medical, obecnie Abbott Laboratories) postrzega się jako potencjalny wskaźnik przeciążenia objętościowego lewej komory i zastoju w krążeniu płucnym [81].

Parametry hemodynamiczne mogą być również monitorowane metoda bioimpedancyjnymi. Monitorowanie impedancji śródklatkowej (*ITI, intrathoracic impedance*) jest jednym z parametrów dostępnych w monitorowaniu urządzeń wszczepialnych - im mniejsza jest wartości impedancji mierzonej pomiędzy elektrodą a obudową urządzenia, tym większe jest uwodnienie tkanki objętej pomiarem [82]. Po kilkunastu latach niepowodzeń badań nad przydatnością rokowniczą wskaźników wyliczanych na podstawie ITI w ostatnim czasie pojawiły się pozytywne doniesienia. W badaniu PARTNERS-HF [83] w ocenie wolemii przy użyciu OptiVol/CareLink® system (Medtronic, Inc., Minneapolis, MN, USA) zastosowano złożony algorytm prognostyczny (wykorzystujący ocenę ITI, ocenę częstości i zmienności rytmu serca, występowanie napadów AF, odsetek resynchronizacji, liczbę wyładowań ICD i aktywności pacjenta), który okazał się skuteczny w przewidywaniu ryzyka hospitalizacji związanej z przewodnieniem w obserwacji 30-dniowej. Podobne, pozytywne wyniki uzyskali również inni badacze [84-85]. Pojawiają się również obiecujące doniesienia dotyczące wykorzystania mobilnych rozwiązań monitorowania wolemii z wykorzystaniem nieinwazyjnych rozwiązań bioimpedancyjnych [86-88].

**Monitorowanie innych parametrów klinicznych.** Telemonitoring zapewnia również możliwość zdalnego monitorowania szeregu parametrów (najczęściej mierzonych automatycznie), które dotyczą schorzeń przewlekłych, współtowarzyszących chorobom kardiologicznym (glikemia w cukrzycy, parametry funkcji układu oddechowego w przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc lub astmie, itp.) [89-90]. Metody te są zazwyczaj dobrze tolerowane przez pacjentów, sprzyjają osiągnięciu zamierzonych celów terapeutycznych, zwiększają świadomość zdrowotną pacjentów i ich zaangażowanie w proces leczenia [89,91-92].

Tabela 6. Podsumowanie wskazań do zastosowania teleechokardiografii, telemonitoringu hemodynamicznego, innych parametrów klinicznych.

GRUPA WSKAZAŃ	Klasa
Bezprzewodowy system monitorowania hemodynamicznego (CardioMems) u objawowych pacjentów z niewydolnością serca, hospitalizowanych uprzednio z tego powodu w celu zmniejszenia ryzyka ponownej hospitalizacji.	I Ib
Nowoczesne metody inwazyjnego monitorowania hemodynamicznego, takie jak ocena ciśnienia w prawej komorze, ciśnienia w lewym przedsionku i/lub stanu uwodnienia klatki piersiowej metodą impedancji wewnątrzkatkowej (jako funkcjonalności urządzeń wszczepialnych) w indywidualnych przypadkach chorych z niewydolnością serca, jeżeli potencjalne korzyści z zastosowania tych metod przewyższają zagrożenia związane z ich stosowaniem a wyniki tej formy telemonitoringu zostaną poddane weryfikacji klinicznej.	I Ib
Telemonitoring podstawowych parametrów charakteryzujących funkcję układu krążenia (częstotliwość rytmu serca, ciśnienie tętnicze, masa ciała) oraz wskaźników skuteczności leczenia innych schorzeń przewlekłych (np. glikemii włośniczkowej w cukrzycy, parametrów funkcji układu oddechowego) u chorych, którym takie postępowanie ma szansę poprawić wartości wskaźników kontroli choroby przewlekłej.	I Ib
Badanie teleechokardiograficzne w przypadkach budzących wątpliwości diagnostyczne (zła jakość wizualizacji, złożona patologia mięśnia sercowego), jako element planowej telekonsultacji, jeżeli ocena zdalna eksperta może wpłynąć istotnie na dalsze postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne.	I Ib
Badanie teleechokardiograficzne jako element pilnej telekonsultacji chorych w stanie zagrożenia życia (np. z ostrym zespołem wieńcowym, ostrym zespołem aortalnym, tamponadą serca), jeżeli ocena zdalna eksperta może wpłynąć istotnie na dalsze postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne.	I Ib

## **PRAWNE ASPEKTY UDZIELANIA ŚWIADCZEŃ ZDROWOTNYCH Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI TELEMEDYCZYNYCH**

Telemedycyna wiąże się zawsze z sytuacją, gdy świadczenie zdrowotne udzielane jest przez osoby wykonujące zawody medyczne, które w momencie jego udzielenia nie znajdują się w tym samym miejscu co jego odbiorcy [93-95].

