

Telemedycyna w kardiologii jako cenne narzędzie zwiększające bezpieczeństwo pacjentów i personelu medycznego

Telemedicine in Cardiology as a valuable tool for increasing patient and medical personnel safety

Maciej Janusz Krajsman^{1,2}, Michał Pruc^{2*}, Stepan Feduniw³, Julia Holzer⁴,
Monika Tomaszewska⁵, Łukasz Szarpak⁶

¹ Department of Medical Informatics and Telemedicine, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

² Research Unit, Polish Society of Disaster Medicine, Warsaw, Poland

³ Department of Gynecology, University Zürich, Frauenklinikstrasse 10, Zürich, Switzerland

⁴ Institute of Outcomes Research, Maria Skłodowska-Curie Medical Academy, Warsaw, Poland

⁵ Department of Clinical Research and Development, LUXMED Group, Warsaw, Poland

⁶ Department of Clinical Research and Development, LUXMED Group, Warsaw, Poland; Henry JN Taub Department of Emergency Medicine, Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA; Research Unit, Maria Skłodowska-Curie Białystok Oncology Center, Białystok, Poland

* Autor korespondencyjny/Corresponding author: Michał Pruc Research Unit, Polish Society of Disaster Medicine, 05-806 Warsaw, Poland, e-mail: m.pruc@ptmk.org , telephone number: +48695483564

Abstrakt:

W ostatnich latach na całym świecie obserwuje się gwałtowny rozwój telemedycyny. Rozwój strategii telezdrowia w celu poprawy opieki nad pacjentem i dostępności zasobów medycznych był możliwy dzięki postępowi technologicznemu, który doprowadził do poprawy jakości leczenia pacjentów. W niniejszym przeglądzie przedstawiono podsumowanie informacji na temat możliwego wykorzystania telemedycyny w opiece kardiologicznej. Aby zapewnić pacjentom wysokiej jakości opiekę i poszerzyć zakres możliwości leczenia w celu zapobiegania chorobom układu krążenia, konieczne jest prowadzenie dalszych badań nad rozwojem systemów i urządzeń telezdrowia, a także usuwanie barier, które stoją na drodze do wdrożenia telezdrowia i jego sprawiedliwego świadczenia.

Słowa kluczowe: telemedycyna, telemonitorowanie, telekonsultacje kardiologiczne

Abstract:

The rash development of telemedicine has been observed in the last years worldwide. The development of telehealth strategies to enhance patient care and the availability of medical resources has been made possible by advances in technology, which have led to improvements in the quality of treatment provided to patients. The summary of information about possible telemedicine usage in cardiological care was presented in this review. To ensure that patients receive high-quality care and to broaden the scope of treatment options for the prevention of cardiovascular disease, it is essential to conduct further research into the development of telehealth systems and devices, as well as the removal of barriers that stand in the way of telehealth's implementation and equitable delivery.

Keywords: telemedicine, telemonitoring, cardiovascular teleconsultation

1. Wstęp

Telemedycyna jest jedną z najszybciej rozwijających się dyscyplin medycyny, wykorzystującą najnowsze osiągnięcia informatyki. Jej szybki rozwój nastąpił z powodu nowej technologii, która podniosła poziom pracy personelu medycznego, umożliwiając stawianie szybkiej i trafnej diagnozy. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), telezdrowie to świadczenie przez wszelkich pracowników opieki medycznej usług opieki zdrowotnej tam, gdzie odległość jest znacznym problemem za pomocą technologii informatycznych i telekomunikacyjnych w celu wydania na podstawie rzetelnych informacji diagnozy, umożliwienia leczenia, zapobiegania chorobom i urazom, prowadzenia badań naukowych i oceny wyników, jak również dalszego edukowania personelu opieki zdrowotnej – wszystko po to, by poprawić zdrowie ludzi i ich wspólnot [1]. Telemedycyna odnosi się do stosowania technologii telekomunikacyjnych w celu świadczenia usług medycznych, konsultacji i tele-edukacji, np. wideokonferencje, SMSy, czy monitoring na odległość. Umożliwia ona pracownikom służby zdrowia diagnozowanie, leczenie i monitorowanie pacjentów bez wymogu interakcji „w cztery oczy”. Telezdrowie to świetna metoda świadczenia leczenia, która jest zarówno ukierunkowana na pacjenta, jak i oferuje wysoką jakość. Wysoka jakość definiowana jest jako skuteczne wykorzystanie zasobów w celu wytworzenia optymalnych wyników. Ponieważ telezdrowie nie jest rządzone przez ograniczenia czasu czy miejsca, jest to wyśmienita metoda oferowania takiego leczenia. Można podzielić je ze względu na trzy różne scenariusze: monitoring synchroniczny, monitoring

1. Introduction

Telemedicine is one of the fastest-developing disciplines of medicine, utilizing recent computer science advances. Its rapid growth is due to new technology that enhances medical personnel's work and enables quick and accurate diagnosis. According to the World Health Organization, telehealth is a provision of health care services where distance is a major consideration by all healthcare professionals using information and communication technologies for the exchange of reliable information for the diagnosis, treatment, and prevention of illness and injuries, research and evaluation, and continuing education of healthcare professionals, all in the pursuit of improving the health of people and their communities [1]. Telemedicine refers to using telecommunications technology to provide healthcare services, consulting and tele-education, such as video conferencing, texting, and remote monitoring. It enables healthcare practitioners to diagnose, treat, and monitor patients without requiring “face-to-face” interaction. Telehealth is an excellent method for providing treatment that is both patient-centered and of high value. High value is defined as the efficient utilization of resources to produce optimal results. Because telehealth causes the boundaries of time and location to collapse, it is an excellent method for providing such treatment. It is possible to divide it into three distinct scenarios: synchronous monitoring, asynchronous monitoring, and remote monitoring. The term “synchronous

asynchroniczny oraz monitoring zdalny. Pojęcie „opieka synchroniczna” odnosi się do sytuacji, w której obie strony wymieniają się informacjami w tym samym czasie, np. na drodze rozmowy telefonicznej czy wideorozmowy. Opieka asynchroniczna odnosi się do każdej sytuacji, w której zachodzi wymiana, która może zostać przerwana i kontynuowana niezależnie, np. komunikacja za pośrednictwem poczty elektronicznej czy SMSów. Termin „monitoring na odległość” odnosi się do monitoringu prowadzonego zdalnie oraz analizowania danych fizjologicznych czy symptomów i ocen raportowanych przez pacjenta, na jakiej podstawie budowany jest obraz aktualnego stanu zdrowia pacjenta. Innym aspektem klasyfikowania rodzaju telezdrowia jest typ uczestników wymiany telezdrowotnej, np. pacjenci, pracownicy służby zdrowia, maszyny. Pacjenci, pracownicy służby zdrowia, maszyny – wszyscy oni mogą być jej uczestnikami [2]. Rozwiązania telemedyczne klasyfikuje się w oparciu o źródło ich finansowania. Usługi telemedyczne mogą być finansowane przez Narodowy Fundusz Zdrowia (NFZ), jedyne państwowe świadczeniodawcę usług opieki zdrowotnej. A zatem telekonsultacje dotyczące układu krążenia czy hybrydowa telerehabilitacja dla osób z chorobami serca są w Polsce płatne [3,4]. Znaczny rozwój telemedycyny w Polsce potwierdza informacja, że od kwietnia 2023 r. Narodowy Fundusz Zdrowia będzie pokrywać koszty telemonitoringu dla pacjentów z ciężką niewydolnością serca. Pacjenci mogą też korzystać z nierefundowanych rozwiązań telemedycznych (finansowanych z niepublicznych źródeł) obejmujących teleopiekę, teledukację, telekonsultacje, czy telemonitoring implantów [5,6]. Wykazano, że dystrybucja informacji, diagnozowanie, monitorowanie chorób i dalsze leczenie

care” refers to a situation in which both parties are exchanging information at the same time, for example, through the use of a phone or video conversation. Asynchronous care refers to any situation in which there is an exchange that may be disconnected and carried out independently, such as when communicating by email or text message. The term “remote monitoring” refers to the non-face-to-face monitoring and analysis of physiological data or patient-reported symptoms or assessments, all of which are utilized to get an understanding of a patient’s current state of health. The type of participants in a telehealth exchange, whether they be patients, health care professionals, or machines, is another way to classify telehealth. Patients, healthcare professionals, and machines can all be participants [2]. Telemedicine solutions are classified based on how they are funded. Telemedicine services may be funded by the National Health Fund (NFZ), the country’s sole public payer of healthcare services. Cardiovascular teleconsultation and hybrid cardiac telerehabilitation are therefore paid in Poland [3,4]. Emphasizing that telemedicine is significantly developing in Poland confirms the information that from April 2023, the National Health Fund will reimburse telemonitoring for patients who struggle with severe heart failure. Patients can also make use of non-reimbursed telemedicine solutions (funded by non-public sources) that include telecare, tele-education, teleconsultation, or telemonitoring of implanted devices [5,6]. It has been demonstrated that information distribution, diagnosis, disease

mogą być wykonywane zdalnie, prowadząc do znacznej poprawy zarządzania chorobami układu krążenia. Telemedycyna, czy samo zdalne świadczenie usług opieki medycznej za pomocą technologii telekomunikacyjnej, zyskała w ostatnich latach na popularności. Kardiologia to jedna ze specjalizacji medycznych, która zapoczątkowała rewolucyjny rozwój telemedycyny, mając wiele różnych zastosowań i oferując różne korzyści. Należy pamiętać, iż dyscyplina ta wysuwa się na czoło pod względem śmiertelności i długoterminowych komplikacji zdrowotnych u pacjentów. Zgodnie z danymi WHO, każdego roku z powodu chorób układu krążenia (CVD) ginie 17,9 milionów ludzi, przy czym zawał mięśnia sercowego i udar odpowiadają za aż do 85% ogólnej liczby zgonów. W szczególności państwa wykazujące niskie i średnie przychody stanowią ponad 75% wszystkich zgonów [7]. Jak wykazano, choroby układu krążenia w nieproporcjonalny sposób dotyczą ludzi o niższym statusie społeczno-ekonomicznym. Według symulacji przeprowadzonej przez Hamad i in., obejmującej 1,3 mln osób w wieku 35 lat o niskim statusie społeczno-ekonomicznym opartym na poziomie dochodów i wykształceniu, oszacowano, że u 250 000 z nich rozwinie się choroba niedokrwienna serca przed ukończeniem 65 roku życia, co jest niemal dwukrotnie wyższą wartością w porównaniu do osób o wyższym statusie społecznym [8]. Choroby układu krążenia stanowią najczęstszą przyczynę śmierci w Polsce według Głównego Urzędu Statystycznego [9]. Telemedycynę można stosować w celu świadczenia szeregu różnych usług medycznych, takich jak podstawowa opieka zdrowotna, opieka specjalistyczna, opieka psychologiczna, itd. Jest ona powszechnie wykorzystywana w celu zwiększenia dostępu do usług

monitoring, and follow-up treatment may all be made remotely, resulting in significant advances in cardiovascular disease management. Telemedicine, or just the remote delivery of healthcare services via the use of telecommunication technology, has grown in popularity in recent years. Cardiology is one of the medical specialties that has led the telemedicine revolution, with multiple applications and advantages. And we must remember that this is a field that is at the forefront when it comes to mortality and long-term health complications in patients. According to the World Health Organization (WHO), an estimated 17.9 million people die each year from cardiovascular diseases (CVD), with myocardial infarction and stroke accounting for up to 85% of all deaths. Notably, low- and middle-income nations accounted for more than 75% of all deaths [7]. Cardiovascular disease has been proven to disproportionately impact people from lower socioeconomic backgrounds. According to Hamad et al. a simulation of 1.3 million 35-year-olds with low socioeconomic status based on income or education level predicted that 250 000 would develop coronary artery disease by the age of 65, which is nearly twice the rate of individuals with higher socioeconomic status [8]. Cardiovascular disease was the top cause of death in Poland, according to the Central Statistics Office (CSO) [9]. Telemedicine may be utilized to provide a variety of medical services, such as primary care, specialist care, mental health treatments, and more. It is frequently used to enhance access to healthcare services, particularly for individuals

medycznych, zwłaszcza dla osób wymagających nieustannego monitorowania lub mieszkających w regionach odległych czy słabo rozwiniętych, dla których otrzymanie standardowej opieki medycznej stanowi problem. Doświadczenie zdobyte dzięki wprowadzeniu usług telemedycznych na całym świecie umożliwiło skuteczne wyeliminowanie czasu i przeszkód natury geograficznej używając tradycyjnych metod świadczenia usług medycznych [10]. Warto również wspomnieć, że rozwiązania telemedyczne mogą dać większy wgląd samym pacjentom jako, że rosnące ilości danych medycznych mogą być przetwarzane i wyświetlane na smartfonach i urządzeniach do noszenia. Celem tego przeglądu było ocenie użyczenia telemedycyny w medycynie kardiologicznej.

