

Telemedyczne podtrzymywanie aktywności ruchowej za pomocą smartfonów – system telemonitorujący w Instytucie Medycyny Wsi

Tomasz Saran¹, Andrzej Horoch¹

¹ Instytut Medycyny Wsi im Witolda Chodźko w Lublinie

Saran T, Horoch A. Telemedyczne podtrzymywanie aktywności ruchowej za pomocą smartfonów – system telemonitorujący w Instytucie Medycyny Wsi. Med. Og. Nauk Zdr. 2013; 19(4): 500–503.

Streszczenie

Zwiększona ogólna aktywność ruchowa jest niezbędnym warunkiem zachowania efektów przeprowadzonej rehabilitacji. W celu zachęcenia pacjentów kończących rehabilitację stacjonarną do zachowania zwiększonej aktywności fizycznej wykorzystano możliwości techniczne seryjnych smartfonów oraz przygotowane do tego celu oprogramowanie na platformie Android 2.0–4.x. o nazwie Narzędzie Pomiaru Aktywności Ruchowej. Oprogramowanie jest udostępniane nieodpłatnie. Oprogramowanie wykorzystuje dane pochodzące z akcelerometru wbudowanego do smartfonu, które ulegają przetworzeniu według oryginalnego algorytmu pomiarowego. Algorytm pomiarowy został skalibrowany poprzez wielokrotnie powtarzane eksperymenty czynnościowe. Dane na temat aktywności pacjenta są przesyłane do lekarza prowadzącego, który za pośrednictwem serwera szpitala i oprogramowania sieciowego ma możliwość szczegółowej oraz sumarycznej analizy zachowania pacjenta w dowolnej chwili. Równocześnie, poprzez piktogram napełniającego się serca, program motywuje użytkownika do wykonywania indywidualnie dopasowanego, dobowego planu aktywności ruchowej. Plan aktywności jest automatycznie dostosowany do cech indywidualnych pacjenta i jego chorób na podstawie zdalnego wywiadu chorobowego. Poprzez wsparcie „oceniające” ze strony lekarza program zmniejsza ryzyko dyskontynuacji procesu rehabilitacyjnego.

Słowa kluczowe

telemedycyna, telerehabilitacja, fitness, profilaktyka, algorytm

WSTĘP

Brak kontynuacji wykonywania zaleceń lekarskich po opuszczeniu szpitala jest powodem utraty efektów leczenia w większości chorób przewlekłych. Współczesne metody telemedyczne dają nowe możliwości w zakresie ciągłego kontaktu lekarza z pacjentem i obserwacji jego postępowania prozdrowotnego. Pacjent otrzymuje przez to stałe wsparcie i skuteczniej podejmuje właściwe działania sprzyjające jego zdrowiu.

Jednym z koniecznych warunków zachowania zdrowia jest adekwatna do możliwości organizmu aktywność fizyczna. Odpowiednie natężenie oraz rodzaj podejmowanego wysiłku fizycznego warunkują prawidłowy rozwój człowieka, zapobiegają schorzeniom układu ruchu, układu krążenia oraz spowalniają degradację funkcji psychicznych. Systematyczna aktywność fizyczna jest podstawowym elementem samodzielnej rehabilitacji, która powinna być prowadzona przez osoby mające za sobą leczenie w ośrodkach rehabilitacyjnych. Brak samodzielnej kontynuacji procesu rehabilitacyjnego w wielu przypadkach prowadzi do nawrotu objawów choroby przewlekłej i prowadzi do trwałej niepełnosprawności.

Międzynarodowe badania obejmujące mieszkańców 15 krajów europejskich wykazały, że mało aktywny tryb życia prowadzi 40–80% populacji. Stwierdzono, że w Polsce i Portugalii występuje największy odsetek osób o małej aktywności ruchowej. W naszym kraju tylko 6,4% społeczeństwa deklaruje dużą aktywność fizyczną, ale aż 60%

wielkowiejskiej populacji polskiej w czasie wolnym od pracy nie wykonuje żadnej aktywności fizycznej. U 84% dorosłych osób tygodniowy wydatek energetyczny związany z aktywnością sportowo-rekreacyjną nie osiąga wartości zalecanych w promocji zdrowia i profilaktyce chorób cywilizacyjnych [1].