Podstawą udzielania świadczeń zdrowotnych z wykorzystaniem narzędzi teleinformatycznych jest aktualnie Ustawa o działalności leczniczej (UoDzL) [96], której art. 3 ust. 1 stanowi, że „Działalność lecznicza polega na udzielaniu świadczeń zdrowotnych. Świadczenia te mogą być udzielane za pośrednictwem systemów teleinformatycznych lub systemów łączności”. Narzędzia teleinformatyczne lub systemy łączności mogą być również wykorzystywane do promocji zdrowia, realizacji zadań dydaktycznych i badawczych, w tym wdrażania nowych technologii medycznych oraz metod leczenia (art. 3 ust.2 pkt. 1-2 UoDzL) [96]. Aktualne przepisy prawa dopuszczają udzielanie świadczeń zdrowotnych z wykorzystaniem urządzeń

teleinformatycznych, nie tylko w warunkach lecznictwa zamkniętego, ale również w warunkach ambulatoryjnych (art. 24 ust. 2a UoDzL) [96].

Nowelizacja przepisów Ustawy o zawodach lekarza i lekarza dentysty dopuściła wykorzystanie teleinformatycznych środków przekazu w procesie diagnostycznym, terapeutycznym i rehabilitacyjnym. W myśl 42 ust. 1 Ustawy o zawodach lekarza i lekarza dentysty z 5.12.1996) [3], „*lekarz orzeka o stanie zdrowia określonej osoby po uprzednim, osobistym jej zbadaniu lub zbadaniu jej za pośrednictwem systemów teleinformatycznych lub systemów łączności*”. Zastosowanie narzędzi teleinformatycznych w procesie leczenia przewiduje również Kodeks Etyki Lekarskiej [97]. W myśl art. 9 „*lekarz może podejmować leczenie jedynie po uprzednim zbadaniu pacjenta. Wyjątki stanowią sytuacje, gdy porada lekarska może być udzielona wyłącznie na odległość*”, a decyzja o tym, czy świadczenie może być udzielone wyłącznie na odległość, należy każdorazowo do lekarza i nie może podlegać subiektywnym ocenom ze strony innych podmiotów. Należy jednak wskazać, że w ramach udzielania świadczeń telemedycznych dochodzi do badania pacjenta, w rozumieniu wywiadu (badania podmiotowego).

Możliwość udzielania świadczeń zdrowotnych z wykorzystaniem teleinformatycznych środków przekazu należy rozpatrywać również w kontekście minimalizowania ryzyka zdrowotnego w okresie stanu zagrożenia epidemicznego i epidemii, takich jak np. pandemia COVID-19. Decyzja o wykonaniu świadczenia z wykorzystaniem środków teleinformatycznych lub innych systemów łączności należy każdorazowo do lekarza, który dokonuje wstępnej oceny stanu zdrowia pacjenta, jego aktualnych potrzeb i pozostałych zmiennych istotnych z punktu widzenia prawidłowości leczenia. W przypadku pacjentów, u których leczenie odbywa się „zdalnie”, powinnością lekarza jest poinformowanie chorego o konieczności zgłoszenia się do lekarza lub szpitalnego oddziału ratunkowego w sytuacji pogorszenia stanu zdrowia lub wystąpienia okoliczności, których prawidłowe zaopatrzenie wymaga bezpośredniego (fizycznego) kontaktu lekarza z pacjentem.

Udzielanie świadczeń medycznych na odległość wiąże się z przesyłaniem danych osobowych pacjenta, w tym danych dotyczących stanu zdrowia. Zgodnie z art. 4 pkt 15 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r., w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych (dalej: RODO). W myśl tego dokumentu „*dane dotyczące zdrowia - oznaczają dane osobowe o zdrowiu fizycznym lub psychicznym osoby fizycznej – w tym o korzystaniu z usług opieki zdrowotnej – ujawniające informacje o stanie jej zdrowia*”. Zgodnie z wymogami RODO konieczne jest między innymi szyfrowanie i pseudonimizacja danych



osobowych, zapewnienie poufności, integralności, dostępności i odporności systemów i usług przetwarzania oraz regularne testowanie, mierzenie i ocenianie skuteczności środków technicznych i organizacyjnych mających zapewnić bezpieczeństwo przetwarzania danych. Przy wykonywaniu pracy zdalnej personel służby zdrowia może używać narzędzi lub materiałów niezapewnionych przez pracodawcę ale pod warunkiem, że umożliwia to poszanowanie i ochronę informacji poufnych i innych tajemnic prawnie chronionych.

## **PODSUMOWANIE**

Telemedycyna jest dynamicznie rozwijającą się formą działalności leczniczej oraz przemysłu medycznego. Zaawansowane technologie są już dostępne w Polsce, a godnym podkreślenia jest duże zaangażowanie rodzimego kapitału i myśli technicznej.