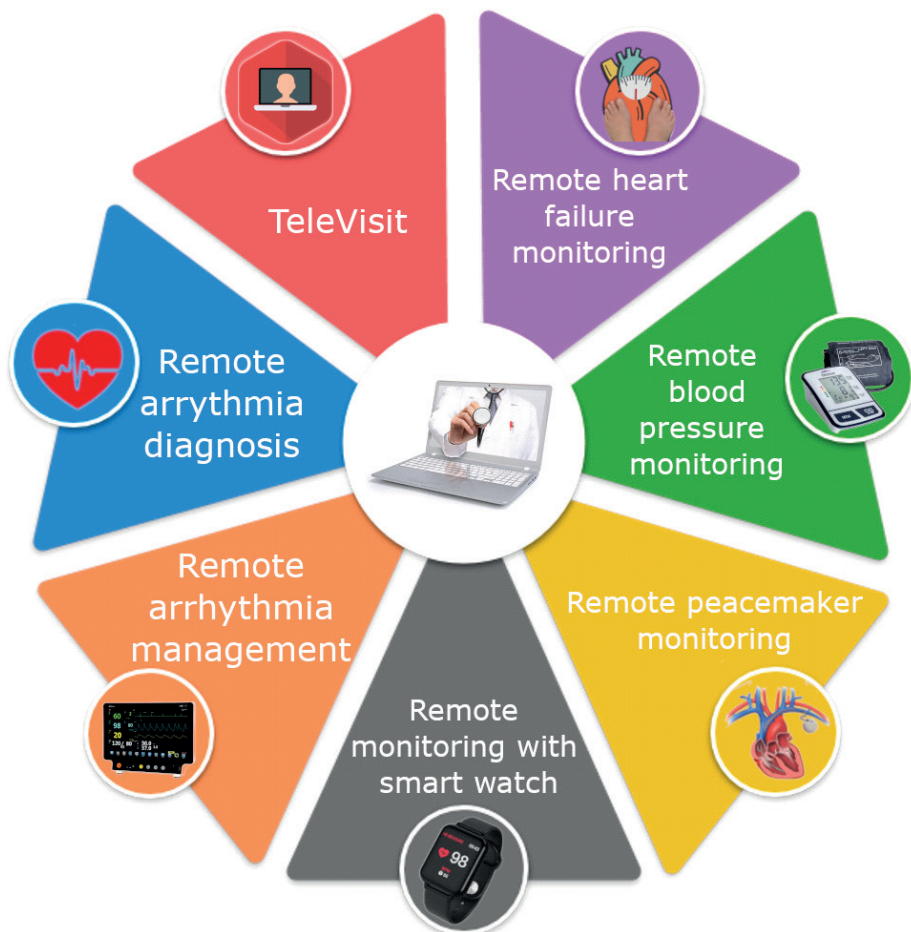
2. Monitorowanie pacjenta na odległość

Zdalne monitorowanie pacjenta (ang. *remote patient monitoring*, RPM) jest typem telemedycyny pozwalającym pracownikom służby zdrowia zdalnie monitorować status zdrowia pacjenta i parametry życiowe (Ryc. 1). W kardiologii RPM może być stosowane do monitorowania pacjentów z chorobami serca, takimi jak niewydolność serca, arytmia i nadciśnienie. RPM wiąże się ze stosowaniem urządzeń noszonych na ciele lub czujników, które gromadzą dane dotyczące tętna, rytmu serca, ciśnienia krwi, nasycenia tlenem i innych parametrów życiowych. Dane przenoszone są do bezpiecznego serwera lub aplikacji mobilnej, gdzie podmiot świadczący usługi zdrowotne dla pacjenta może mieć do nich dostęp dla celów analitycznych [11].

who require constant monitoring or reside in distant or underdeveloped regions who have trouble obtaining standard healthcare services. The experience gained from the introduction of telemedicine services throughout the world has been the effective elimination of time and geographical obstacles in traditional ways of providing medical treatments [10]. It is also worth mentioning that telemedicine solutions can provide greater insight for patients themselves, as increasing amounts of medical data can be processed and displayed by smartphones and wearable devices. The aim of this review was to evaluate the usage of telemedicine in cardiological care.

2. Remote patient monitoring

Remote patient monitoring (RPM) is a type of telemedicine that allows healthcare providers to remotely monitor a patient's health status and vital signs (Figure 1). In cardiology, RPM can be used to monitor patients with heart conditions, such as heart failure, arrhythmia, and hypertension. RPM involves the use of wearable devices or sensors that collect data on a patient's heart rate, rhythm, blood pressure, oxygen saturation, and other vital signs. The data is transmitted to a secure server or a mobile app, where it can be accessed by the patient's healthcare provider for analysis.[11].



Ryc. 1. Podsumowuje możliwości oferowane przez telezdrowie i zdalne monitorowanie pacjenta w kardiologii. Poszczególne elementy zostały omówione w dalszej części artykułu.
Figure 1. Summarizes the possibilities of telehealth and remote patient monitoring in cardiology. Individual elements are discussed later in the article.

3. Urządzenia stosowane w telemedycynie kardiologicznej

3.1. Monitor ciśnienia krwi

Monitorowanie ciśnienia krwi pacjenta poza gabinetem lekarskim jest nieodzowną częścią zarówno diagnozowania, jak i leczenia nadciśnienia. W obecnych czasach ulepszenia technologii informacyjnych do

3. Devices used in cardiological telemedicine

3.1. Blood pressure monitors

Monitoring the patient's blood pressure outside of the doctor's office is an essential part of both the diagnosis and treatment of hypertension. In this day and age of improved digital health

przetwarzania cyfrowych danych dotyczących zdrowia, strategia do osiągnięcia tego celu polega na odejściu od konwencjonalnych metod (takich jak monitorowanie ciśnienia krwi w ambulatorium czy w domu) i kładzeniu nacisku na stosowaniu urządzeń noszonych na ciele i technologii. Istnieją dwa rodzaje monitorów ciśnienia krwi, jakie używa się w RPM: z mankietem lub bez. Ciśnieniomierze z mankietem wykorzystują nadmuchiwany mankiet, który nakłada się na rękę pacjenta w celu wykonania pomiaru ciśnienia krwi. Mankiet jest połączony z monitorem, który wyświetla odczyt ciśnienia krwi pacjenta. Ciśnieniomierze z mankietem są powszechnie stosowane w przychodniach i szpitalach, ale mogą być też używane przez pacjentów w domu. Ciśnieniomierze bez mankieta wykorzystują alternatywne metody w celu wykonania pomiaru ciśnienia krwi, takie jak fotopletyzmografia (PPG) czy oscylometria. PPG pozwala zmierzyć ciśnienie krwi poprzez prześwietlenie skóry i wykonanie pomiaru odbitego światła. Natomiast oscylometria pozwala zmierzyć ciśnienie krwi poprzez wykryte zmiany w oscylacji przepływu krwi w arteriach. Ciśnieniomierze bez mankieta są często wygodniejsze dla pacjentów i mogą być noszone przez dłuższy czas [12]. Dzięki dostarczaniu częstych odczytów ciśnienia krwi i najlepiej nieustannego i szczegółowego monitorowania ciśnienia krwi pacjenta, monitory ciśnienia krwi noszone na ciele dają pacjentowi względnie bezstresowe doświadczenie. Pacjent może natychmiastowo przesłać swój wynik ciśnienia krwi do chronionego portalu internetowego, na którym pracownicy służby zdrowia mogą ocenić go i monitorować ciśnienie krwi pacjenta w czasie rzeczywistym za pomocą zdalnego monitorowania ciśnienia krwi. Dodatkowo system ten może zaalarmować

information technology, the strategy for accomplishing this goal entails shifting away from conventional methods (such as ambulatory and home blood pressure monitoring) and toward the use of wearable devices and technologies. There are two types of blood pressure monitors used in RPM: cuff-based and non-cuff-based. Cuff-based monitors use an inflatable cuff that is placed around the patient's arm to measure blood pressure. The cuff is connected to a monitor, which displays the patient's blood pressure reading. Cuff-based monitors are commonly used in clinics and hospitals but can also be used at home by patients. Non-cuff-based monitors use alternative methods to measure blood pressure, such as photoplethysmography (PPG) or oscillometry. PPG measures blood pressure by shining a light into the skin and measuring the reflected light. In contrast, oscillometry measures blood pressure by detecting changes in the oscillations of blood flow in the arteries. Non-cuff-based monitors are often more comfortable for patients and can be worn for extended periods [12]. By providing frequent blood pressure readings and, ideally, continuous monitoring of the patient's blood pressure beat by beat, wearable blood pressure monitors put the patient through a relatively stress-free experience. The patient is able to take their blood pressure measurement and instantaneously send the information to a protected online portal, where the healthcare professional may access it and monitor the patient's blood pressure in real-time via remote blood pressure monitoring. In addition, the system is able

zespół opiekujący się pacjentem e-mailowo lub za pomocą SMSa. Jeśli ciśnienie krwi pacjenta spadnie poza normalny zakres wartości. Oczekuje się, że technologia wykorzystująca urządzenia noszone na ciele znacznie zwiększy jakość wykrywania i zarządzania nadciśnieniem poprzez zwiększenie liczby pomiarów w różnych warunkach. Pozwoli to na dokładne wykrywanie fenotypów mających niekorzystny wpływ na rokowania w chorobach układu krążenia, takich jak ukryte nadciśnienie i nieprawidłowe zróżnicowanie ciśnienia krwi. Interpretacja danych dotyczących ciśnienia krwi może zostać sporządzona w kontekście codziennych stresorów i w szeregu różnych sytuacji, w których wykonuje się częste pomiary ciśnienia krwi z uwzględnieniem dodatkowych czynników, takich jak monitorowanie środowiskowe. To innowacyjne podejście do nadciśnienia stanowi przyczynek do medycyny predykcyjnej, dotyczącej strategii mających na celu identyfikację rosnącego ryzyka i przewidywanie rozpoczęcia się zdarzeń związanych z nadciśnieniem w oparciu o szereg danych gromadzonych w dłuższym okresie czasu, pozwalając tym samym na podejmowanie proaktywnych działań zmierzających do zredukowania tego ryzyka. RPM skutecznie obniża ciśnienie krwi (BP) i osiąga założone wartości ciśnienia krwi dla pacjentów z nadciśnieniem [13,14]. Wysokie ciśnienie krwi (nadciśnienie) jest głównym czynnikiem ryzyka w chorobach serca, udarach i innych chorobach układu krążenia. Monitorowanie ciśnienia krwi pacjenta na odległość pracownicy służby zdrowia mogą wykryć zmiany w ciśnieniu krwi i dopasować plan leczenia w zależności od potrzeb. Wyższość zdalnego monitorowania ciśnienia krwi pacjentów wykazano w aktualnej meta-analizie obejmującej 18 artykułów na temat zdalnego

to send an alarm to the care team by e-mail or text message if the patient's blood pressure falls outside the normal range of values. It is anticipated that wearable technology will significantly enhance the quality of hypertension detection and management by increasing the number of measurements in various settings. This will allow for the accurate detection of phenotypes that have a detrimental effect on cardiovascular prognosis, such as masked hypertension and abnormal blood pressure variability. The interpretation of blood pressure data may be done in the context of everyday stressors and in a variety of situations when frequent blood pressure measurements and the inclusion of additional factors such as environmental monitoring are carried out. This innovative digital approach to hypertension adds to the field of anticipatory medicine, which refers to strategies intended to recognize rising risk and forecast the commencement of cardiovascular events based on a series of data collected over time, thereby allowing for proactive risk-reduction actions to be taken. RPM effectively reduces BP and achieves target BP levels for patients with hypertension [13,14]. High blood pressure (hypertension) is a major risk factor for heart disease, stroke, and other cardiovascular conditions. By monitoring a patient's blood pressure remotely, healthcare providers can detect changes in blood pressure and adjust treatment plans as needed. The superiority of remote patient blood pressure monitoring is shown according to a recent meta-analysis that included 18 articles on remote blood pressure monitoring (all of which were

monitorowania ciśnienia krwi (z których wszystkie były randomizowanymi próbami kontrolowanymi), gdzie średnia ważona dla ciśnienia krwi spadła o 7,07 pkt (SBP) i 5,07 pkt (DBP) w grupie ze zdalnym monitorowaniem ciśnienia krwi, w porównaniu do 3,11 pkt (SBP) i 3,13 pkt (DBP) w grupie kontrolnej [15]. Co więcej, ostatnio przeprowadzone badanie wykazało, że zdalnie monitorowanie ciśnienia krwi i zarządzanie nim znacznie poprawiło kontrolę ciśnienia krwi u pacjentów z ostrym udarem niedokrwinnym. Natomiast intensywne zarządzanie ciśnieniem krwi zmniejszyło ryzyko ponownego udaru o 22% [16,17].

