

Anna PŁAWIAK-MOWNA

INSTYTUT INFORMATYKI I ELEKTRONIKI, WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, INFORMATYKI I TELEKOMUNIKACJI, UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI

Zdalny monitoring i edukacja pacjentów ze stymulatorami serca w telemedycynie

dr inż. Anna PŁAWIAK-MOWNA

Autorka pracuje na stanowisku adiunkta na Uniwersytecie Zielonogórskim. Stopień doktora nauk technicznych w dziedzinie Elektrotechniki uzyskała w Instytucie Elektrotechniki w Warszawie. Wiceprezes Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu

Jej zainteresowania naukowe ukierunkowane są na zagadnienia związane z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego na elektromedyczną aparaturę (szczególnie implanty kardiologiczne)

e-mail: a.mowna@iie.uz.zgora.pl



Streszczenie

Rozwój i upowszechnianie technologii teleinformatycznych umożliwiają szerokie wykorzystanie globalnej infrastruktury wymiany informacji dla potrzeb medycznych. W artykule przedstawiono aspekt bezpieczeństwa transmisji zdalnego monitoringu oraz ogólne założenia związane z możliwością pilotażowego wdrożenia interaktywnej edukacji (teleedukacji) pacjentów ośrodka implantacji i kontroli stymulatorów serca.

Słowa kluczowe: telemedycyna, zdalna edukacja, zdalny monitoring

The pacemaker patients home monitoring and education in telemedicine environment

Abstract

Telemedicine covers activities related to health care (including diagnosis, consultation, treatment, monitoring and education). The paper presents problem pacemaker patients tele-education and home monitoring in telemedicine environment. The author focused on two problems: (1) non-disturbing communication pacemaker to home monitoring center service, (2) pacemaker patients teleeducation. There is observed no malfunction of pacemaker communication function with GSM phones (EMF source). But there are only a few reported results of investigation. In a high-tech age the expectation of pacemaker-wearers for better healthcare is rising. Application implemented for tele-education is exemplified by ePacemaker system.

Keywords: telemedicine, distance learning, home monitoring

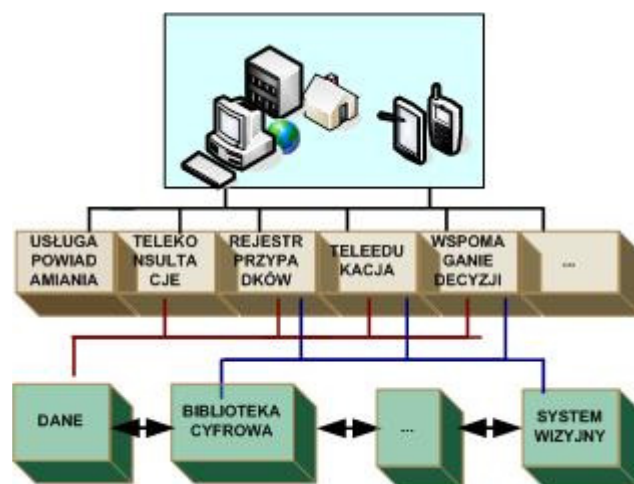
1. Wstęp

Wraz z rozwojem i upowszechnieniem technologii teleinformatycznych nastąpił rozwój wykorzystania globalnej infrastruktury wymiany informacji dla potrzeb medycznych. Pojęcie telemedycyny (medycyny na odległość, rys. 1) jest bardzo szerokie, oznacza planowe stosowanie nowoczesnych technologii telekomunikacyjnych i teleinformatycznych w medycynie i opiece zdrowotnej. Dzięki wykorzystaniu nowych technologii możliwa jest wymiana specjalistycznych informacji (przesyłanie danych liczbowych, analogowych i cyfrowych, np. najwyższej jakości zdjęć MRI, USG), które są konieczne do działań prewencyjnych, diagnozy, leczenia i kontroli stanu zdrowia pacjenta. Możliwe jest zatem diagnozowanie na odległość, zdalne monitorowanie wyników badań i ich konsultowanie, przeprowadzanie zdalnych operacji, dostarczanie informacji do baz danych obsługujących sektor ochrony zdrowia, jak również organizowanie telekonferencji medycznych i zdalną edukację środowiska medycznego i pacjentów. Przekaz tych informacji może się odbywać w czasie rzeczywistym lub z przechowywaniem danych i ich opóźnionym wykorzystaniem. Zastosowanie technologii informatycznych poprawia jakość usług medycznych oraz dostęp do wiedzy w ramach kształcenia ustawicznego lekarzy, jak również edukacji pacjentów i ich rodzin.