Kardiologia jest jedną z dziedzin, w których metody telemedyczne były w pionierski sposób testowane i wdrażane w codziennej praktyce. Część z nich jest już w niektórych ośrodkach w Polsce stałym elementem usług diagnostycznych i terapeutycznych, a inne mają szansę stać się nimi w niedalekiej przyszłości. Wyniki badań klinicznych potwierdzają nie tylko wiarygodność i użyteczność metod telemedycznych, ale wykazują również, że w praktyce klinicznej ich zastosowanie poprawia jakość życia i rokowanie pacjentów, włącznie z wydłużeniem ich życia (w przypadku telemonitoringu pacjentów z implantowanym urządzeniem do elektroterapii serca). Wyniki badań dotyczące zastosowań telemedycyny w krajach wysoce rozwiniętych wskazują również na jej potencjalną efektywność kosztową dla systemów opieki zdrowotnej [98-99]. Wynika ona m.in. z zapewnienia specjalistycznej opieki dla wielu osób jednocześnie, optymalizacji wykorzystania czasu pracy personelu ośrodków wysokiej referencyjności oraz możliwości skutecznej koordynacji procesu diagnostyczno-terapeutycznego.

W obecnych realiach najistotniejszym ograniczeniem jest brak refundacji większości procedur telemedycznych oraz spójnego systemu realizacji tego typu usług w postaci ujednoczonych standardów. Wyjątek w tym przedmiocie stanowią telekonsultacje oraz telerehabilitacja hybrydowa. Niewątpliwie konieczne jest stworzenie w Polsce zasad funkcjonowania rozwiązań telemedycznych, gwarantujących ich wysoką jakość i odpowiednie finansowanie.

Różnorodność opisanych w niniejszym dokumencie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii telemedycznych uzasadnia upowszechnienie terminu „telearządzanie chorobą” (disease telemanagement), odnoszącego się do powszechnie dostępnego, skoordynowanego, kompleksowego systemu opieki nad chorymi, integrującego wszystkie ogniwa opieki medycznej [100].

Prezentowane stanowisko autorów dokumentu uwzględnia zarówno rozwiązania powszechnie dostępne, jak również te, których dynamiczny rozwój oczekiwany jest w najbliższej

przyszłości. Należy się spodziewać, że zakres wskazań do zastosowania telemedycyny będzie się sukcesywnie poszerzał. Autorzy tego dokumentu podkreślają jednak, że rozwój tej dziedziny kardiologii wymaga nadzoru merytorycznego i dokumentowania przydatności klinicznej rozwiązań telemedycznych w rzetelnych badaniach naukowych.

FUNDING: This work was supported by the National Centre for Research and Development and prepared within the framework of the scientific project “A new Model of medical care with Use of modern methods of non-invasive cLinical assEssment and Telemedicine in patients with heart failure” (STRATEGMED3/305274/8/NCBR/2017)

#### CONFLICT OF INTEREST:

Maciej Kempa: honoraria – Abbott, Biotronik, Boston Scientific, Medtronic; Łukasz Kołtowski: honoraria – Abbott, Biotronik, Boston Scientific, Medtronic, udziały: Healthup, Smartmedics, Heart Team; funkcje: założyciel Telemedyczna Grupa Robocza, członek redakcji European Heart Journal – Digital Health; Paweł Krzesiński – wykonawca projektu STRATEGMED3/305274/8/NCBR/2017; Jan Pachocki – członek Fundacji Telemedyczna Grupa Robocza

#### Piśmiennictwo:

1. Zajdel R, Kęcki E, Szczepaniak P, et al. Kompendium informatyki medycznej. Alfa Medica Press. Bielsko-Biała 2003.
2. Zarządzenie Nr 73/2016/DSOZ Prezesa Narodowego Funduszu Zdrowia z dnia 30 czerwca 2016 r. w sprawie określenia warunków zawierania i realizacji umów w rodzaju świadczenia zdrowotne kontraktowane odrębnie.
3. Ustawa z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (Dz.U. z 1997r. Nr 28, poz. 152 ze zmianami)
4. Roth A, Malov N, Steinberg DM, et al. aTelemedicine for post-myocardial infarction patients: an observational study. *Telemed J E Health*. 2009; 15(1): 24-30, doi:10.1089/tmj.2008.0068.
5. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. Wytoczne ESC dotyczące diagnostyki i leczenia ostrej i przewlekłej niewydolności serca w 2016 roku. *Kardiol Pol*. 2016; 74(10): 1037–11474.
6. Koehler F, Koehler K, Deckwart O, Prescher S, Wegscheider K, Kirwan BA, Winkler S, Vettorazzi E, Bruch L, Oeff M, Zugck C, Doerr G, Naegele H, Störk S, Butter C, Sechtem U, Angermann C, Gola G, Prondzinsky R, Edelman F, Spethmann S, Schellong SM, Schulze PC, Bauersachs J, Wellge B, Schoebel C, Tajsic M, Dreger H, Anker SD, Stangl K. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (TIM-HF2): a randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *Lancet*. 2018; 392: 1047-1057.
7. Seferovic PM, Ponikowski P, Anker SD, et al. Clinical practice update on heart failure 2019: pharmacotherapy, procedures, devices and patient management. An expert consensus meeting report of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2019; 21(10): 1169-1186. doi:10.1002/ejhf.1531
8. Koehler F, Winkler S, Schieber M et al. Telemedicine in heart failure: pre-specified and exploratory subgroup analyses from the TIM-HF trial. *Int J Cardiol*. 2012; 161(3): 143-50. doi: 10.1016/j.ijcard.2011.09.007