3.2. Monitory kardiologiczne (EKG)

Monitory kardiologiczne wykorzystujące elektrokardiogram (EKG) to kolejny typ urządzenia służącego do monitorowania pacjenta na odległość (RPM) stosowany w kardiologii. EKG to badanie, podczas którego wykonuje się zapis aktywności elektrycznej serca. Monitory EKG można wykorzystywać do wykonania zdalnych pomiarów rytmu serca pacjenta, pozwalając pracownikom służby zdrowia monitorować zmiany rytmu serca zachodzące w czasie. Stosowanie systemów zdalnego monitorowania EKG jako sprzętu medycznego do monitorowania parametrów serca na odległość staje się coraz bardziej popularne. W ostatnich latach systemy zdalnego monitorowania EKG zostały wykorzystane do monitorowania różnego rodzaju chorób serca, a jakość wysyłania i odbierania sygnałów EKG podczas tego zdalnego procesu wciąż rośnie. Dzięki temu monitorowanie różnych chorób serca stało się bardziej dokładne. Mimo wszystko wciąż towarzyszą mu pewne trudności. Monitory EKG mogą mieć formę urządzeń noszonych na ciele lub

randomized controlled trials) where the weighted mean blood pressure dropped by 7.07 points (SBP) and 5.07 points (DBP) in the remote blood pressure monitoring group, compared to 3.11 points (SBP) and 3.13 points (DBP) in the control group [15]. Furthermore, a recent study discovered that remote blood pressure monitoring and management considerably improved blood pressure control in patients with acute ischemic stroke. In contrast, intensive blood pressure management decreased the risk of stroke recurrence by 22% [16,17].

3.2. Electrocardiogram (ECG) monitors

Electrocardiogram (ECG) monitors are another type of remote patient monitoring (RPM) device used in cardiology. An ECG is a test that records the electrical activity of the heart. ECG monitors can be used to measure a patient's heart rhythm remotely, allowing healthcare providers to monitor changes in heart rhythm over time. The use of remote ECG monitoring systems as medical equipment for remote cardiac monitoring is becoming increasingly popular. In recent years, remote ECG monitoring systems have been applied in the monitoring of various kinds of heart diseases, and the quality of the transmission and reception of ECG signals during the remote process has kept advancing. This has allowed for the monitoring of various heart diseases to become more accurate. Having said that, there are still difficulties that accompany it. ECG monitors can be either wearable or non-wearable.

też nie noszonych na ciele. Monitory EKG noszone na ciele mogą być noszone przez pacjentów przez długi czas, co pozwala na nieustanne monitorowanie rytmu serca. Monitory EKG nie przeznaczone do noszenia na ciele są zazwyczaj stosowane w przychodniach i szpitalach, i są mocowane do pacjenta na krótki czas w celu wykonania odczytu [18]. Przykładami monitorów EKG używanych w RPM są:

- Holtery: są to urządzenia noszone na ciele rejestrujące rytm serca pacjenta w sposób ciągły.
- Monitory zdarzeń: te urządzenia także są noszone na ciele; pacjenci noszą je przez kilka tygodni do kilku miesięcy. Są aktywowane przez pacjenta, gdy zarejestrują objawy arytmii i mogą rejestrować rytm serca podczas epizodu.
- Mobilna telemetria serca: jest to technologia umożliwiająca przekazywanie danych EKG w czasie rzeczywistym podmiotowi świadczącemu usługi zdrowotne, pozwalając na natychmiastową interwencję, jeśli zajdzie taka konieczność.

Monitory EKG mogą dać świadczeniodawcom cenne informacje o rytmie serca pacjenta i pomóc wykryć wczesne objawy arytmii i innych schorzeń serca. Mogą być też wykorzystywane do dopasowania planów leczenia do potrzeb i monitorowania skuteczności leczenia w czasie.

3.3. Implanty sercowe

Na przestrzeni wielu dekad stałe, wszczepialne urządzenia elektroniczne stosowane były w kardiologii — najpierw w postaci rozruszników serca, potem zaś w formie kardiowertera-defibrylatora (ICD) i wszczepialnego defibrylatora do terapii resynchronizacji (CRT-D). Urządzenia te są

Wearable ECG monitors can be worn by patients for extended periods, allowing for continuous monitoring of heart rhythm. Non-wearable ECG monitors are typically used in clinics or hospitals and are attached to the patient for a short period to take a reading [18]. Some examples of ECG monitors used in RPM include:

- Holter monitors: These are wearable devices that record the patient's heart rhythm continuously.
- Event monitors: These are also wearable devices that patients wear for several weeks to months. They are activated by the patient when they feel symptoms of arrhythmia and can record the heart rhythm during the episode.
- Mobile cardiac telemetry: is a technology that enables the transmission of ECG data in real time to a healthcare provider, allowing for immediate intervention if necessary.

ECG monitors can provide valuable information to healthcare providers about a patient's heart rhythm and can help detect early signs of arrhythmia or other cardiac conditions. They can also be used to adjust treatment plans as needed and monitor treatment effectiveness over time.

3.3. Implantable cardiac devices

Over many decades, permanent implantable electronic devices have been utilized in cardiology—first as cardiac pacemakers, then as implantable cardiac cardioverter defibrillators (ICDs) and cardiac resynchronization therapy devices (CRT-Ds). These devices are

chirurgicznie wszczepiane do ciała pacjenta i stosowane do monitorowania i leczenia różnych schorzeń serca. Urządzenia te, takie jak rozruszniki serca czy wszczepialne kardiowertery-defibrylatory, mogą być monitorowane zdalnie w celu wykrycia zmian w rytmie serca pacjenta i dostosowania leczenia zależnie od potrzeb. Pacjenci posiadający wszczepione do serca urządzenia elektroniczne często muszą stawiać się na zaplanowane, rutynowe wizyty obejmujące pobyt w szpitalu. Co więcej, obecnie są monitorowani na odległość. Pacjenci z grupy bardzo wysokiego ryzyka pogorszenia zdrowia mogą być sprawdzani i poddani selekcji z użyciem bezcennej technologii zwanej monitoringiem zdalnym wszczepionych do serca urządzeń elektronicznych. Najbardziej podstawową metodą monitorowania pacjenta na odległość jest gromadzenie danych z istniejącego, wszczepionego urządzenia za pomocą przekaźnika i technologii komunikacyjnej, pozwalających na transfer danych na odległość. Opracowano ostatnio funkcję smartfona umożliwiającą łączność z wszczepionymi urządzeniami przez Bluetooth [19]. Zasadniczo stosowanie środków monitoringu zdalnego może prowadzić do spadku liczby wizyt w szpitalach i przychodniach, a także natychmiastowego wykrywania złych zdarzeń. W konsekwencji RPM powinno zaowocować niższymi kosztami leczenia, wyższymi wskaźnikami przeżywalności lub co najmniej poprawioną jakością życia [20]. Wykonana ostatnio meta-analiza, która objęła pacjentów, którzy mieli zarówno wszczepione do serca urządzenia elektroniczne i urządzenia noszone na ciele wykazała, że zdalny monitoring pacjenta znacznie zwiększa wykrywanie przypadków arytmii przedsionków i w ogromny sposób obniża ryzyko udaru [21]. Wpływ ten można przypisać krótszemu czasowi,

surgically implanted into the patient's body and are used to monitor and treat various cardiac conditions. These devices, such as pacemakers and implantable cardioverter defibrillators, can be remotely monitored to detect changes in a patient's heart rhythm and adjust treatment as needed. Patients with cardiac implanted electronic devices are often scheduled for routine in-hospital visits. In addition to that, they are now being remotely monitored. Patients at a very high risk of deterioration can be screened and triaged using an invaluable technology called remote monitoring of cardiac implanted electronic devices. The most basic method of remote patient monitoring is to collect data from an existing implanted device using a transmitter and communication technology that permits remote data transfer. Recently, a smartphone feature that allows Bluetooth connectivity with implanted devices was developed [19]. In principle, the use of remote monitoring measures may lead to fewer hospital or clinic visits and prompt detection of bad occurrences. As a consequence, RPM should result in a reduction in the cost of treatment, increased survival rates, or at the very least, an improvement in the quality of life [20]. A recent meta-analysis that included patients who had both cardiac implanted electronic devices and wearable devices found that remote patient monitoring considerably boosts the detection rate of atrial arrhythmia and greatly lowers the risk of stroke [21]. The impact could be attributable to a shorter time that elapses between an incident and a clinical decision being made. In addition to detecting clinical

jaki mija między zdarzeniem a podjęciem decyzji klinicznej. Dodatkowo, poza wykrywaniem arytmii klinicznych, zdalne monitorowanie pacjentów może wskazać epizody szybkiego rytmu przedsionków, jak również subkliniczne przypadki migotania przedsionków [22].

Istnieje kilka typów wszczepianych do serca urządzeń, w tym:

- Rozruszniki serca: urządzenia pomagające regulować bicie serca poprzez wysyłanie impulsów elektrycznych do serca. Zazwyczaj stosowane w celu leczenia bradykardii – schorzenia polegającego na zbyt wolnym biciu serca.
- Wszczepialne kardiowertery-defibrylatory (ICD): urządzenia, które potrafią wykryć i leczyć zagrażające życiu arytmie poprzez wysyłanie do serca szoku elektrycznego. Zazwyczaj stosowane w celu leczenia częstoskurczu komorowego i migotania komór serca.
- Wszczepialne defibrylatory do terapii resynchronizacji (CRT) devices: mogą pomóc poprawić funkcję pompowania serca w pacjentach chorujących na niewydolność serca. Wysyłają impulsy elektryczne do obu stron serca, aby synchronizować jego skurcze.

Wszczepiane do serca urządzenia można zaprogramować w sposób umożliwiający wysyłanie danych w sposób zdalny do świadczeniodawcy, tym samym umożliwiając nieustanne monitorowanie rytmu serca pacjenta i funkcjonowania urządzenia. Dane te mogą dostarczać cennych informacji na temat zdrowia serca pacjenta i mogą pomóc wykryć wczesne oznaki nieprawidłowego działania urządzenia czy innych problemów z sercem. Wykazano, że ryzyko śmierci z każdej przyczyny oraz potrzeba hospitalizowania były znacznie niższe w meta-analizie pacjentów

arrhythmias, remote patient monitoring is able to identify atrial high-rate events as well as subclinical cases of atrial fibrillation [22].

There are several types of implantable cardiac devices, including:

- Pacemakers: are devices that help regulate the heartbeat by sending electrical impulses to the heart. They are typically used to treat bradycardia, a condition where the heart beats too slowly.
- Implantable cardioverter defibrillators (ICDs): are devices that can detect and treat life-threatening arrhythmias by delivering an electrical shock to the heart. They are typically used to treat ventricular tachycardia and ventricular fibrillation.
- Cardiac resynchronization therapy (CRT) devices: can help improve the pumping function of the heart in patients with heart failure. They send electrical impulses to both sides of the heart to synchronize its contractions.

Implantable cardiac devices can be programmed to transmit data remotely to healthcare providers, allowing for continuous monitoring of the patient's heart rhythm and device function. This data can provide valuable information on a patient's cardiac health and can help detect early signs of device malfunction or other cardiac problems. The risk of death from any cause and the need for hospitalization was shown to be considerably lower in a meta-analysis of patients who had heart failure (HF) with an implantable cardioverter defibrillator (ICD) with telemonitoring capabilities [23]. Both

cierpiących na niewydolność serca (HF), którzy mieli wszczepiony kardiowerter-defibrylator (ICD) z funkcją telemonitoringu [23]. Zarówno eksperyment ALTITUDE, jak i eksperyment EFFECT dały względnie porównywalne wyniki [24,25]. W świetle przedstawionych powyżej badań zdalne monitorowanie wszczepionych urządzeń jest zalecane w przypadku pacjentów cierpiących na niewydolność serca i niską frakcję wyrzutową, pacjentów cierpiących na niewydolność serca z podejrzeniem migotania przedsionków, a także w przypadkach, w których wiadomo, że występują problemy techniczne z urządzeniem czy jakimkolwiek z jego elementów składowych. Okazało się, że zdalny monitoring prowadzi do obniżenia wydatków bez narażenia szans pacjenta na przeżycie. Biorąc pod uwagę wciąż rosnącą liczbę ludzi cierpiących na niewydolność serca i ilość zasobów finansowych i ludzkich, jakie potrzebne są do wykrywania i leczenia tych osób, wynik ten sam w sobie jest bardzo istotny [26].

3.4. Noszone na ciele trackery do śledzenia aktywności fizycznej

Technologie noszone na ciele, obejmujące komercyjnie dostępne technologie zdrowotne, takie jak smartfony czy smartwatche, mobilne dodatki, trackery aktywności i aplikacje eHealth są coraz łatwiej dostępne i coraz powszechniej stosowane zarówno w czasie wypoczynku, jak i w branży opieki zdrowotnej w celu pomiaru pulsu, wysycenia, śledzenia aktywności fizycznej/sportowej, a czasem także wykonywania odczytów EKG. Najpopularniejsze są modele jednokanałowe, ale dostępne są też warianty 6-kanałowe. Niektóre rozwiązanie oparte na wykorzystaniu smartfona (stosujące układ czujników dioda-kamera) wykazały

the ALTITUDE and EFFECT experiments produced relatively comparable findings [24,25]. In light of the research presented above, the remote monitoring of implantable devices is recommended in patients with heart failure and a low ejection fraction, in patients with heart failure who have a suspicion of atrial fibrillation, and in cases where there are known technical issues with the device or any of its components. It was discovered that remote monitoring leads to decrease expenses without putting a patient's chance of survival in danger. Given the ever-increasing number of people suffering from heart failure and the amount of financial and human resources that are required to detect and treat these individuals, this result, on its own, is a highly significant one [26].