TELEMEDYCINA W POLSCE I NA ŚWIECIE

Określenie „telemedycyna” powstało z połączenia dwóch słów: greckiego słowa „tele” – ‘na odległość’ oraz łacińskiego „meteri” – ‘leczenie’. Termin ten oznacza świadczenie usług zdrowotnych na odległość. Telemedycyna jest jedną z najnowocześniejszych i dynamicznie rozwijających się form realizacji usług medycznych. Jest to dziedzina na pograniczu telekomunikacji, informatyki i medycyny [2]. Ważną częścią telemedycyny jest ciągła zdalna opieka nad osobami niepełnosprawnymi i wtórna profilaktyka [3].

Prekursorem telemedycyny są Stany Zjednoczone. Już w latach 60. powstała satelitarna sieć telekomunikacyjna, która służyła do łączności amerykańskich baz wojskowych na odległych kontynentach ze specjalistycznymi ośrodkami medycznymi usytuowanymi w USA. Inicjatorem dynamicznego rozwoju telemedycyny stała się agencja NASA. Agencja potrzebowała efektywnej formy prowadzenia opieki medycznej oraz monitorowania stanu zdrowia astronautów na odległość. Dzięki działaniom agencji transmisja telemedyczna została udoskonalona, co doprowadziło do jej globalnego rozwoju i zastosowania w ośrodkach medycznych na całym świecie [4]. Przełomem w rozwoju telemedycyny była pierwsza przeprowadzona na odległość operacja chirurgiczna. Odbyła się 7 września 2001 roku. „Operacja Lindbergh” polegała

Adres do korespondencji: Tomasz Saran, Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźko w Lublinie
e-mail: sarantomasz@gmail.com

Nadesłano: 20 listopada 2013 roku; Zaakceptowano do druku: 30 stycznia 2014 roku.

na usunięciu woreczka żółciowego. Lekarz specjalista – operator narzędzi chirurgicznych przebywał w Nowym Jorku, podczas gdy pacjent znajdował się w Strasburgu [5].

Krajem wiodącym prym w telemedycynie są Stany Zjednoczone. Szacuje się, iż około 40% porad pomiędzy lekarzem a pacjentem jest prowadzonych przez systemy informatyczne na odległość. Wymiernym efektem jest skrócenie średniego czasu wizyty medycznej o około 60% bez zmniejszenia satysfakcji pacjentów [6].

W chwili obecnej istnieje niezwykle bogata oferta urządzeń domowych do zdalnej diagnostyki, rehabilitacji i opieki domowej. Należą do nich:

1. System Healthman (firmy Siemens) – służy do zapisu w warunkach domowych oraz wstępnej analizy informacji na temat stanu zdrowia osoby chorej wraz ze wstępnymi diagnozami i zaleceniami [3].
2. System Medicate – jest to system, który wykorzystuje internetową technologię do monitorowania pacjentów chorych na astmę, przebywających w warunkach domowych. Umożliwia lekarzowi przeprowadzenie licznych badań, m.in. badania pulmonologicznego czy też kardiologicznego, oraz przesłanie wyników do analizy specjalistom [3].
3. Zestaw firmy Matsushita – umożliwia zdalne monitorowanie parametrów biologicznych osoby chorej: pracy serca, ciśnienia krwi, tętna, poziomu cukru, temperatury itp. [3].
4. Telerehabilitacja kardiologiczna – wprowadzona przez prof. Ryszarda Piotrowicza, kierownika Kliniki i Zakładu Rehabilitacji Kardiologicznej i Elektrokardiologii Nieinwazyjnej w Instytucie Kardiologii w Warszawie [7]. Umożliwia pacjentowi prowadzenie rehabilitacji kardiologicznej początkowo w ośrodku, a następnie w warunkach domowych przy użyciu urządzeń telemedycznych. Rejestracja zapisu EKG oraz transmitowanie danych do ośrodka zdalnie nadzorującego proces rehabilitacji odbywa się w czasie rzeczywistym oraz po zakończeniu ćwiczeń [8].