9. Hanssen TA, Nordrehaug JE, Eide GE, et al. Improving outcomes after myocardial infarction: a randomized controlled trial evaluating effects of a telephone follow-up intervention. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007; 14(3): 429-437, doi:10.1097/HJR. 0b013e32801da123.
10. Chow CK, Redfern J, Hillis GS, et al. Effect of Lifestyle-Focused Text Messaging on Risk Factor Modification in Patients With Coronary Heart Disease. *Jama.* 2015; 314(12): 1255, doi:10.1001/jama.2015.10945.
11. <https://www.nfz.gov.pl/aktualnosci/aktualnosci-centrali/komunikat-dla-swiadczeniodawcow,7629.html>
12. <http://www.teledycyna-poradnik.pl/> Accessed February 1, 2021.
13. Varma N, Cygankiewicz I, Turakhia M, et al. 2021 ISHNE/ HRS/ EHRA/ APHRS collaborative statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals: From the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology/Heart Rhythm Society/European Heart Rhythm Association/Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2021:e12795. doi: 10.1111/anec.1279
14. Steinberg JS, Varma N, Cygankiewicz I, et al. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2017; 22(3). doi: 10.1111/anec.12447.
15. Zimetbaum PJ, Kim KY, Josephson ME, et al. Diagnostic yield and optimal duration of continuous-loop event monitoring for the diagnosis of palpitations. *Ann Intern Med.* 1998; 128: 890–895.
16. Stańczyk A. Monitorowanie ciągle, w: *Telekardiologia, cz. 2: Teleelektrokardiologia*, red. R. Piotrowicz, W. Rużyło. Wydawnictwo Tekst. Warszawa 2011.
17. Mittal S, Movsowitz C, Steinberg JS. Ambulatory external electrocardiographic monitoring: focus on atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2011; 58(17): 1741-1749, doi: 10.1016/j.jacc.2011.07.026.
18. Moya A, Sutton R, Ammirati F, et al. Task Force for the Diagnosis and Management of Syncope; European Society of Cardiology (ESC); European Heart Rhythm Association (EHRA); Heart Failure Association (HFA); Heart Rhythm Society (HRS), Guidelines for the diagnosis and management of syncope (version 2009). *Eur Heart J.* 2009; 30(21): 2631-2671, doi: 10.1093/eurheartj/ehp298.
19. Baranowski R, Bieganska K, Cygankiewicz I, et al. Wytyczne dotyczące wykonywania długotrwałych rejestracji EKG: stanowisko grupy ekspertów Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Teledycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. *Kardiologia Pol.* 2013; 71 (suppl IX): 225-242.
20. <http://istel.com.pl>. Accessed February 1, 2021.
21. Schultz KE, Lui GK, McElhinney DB et al. Extended Cardiac Ambulatory Rhythm Monitoring in Adults With Congenital Heart Disease: Arrhythmia Detection and Impact of Extended Monitoring. *Congenit Heart Dis.* 2019;14(3):410-418. doi: 10.1111/chd.12736
22. Hindricks G, Potpara T, Dagres N et al., ESC Scientific Document Group, 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of 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.* 2020 Aug 29;ehaa612. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612.
23. Rekosz J, Kasznicka M, Kwiatkowska D, et al. Standard 12-lead electrocardiogram teletransmission: Support in diagnosing cardiovascular diseases in operations undertaken by Warsaw-area basic medical rescue teams between 2009 and 2013. *Cardiol J.* 2015; 22(6): 675-682, doi: 10.5603/CJ.a2015.0059.
24. Rothman SA, Laughlin JC, Seltzer J, et al. The diagnosis of cardiac arrhythmias: a prospective multi-center randomized study comparing mobile cardiac outpatient telemetry versus standard loop event monitoring. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2007; 18(3): 241-247.
25. Gradl S, Kugler P, Lohmuller C, et al. Real-time ECG monitoring and arrhythmia detection using Android-based mobile devices. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012; 2012: 2452-2455, doi: 10.1109/EMBC.2012.6346460.
26. Kurka N, Bobinger T, Kallmünzer B, et al. Reliability and limitations of automated arrhythmia detection in telemetric monitoring after stroke. *Stroke.* 2015; 46(2): 560-563, doi: 10.1161/STROKEAHA.114.007892.
27. Shao M, Zhou Z, Bin G, et al. A Wearable Electrocardiogram Telemonitoring System for Atrial Fibrillation Detection. *Sensors.* (Basel). 2020; 20(3): 606. doi:10.3390/s20030606
28. White RD, Flaker G. Smartphone-based Arrhythmia Detection: Should we encourage patients to use the ECG in their pocket? *J Atr Fibrillation.* 2017; 9(6): 1605. doi:10.4022/jafib.1605
29. Piotrowicz E, Jasionowska A, Banaszak-Bednarczyk M, et al. ECG telemonitoring during home-based cardiac rehabilitation in heart failure patients. *J Telemed Telecare.* 2012; 18(4): 193-197, doi: 10.1258/jtt.2012.111005.