3.4. Wearable fitness trackers

Wearable technologies, which include commercially available health technologies like smartphones and smartwatches, mobile add-ons, activity trackers, and eHealth applications, are increasingly available and used in both the leisure and healthcare sectors for pulse, saturation, fitness/activity tracking, and sometimes even an ECG recording. Single-lead models are the most common, but 6-lead variants are also available. Some smartphone-based designs (using diode-camera sensor systems) have demonstrated over 90% accuracy, sensitivity, and specificity in detecting atrial fibrillation and

dokładność, czułość i swoistość w wykrywaniu migotania przedsionków i przedwczesnych skurczów przedsionka i komory poziomie ponad 90% [27]. Powszechne przyjęcie technologii HR i śledzenia aktywności fizycznej otworzyło możliwości gromadzenia danych fizjologicznych od dużych populacji w społeczeństwie, wcześniej dostępnych jedynie w populacjach pacjentów w kontekście świadczenia usług zdrowotnych. W kardiologii trackery noszone na ciele, służące do śledzenia aktywności fizycznej mogą być stosowane do monitorowania pacjentów cierpiących na choroby serca, takie jak niewydolność serca, arytmia i nadciśnienie. Poprzez śledzenie aktywności fizycznej i tętna pracownicy służby zdrowia mogą oceniać ogólne zdrowie układu krążenia pacjenta i wykryć zmiany następujące z czasem. Nawet te urządzenia, które pozwalają wyłącznie na jednocanałowy odczyt EKG mogą okazać się użyteczne, zwłaszcza dla pacjentów z chorobami takimi jak migotanie przedsionków (AF), co jest widoczne w każdym kanale [28]. Urządzenia mobilne certyfikowane w kierunku wykrywania migotania przedsionków są już dostępne, a ich odczyty okazały się dokładne. Oparta na działaniu smartwatcha metoda pozwoliła na skuteczne wykrywanie nieregularnego rytmu serca w 0,5% próby badawczej podczas badania Apple Heart Study (które objęło 419 237 pacjentów). Technologia EKG także została włączona do Apple iWatch (Apple Inc., Cupertino, Kalifornia), przy czym udowodniono już, że wykazała ona niesamowitą czułość (87%) i swoistość (97%) w wykrywaniu pacjentów z niemyim migotaniem przedsionków. Opracowany w następstwie zdalny monitoring EKG wykorzystujący patch skutecznie przeprowadzony na 450 pacjentach z nieprawidłowym HR wykazał, że 33%

premature atrial and premature ventricular contractions [27]. The widespread adoption of HR and fitness tracking technologies has created opportunities for collecting physiological data from large populations in the community that were previously only available in patient populations within the context of healthcare provision. In cardiology, wearable fitness trackers can be used to monitor patients with heart conditions, such as heart failure, arrhythmia, and hypertension. By tracking physical activity and heart rate, healthcare providers can assess a patient's overall cardiovascular health and detect changes over time. Devices allowing even a single-lead ECG recording can prove useful, especially for patients with conditions such as atrial fibrillation (AF), which are visible in every lead [28]. Mobile devices certified to detect AF are already available and their reads have been proven accurate. A method based on smartwatches successfully identified irregular heart rhythms in 0.5 percent of the research sample during the Apple Heart Study (consisting of 419,237 patients). ECG technology has also been added to the Apple iWatch (Apple Inc., Cupertino, California), and it has already been proven to exhibit outstanding sensitivity (87%) and specificity (97%) in detecting patients with silent atrial fibrillation. The subsequent patch-based remote ECG monitoring, which was successfully done in 450 patients with abnormal HR, found that 33% of those instances were affected by AF [29,30]. The accessibility of low-cost and high-volume physiological data collected from the general population also presents a distinct set

miało migotanie przedsionków [29,30]. Dostępność dużej objętości nisko kosztowych danych fizjologicznych gromadzonych od ogólnej populacji stwarza też szereg szczególnych przeszkód. Obecnie nie istnieją wytyczne medyczne dotyczące tego jak i kiedy powinny być stosowane dane pochodzące z urządzeń noszonych na ciele w profilaktyce pierwotnej i wtórnej. Niemniej jednak, liczba pacjentów dostarczających swoim świadczeniodawcom danych pochodzących z urządzeń noszonych na ciele wciąż rośnie [31]. Podczas gdy większość ludzi stosujących urządzenia noszone na ciele jest względnie młoda, w dobrym stanie zdrowia i przynależy do bardziej majątnych grup społeczno-demograficznych, istnieje taka możliwość, że urządzenia noszone na ciele mogą przynieść nawet więcej korzyści osobom starszym i tym z grupy wyższego ryzyka. Urządzenia noszone na ciele mogą także przynosić korzyści z uwagi na fakt, iż podnoszą świadomość pacjentów na temat zdrowia, demokratyzują dostępność danych zdrowotnych i zachęcają pacjentów do udziału. Stosowanie ciągłego monitoringu może nieść ze sobą potencjał wykrywania czynników ryzyka i rozwijających się chorób na wcześniejszym etapie ciągu przyczynowo skutkowego, co może stworzyć okoliczności sprzyjające innowacyjnym zastosowaniom zarówno w prewencji, jak i badaniach klinicznych. Należy jednak pamiętać, że wiele z tych urządzeń nie ma jak dotąd odpowiedniej akredytacji i wykazuje wysokie ryzyko błędnego pomiaru [32–34].

3.5. Pulsoksymetry

Pulsoksymetry mogą być stosowane w celu mierzenia pulsu i poziomu wysycenia krwi tlenem (saturacji tlenem). W kardiologii urządzenia te można stosować do

of obstacles. There are currently no medical guidelines on how and when to use data from wearables in primary and secondary prevention. However, the number of patients who present their healthcare providers with data from wearables is constantly increasing [31]. While most people who use wearable devices are relatively young, in good health, and belong to more affluent sociodemographic groups, there is a possibility that wearables might be of even greater benefit to older people and people who are more at risk. Wearables may also be beneficial because they raise patients' health awareness, democratize the availability of health data, and encourage patient participation. The use of continuous monitoring may give the potential for detecting risk factors and illness development earlier in the causative pathway, which may create opportunities for innovative applications in both the field of preventive and clinical research. However, it should be remembered that many of these devices do not have the appropriate accreditation so far and they have a high risk of measurement errors [32–34].

3.5. Pulse oximeters

Pulse oximeters can be used to measure pulse and blood oxygen levels (oxygen saturation). In cardiology, these devices can be used to monitor

monitorowania pacjentów z chorobami układu oddechowego czy układu krążenia, takimi jak przewlekła obturacyjna choroba płuc (COPD), astma, niewydolność serca czy zapalenie płuc. Monitorowanie saturacji krwi pacjenta tlenem w sposób zdalny umożliwi pracownikom służby zdrowia wykryć potencjalne problemy i dostosować plan leczenia według potrzeb. Pulsoksymetr emituje czerwone (660 nm) i podczerwone (940 nm) światło. Hemoglobina i oksyhemoglobina pochłaniają je w odmienny sposób. Umożliwia to temu urządzeniu ocenę poziomu wysycenia tlenem, co następnie wyświetlane jest jako wartość procentowa. Pulsoksymetry mogą być noszone na ciele, bądź też nie. Modele noszone na ciele mogą być noszone przez pacjentów, zazwyczaj na nadgarstku, przez długi czas. Pozwala to na nieustanny monitoring. Pulsoksymetry nienoszone na ciele są zazwyczaj stosowane w przychodniach i szpitalach. Są one przyczepiane pacjentowi na krótki czas wykonania odczytu i zazwyczaj zaprojektowane są w taki sposób, aby pasowały na opuszek palca. Pulsoksymetry są prostym, ale przy tym ważnym narzędziem w RPM, zwłaszcza dla pacjentów z chorobami układu oddechowego lub układu krążenia. Mogą dostarczać cennych informacji o wysyceniu krwi pacjenta tlenem i pomóc wykryć wczesne oznaki różnych chorób. Mogą być też stosowane do dopasowania planów leczenia według potrzeb i monitorowania skuteczności leczenia w czasie [35].

patients with respiratory or cardiovascular conditions, such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD), asthma, heart failure, or pneumonia. By monitoring a patient's oxygen saturation remotely, healthcare providers can detect potential problems and adjust treatment plans as needed. Pulse oximeter emits red (660 nm) and infrared (940 nm) lights. Hemoglobin and oxyhaemoglobin absorb these differently. That enables the device to evaluate the oxygen saturation, which is displayed as a percentage afterwards. Pulse oximeters can be either wearable or non-wearable. Wearable models can be worn by patients, typically on the wrist, for extended periods of time. This allows continuous monitoring. Non-wearable pulse oximeters are typically used in clinics or hospitals. They are attached to the patient for a short period to take a reading and are usually designed to fit on a fingertip. Pulse oximeters are simple but important tool in RPM, especially for patients with respiratory or cardiovascular conditions. They can provide valuable information about the patient's oxygen saturation and can help detect early signs of certain conditions. They can also be used to adjust treatment plans as needed and monitor treatment effectiveness over time [35].

4. Definicja pojęcia grup telemedycznych

4.1. Konsultacje na odległość

Telemedycyna pozwala lekarzom prowadzić konsultacje z pacjentami na odległość, oszczędzając tym samym czas i wydatki na podróż do przychodni czy szpitala. Może to być szczególnie korzystne dla pacjentów mieszkających w obszarze wiejskim czy znacznie oddalonym. Zdalne konsultacje, znane też pod nazwą telekonsultacji, konsultacji wirtualnych czy konsultacji telemedycznych, są rodzajem zdalnego monitorowania pacjenta (RPM), który umożliwia pacjentom otrzymanie opieki medycznej i porady pracownika służby zdrowia za pośrednictwem technologii komunikacji cyfrowej, takiej jak wideokonferencja, aplikacje do przesyłania wiadomości czy urządzenia monitorujące na odległość. Pacjenci mogą skontaktować się z pracownikiem służby zdrowia ze swojego domu, tym samym eliminując konieczność podróży i zmniejszając ryzyko ekspozycji na zakażenia. W kardiologii technologia ta pozwala świadczeniodawcy ocenić i leczyć pacjentów mających schorzenia układu krążenia na odległość. Podczas telekonsultacji pacjenci mogą omówić swoje objawy i uzupełnić wywiad medyczny z pracownikiem służby zdrowia, który może przejrzeć dokumentację medyczną pacjenta, przeprowadzić wirtualne badanie fizykalne, ocenić wyniki badań diagnostycznych i zaoferować poradę medyczną i plan leczenia. Wirtualne konsultacje mogą też być stosowane do monitorowania pacjentów z chorobami przewlekłymi, takimi jak nadciśnienie i niewydolność serca. Pacjenci mogą stosować urządzenia RPM w celu dokonania pomiarów, którymi mogą podzielić się

4. Definition of Telemedicine Groups

4.1. Remote consultations

Telemedicine allows doctors to consult with patients remotely, saving them the time and expense of traveling to a clinic or hospital. This can be especially beneficial for patients who live in rural or remote areas. Remote consultations, also known as teleconsultations, virtual consultations or telemedicine consultations, are a type of remote patient monitoring (RPM) that allow patients to receive medical care and advice from healthcare providers through digital communication technology, such as video conferencing, messaging apps and remote monitoring devices. Patients can connect with healthcare providers from the comfort of their homes, eliminating the need for travel and reducing the risk of exposure to infections. In cardiology, this technology allows healthcare providers to remotely evaluate and treat patients with cardiovascular conditions. During a teleconsultation, patients can discuss their symptoms and medical history with a healthcare provider, who can review patient medical records, conduct a virtual physical examination, review diagnostic test results, and provide medical advice and treatment plans. Virtual consultations can also be used to monitor patients with chronic conditions, such as hypertension or heart failure. Patients can use RPM devices to take measurements, which can be shared with healthcare providers afterwards. Teleconsultations can be beneficial for both patients and healthcare

później z pracownikami służby zdrowia. Telekonsultacje mogą być korzystne zarówno dla pacjenta, jak i świadczeniodawcy: zmniejszają czas oczekiwania i umożliwiają świadczeniodawcy leczenie większej ilości pacjentów. Inne, płynące z nich korzyści obejmują większy dostęp do opieki, niższe koszty opieki zdrowotnej i lepsze wyniki leczenia [36].