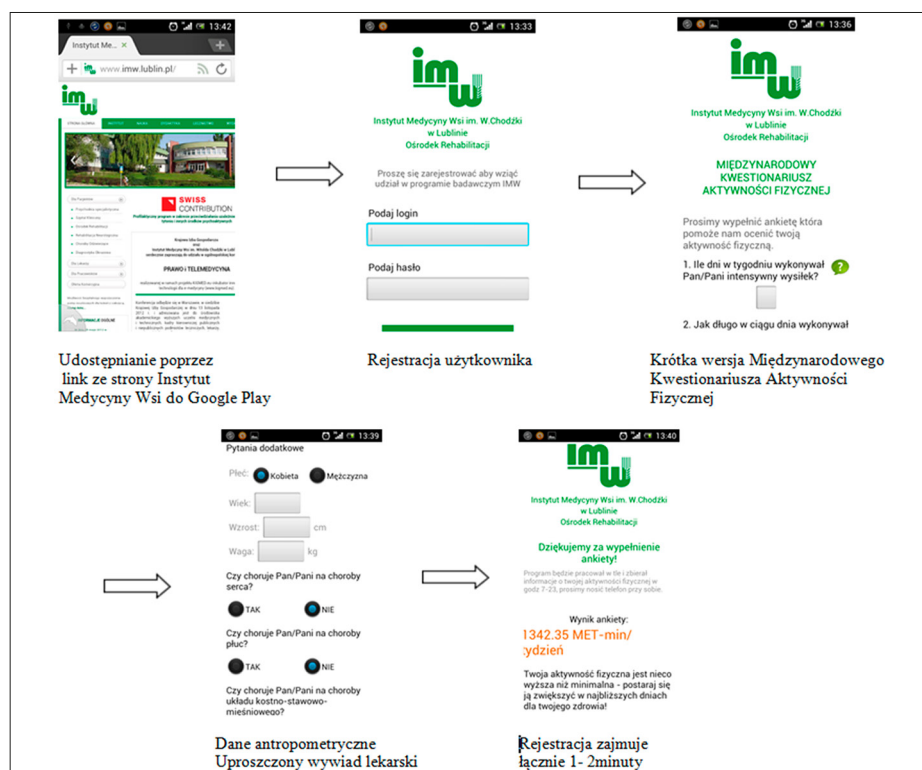
Metoda telerehabilitacji kardiologicznej, dzięki stałemu udoskonalaniu, znajduje uznanie specjalistów i jest obecnie stosowana w wybranych ośrodkach kardiologicznych w całej Polsce [9].

TELEMONITOROWANIE AKTYWNOŚCI W INSTYTUCIE MEDYCYNY WSI

Innowacyjny system telemedyczny wykorzystujący komórkową transmisję danych oraz możliwości smartfonów – Instytutu Medycyny Wsi. Celem działania systemu aplikacji i towarzyszącego jej oprogramowania sieciowego jest zwiększenie efektu rehabilitacji przez motywację do aktywnego trybu życia po zakończeniu leczenia i rehabilitacji w tej placówce.

APLIKACJA – CHARAKTERYSTYKA

Aplikacja monitorująca wykorzystuje w praktyce potencjał telemedyczny współczesnych smartfonów. System stałego monitoringu powstał z myślą o badaniu aktywności osób opuszczających Ośrodek Rehabilitacji IMW oraz podtrzymywaniu z nimi kontaktu. W dalszym etapie wprowadzono funkcje komunikacji zwrotnej oraz motywowania do zwiększenia aktywności poprzez diagram serca. Aplikacja prowadzi czynny monitoring aktywności fizycznej w ciągu dnia, dlatego też pacjenci ośrodka mogą stale czuć nadzór specjalistycznej opieki medycznej. Aplikacja jest dostępna bezpłatnie dla wszystkich zainteresowanych, którzy posiadają w telefonie komórkowym (smartfonie) system Android 2.1-x. Tylko pacjenci leczeni i zarejestrowani imiennie w Instytucie Medycyny Wsi korzystają z komunikacji zwrotnej i nadzoru specjalistycznego lekarzy i fizjoterapeutów.