30. Brunetti ND, De Gennaro L, Pellegrino PL, et al. Atrial fibrillation with symptoms other than palpitations: incremental diagnostic sensitivity with at-home tele-cardiology assessment for emergency medical service. *Eur J Prev Cardiol.* 2012; 19(3): 306-313, doi: 10.1177/1741826711406060.
31. Campo Dell' Orto M, Hamm C, Liebetau C, et al. Telemetry-assisted early detection of STEMI in patients with atypical symptoms by paramedic-performed 12-lead ECG with subsequent cardiological analysis. *Eur J Emerg Med.* 2017; 24(4): 272-276, doi: 10.1097/MEJ.0000000000000353.
32. Kotb A, Cameron C, Hsieh S, et al. Comparative effectiveness of different forms of telemedicine for individuals with heart failure (HF): a systematic review and network meta-analysis. *PLoS One.* 2015; 10(2): e0118681, doi: 10.1371/journal.pone.0118681.
33. Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A. et al. Authors/Task Force Members; Document Reviewers. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J.* 2015; 36(41): 2793-2867, doi: 10.1093/eurheartj/ehv316.
34. Dussault C, Toeg H, Nathan M, et al. Electrocardiographic monitoring for detecting atrial fibrillation after ischemic stroke or transient ischemic attack: systematic review and meta-analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2015; 8(2): 263-269. doi: 10.1161/CIRCEP.114.002521.
35. Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G. et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur Heart J.* 2012; 33(20): 2569-2619, doi: 10.1093/eurheartj/ehs215.
36. Coutts SB, Wein TH, Lindsay MP, et al. Heart, and Stroke Foundation Canada Canadian Stroke Best Practices Advisory Committee. Canadian stroke best practice recommendations: secondary prevention of stroke guidelines, update 2014. *Int J Stroke.* 2015; 10(3): 282-91.
37. Glotzer TV, Ziegler PD. Cryptogenic stroke: is silent atrial fibrillation the culprit? *Heart Rhythm.* 2015; 12(1): 234-241.
38. Dubner S, Auricchio A, Steinberg JS, et al. ISHNE/EHRA expert consensus on remote monitoring of cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs). *Europace.* 2012; 14: 278–293.
39. Botto GL, Padeletti L, Santini M, et al. Presence and duration of atrial fibrillation detected by continuous monitoring: crucial implications for the risk of thromboembolic events. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2009; 20(3): 241-248, doi: 10.1111/j.1540-8167.2008.01320.x.
40. Sposato LA, Cipriano LE, Saposnik G. et al. Diagnosis of atrial fibrillation after stroke and transient ischaemic attack: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol.* 2015; 14(4): 377-387
41. January CT, Wann LS, Alpert JS, et al. 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 64: 1–76, doi: 10.1016/j.jacc.2014.03.022.
42. Dagues N, Kottkamp H, Piorkowski C, et al. Influence of the duration of Holter monitoring on the detection of arrhythmia recurrences after catheter ablation of atrial fibrillation: Implications for patient follow-up. *Int J Cardiol.* 2010; 139: 305–306.
43. Turakhia MP, Desai M, Hedlin H, et al. 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; 207: 66-75.
44. Glotzer TV, Daoud EG, Wyse DG, et al. The relationship between daily atrial tachyarrhythmia burden from implantable device diagnostics and stroke risk: the TRENDS study. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2009; 2: 474–480.
45. Glotzer TV, Hellkamp AS, Zimmerman J, et al. MOST Investigators. Atrial high rate episodes detected by pacemaker diagnostics predict death and stroke: report of the Atrial Diagnostics Ancillary Study of the MObility Selection Trial (MOST). *Circulation.* 2003; 107: 1614–1619.
46. Steg PG, James SK, Atar D, et al. Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC). ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *JAMA.* 2008; 300(15): 1784-1792, doi: 10.1001/jama.300.15.1784.
47. Sulke N, Sugihara C, Hong P, et al. The benefit of a remotely monitored implantable loop recorder as a first line investigation in unexplained syncope: the EaSyAS II trial. *Europace.* 2016; 18: 912–918.
48. Brignole M, Moya A, de Lange FJ, et al., 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope. *Eur Heart J* 2018; 39(21): 1883-1948. doi: 10.1093/eurheartj/ehy037
49. Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ). Remote cardiac monitoring. Technology Assessment. Prepared for the AHRQ by the ECRI Evidence-based Practice Center (EPC). Contract No. 290-02-0019. Rockville, MD: AHRQ; Dec 12, 2007.