4.2. Opinia specjalistyczna na odległość

Oprócz podstawowej opieki zdrowotnej w złożonych zaburzeniach układu krążenia, oferuje ona także drugą opinię poprzez wideokonsultacje prowadzone w czasie rzeczywistym pomiędzy kardiologiem a lekarzem pierwszego kontaktu. Wirtualna wideokonferencja wielodyscyplinarnego zespołu (MDT) jest jednym z rodzajów tele-ekspertyzy pozwalającym lekarzom pierwszego kontaktu czy kardiologom-klinicyzom na zdalne komunikowanie się w czasie rzeczywistym z lekarzami innych specjalizacji, takimi jak radiolodzy i kardiotorakochirurdzy. Po uprzednim, trafnym skierowaniu pacjenta, zespół ekspertów współpracuje celem opracowania prawidłowej diagnozy i planów leczenia złożonych chorób serca, bez zbędnego przekazywania sobie pacjentów czy personelu medycznego [37].

4.3. Diagnoza na odległość w sytuacjach krytycznych

Usługa szybkiej oceny kardiologicznej to zdalna diagnoza w sytuacjach krytycznych zwana telediagnozą w sytuacjach krytycznych. Tego rodzaju diagnoza wykonywana jest dla pacjentów z podejrzeniem zdarzeń kardiologicznych zagrażających życiu po ocenieniu ich przez lekarza pierwszego

providers: reducing wait times and enabling healthcare providers to see more patients. Their other benefits include increased access to care, lowered healthcare costs, and improved patient outcomes [36].

4.2. Remote expertise

In addition to primary care for complicated cardiovascular disorders, it offers a second opinion through real-time video consultation between a cardiologist and a general practitioner. The virtual video multidisciplinary team (MDT) conference is one type of tele-expertise that allows general practitioners or clinical cardiologists to communicate remotely and in real-time with physicians from other specialities, such as radiologists and cardiothoracic surgeons. Upon proper patient referral, a team of experts collaborates to provide correct diagnosis and treatment plans for complex cardiac conditions, avoiding unnecessary transfers of patients or medical staff [37].

4.3. Remote emergency diagnosis

A rapid cardiology assessment service is a remote emergency diagnosis called emergency telediagnosis. This type of diagnosis is performed on patients with suspected life-threatening cardiac events after they have been evaluated initially by general practitioners (GPs) or Emergency Medical Service (EMS).

kontaktu lub ratownika medycznego. Każdy odczyt EKG wykonany przez zespół ratowników medycznych może zostać wysłany na oddział kardiologii interwencyjnej, gdzie może zostać oceniony przez specjalistę wspierającego leczenie w sposób zdalny. Jest to ukierunkowane na pacjentów cierpiących na ostre objawy typu bóle w klatce piersiowej, palpacje, omdlenia czy duszność, i może pomóc zapobiegać niepotrzebnemu przyjmowaniu pacjentów do szpitala bez wcześniejszej potrzeby [38]. Każdy pacjent powinien domyślnie zostać przyjęty na najbliższy (pod względem czasu trwania dojazdu) szpitalny oddział ratunkowy. W przypadku pacjentów z zawałem mięśnia sercowego, proces przekazania danych na odległość przewiduje pominięcie tego kroku przez zespół ratowniczy i przetransportowanie pacjenta bezpośrednio na oddział kardiologii interwencyjnej. Może on także podać dodatkowe leki. W efekcie pacjent może otrzymać pomoc szybciej, zaś postępowanie martwicy mięśnia sercowego powinno zostać ograniczone. Ponad 20 lat temu telediagnostyka w sytuacjach krytycznych była stosowana w paru głównych sieciach angioplastyki. Obejmowało to przekazanie elektrokardiogramu (EKG) wraz z bezpośrednią komunikacją głosową między karetką pogotowia a centrum koordynującym. Odkryto, że pominięcie blisko położonego oddziału ratunkowego w celu przetransportowania pacjenta do placówki podstawowej opieki zdrowotnej może zwiększyć poziom pewności załogi karetki pogotowia co do jej zdolności opieki nad pacjentem. Główny operator medyczny może też powiadomić pracownię hemodynamiczną, że nowy pacjent STEMI jest już w drodze, podając informacje typu obszar, status hemodynamiczny pacjenta i możliwe

Every ECG taken by the EMS team can be sent to the interventional cardiology ward, where it can be evaluated by a specialist who supports the treatment remotely. This is geared toward patients who complain of acute symptoms such as chest pain, palpitations, syncope, and dyspnea, and it may prevent patients from being admitted to the hospital unnecessarily until they reach that setting [38]. By default, every patient should be taken to the nearest (in terms of time) emergency department. In patients with myocardial infarction, teletransmission allows the EMS team to skip this step and transport the patient directly to the interventional cardiology ward. They can also administer additional drugs. As a result, the patient can receive help faster and the progression of the muscle necrosis of their heart should be restricted. More than 20 years ago, emergency telediagnosis was used in several main angioplasty networks. This involved the transmission of the electrocardiogram (ECG) together with direct vocal communication between the ambulance and the coordinating center. It has been discovered that skipping an emergency department that is close in order to transport a patient to a primary care facility may boost the mobile ambulance crew's level of confidence in their ability to care for the patient. It was also possible for the central allocation medical operator to alert the emergency catheterization laboratory that a new STEMI patient was on their way, providing details such as the territory of interest, the patient's hemodynamic status, and any possible comorbidities.

choroby współistniejące. Zapewniłoby to przygotowanie wszystkiego do czasu pojawienia się pacjenta [39,40]. Czas potrzebny na przetransportowanie pacjenta do pracowni hemodynamicznej można skrócić o połowę dzięki zastosowaniu 12-kanalowego EKG uzyskanego poza szpitalem [41]. Co więcej, lekarze pierwszego kontaktu w sąsiadujących obszarach Wielkiej Brytanii już czerpią korzyści z wiedzy kardiologicznej uzyskanej zdalnie od szpitali uniwersyteckich. Pomoc ta udzielana jest za pośrednictwem poczty elektronicznej, przez kardiologa na telefon lub wyznaczonego, przeszkolonego kardiologa, który uważnie ocenia przypadki (w tym EKG) i udziela odpowiedzi lekarzowi pierwszego kontaktu w celu podjęcia dalszych decyzji [42].

4.4. Telemonitoring

Telemonitoring skupia się na osobach z grupy wysokiego ryzyka cierpiących na choroby przewlekłe – niewydolność serca, nadciśnienie tętnicze i arytmie. Jest to najszybciej rozwijający się obszar telekardiologii oparty o wykorzystanie biosensorów/urządzeń noszonych na ciele lub wszczepionych do organizmu, które gromadzą dane od pacjentów, takie jak parametry układu krążenia: masę ciała, ciśnienie krwi, rytm serca, puls, glikemię, wysycenie tlenem oraz ciśnienie w lewej komorze. Noszone na ciele pacjentów gadzety wysyłają powiadomienia czy sygnał alarmowy prosto do ich kardiologa. Badania diagnostyczne pełnią kluczową rolę w zdalnym monitorowaniu pacjentów (RPM) w przypadkach chorób układu krążenia [43]. Do standardowych testów diagnostycznych stosowanych w RPM dla celów kardiologicznych należą:

- Elektrokardiogram (EKG)- 3-6-12- kanałowe EKG może zostać

This would ensure that everything was in place and ready to go by the time the patient arrived [39,40]. The time it takes to get a patient into the catheterization lab can be cut in half using a 12-lead ECG obtained outside the hospital [41]. In addition, general practitioners in the surrounding areas of the United Kingdom already benefit from the remote cardiac knowledge provided by university hospitals. This assistance is provided by email, with an on-call cardiologist or designated trained cardiologist carefully assessing the cases (including the ECG) and replying to primary care for the purpose of a decision-making process [42].

4.4. Telemonitoring

Telemonitoring focuses on high-risk individuals with chronic diseases- heart failure, systemic hypertension and arrhythmias. It is the fastest growing area of telecardiology and is based on wearable or implanted biosensors/ devices that gather data from patients, such as cardiovascular parameters: body weight, blood pressure, heart rhythm, heart rate, glycemia, oxygen saturation, and left atrial pressure. Patients' wearable gadgets provide alerts or alarms straight to their cardiologist. Diagnostic testing plays an essential role in remote patient monitoring (RPM) for patients with cardiovascular conditions [43]. Some standard diagnostic tests used in RPM for cardiology include:

- Electrocardiogram (ECG)- 3-6-12-lead ECG can be performed remotely using portable ECG

wykonane zdalnie przy użyciu przenośnych monitorów EKG, z których pacjenci mogą korzystać w domu. Dane są następnie przekazywane świadczeniodawcy do analizy i interpretacji. Może to pomóc wykryć nieregularne bicie serca, takie jak arytmie, oraz zdiagnozować atak serca, niewydolność serca czy inne schorzenia serca.

- Monitor typu holter: holtery są przenośnymi urządzeniami, które zapisują aktywność serca pacjenta. Dane są następnie przekazywane świadczeniodawcy do analizy i interpretacji. Monitorowanie z użyciem haltera może pomóc wykryć arytmie i inne nieprawidłowości w rytmie serca.
- Monitorowanie ciśnienia krwi: Zdalne monitory ciśnienia krwi mogą być stosowane w celu monitorowania ciśnienia krwi pacjenta w czasie. Może to pomóc wykryć nadciśnienie i inne schorzenia związane z ciśnieniem krwi.
- Zdalny echokardiogram: Niektóre nowsze urządzenia RPM mogą być używane do zdalnego wykonywania echokardiogramów. Pacjenci mogą stosować trzymanego w ręce urządzenia w celu wykonania badania, podczas gdy pracownik służby zdrowia prowadzi ich przez proces podczas wideorozmowy. Wynik badania jest następnie przekazywany pracownikowi służby zdrowia do analizy i interpretacji.

Techniki wykorzystania telemonitoringu w badaniach profilaktycznych są zarówno oportunistyczne, jak i metodyczne. Telemonitorowanie osób zostało usprawnione przez oportunistyczne urządzenia noszone na ciele, takie jak smartwatche, telefony komórkowe i krokomierze, szczególnie wśród

monitors that patients can use at home. The data is then transmitted to healthcare providers for analysis and interpretation. This can help detect irregular heartbeats, such as arrhythmias, and can help diagnose heart attacks, heart failure, and other cardiac conditions.

- Holter monitor: Holter monitors are portable devices that record a patient's heart activity. The data is then transmitted to healthcare providers for analysis and interpretation. Holter monitoring can help detect arrhythmias and other heart rhythm abnormalities.
- Blood pressure monitoring: Remote blood pressure monitors can be used to monitor a patient's blood pressure over time. This can help detect hypertension and other blood pressure-related conditions.
- Remote echocardiogram: Some newer RPM devices can be used to perform remote echocardiograms. Patients can use a handheld device to complete the exam while a healthcare provider guides them through the process via video call. The images are then transmitted to healthcare providers for analysis and interpretation.

Telemonitoring screening techniques are opportunistic as well as methodical. Individual telemonitoring has been improved by opportunistic wearable devices such as smartwatches, cellphones, and pedometers, particularly among those under the age of 65, although few uses have been verified in medical treatment. Before the

osób poniżej 65 roku życia, choć są też przypadki zastosowań w opiece medycznej. Przed pandemią SARS-CoV-2 w telemonitoringu poczyniono znaczne postępy, obejmujące zintegrowanie wszczepianych biosensorów z urządzeniami noszonymi na ciele w celu bardziej dokładnej i aktualnej ocenie parametrów. Badania diagnostyczne w RPM mogą przynieść parę korzyści, w tym wczesne wykrywanie chorób serca, częstszy monitoring parametrów życiowych oraz obniżone koszty opieki zdrowotnej poprzez wyeliminowanie konieczności odbywania wizyt „twarzą w twarz”. Przykładowo, telemonitoring niewydolności serca zmniejszył śmiertelność ogólną o 15%-40%, zaś hospitalizację związaną z niewydolnością serca o 14%-36% [44]. Co więcej, w porównaniu ze zwykłą opieką, telemonitoring dla pacjentów z niewydolnością serca wiązał się ze znaczną redukcją kosztów wynoszącą od 1,6% do 68,3% [45].

4.5. Teleopieka dotycząca udaru

W obszarze kardiologii telemedycyna stosowana jest również w celu świadczenia zdalnej opieki medycznej dla pacjentów cierpiących na zakrzepy z zatorami czy zaburzenia krzepliwości krwi. Schorzenia te obejmują udary niedokrwienne i krwotoczne. Teleopieka dotycząca udaru to typ telemedycyny, który oferuje pomoc dla pacjentów po udarze w formie szybkiej oceny, diagnozy i leczenia przez specjalistyczny zespół zajmujący się udarami, za pomocą technologii telekomunikacyjnych. Udar to nagła sytuacja medyczna wymagająca natychmiastowego leczenia, zaś teleopieka po udarze może pomóc poprawić dostęp do specjalistycznej opieki i skrócić czas potrzebny na diagnozowanie udaru. Podczas telekonsultacji dotyczącej udaru specjalista

SARS-CoV-2 pandemic, telemonitoring had advanced dramatically, with implanted biosensors being integrated to wearable devices for more accurate and novel parameter evaluation. Diagnostic testing in RPM can provide several benefits, including early detection of cardiac conditions, more frequent monitoring of vital signs, and reduced healthcare costs by eliminating the need for in-person appointments. For example, heart failure telemonitoring reduced all-cause mortality by 15%-40% and heart failure-related hospitalizations by 14%-36% [44]. Moreover, compared with usual care, telemonitoring for patients with heart failure was associated with significant cost reductions, ranging from 1.6%-68.3% [45].