Rośnie liczba pacjentów, których praca serca wspomagana jest elektroniczną aparaturą medyczną (implantami kardiologicznymi).

Pacjenci, którzy oczekują na zabieg wszczepienia, jak i osoby, po implantacji poszukują podstawowych informacji związanych z użytkowaniem tych urządzeń, wskazaniach dotyczących ich bezpiecznego użytkowania oraz informacji związanych z procedurą implantacji, czy też funkcjonalnością implantów. Informacji takich poszukują również rodziny pacjentów. Podstawowym źródłem informacji są fachowe opracowania i publikacje, informacji udzielają również lekarze elektrofizjology. Ponadto informacje wymieniane są w innych pacjentami/członkami rodzin pacjentów oraz materiały zamieszczone na stronach internetowych ośrodków implantacyjnych.

Ośrodki kardiologiczne zamieszczają na swoich serwisach internetowych działy „Informacje dla pacjentów” [3], informacje o zasadach codziennego użytkowania implantów kardiologicznych można znaleźć na internetowych serwisach dla pacjentów. Wiadomości na temat wskazań do wszczepienia implantów kardiologicznych, czy też zasadach ich użytkowania przedstawiają na swoich stronach internetowych producenci tych urządzeń [1,2,4,5]. Serwis internetowy dedykowany do użytkowania przez pacjentów nosicieli implantów kardiologicznych oraz ich rodziny, jak i samych lekarzy elektrofizjologów – umożliwia weryfikację i dobór szczegółowości informacji przeznaczonych dla poszczególnych grup odbiorców (w tym ustawiczne kształcenie lekarzy). W artykule zostaną przedstawione dwa obszary wykorzystania telemedycyny w opiece medycznej, rehabilitacji i edukacji pacjentów – nosicieli implantów kardiologicznych: (1) ogólna koncepcja systemu zdalnego monitorowania (*ang. home monitoring*) pacjentów - nosicieli stymulatorów serca i wszczepialnych kardiowertorów defibrylatorów oraz (2) ogólną koncepcję serwisu edukacyjnego i możliwość jego wykorzystania do interaktywnej edukacji pacjentów wspomaganych implantami kardiologicznymi.



Rys. 1. Elementy telemedycyny
Fig. 1. Components of telemedicine

2. Usługi telemedyczne w Polsce

Pomimo niskiej świadomości Polaków o możliwości skorzystania z telemedycyny w naszym kraju [6], usługi telemedyczne obejmują szeroki i różnorodny zakres. Należą do nich m.in.: tele-radiologia, telekardiologia, telepatomorfologia, teledermatologia, teleonkologia, telechirurgia, telemonitorowanie, telekonsultacje i medycyna przypadków nagłych. Obszarami zastosowań telemedycyny są: edukacja (np. wideotransmisje), portale informacyjne, multimedialne bazy danych, zdalne zabiegi (z wykorzysta-

niem robotów), konsultacje on-line i off-line, mobilne konsultacje, telemonitoring pacjentów, systemy ratownicze.

Przykładami zastosowania telemedycyny w kardiologii to usługi Centrum Nadzoru Kardiologicznego KARDIOFON [7]. Również wiele placówek medycznych oferuje usługę zdalnego badania EKG – teleEKG (np. Instytut Kardiologii w Aninie, Szpital Bródnowski w Warszawie, Szpital im. Jana Pawła II w Krakowie [8,9,10]). Usługę monitoringu kardiologicznego oferują również Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu (rys. 2) oraz Centrum Medyczne KARDIOTEL [11,12]. Wy Instytut Fizyki Medycznej w Poznaniu opracował system „Monte”, który umożliwia przesyłanie krzywej EKG dzięki technologii łączności telefonii komórkowej [13]. Krakowski Szpital im. Jana Pawła II wykorzystuje system KONSUL do przeprowadzania konsultacji [14].