Rycina 1. Instalacja aplikacji IMW na smartfonie z systemem Android

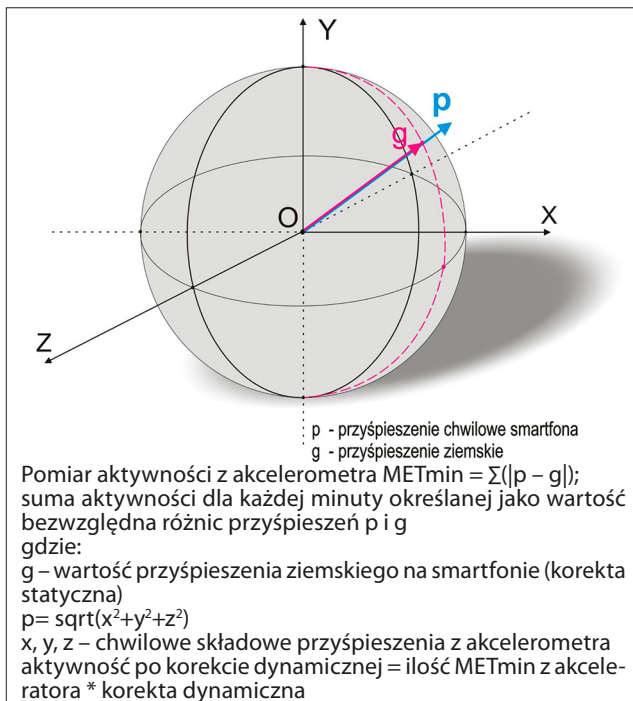
Aplikacja zawiera oryginalny algorytm przetwarzania danych z akcelerometru oraz skróconą ankietę aktywności ruchowej IPAQshort, dotyczącą czynności dnia codziennego oraz intensywności aktywności fizycznej w ostatnich siedmiu dniach. Ankieta zawiera krótki formularz z pytaniami na temat konkretnych rodzajów aktywności w czasie wolnym, działalności domowej, aktywności związanej z pracą oraz związanej z ruchem. Ocenie podlegają spacer, aktywność fizyczna o umiarkowanej i wysokiej intensywności. Pozycje w formularzu IPAQshort zostały skonstruowane, aby zapewnić oddzielne wyniki co do poszczególnych pomiarów. Obliczanie polega na sumowaniu czasu trwania (w minutach) i częstotliwości (dni) spacerów, aktywności fizycznej o umiarkowanej i wysokiej intensywności działania [10]. Pomiar aktywności ruchowej następuje poprzez przetworzenie danych z akcelerometru smartfonu dzięki empirycznie opracowanym algorytmom, które eliminują wpływ czułości tych podzespołów, a także wpływ odrębnych czynników, tj.: lokalizacji noszenia smartfonu przez pacjenta.

Kalibracja statyczna – umożliwia określenie wartości mierzonego na akcelerometrze przyspieszenia ziemskiego. Wykonuje się ją poprzez położenie komórki na płasko i wciśnięcie przycisku mierzącego przez 3 sekund; **wyliczenie**, zgodnie ze wzorem $g = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, jako średnia z pomiarów przez 3 sek., gdzie: x,y,z – chwilowe składowe przyspieszenia z akcelerometra.

Kalibracja dynamiczna – umożliwia wyeliminowanie różnic czułości akcelerometrów w różnych typach smartfonów oraz miejsca noszenia smartfona w ciągu dnia (np. w koszuli, marynarce czy przy pasku). Wykonuje się ją poprzez wciśnięcie przycisku, umieszczenie smartfona w miejscu noszenia go w ciągu dnia i rozpoczęcie marszu po płaskim terenie przez 1 min., aż do usłyszenia sygnału zakończenia kalibracji; **wyliczenie zgodnie ze wzorem**:

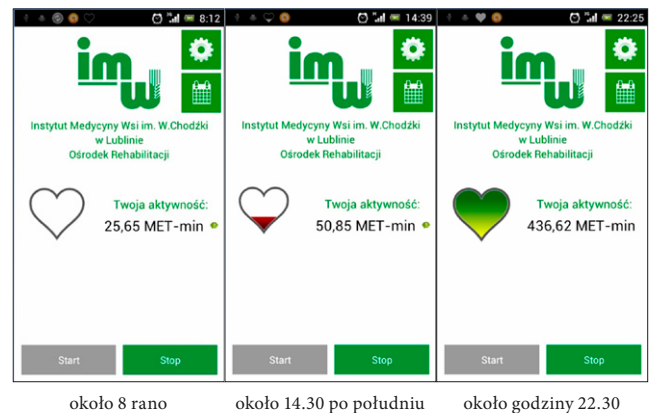
korekta dynamiczna = 3,3 / ilość METmin dla 1 min. marszu

Metoda naliczenia aktywności:



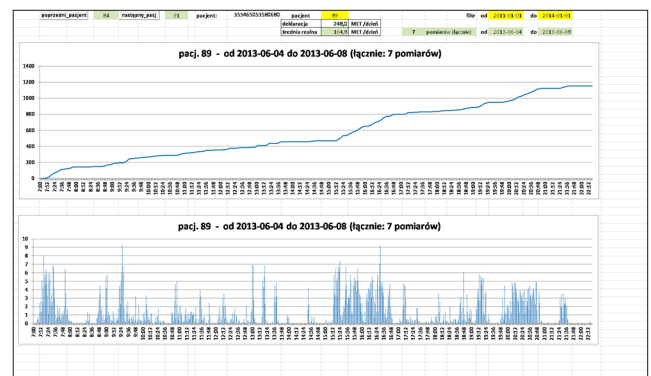
Rycina 2. Metoda przetwarzania danych z akcelerometra (skrótt)

Maksymalną dostępną rzetelność pomiarów uzyskano poprzez wielokrotną korektę współczynników obliczeniowych na podstawie prób wykonywanych w Pracowni Badań Czynnościowych Instytutu Medycyny Wsi. Algorytm pomiarowy został opracowany i udoskonalony przez Bernarda Kiedrowskiego (Instytut Medycyny Wsi). Oprogramowanie Android i sieciowe zostało przygotowane przez Grzegorza Golca (mobilesqrbox). Aplikacja dostosowuje indywidualnie codzienną aktywność ruchową w oparciu o zdalny wywiad oraz dane antropometryczne. Po prawidłowym zainstalowaniu aplikacja monitoruje intensywność codziennej aktywności ruchowej użytkownika pomiędzy godziną 7.00 a 23.00, motywując go do zintensyfikowania wysiłku fizycznego poprzez kolorowy diagram „napełniającego się serca” (kolor czerwony, żółty, zielony) oraz komunikaty tekstowe.



Rycina 3. Aplikacja pomiarowa podczas działania w ciągu dnia (interfejs aplikacji)

Aplikacja działa w tle, nie zużywając zasobów telefonu dzięki wysokiej optymalizacji kodu. Aktywność akcelerometru telefonu wymuszona, niezależnie od wygaszenia ekranu, jest głównym powodem nieznacznie zwiększonego zużycia baterii. Pacjent może obserwować dokonania poprzez miniaturowy piktogram napełniającego się serca wyświetlany na górnym pasku telefonu z systemem Android. Pacjent może prześledzić historię swojej aktywności w telefonie. Raz na dobę aplikacja wysyła mały pakiet danych do serwera Instytutu. Szczegółowe dane dotyczące aktywności użytkownika gromadzone są w automatycznie generowanych tabelach i wykresach zbiorczych dostępnych dla operatora/opiekuna pacjenta, którym jest lekarz lub fizjoterapeuta. Przykładowy dzienny zapis aktywności pacjenta przedstawiono na rycinie 4.



Rycina 4. Przykładowy odczyt aktywności użytkownika (pacjenta) na panelu operatora-lekarza/fizjoterapeuty. Słupki przedstawiają sumy aktywności w poszczególnych minutach doby dla danego okresu analizy zbiorczej.

Lekarz lub fizjoterapeuta, posługując się unikalnym loginem nadanym przez operatora, ma dostęp do bazy danych w zakresie prowadzonych przez siebie pacjentów. Podczas wizyty kontrolnej w poradni rehabilitacji lekarz/fizjoterapeuta, poprzez wizualną analizę wykresu, ocenia aktywność pacjenta w wybranym okresie i przedstawia mu zalecenia co do dalszego postępowania.