4.5. Telestroke care

In the field of cardiology, telemedicine is also applied to provide remote medical treatment for patients who suffer from thromboembolic and hemorrhagic disorders. These conditions include ischemic and hemorrhagic strokes. Telestroke care is a type of telemedicine that helps stroke patients to receive timely evaluation, diagnosis and treatment by a specialized stroke team through the use of telecommunication technology. A stroke is a medical emergency that requires immediate treatment, and telestroke care can help improve access to specialized care and reduce the time it takes to diagnose and treat stroke. During a telestroke consultation, a remote stroke specialist

ds. udaru stosuje metodę wideokonferencji w celu oceny objawów pacjenta i jego statusu neurologicznego, dokonania przeglądu obrazów diagnostycznych z np. tomografii komputerowej i zaproponować leczenie. Teleopieka dotycząca udaru może także obejmować zdalny monitoring parametrów życiowych oraz statusu neurologicznego przy użyciu czujników i urządzeń noszonych na ciele [46]. Niektóre korzyści teleopieki dotyczącej udaru obejmują:

- Szybą ocenę i leczenie: teleopieka dotycząca udaru umożliwi pacjentom szybkie otrzymanie specjalistycznej opieki dotyczącej udaru bez względu na ich lokalizację, co może poprawić wyniki leczenia.
- Większy dostęp do opieki specjalistycznej: pacjenci w obszarach wiejskich czy słabo rozwiniętych mogą nie mieć dostępu do specjalistycznej opieki dotyczącej udaru, zaś teleopieka dotycząca udaru może pomóc wypełnić tę lukę.
- Niższe koszty opieki zdrowotnej: teleopieka dotycząca udaru może zredukować koszty opieki zdrowotnej poprzez wyeliminowanie konieczności przenoszenia do centrum specjalizującego się w opiece medycznej po udarach czy podróży do placówki opieki zdrowotnej.
- Lepsze wyniki leczenia: wczesne wykrycie i leczenie udaru może poprawić wyniki leczenia pacjenta i zmniejszyć ryzyko długotrwałej utraty sprawności.

Niemniej jednak, należy zauważyć, że teleopieka dotycząca udaru nie powinna zastąpić opieki świadczonej osobiście wtedy, gdy jest to niezbędne. Pacjenci z ciężkimi lub nagłymi objawami udaru powinni szukać

uses videoconferencing to evaluate the patient's symptoms and neurological status, review diagnostic images such as CT scans, and provide recommendations for treatment. Telestroke care can also include remote monitoring of vital signs and neurological status using sensors and wearable devices [46]. Some benefits of telestroke care include:

- Timely evaluation and treatment: Telestroke care enables patients to receive specialized stroke care quickly, regardless of their location, which can improve patient outcomes.
- Increased access to specialized care: Patients in rural or underserved areas may not have access to specialized stroke care, and telestroke care can help bridge this gap.
- Reduced healthcare costs: Telestroke care can reduce healthcare costs by eliminating the need for transfer to a specialized stroke center or travel to a healthcare facility.
- Improved patient outcomes: Early detection and treatment of stroke can improve patient outcomes and reduce the risk of long-term disability.

However, it's important to note that telestroke care should not replace in-person care when necessary. Patients with severe or emergent stroke symptoms should seek immediate medical attention in-person. Telestroke care should be used as a supplement to, not a replacement for, traditional in-person stroke care. Overall, telemedicine has the potential to

natychmiastowej opieki medycznej świadczonej osobiście. Teleopieka dotycząca udaru powinna być stosowana jako dodatek do tradycyjnej opieki dotyczącej udaru świadczonej osobiście, nie zaś ją zastąpić. Telemedycyna ma w ogólnym ujęciu potencjał, by poprawić dostęp do opieki, zmniejszyć koszty i poprawić wyniki leczenia pacjentów w kardiologii. W miarę rozwijania się technologii, możemy oczekiwać bardziej innowacyjnych zastosowań telemedycyny na tym polu [47].

4.6. Edukacja w zakresie telemedycyny

Tele-edukacja jest alternatywą dla tradycyjnej edukacji „twarz w twarz” świadczoną przez Internet. Jej celem jest zaspokojenie potrzeb pacjentów z chorobami układu krążenia, którym aktualnie istniejący system opieki zdrowotnej nie jest w stanie pomóc. Pacjenci mogą być na przykład zainteresowani dowiedzeniem się czegoś więcej na temat przyczyn i klinicznych przejawów konkretnych chorób, jak również wskazań dotyczących poszczególnych klas leków, wszczepiania elektronicznych urządzeń kardiologicznych czy procedur inwazyjnych. Z tego powodu stosowanie edukacji w zakresie telemedycyny owocuje zwiększonym prawdopodobieństwem aktywnej partycypacji pacjentów w stosowaniu środków profilaktycznych, programach rehabilitacyjnych, badaniach diagnostycznych czy sesjach terapeutycznych [48]. Edukacja z zakresu telemedycyny jest dla pacjentów nieodzownym aspektem procesu leczenia, ponieważ ma ona kluczowe znaczenie w określeniu jak dobrze pacjent będzie o sobie dbał w perspektywie długoterminowej. Co więcej badania wykazały,

improve access to care, reduce costs, and improve patient outcomes in cardiology. As technology continues to advance, we can expect to see more innovative applications of telemedicine in this field [47].

4.6. Telemedicine Education

Tele-Education is an alternative to traditional face-to-face education that is delivered through the internet. Its purpose is to satisfy the needs of cardiovascular patients that are not currently being served by the existing healthcare system. Patients might, for instance, be interested in learning more about and having a better understanding of the causes and clinical manifestations of specific diseases, as well as the indications for individual drug classes, the implantation of cardiac implantable electronic devices, invasive procedures. Because of this, the utilization of telemedicine education results in an increase in the probability that patients will actively participate in preventative measures, rehabilitation programs, diagnostic tests, and therapeutic sessions [48]. Telemedicine education is an essential aspect of the treatment process for patients since it is such a crucial factor in determining how well a patient will take care of themselves in the long run. In addition, research has shown

że pacjenci, którzy przeszli zawał mięśnia sercowego i uzyskali wiedzę za pośrednictwem wielokrotnych rozmów telefonicznych po zwolnieniu ze szpitala wykazują znacznie wyższe prawdopodobieństwo podejmowania prozdrowotnych zachowań, takich jak spędzanie większej ilości czasu na ćwiczeniach fizycznych czy rzucenie palenia [49]. Pacjenci mają szansę uczyć się od profesjonalistów w swoim własnym tempie, jako że narzędzia edukacyjne w telemedycynie mogą być stosowane wielokrotnie. Jest to możliwe dzięki możliwości powtórnego wykorzystania tego instrumentu, co pozwala na wielokrotne stosowanie go. Istnieje także możliwość uzyskania przez pacjenta pełnej edukacji telemedycznej poprzez wykorzystanie aplikacji na telefonie komórkowym. Programy takie dają szereg możliwości uzyskania pomocy w zdobywaniu wiedzy. Jest całkiem możliwe, że aplikacje takie będą łączyć w sobie prezentacje multimedialne na temat problemu danego pacjenta (będącego głównym powodem doświadczanych przez pacjenta objawów) a także technik leczenia. Aplikacje te przypominają pacjentom o wzięciu leków i zapisaniu każdej wziętej pigułki; niektóre dają konkretne wytyczne behawioralne, inne zaś pozwalają pacjentowi zadawać pytania zespołowi medycznemu za pomocą wiadomości tekstowych lub podczas wideokonferencji. Niektóre z tych aplikacji także pozwalają pacjentom śledzić ich postęp w osiągnięciu celów leczenia. Pacjenci mogą też uzyskać dostęp do specjalistycznej edukacji behawioralnej poprzez stosowanie pewnych programów. Oferują również automatyczną ocenę przestrzegania przez pacjenta zaleceń niezwiązanych z lekami i przypominają pacjentom o stosowaniu się do tych zaleceń [50].

that patients who have had a myocardial infarction and who have received education in the form of repeated phone calls after being discharged from the hospital are significantly more likely to engage in healthy behaviours such as increasing the time they spend exercising and quitting smoking [49]. Patients have the chance to learn from professionals at their own pace since telemedicine education tools may be used more than once. This is made possible by the reusability of the instrument, which allows for several uses. There is also the possibility of obtaining complete patient telemedicine education through the utilization of mobile phone applications. These programs give a variety of educational help in a variety of forms. It is feasible that these applications will integrate multimedia presentations that address the patient's underlying problem, which is the primary reason why the patient is experiencing the symptoms, as well as the treatment techniques. These applications remind patients to take their medications and record that each pill was taken; some give specific behavioural instruction; and some allow the patient to ask a question to a medical team via text conversation or a videoconference. Some of these applications also allow patients to track their progress toward meeting their treatment goals. Patients can also have access to specialized behavioural education through the use of certain of these programs. They also provide an automated evaluation of whether the patient follows the non-medication-related advice and remind the patient to follow those recommendations [50].

5. Korzyści płynące z RPM w kardiologii

Wczesne wykrycie problemów zdrowotnych jest kluczową korzyścią płynącą ze zdalnego monitorowania pacjenta (RPM) w kardiologii. RPM pozwala pracownikom opieki zdrowotnej monitorować parametry życiowe pacjenta i jego stan zdrowia w czasie rzeczywistym, co może pomóc w wykryciu zmian czy nieprawidłowości zanim staną się poważne. W kardiologii wczesne wykrywanie problemów zdrowotnych może być kluczowe, ponieważ schorzenia serca często rozwijają się powoli przez długi okres czasu i mogą nie dawać żadnych objawów, aż nie staną się poważne. RPM może pomóc zidentyfikować zmiany w tętnie pacjenta, rytmie pracy jego serca, ciśnieniu krwi czy innych niezbędnych parametrach, które mogą wskazywać na problem. Przykładowo, u pacjentów z niewydolnością serca za pomocą RPM można wykryć wczesne objawy odkładania się płynu w płucach i innych częściach ciała, co może być wczesnym sygnałem ostrzegawczym pogarszającego się zdrowia [51]. U pacjentów z arytmią RPM pozwala wykryć zmiany w rytmie serca, które mogą wskazywać na potrzebę dostosowania leku lub leczenia. Wczesne wykrywanie problemów zdrowotnych za pomocą RPM może prowadzić do wcześniejszej interwencji i leczenia, co zaś może zapobiec wystąpieniu powikłań, zmniejszyć potrzebę hospitalizacji i poprawić wyniki leczenia. Może też pomóc pacjentom i ich świadcom podejmować bardziej świadome decyzje dotyczące planu leczenia.

Lepsze wyniki leczenia: RPM może pomóc pacjentom w zarządzaniu ich zdrowiem w sposób bardziej skuteczny, prowadząc do lepszych rezultatów i wyższej jakości życia.

5. The benefits of RPM in cardiology

Early detection of health problems is a critical benefit of remote patient monitoring (RPM) in cardiology. RPM allows healthcare providers to monitor a patient's vital signs and health status in real-time, which can help detect changes or abnormalities before they become serious. In cardiology, early detection of health problems can be crucial because heart conditions often develop slowly over time and may not show symptoms until they become severe. RPM can help identify changes in a patient's heart rate, rhythm, blood pressure, or other vital signs that may indicate a problem. For example, in patients with heart failure, RPM can detect early signs of fluid build-up in the lungs or other parts of the body, which can be an early warning sign of a worsening condition [51]. In patients with arrhythmia, RPM can detect changes in heart rhythm that may indicate the need for an adjustment in medication or treatment. Early detection of health problems through RPM can lead to earlier intervention and treatment, which can prevent complications, reduce the need for hospitalization, and improve patient outcomes. It can also help patients and their healthcare providers make more informed decisions about their treatment plan.

Improved patient outcomes: RPM can help patients manage their condition more effectively, leading to better results and a higher quality of life.

Oszczędność kosztów: RPM może zredukować koszty opieki zdrowotnej poprzez zmniejszenie potrzeby wizyt „twarzą w twarz” i hospitalizacji. Telezdrowie ma potencjał obniżania kosztów, zwiększania dostępu do leczenia w obszarach wiejskich i niedoinwestowanych, oraz poprawienia jakości, zwiększenia ukierunkowania na pacjenta i jego zadowolenia [52,53].

Prewencja rozprzestrzeniania się chorób: RPM pozwala pacjentowi przejść badanie w odosobnieniu, co pomaga zapobiec rozprzestrzenianiu się chorób zakaźnych.

Zwiększona aktywność fizyczna i świadomość dotycząca zdrowia: RPM w postaci urządzeń noszonych na ciele często zachęca pacjentów do zwiększenia swojej wiedzy na temat swojego zdrowia i do regularnej aktywności fizycznej.