Rys. 2. Portal internetowy usługi Kardiotele (teleEKG) przy Śląskim Centrum Chorób Serca w Zabrzu [11]

Fig. 2. Webpage of Silesian Center for Heart Diseases – Medical Service tele-EKG [11]

Termin telepatologia/telepatomorfologia określa głównie gromadzenie histologicznych i makroskopowych obrazów w celu transmisji ich przez łącza telekomunikacyjne, co umożliwia lekarzom precyzyjną diagnozę, konsultacje oraz edukację medyczną. Jako przykład programu telemedycznego możliwego do wykorzystywania w patologii można wskazać: Zintegrowany System Telemedyczny dla Onkologii Kujawsko-Pomorskiego Centrum Pulmonologii w Bydgoszczy, Wojewódzkiego Szpitala Zespołowego w Toruniu oraz Szpitala Wojewódzkiego we Włocławku [15].

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu przy współpracy m.in. z Katedrą Systemów Multimedialnych Politechniki Gdańskiej opracował aplikacje telemedyczne "Mówię", "Widzę", "Słyszę". Wymienione serwisy diagnostyczno-rehabilitacyjne zostały „odznaczają się wysokim stopniem interaktywności, który umożliwia prowadzenie przesiewowych badań medycznych bez udziału personelu lekarskiego” bądź nawet pielęgniarskiego” [16].

Przykładami zastosowania telemedycyny mogą być również [17,18].

3. Zdalny monitoring pacjentów z implantami kardiologicznymi

Wymienione w punkcie 2 obszary wykorzystania telemedycyny mają zastosowanie u pacjentów zabezpieczonych implantami kardiologicznymi. W opiece zdrowotnej i rehabilitacji pacjentów – nosicieli implantów kardiologicznych istotny jest zdalny monitoring i jego bezpieczne funkcjonowanie,

Implanty kardiologiczne ostatniej generacji wyposażone w funkcję bezprzewodowego monitoringu (np. Cardiomessenger™/Home Monitoring™ Service, Biotronik GmbH & Co. KG, Berlin, Germany; CareLink™ Programmer/Remote View™ software/The Medtronic CareLink Network, Medtronic Inc., Minneapolis, USA; Housecall Plus™ Remote Patient Monitoring System, St. Jude Medical Inc., St. Paul, USA; Latitude® Patient Management System, Boston Scientific Corp., Natick, USA) umożliwiają odczyt i manipulowanie danymi klinicznymi i technicznymi.

W przypadku implantów niezwykle ważnym aspektem jest możliwość interakcji telefonu komórkowego (GSM) oraz implantu kardiologicznego wyposażonego w funkcję telemonitoringu opisaną przez Barbaro i współpracownicy [20]. Prezentują oni wyniki badań typu *in vitro* (badanie implantu poza organizmem) oraz *in vivo* (badania z udziałem pacjentów-wolontariuszy). Autorzy raportu testowali możliwość wystąpienia zakłócenia pracy stymulatora bądź funkcji monitoringu. W badaniach wykorzystano dwa modele telefonów komórkowych (GSM - 900 MHz, 1800 MHz). Autorzy sformułowali wniosek, że zarówno w przypadku funkcjonowania stymulatora serca, jak i w przypadku procedury monitoringu nie zanotowano żadnych zakłóceń spowodowanych użytkowaniem telefonów komórkowych GSM. Podobne spostrzeżenia dotyczą badań z udziałem pacjentów wolontariuszy (11 osób) – „Wszystkie połączenia aktywowane przez pacjentów zostały poprawnie odebrane przez centrum serwisowe, z maksymalnym opóźnieniem transmisji 110 s”. Podobne wnioski przedstawił Calganini [21] – „Nie są wymagane specyficzne ograniczenia użytkowania telefonów komórkowych GSM dla pacjentów, wspomaganych implantami z funkcją zdalnego monitoringu.”. Calganini i współpracownicy przeprowadzili testy *in vitro* oraz *in vivo* dla dwóch typów telefonów komórkowych GSM (900 MHz, 1800 MHz). Wyniki badań podobnie jak w przypadku testów włoskich badaczy [20] nie wskazują na możliwość wystąpienia niepożądanych interakcji w stymulatorze serca (wyposażonym w funkcję zdalnego monitoringu) przy użytkowaniu telefonu komórkowego GSM. W badaniach z udziałem pacjentów wolontariuszy (17 osób) prawie wszystkie transmisje zakończyły się sukcesem (93%).