50. Tovia-Brodie O, Ben-Haim Y, Joffe E, et al. The value of electrophysiologic study in decision-making regarding the need for pacemaker implantation after TAVI. *J Interv Card Electrophysiol.* 2017; 48(2): 121-130. doi: 10.1007/s10840-016-0218-2.
51. Kirchhof P, Andresen D, Bosch R, et al. Short-term versus long-term antiarrhythmic drug treatment after cardioversion of atrial fibrillation (Flec-SL): a prospective, randomised, open-label, blinded endpoint assessment trial. *Lancet.* 2012; 380(9838): 238-246, doi: 10.1016/S0140-6736(12)60570-4.
52. Slotwiner D, Varma N, Akar JG, et al. HRS Expert Consensus Statement on remote interrogation and monitoring for cardiovascular implantable electronic devices. *Heart Rhythm.* 2015;12 (7): e69-100, doi: 10.1016/j.hrthm.2015.05.008.
53. Bertaglia E, Blank B, Blomström-Lundqvist C, et al. Atrial high-rate episodes: prevalence, stroke risk, implications for management, and clinical gaps in evidence. *Europace.* 2019; 21(10): 1459–1467. doi: 10.1093/europace/euz172.
54. Kirchhof P, Blank BF, Calvert M, et al. Probing oral anticoagulation in patients with atrial high rate episodes: rationale and design of the Non-vitamin K antagonist Oral anticoagulants in patients with Atrial High rate episodes (NOAH-AFNET 6) trial. *Am Heart J* 2017; 190: 12–18. doi: 10.1016/j.ahj.2017.04.015
55. Pluta S, Piotrowicz E, Piotrowicz R, et al. Remote Monitoring of Cardiac Implantable Electronic Devices in Patients Undergoing Hybrid Comprehensive Telerehabilitation in Comparison to the Usual Care. Subanalysis from Telerehabilitation in Heart Failure Patients (TELEREH-HF) Randomised Clinical Trial. *J Clin Med* 2020; 9(11): 3729. doi: 10.3390/jcm9113729.
56. Crossley GH, Boyle A, Vitense H, et al. The CONNECT (Clinical Evaluation of Remote Notification to Reduce Time to Clinical Decision) trial: the value of wireless remote monitoring with automatic clinician alerts. *J Am Coll Cardiol.* 2011; 57(10): 1181-1189, doi: 10.1016/j.jacc.2010.12.012.
57. Crossley GH, Chen J, Choucair W, et al. Clinical benefits of remote versus transtelephonic monitoring of implanted pacemakers. *J Am Coll Cardiol.* 2009; 54(22): 2012-2019, doi: 10.1016/j.jacc.2009.10.001
58. Landolina M, Perego GB, Lunati M, et al. Remote monitoring reduces healthcare use and improves quality of care in heart failure patients with implantable defibrillators: the evolution of management strategies of heart failure patients with implantable defibrillators (EVOLVO) study. *Circulation.* 2012; 125(24): 2985-92, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.088971.
59. [Guédon-Moreau L, Lacroix D, Sadoul N, et al. A randomized study of remote follow-up of implantable cardioverter defibrillators: safety and efficacy report of the ECOST trial. *Eur Heart J.* 2013; 34(8): 605-14, doi: 10.1093/eurheartj/ehs425
60. Saxon LA, Hayes DL, Gilliam FR, et al. Long-term outcome after ICD and CRT implantation and influence of remote device follow-up: the ALTITUDE survival study. *Circulation.* 2010; 122(23): 2359-67, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.960633.
61. Hindricks G, Taborsky M, Glikson M, et al. Implant-based multiparameter telemonitoring of patients with heart failure (IN-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2014; 384(9943): 583-90, doi: 10.1016/S0140-6736(14)61176-4.
62. De Simone A, Leoni L, Luzzi M, et al. Remote monitoring improves outcome after ICD implantation: the clinical efficacy in the management of heart failure (EFFECT) study. *Europace.* 2015; 17(8): 1267-75, doi: 10.1093/europace/euu318.
63. Cronin EM, Ching EA, Varma N, et al. Remote monitoring of cardiovascular devices: a time and activity analysis. *Heart Rhythm.* 2012; 9(12): 1947-51, doi: 10.1016/j.hrthm.2012.08.002.
64. Morgan JM, Kitt S, Gill J, McComb JM et al. Remote management of heart failure using implantable electronic devices. *Eur Heart J.* 2017; 38(30): 2352-2360. doi: 10.1093/eurheartj/ehx227.
65. Piotrowicz R et al. Rekomendacje w zakresie realizacji kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej; stanowisko ekspertów Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku PTK. *AsteriaMed.* Gdańsk 2017
66. Piotrowicz R, Baranowski R. Monitorowana, spontaniczna rehabilitacja kardiologiczna w warunkach domowych alternatywą dla tradycyjnej rehabilitacji ambulatoryjnej. *Kardiologia Polska* 2006; 64: 1465-1468.
67. Piotrowicz E, Baranowski R, Bilińska M, et al. A new model of home-based telemonitored cardiac rehabilitation in patients with heart failure: effectiveness, quality of life and adherence. *Eur J Heart Fail.* 2010; 12: 164-171. doi: 10.1093/eurjhf/hfp181.
68. Piotrowicz E, Pencina M, Opolski G et al. Effects of a 9-Week Hybrid Comprehensive Telerehabilitation Program on Long-term Outcomes in Patients With Heart Failure: The Telerehabilitation in Heart Failure Patients (TELEREH-HF) Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol.* 2020; 5(3): 300-308. doi 10.1001/jamacardio.2019.5006
69. Jankowski P, et al. Optymalny Model Kompleksowej Rehabilitacji i Wtórnej Prewencji. *Kardiologia Polska*. 2013; 71(9): 995–1003.
70. Piotrowicz E. How to do: telerehabilitation in heart failure patient. *Cardiol J.* 2012; 19(3): 243-248.