Wygoda: RPM pozwala pacjentom zarządzać swoim stanem zdrowia bez wychodzenia z domu, tym samym zmniejszając potrzebę podróżowania i zwalniania się z pracy.

Niemniej jednak wdrożenie RPM w kardiologii wiąże się z pewnymi wyzwaniami, które obejmują m.in. konieczność stosowania niezawodnej technologii, postępowaniu pacjenta zgodnie z zaleceniami oraz zintegrowania danych RPM z elektroniczną dokumentacją medyczną.

5.1. Wyzwania dla pracowników służby zdrowia korzystających z telezdrowia

Najnowsze dane wykazują, że stosowanie telezdrowia gwałtownie rośnie [54]. Niemniej jednak, wciąż pozostaje kilka kwestii przyczyniających się do przekonania się lekarzy do telezdrowia i stosowania go. Z powodu percepcji klinicznej, barier systemowych, kwestii prawnych i regulacyjnych,

Cost savings: RPM can reduce health-care costs by reducing the need for in-person visits and hospitalizations. Telehealth has the possibility of lowering costs, enhancing access to treatment in rural and underserved areas, and boosting quality, patient-centeredness, and patient happiness [52,53].

Disease spreading prevention: RPM allows a patient to be examined in isolation, which helps to prevent infectious diseases from spreading.

Improving physical activity and health awareness: RPM in the form of wearable devices often encourage patients to be more aware of their health and to partake in regular physical activities.

Convenience: RPM allows patients to manage their condition from the comfort of their home, reducing the need for travel and time off work.

However, there are some challenges to implementing RPM in cardiology, including the need for reliable technology, patient compliance, and the integration of RPM data into electronic medical records.

5.1. Challenges that Healthcare professionals Have While Using Telehealth

Recent data show that telehealth utilization is rapidly increasing [54]. Nonetheless, there are still several issues that contribute to physicians' adoption and use of telehealth. Because of clinical perception, system-based barriers, legal and regulatory concerns, and

a także postaw pacjenta przyjęcie telezdrowia w kontekście terapii chorób układu krążenia może być ograniczone [55]. Wdrożenie telezdrowia ma potencjał zmniejszenia kosztów opieki zdrowotnej przy jednoczesnym poprawieniu dostępu do wysokiej jakości opieki dla pacjentów borykających się z chorobami układu krążenia. Przyjęcie i stosowanie telezdrowia różni się jednak pomiędzy świadczeniodawcami. Uprzedzenia i postawy klinicystów przyczyniają się do nieczęstego stosowania technik telezdrowotnych w opiece nad pacjentem z chorobami układu krążenia. Indywidualne cechy takie jak zdrowie, umiejętności technologiczne i postrzegana dostępność i użyteczność technologii mogą ograniczać przyjmowanie i używanie technik telezdrowotnych. W szczególności przyjęcie telezdrowia w środowisku klinicznym może zatrzymać się z uwagi na wyzwania natury logistycznej, tj. czynniki utrudniające praktykę kliniczną i przepływ pracy, tworząc ograniczenia czasowe celem ustanowienia dobrej relacji z pacjentem i świadczenia skutecznej i wydajnej opieki ukierunkowanej na pacjenta [56]. Istnieją inne wyzwania, jakie przypisuje się przyjęciu rozwiązań telezdrowotnych, z których niektóre stanowią kwestie na poziomie systemowym, takie jak finansowanie, licencje medyczne, prywatność i bezpieczeństwo danych. Wyzwania te mogą przyczyniać się do niechęci świadczeniodawców do wdrożenia usług wirtualnych. Przede wszystkim, ograniczone opcje zakresu ubezpieczenia i zwrotu kosztów stanowią znaczną barierę w przyjmowaniu i stosowaniu telezdrowia na szeroką skalę. Co więcej, implementacja telezdrowia jest ograniczana takimi utrudnieniami, jak rozwiązania organizacyjne, które umożliwiłyby działanie infrastruktury technologicznej, konsumpcja zasobów opieki zdrowotnej,

patient attitudes, the adoption of telehealth in the context of cardiovascular disease therapy may be hampered [55]. Telehealth implementation has the potential to reduce healthcare costs while simultaneously enhancing access and quality of care for CVD patients. However, healthcare providers' adoption and use of telehealth varies. Clinicians' prejudices and attitudes contribute to the infrequent use of telehealth techniques for CVD care. Individual attributes like age, technological skill, and perceived accessibility and utility of technology may hamper telehealth adoption and use. In particular, clinical adoption of telehealth may stall due to logistical challenges, i.e. factors that disrupt clinical practice and workflow and create time constraints to establish patient rapport and deliver effective and efficient patient-centered care [56]. There are other challenges associated with adopting telehealth, some of which are system-level considerations such as funding, medical licensure, privacy, and data security. These challenges may contribute to the reluctance of healthcare providers to employ virtual services. To begin, the limited coverage and reimbursement options are significant barriers in the way of the widespread adoption and use of telehealth. Moreover, telehealth deployment is hindered by obstacles such as organizational arrangements to accommodate technology infrastructure, the consumption of health resources, and operational costs. For example, with the rapid introduction of numerous telehealth platforms, difficult-to-use technology may require third-party configurations and

a także koszty operacyjne. Przykładowo, wraz z szybkim wprowadzeniem wielu platform telezdrowotnych, technologia, z której korzystanie jest trudne, może wymagać konfigurowania i nadzorowania przez osoby trzecie, tym samym wymuszając szeroko zakrojone szkolenia technologiczne odnoszące się do różnych środowisk wirtualnych, np. domu lub biura oraz wielu różnych urządzeń technologicznych [57].

5.2. Wyzwania dla pacjentów korzystających z telezdrowia

Istnieje kilka kwestii utrudniających pacjentom uczestniczenie w terapii telemedycznej. Świadczenie usług medycznych w sposób sprawiedliwy i dostosowany do grup społecznie słabszych, takich jak osoby starsze, mniejszości o mniejszych zasobach, czy też osoby potrzebujące usług tłumacza, to przykład konkretnego wyzwania, jakiemu trzeba stawić czoła. Jednym z wyzwań, które rzekomo uniemożliwia pacjentom stosowanie telezdrowia, jest brak połączenia z Internetem czy urządzenia wykorzystującego technologię informacji zdrowotnych. Polska jest względnie nowa w świecie telemedycyny w porównaniu do innych państw, które stosują wiele usług oferowanych za pośrednictwem telemedycyny. Zgodnie z danymi opublikowanymi na przełomie 2016 i 2017 roku, tylko 7% populacji (z ogólnej liczby 38,5 milionów) stosuje usługi medyczne oferowane przez Internet. Średnia dla wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej wynosi 13%. Według wyników ankiety, 98% ludzi nie ma żadnych zmartwień dotyczących ich prywatności online, zaś 48% ludzi szuka informacji na temat swojego zdrowia na Internecie. Wielu pacjentów w Polsce jest zainteresowanych korzystaniem z usług online. 90% pacjentów

oversight, necessitating extensive technology training attributable to various virtual care settings, e.g., home or office and multiple technology devices [57].

5.2. Challenges Patients Face While Using Telehealth

Several issues make it difficult for patients to participate in telemedicine therapy. Providing health equality and adjusting for disadvantaged populations, such as elderly people, low-resource minority communities, and persons who need translation services is one of the particular challenges that must be overcome. One of the challenges cited as preventing patients from using telehealth is a lack of internet connectivity or a health information technology device. Poland is a relative newcomer to the area of telemedicine compared to other nations that make use of the many services offered through telemedicine. According to the data released on the cusp of 2016 and 2017, just 7% of the population (out of a total of 38.5 million) use medical services provided over the internet. The average throughout the nations that make up the European Union is 13%. According to the survey findings, 98 percent of people do not have any worries regarding their online privacy, and 48 percent of people look for information on their health on the internet. Patients in Poland are often

wyraziło życzenie, aby wizyty medyczne łączyły się z możliwością zarezerwowania spotkania online. Zgodnie z wynikami ankiety, osoby, które ukończyły 60 lat także wskazały, że cyfryzacja branży opieki zdrowotnej ma dobry wpływ. Według tych wyników, niski poziom zainteresowania stosowaniem usług telemedycznych w Polsce nie jest spowodowany barierą związaną z brakiem świadomości dostępności takich usług [58]. Czynniki związane z wrażliwością, jak również niekorzystne środowiska, ograniczone zasoby, nieufność cyfrowa i niski poziom edukacji cyfrowej – wszystko to są także czynniki przyczyniające się do tego wyzwania. W szczególności, jeśli chodzi o cyfrowe technologie dotyczące zdrowia, urządzenia noszone na ciele konsumenta i inne przyrządy wymagające zakupu, subskrybowania lub opłacenia przez pacjentów monitorowania, ludzie o niższym statusie społeczno-ekonomicznym, niską wiedzę na temat zdrowia czy napotkali bariery kulturowe lub językowe, pozostają obciążeni i nie mają zdolności, która pozwoliłaby im wykorzystać pełne możliwości platform cyfrowych. Dodatkowo, niska szybkość łącza internetowego stanowi kluczową przeszkodę, która zakłóca i ogranicza świadczenie usług wirtualnej opieki zdrowotnej pacjentom, zwłaszcza w regionach kraju o charakterze wiejskim czy słabiej rozwiniętych gospodarczo [59–61].

6. Podsumowanie

Znaczna część ogólnej populacji dotknięta jest chorobami układu krążenia. Rozwój strategii teledrowotnych w celu poprawy opieki nad pacjentem i zwiększenia dostępności zasobów medycznych było możliwe dzięki zdobyciom technologicznym,

interested in utilizing online services. 90% of the patients voiced their wish for medical visits to be accompanied by the ability to schedule online appointments. According to the survey findings, those older than 60 have also indicated that the digitization of the healthcare industry has had a good influence. According to the findings, the low level of interest in utilizing telemedicine services in Poland is not caused by a barrier associated with a lack of awareness of their availability [58]. Vulnerability factors, as well as unfavourable environments, limited resources, digital mistrust, and digital literacy, are also factors that contribute to this challenge. In particular, when it comes to digital health technologies, consumer wearables, and other devices that require patients to purchase, subscribe, or pay for monitoring, people who have lower socioeconomic status, health literacy issues, or cultural and linguistic barriers remain encumbered and are unable to harness the full capabilities of digital platforms. In addition, low internet bandwidth speed is a key obstacle that disrupts and limits the provision of virtual care services for patients, particularly in rural or economically disadvantaged regions of the country [59–61].

6. Conclusion

A significant percentage of the general population is afflicted with cardiovascular diseases. The development of telehealth strategies to enhance patient care and the availability of medical resources has been made possible by

co zaowocowało poprawą jakości opieki oferowanej pacjentom. Aby zapewnić, że pacjenci otrzymują wysokiej jakości opiekę i poszerzyć zakres możliwości leczenia ukierunkowanych na zapobieganie chorobom układu krążenia, konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań dotyczących rozwoju systemów i urządzeń telezdrowotnych, jak również usuwaniu akumulatorów, które stoją na drodze wdrażaniu telezdrowia i sprawiedliwego świadczenia usług telezdrowotnych.

technological advances, which have led to improvements in the quality of treatment provided to patients. To ensure that patients receive high-quality care and to broaden the scope of treatment options for the prevention of cardiovascular disease, it is essential to conduct further research into the development of telehealth systems and devices, as well as the removal of barriers that stand in the way of telehealth's implementation and equitable delivery.