Rys. 3. Elementy zdalnego systemu monitoringu firmy BIOTRONIK [1]

Fig. 3. Components of the BIOTRONIK home monitoring system [1]

W Klinice Kardiologii i Elektroterapii Serca Akademickiego Centrum Klinicznego – Szpitala Akademii Medycznej w Gdańsku funkcjonuje system zdalnego monitoringu dla pacjentów z implantowanym kardiowerterem-defibrylatorem serca [19].

4. Edukacja pacjentów z implantami kardiologicznymi

Aspekt zdalnego kształcenia pacjentów, dostosowanego do potrzeb zainteresowanych oraz śledzenie postępów przyswajania wiadomości istotnych dla pacjentów jest ważnym elementem teleedukacji (obszaru telemedycyny). Jednak temat ten jest jeszcze powszechnie wykorzystywany. Rośnie zapotrzebowanie społeczne na tego rodzaju usługi. Przy czym istotne jest aby materiały były dostosowane do potrzeb pacjenta, umożliwiały śledzenie postępów przyswajania istotnych wiadomości. Podstawowe założenia systemu dedykowanego do zdalnej edukacji pacjentów zabezpieczonych stymulatorami serca. System *ePacemaker* umożliwia generowanie i publikację materiałów edukacyjnych oraz zarządzanie procesem edukacji pacjenta. Usprawnia przepływ informacji. Serwis możliwy do uruchomienia na każdej platformie systemowej, obsługiwany i przeglądany przez przeglądarkę WWW. Dla lekarza, bądź osoby przez niego upoważnionej dostępne są funkcje systemu, m.in.: budowa/edycja lekcji/testów, aktywacja/dezaktywacja lekcji, wgląd w wyniki testów sprawdzających wykonanych przez pacjentów, Zarządzanie treścią na podstronach,

Pacjenci natomiast mają możliwość skorzystania z funkcji systemu *ePacemaker*, m.in.: lekcje – wgląd w zawartość materiałów przypisanych bezpośrednio do pacjenta, testy – rozwiązywanie testów sprawdzających przyswojenie wiadomości (po przyswoje-

niu wiedzy z lekcji), wgląd w wyniki rozwiązanych testów, kontakt z lekarzem, informacje dodatkowe.



Rys. 4. Portal internetowy systemu ePacemaker [23]

Fig. 4. Webpage of ePacemaker system [23]

Przedstawiony serwis informacyjny jest przykładem serwisu, który wspomaga interaktywną edukację pacjentów zabezpieczonych kardioimplantami, jak również osób, które do zabiegu implantacji się przygotowują. Przeglądanie serwisu jest także możliwe przez osoby, które są zainteresowane tematyką portalu. Jednak docelowo materiały głównie są udostępnione dla pacjentów danego ośrodka(ów) implantacyjnego(ych) (osoby postronne mają limitowany dostęp do informacji zawartych w serwisie).

Istotnym aspektem serwisu jest kompleksowa obsługa przez lekarzy elektrofizjologów/kardiologów, czy też osób przez nich delegowanych generowanych kursów. To te osoby decydują o tym jakie treści materiałów mają się znaleźć na stronie WWW i dla jakiej grupy osób (w tym pacjentów) będą one udostępnione. Lekarze, opiekunowie pacjentów mają możliwość wglądu i weryfikacji m.in. tematów i liczby lekcji/kursów, z którymi zapoznał się badany oraz kontroli o poziomie przyswojonej wiedzy z udostępnionych materiałów edukacyjnych na podstawie wyników rozwiązanych testów kontrolnych.

5. Wnioski

W artykule przedstawiono ogólne założenia oraz bardziej szczegółowo dwa obszary telemedycyny w odniesieniu do pacjentów – nosicieli stymulatorów serca: zdalny monitoring oraz tele-edukację.

Istotnym elementem zdalnego monitoringu jest jego niezakłócona transmisja. Procedura zdalnego monitoringu w aspekcie bezpieczeństwa, jak wynika z przeglądu literatury fachowej wymaga dalszych badań. Liczba doniesień literaturowych w tym obszarze jest dosyć uboga.

Usługa teleedukacji jest istotnym elementem kształcenia nie tylko dla lekarzy (podlegających kształceniu ustawicznemu), ale również i dla pacjentów. System *ePacemaker* (którego główne założenia zaprezentowano), w domyśle będzie pilotażowo wdrożony w jednym z ośrodków implantacji i kontroli stymulatorów serca.