71. Ades PA, Pashkow FJ, Fletcher G, et al. A controlled trial of cardiac rehabilitation in the home setting using electrocardiographic and voice transtelephonic monitoring. *Am Heart J.* 2000; 139: 543–548. doi: 10.1016/s0002-8703(00)90100-5.
72. Piotrowicz E, Piotrowicz R. Cardiac telerehabilitation: current situation and future challenges. *Eur J Prev Cardiol.* 2013; 20 (2 Suppl): 12-6, doi: 10.1177/2047487313487483c.
73. Piotrowicz E, Korzeniowska-Kubacka I, Chrapowicka A et al. Feasibility of home-based cardiac telerehabilitation: results of TeleInterMed study. *Cardiol J.* 2014; 21: 539–546.
74. Scherrenberg M, Wilhelm M, Hansen D et al. The future is now: a call for action for cardiac telerehabilitation in the COVID-19 pandemic from the secondary prevention and rehabilitation section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol.* 2020; 2047487320939671. doi: 10.1177/2047487320939671
75. Ustawa z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (Dz.U. 2010 nr 107 poz. 679)
76. Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, et al.. 2017 AHA/ACC/HRS guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: Executive summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Heart Rhythm.* 2018; 15(10): e190-e252. doi: 10.1016/j.hrthm.2017.10.035.
77. Sterliński M., Oręziak A., Przybylski A., Średniawa B, Experts of the Heart Rhythm Section of the Polish Cardiac Society: opinion on the use of wearable cardioverter-defibrillators in Poland, *Kardiol. Pol.* 2019; 77(2): 238-243. doi: 10.5603/KP.2019.0031.
78. Abraham WT, Adamson PB, Bourge RC, et al. CHAMPION Trial Study Group. Wireless pulmonary artery haemodynamic monitoring in chronic heart failure: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2011; 377 (9766): 658-666. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60101-3.
79. Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, et al.; CHAMPION Trial Study Group. Sustained efficacy of pulmonary artery pressure to guide adjustment of chronic heart failure therapy: complete follow-up results from the CHAMPION randomised trial. *Lancet.* 2016; 387(10017): 453-61. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00723-0.
80. Angermann CE, Assmus B, Anker SD, et al.; MEMS-HF Investigators. Pulmonary artery pressure-guided therapy in ambulatory patients with symptomatic heart failure: the CardioMEMS European Monitoring Study for Heart Failure (MEMS-HF). *Eur J Heart Fail.* 2020 Jun 27. doi: 10.1002/ejhf.1943.
81. Kuck KH, Bordachar P, Borggrefe M, et al. New devices in heart failure: an European Heart Rhythm Association report: developed by the European Heart Rhythm Association; endorsed by the Heart Failure Association. *Europace.* 2014; 16(1): 109-28, doi: 10.1093/europace/eut311
82. Bhimaraj A. Remote monitoring of heart failure patients. *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* 2013; 9(1): 26-31. doi: 10.14797/mdcj-9-1-26.
83. Whellan DJ, Ousdigian KT, Al-Khatib SM, et al. PARTNERS Study Investigators. Combined heart failure device diagnostics identify patients at higher risk of subsequent heart failure hospitalizations: results from PARTNERS HF (Program to Access and Review Trending Information and Evaluate Correlation to Symptoms in Patients With Heart Failure) study. *J Am Coll Cardiol.* 2010; 55(17): 1803-1810
84. Virani SA, Sharma V, McCann M, et al. Prospective evaluation of integrated device diagnostics for heart failure management: results of the TRIAGE-HF study. *ESC Heart Fail.* 2018; 5(5): 809-817. doi: 10.1002/ehf2.12309.
85. Gardner RS, Singh JP, Stancak B, et al. HeartLogic Multisensor Algorithm Identifies Patients During Periods of Significantly Increased Risk of Heart Failure Events: Results From the MultiSENSE Study. *Circ Heart Fail.* 2018 Jul;11(7):e004669. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.117.004669.
86. Ulbrich M, Mühlsteff J, Sipilä A, et al. The IMPACT shirt: textile integrated and portable impedance cardiography. *Physiol Meas* 2014;35(6):1181-1196. doi: 10.1088/0967-3334/35/6/1181.
87. Shochat MK, Shotan A, Blondheim DS, et al. Non-Invasive Lung IMPEDANCE-Guided Preemptive Treatment in Chronic Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Trial (IMPEDANCE-HF Trial). *J Card Fail* 2016;22(9):713-722. doi: 10.1016/j.cardfail.2016.03.015.
88. Dovancescu S, Saczynski JS, Darling CE, et al.. Detecting Heart Failure Decompensation by Measuring Transthoracic Bioimpedance in the Outpatient Setting: Rationale and Design of the SENTINEL-HF Study. *JMIR Res Protoc* 2015;4(4):e121. doi: 10.2196/resprot.4899.
89. Paré G, Moqadem K, Pineau G, et al. Clinical effects of home telemonitoring in the context of diabetes, asthma, heart failure and hypertension: a systematic review. *J Med Internet Res.* 2010; 12(2): e21, doi: 10.2196/jmir.1357.
90. Schmidt S, Schuchert A, Krieg T, et al. Home telemonitoring in patients with chronic heart failure: a chance to improve patient care? *Dtsch Arztebl Int.* 2010; 107(8): 131-138, doi: 10.3238/arztebl.2010.0131.