PODSUMOWANIE

Aktywność fizyczna odpowiednio dostosowana do możliwości organizmu jest najlepszą formą profilaktyki pierwotnej i wtórnej bardzo wielu schorzeń somatycznych i psychicznych. Zarazem zwiększona aktywność fizyczna jest pożądana w samodzielnej kontynuacji każdego procesu rehabilitacyjnego, gdzie, obok specjalistycznych ćwiczeń, prowadzi do podtrzymania odzyskanej sprawności organizmu oraz zachowania funkcji społecznych i zawodowych. Brak samodzielnej kontynuacji rehabilitacji prowadzi zawsze do nawrotu niepełnosprawności i wykluczenia.

Każdego dnia rejestrowanych jest 1,3 mln nowych użytkowników smartfonów z systemem Google Android. Wzrastające rozpowszechnienie telefonii komórkowej oraz coraz większa liczba smartfonów pozostających w rękach coraz

starszych użytkowników, daje nowe możliwości sprawowania opieki medycznej na odległość. Przykładem tego jest system wdrożony w Instytucie Medycyny Wsi.

PIŚMIENNICTWO

1. Charzewski J. Aktywność sportowa Polaków. AWF, Warszawa 1997.
2. Perednia DA, Allen A. Telemedicine technology and clinical applications. JAMA. 1995; 273: 483–488.
3. Baraniecki M. Telemedycyna; PULS, Miesięcznik Okręgowej Izby Lekarskiej w Warszawie, Wydawca: Okręgowa Rada Lekarska, 2003/01.
4. Puchała E, Bujnowska-Fedak MM. Telemedycyna – teoria i praktyka, Przew. Lek. 2009; 1: 251–256.
5. Marescaux J, Leroy J, Rubino F, Vix M, Simone M, Mutter D. Transcontinental Robot Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications. Annals of Surgery 2002; 235:487–92, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1422462/ (dostęp: 22.08.2013)
6. Viegas SF, Dunn K [ed.]. Telemedicine, practicing in information age. Lippincot-Raven, Philadelphia; New York 1996.
7. Piotrowicz R, Piotrowicz E. Telerehabilitacja. Instytut Kardiologii im. Prymasa Tysiąclecia Stefana Kardynała Wyszyńskiego; Warszawa, 2011.
8. Rodriguez A, Villalar JL, Arredondo MT, Cabrera MF, Del Pozo F. Transmission trials with a support system for the treatment of cardiac arrest outside hospital. Telemed Telecare. 2001; 7 (1): 60–62.
9. Zubrzycki J, Małecka T Massalska. Telemedycyna – medycyna i technika w walce o nasze zdrowie. Zdrowie Publiczne 2010; (120): 421.
10. Guidelines for Data Processing and Analysis of International Physical Activity Questionnaire(IPAQ), November 2005 3;2–3, www.ipaq.ki.se

Telemedical maintenance of physical activity by means of smartphones – the telemonitoring system at the Institute of Rural Health

Abstract

Improved overall physical activity is an essential precondition for the maintenance of the effects of rehabilitation conducted. In order to encourage patients who complete stationary rehabilitation to maintain increased physical activity, the technical capabilities of serial smartphones and software for Android 2.0–4.x prepared for this purpose – the Instrument for Measurement of Physical Activity were used. The software is freely available, and uses data from the accelerometer built into your smartphone that are processed according to the original measurement algorithm. This algorithm has been calibrated by measuring repeated functional experiments. The data concerning patient's activity are transmitted to the physician in charge of treatment who, at any time, via hospital server and network software has the possibility to perform a detailed and summary analysis of patient's behaviour. Simultaneously, through the pictogram of the filling heart, the user is motivated to perform individually tailored, daily physical activity plan. The activity plan is automatically adjusted to the individual characteristics of the patient and his/her diseases, based on remote medical history taking. Through an 'evaluation' support on the part of the physician, the programme provides an opportunity to reduce the incidence of discontinuation of rehabilitation and relapse of disability.

Key words

telemedicine, telerehabilitation, fitness, prevention