Piśmiennictwo/References

1. World Health Organization. Telemedicine: opportunities and developments in member states: report on the second global survey on eHealth. Geneva: World Health Organization; 2010. Accessed February, 2023. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44497>
2. Takahashi EA, Schwamm LH, Adeoye OM, *et al.* An Overview of Telehealth in the Management of Cardiovascular Disease: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation* 2022;**146**:E558–68. doi:10.1161/CIR.0000000000001107
3. Narodowy Fundusz Zdrowia. Telekonsultacja kardiologiczna i geriatryczna finansowana przez NFZ. <https://www.nfz.gov.pl/aktualnosci/aktualnosci-centrali/telekonsultacja-kardiologiczna-i-geriatryczna-finansowana-przez-nfz,6758.html> (accessed 14 Mar 2023).
4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 grudnia 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu rehabilitacji leczniczej. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20160002162> (accessed 14 Mar 2023).
5. Casprini E, Palumbo R. Reaping the benefits of digital transformation through Public-Private Partnership: A service ecosystem view applied to healthcare. *Glob Public Policy Gov* 2022;**2**:453–76. doi:10.1007/s43508-022-00056-9
6. Scheffer M, Cassenote A, de Britto e Alves MTSS, *et al.* The multiple uses of telemedicine during the pandemic: the evidence from a cross-sectional survey of medical doctors in Brazil. *Global Health* 2022;**18**. doi:10.1186/s12992-022-00875-9
7. Cardiovascular diseases. Bull. Pan Am. Health Organ. 1984;**18**:302–5. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-%28cvds%29> (accessed 14 Mar 2023).
8. Hamad R, Penko J, Kazi DS, *et al.* Association of Low Socioeconomic Status with Premature Coronary Heart Disease in US Adults. *JAMA Cardiol* 2020;**5**:899–908. doi:10.1001/jamacardio.2020.1458
9. Główny Urząd Statystyczny / Obszary tematyczne / Ludność / Statystyka przyczyn zgonów / Jak GUS prowadzi statystykę zgonów. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/statystyka-przyczyn-zgonow/umieralnosc-w-2021-roku-zgony-wedlug-przyczyn-dane-wstepne,10,3.html> (accessed 14 Mar 2023).
10. Speyer R, Denman D, Hons B, *et al.* Effects of telehealth by allied health professionals and nurses in rural and remote areas: A systematic review and meta-Analysis. *J Rehabil Med* 2018;**50**:225–35. doi:10.2340/16501977-2297
11. De Farias FACD, Dagostini CM, Bicca YDA, *et al.* Remote patient monitoring: A systematic review. *Telemed e-Health* 2020;**26**:576–83. doi:10.1089/tmj.2019.0066
12. Hosanee M, Chan G, Welykholowa K, *et al.* Cuffless single-site photoplethysmography for blood pressure monitoring. *J Clin Med* 2020;**9**. doi:10.3390/jcm9030723
13. Park SH, Shin JH, Park J, *et al.* An updated meta-analysis of remote blood pressure monitoring in urban-dwelling patients with hypertension. *Int J Environ Res Public Health* 2021;**18**. doi:10.3390/ijerph182010583
14. Li Y, Jiang Y, Tang Y. Is remote blood pressure monitoring and management a better approach for patients with hypertension? A narrative review. *J Clin Hypertens* Published Online First: 2023. doi:10.1111/jch.14624
15. Kalagara R, Chennareddy S, Scaggiante J, *et al.* Blood pressure management through application-based telehealth platforms: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens* 2022;**40**:1249–56. doi:10.1097/HJH.00000000000003164

16. Kitagawa K, Yamamoto Y, Arima H, *et al.* Effect of Standard vs Intensive Blood Pressure Control on the Risk of Recurrent Stroke: A Randomized Clinical Trial and Meta-analysis. *JAMA Neurol* 2019;**76**:1309–18. doi:10.1001/jamaneurol.2019.2167
17. Kim BJ, Park JM, Park TH, *et al.* Remote blood pressure monitoring and behavioral intensification for stroke: A randomized controlled feasibility trial. *PLoS One* 2020;**15**:1–9. doi:10.1371/journal.pone.0229483
18. Sana F, Isselbacher EM, Singh JP, *et al.* Wearable Devices for Ambulatory Cardiac Monitoring: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2020;**75**:1582–92. doi:10.1016/j.jacc.2020.01.046
19. Piotrowicz R, Krzesinski P, Balsam P, *et al.* Telemedicine solutions in cardiology. *Kardiol Pol* 2021;**79**:227–41. doi:10.33963/KP.15824
20. Varma N, Epstein AE, Irimpen A, *et al.* Efficacy and safety of automatic remote monitoring for implantable cardioverter-defibrillator follow-up: The lumos-t safely reduces routine office device follow-up (TRUST) trial. *Circulation* 2010;**122**:325–32. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.937409
21. Jang JP, Lin HT, Chen YJ, *et al.* Role of remote monitoring in detection of atrial arrhythmia, stroke reduction, and use of anticoagulation therapy - A systematic review and meta-analysis. *Circ J* 2020;**84**:1922–30. doi:10.1253/circj.CJ-20-0633
22. Diederichsen SZ, Haugan KJ, Brandes A, *et al.* Natural History of Subclinical Atrial Fibrillation Detected by Implanted Loop Recorders. *J Am Coll Cardiol* 2019;**74**:2771–81. doi:10.1016/j.jacc.2019.09.050
23. Inglis SC, Clark RA, McAlister FA, *et al.* Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: Abridged Coc. *Eur J Heart Fail* 2011;**13**:1028–40. doi:10.1093/eurjhf/hfr039
24. 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**:2359–67. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.960633
25. Lefaucheur JP, André-Obadia N, Antal A, *et al.* Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clin Neurophysiol* 2014;**125**:2150–206. doi:10.1016/j.clinph.2014.05.021
26. Guédon-Moreau L, Lacroix D, Sadoul N, *et al.* Costs of remote monitoring vs. ambulatory follow-ups of implanted cardioverter defibrillators in the randomized ECOST study. *Europace* 2014;**16**:1181–8. doi:10.1093/europace/euu012
27. McManus DD, Chong JW, Soni A, *et al.* PULSE-SMART: Pulse-based arrhythmia discrimination using a novel smartphone application. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2016;**27**:51–7. doi:10.1111/jce.12842
28. Krajsman MJ, Poliński J, Pawlik K, *et al.* Diagnostyka elektrokardiograficzna w warunkach SOR za pomocą mobilnego jednodowodzeniowego urządzenia EKG. *Folia Cardiol* 2018;**13**:402–6. doi:10.5603/fc.2018.0110
29. Carpenter A, Frontera A. Smart-watches: a potential challenger to the implantable loop recorder? *Europace* 2016;**18**:791–3. doi:10.1093/europace/euv427
30. 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. doi:10.1016/j.ahj.2018.09.002
31. Jensen MT, Treskes RW, Caiani EG, *et al.* ESC working group on e-cardiology position paper: use of commercially available wearable technology for heart rate and activity tracking

- in primary and secondary cardiovascular prevention—in collaboration with the European Heart Rhythm Association, Europe. *Eur Hear J - Digit Heal* 2021;**2**:49–59. doi:10.1093/ehjdh/ztab011
32. Bent B, Goldstein BA, Kibbe WA, *et al.* Investigating sources of inaccuracy in wearable optical heart rate sensors. *npj Digit Med* 2020;**3**. doi:10.1038/s41746-020-0226-6
 33. Shcherbina A, Mikael Mattsson C, Waggott D, *et al.* Accuracy in wrist-worn, sensor-based measurements of heart rate and energy expenditure in a diverse cohort. *J Pers Med* 2017;**7**. doi:10.3390/jpm7020003
 34. Nelson BW, Allen NB. Accuracy of consumer wearable heart rate measurement during an ecologically valid 24-hour period: Intraindividual validation study. *JMIR mHealth uHealth* 2019;**7**. doi:10.2196/10828
 35. Triantafyllidis A, Velardo C, Chantler T, *et al.* A personalised mobile-based home monitoring system for heart failure: The SUPPORT-HF Study. *Int J Med Inform* 2015;**84**:743–53. doi:10.1016/j.ijmedinf.2015.05.003
 36. Rey-Aldana D, Cinza-Sanjurjo S, Portela-Romero M, *et al.* Universal electronic consultation (e-consultation) program of a cardiology service. Long-term results. *Rev Española Cardiol (English Ed)* 2022;**75**:159–65. doi:10.1016/j.rec.2020.11.017
 37. Aktaa S, Tzeis S, Gale CP, *et al.* European Society of Cardiology quality indicators for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association of the European Society of Cardi. *Europace* 2022;**25**:1–12. doi:10.1093/EUROPACE/EUAC114
 38. Molinari G, Reboa G, Frascio M, *et al.* The role of telecardiology in supporting the decision-making process of general practitioners during the management of patients with suspected cardiac events. *J Telemed Telecare* 2002;**8**:97–101. doi:10.1258/1357633021937541
 39. Capewell S, McMurray J. “Chest pain—please admit”: Is there an alternative?: A rapid cardiological assessment service may prevent unnecessary admissions. *Bmj* 2000;**320**:951–2. doi:10.1136/bmj.320.7240.951
 40. Schmidt M, Maeng M, Madsen M, *et al.* The Western Denmark Heart Registry: Its Influence on Cardiovascular Patient Care. *J Am Coll Cardiol* 2018;**71**:1259–72. doi:10.1016/j.jacc.2017.10.110
 41. Terkelsen CJ, Lassen JF, Nørgaard BL, *et al.* Reduction of treatment delay in patients with ST-elevation myocardial infarction: Impact of pre-hospital diagnosis and direct referral to primary percutaneous coronary intervention. *Eur Heart J* 2005;**26**:770–7. doi:10.1093/eurheartj/ehi100
 42. Albouaini K, Jones A, Rowe M, *et al.* The use of telemedicine for ECG interpretation in primary care. *Heart*. 2009;**95**:55.<http://journals.bmj.com/cgi/reprintform> (accessed 14 Mar 2023).
 43. Di Lenarda A, Casolo G, Gulizia MM, *et al.* The future of telemedicine for the management of heart failure patients: A Consensus Document of the Italian Association of Hospital Cardiologists (A.N.M.C.O), the Italian Society of Cardiology (S.I.C.) and the Italian Society for Telemedicine and eHealth. *Eur Hear Journal, Suppl* 2017;**19**:D113–29. doi:10.1093/eurheartj/sux024
 44. Kitsiou S, Paré G, Jaana M. Effects of home telemonitoring interventions on patients with chronic heart failure: An overview of systematic reviews. *J Med Internet Res* 2015;**17**. doi:10.2196/jmir.4174
 45. Seto E. Cost comparison between telemonitoring and usual care of heart failure: A systematic review. *Telemed e-Health* 2008;**14**:679–86. doi:10.1089/tmj.2007.0114

46. Guzik AK, Martin-Schild S, Tadi P, *et al.* Telestroke Across the Continuum of Care: Lessons from the COVID-19 Pandemic. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2021;**30**. doi:10.1016/j.jstroke-cerebrovasdis.2021.105802
47. Harahsheh E, English SW, Hrdlicka CM, *et al.* Telestroke's Role Through the COVID-19 Pandemic and Beyond. *Curr Treat Options Neurol* 2022;**24**:589–603. doi:10.1007/s11940-022-00737-0
48. Masic I, Pandza H, Kulasin I, *et al.* Tele-education as method of medical education. *Med Arh* 2009;**63**:350–3. doi:10.5455/medarh.2009.63.350-353
49. Chow CK, Redfern J, Hillis GS, *et al.* Effect of lifestyle-focused text messaging on risk factor modification in patients with coronary heart disease: A randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc* 2015;**314**:1255–63. doi:10.1001/jama.2015.10945
50. Blackstock FC, Roberts NJ. Using telemedicine to provide education for the symptomatic patient with chronic respiratory disease. *Life* 2021;**11**. doi:10.3390/LIFE11121317
51. Feijen M, Egorova AD, Beeres SLMA, *et al.* Early detection of fluid retention in patients with advanced heart failure: A review of a novel multisensory algorithm, heartlogictm. *Sensors (Switzerland)* 2021;**21**:1–19. doi:10.3390/s21041361
52. Schwamm LH, Chumbler N, Brown E, *et al.* Recommendations for the Implementation of Telehealth in Cardiovascular and Stroke Care: A Policy Statement from the American Heart Association. *Circulation* 2017;**135**:e24–44. doi:10.1161/CIR.0000000000000475
53. Hirko KA, Kerver JM, Ford S, *et al.* Telehealth in response to the COVID-19 pandemic: Implications for rural health disparities. *J Am Med Informatics Assoc* 2020;**27**:1816–8. doi:10.1093/jamia/ocaa156
54. Venkatesh KP, Raza MM, Kvedar J. Has increased telehealth access during COVID-19 led to over-utilization of primary care? *npj Digit Med* 2022;**5**. doi:10.1038/s41746-022-00740-4
55. Fischer SH, Ray KN, Mehrotra A, *et al.* Prevalence and Characteristics of Telehealth Utilization in the United States. *JAMA Netw open* 2020;**3**:e2022302. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.22302
56. Schinasi DA, Foster CC, Bohling MK, *et al.* Attitudes and Perceptions of Telemedicine in Response to the COVID-19 Pandemic: A Survey of Naïve Healthcare Providers. *Front Pediatr* 2021;**9**. doi:10.3389/fped.2021.647937
57. Soliman AM. Telemedicine in the Cardiovascular World: Ready for the Future? *Methodist Debakey Cardiovasc J* 2020;**16**:283–90. doi:10.14797/mdejournal-16-4-283
58. Arak P, Wójcik A. Transforming eHealth into a political and economic advantage. *Polityka Insights* 2017;:1–46. https://www.politykainsight.pl/_resource/multimedium/20111291 (accessed 14 Mar 2023).
59. Eberly LA, Khatana SAM, Nathan AS, *et al.* Telemedicine Outpatient Cardiovascular Care during the COVID-19 Pandemic: Bridging or Opening the Digital Divide? *Circulation* 2020;**142**:510–2. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.048185
60. Zhang T, Mosier J, Subbian V. Identifying barriers to and opportunities for telehealth implementation amidst the COVID-19 pandemic by using a human factors approach: A leap into the future of health care delivery? *JMIR Hum Factors* 2021;**8**. doi:10.2196/24860
61. Scott Kruse C, Karem P, Shifflett K, *et al.* Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. *J Telemed Telecare* 2018;**24**:4–12. doi:10.1177/1357633X16674087