Biorąc pod uwagę wszelkie choroby przewlekłe, diagnostykę, terapię, jak również starzenie się społeczeństwa szczególnie w Europie wydaje się, iż telemedycyna stanowi dobry kierunek rozwoju opieki zdrowotnej.

6. Literatura

- [1] Portal internetowy producenta implantów kardiologicznych, BIOTRONIK, <http://www.biotronik.de>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [2] Portal internetowy producenta implantów kardiologicznych, MEDTRONIC, <http://www.medtronic.com>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [3] Portal internetowy Śląskiego Centrum Chorób Serca, <http://www.sccs.pl/?act=110>, ostatni dostęp: styczeń 2009.
- [4] Portal internetowy producenta implantów kardiologicznych, Boston Scientific, <http://www.bostonscientific.com>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [5] Portal internetowy producenta implantów kardiologicznych, SJ Medical, <http://WWW.sjm.com>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [6] Portal Gospodarka, Telemedycyna w opinii Polaków, <http://www.egospodarka.pl/27507,Telemedycyna-w-opinii-Polakow,1,39,1.html>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [7] Portal internetowy Centrum Nadzoru Kardiologicznego Kardiofon sp. z o.o., <http://www.kardiofon.medserwis.pl>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [8] Portal internetowy Instytut Kardiologii w Aninie, <http://www.ikard.pl/prasa-o-nas.html>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [9] Portal KARDIOSYSTEM Wojewódzkiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie, <http://www.kardiosystem.com>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [10] Portal Ośrodka Diagnostyki, Prewencji i Telemedycyny Krakowskiego Szpitala Specjalistycznego im. Jana Pawła II, http://www.cdo.pl/site/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=52&Itemid=100, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [11] Portal Kardiotele Śląskiego Centrum Chorób Serca w Zabrze, <http://www.kardiotele.pl>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [12] Portal Centrum Medycznego KARDIOTEL, <http://www.kardiotel.pl>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [13] Portal internetowy sieci telemedycznej Monte, <http://www.monte.amu.edu.pl/>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [14] KONSUL II, <https://konsul2.ics.agh.edu.pl/>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [15] Portal województwa kujawsko-pomorskiego Infotuba, http://kujawsko-pomorskie.infotuba.pl/styl_zycia/zdrowie_i_uroda/a2952.xml, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [16] Portal internetowy Telemedyczne systemy diagnostyczno-rehabilitacyjne, <http://www.telezdrowie.pl/>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [17] Portal internetowy Zdalnych usług medycznych TeleDICOM, <http://www.teledicom.pl/index.htm>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [18] Platforma internetowa imed24, <http://imed24.pl>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [19] Portal Akademickiego Centrum Klinicznego Szpitala Akademii Medycznej w Gdańsku, <http://www.ack.gdansk.pl/content/view/1175/456/>, ostatni dostęp: styczeń 2009
- [20] V. Barbaro, P. Bartolini, G. Calganini, F. Censi, M. Floris, C. Pignalberi, R. Ricci, M. Santini: In vitro and in vivo evaluation of electromagnetic interference between wireless home monitoring pacemakers and GSM mobile phones, Engineering In Medicine and Biology Society, 2003, Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE, Volume 4, pp. 3062-3065, 2003.
- [21] G. Calganini, F. Censi, M. Floris, C. Pingalberti, R. Ricci, G. Bincaiana, P. Bartolini, M. Santini: Evaluation of electromagnetic interference of GSM mobile phones with pacemakers featuring remote monitoring functions, Pacing and Clinical Electrophysiology, Vol. 29, Issue 4, pp. 380-385, 2006.
- [22] A. Duraj, A. Pławiak-Mowna, A. Krawczyk: Systemy bezprzewodowej diagnostyki, Sieci i systemy informatyczne: teoria, projekty, wdrożenia, aplikacje: XIV konferencja, Łódź, 2008, s. [7] CD-ROM.
- [23] A. Pławiak-Mowna, A. Krawczyk: Interaktywna edukacja pacjentów wspomaganych implantami kardiologicznymi, Sieci i systemy informatyczne: teoria, projekty, wdrożenia, aplikacje: XIV konferencja, Łódź, 2008, s. [4] CD-ROM.

Artykuł recenzowany