91. Mortara A, Pinna GD, Johnson P, et al. HHH Investigators. Home telemonitoring in heart failure patients: the HHH study (Home or Hospital in Heart Failure). *Eur J Heart Fail.* 2009; 11(3): 312-318, doi: 10.1093/eurjhf/hfp022.
92. Jaana M, Paré G. Home telemonitoring of patients with diabetes: a systematic assessment of observed effects. *J Eval Clin Pract,* 2007; 13(2): 242-253
93. Granade PF, Sander JH. Implementing Telemedicine Nationwide: Analyzing the Legal Issues. *Defense Counsel.* 1996; 63: 67-73.
94. WHO. Telemedicine. Opportunities and development in Member States. Report on the Second Global Survey on eHealth Global Observatory for eHealth Series, Vol.2. 2010. ([http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf)) Accessed February 1, 2021.
95. Vyborny KM. Legal and Political Issues Facing Telemedicine. *Annals Health.* 1996; 5: 61-119.
96. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o działalności leczniczej. (Dz.U. z 2015 r. poz. 618)
97. Kodeks etyki lekarskiej. Tekst jednolity z dnia 2 stycznia 2004 r., zawierający zmiany uchwalone w dniu 20 września 2003 r. przez Nadzwyczajny VII Krajowy Zjazd Lekarzy, NRL, Warszawa 2004.
98. Kraal JJ, Van den Akker-Van Marle ME, Abu-Hanna A, et al. Clinical and cost-effectiveness of home-based cardiac rehabilitation compared to conventional, centre-based cardiac rehabilitation: Results of the FIT@Home study. *Eur J Prev Cardiol.* 2017; 24(12): 1260-1273. doi: 10.1177/2047487317710803.
99. Kruse CS, Soma M, Pulluri D, et al. The effectiveness of telemedicine in the management of chronic heart disease - a systematic review. *JRSM Open.* 2017; 8(3): 2054270416681747. doi: 10.1177/2054270416681747.
100. Piotrowicz E, Piotrowicz R, Opolski G, Zaręba W, Banach M. *Telekardiologia w niewydolności serca.* PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2020. ISBN 978-83-200-6055-3.