

MONITORING PARAMETRÓW CHODU OSÓB W PODESZŁYM WIEKU WSPARCIEM DLA ICH OPIEKUNÓW I FIZJOTERAPEUTÓW

MONITORING GAIT PARAMETERS OF THE ELDERLY AS A SUPPORT FOR CAREGIVERS AND PHYSIOTHERAPISTS

Marcin Rudzki^{1*}, Agnieszka Nawrat-Szoltysik^{2,3}

¹ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej,
Katedra Informatyki i Aparatury Medycznej, 41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 40

² Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
44-065 Katowice, ul. Mikołowska 72B

³ Ośrodek Święta Elżbieta w Rudzie Śląskiej, 41-700 Ruda Śląska, ul. Wolności 30

*e-mail: marcin.rudzki@polsl.pl

STRESZCZENIE

Starzenie się społeczeństw rozwiniętych stawia nowe wyzwania w zakresie opieki nad seniorami. Monitorowanie codziennej aktywności, w tym parametrów chodu, daje istotne informacje o kondycji. Praca prezentuje pilotażowe pomiary aktywności seniorów Domu Pomocy Społecznej Św. Elżbieta w Rudzie Śląskiej. Pomiarom poddano 38 osób o zróżnicowanym poziomie sprawności i aktywności ocenianej według wiedzy ich opiekunów. Pozyskane dane pomiarowe poddano analizie celem wydzielenia czasów aktywności oraz wybranych parametrów chodu. Dzięki wyznaczanym wartościom liczbowym opiekun może zrewidować opinię o swoich podopiecznych. Otrzymane wyniki wskazują na przydatność takich rozwiązań w codziennej opiece nad seniorami oraz w planowaniu rehabilitacji.

Słowa kluczowe: geriatria, monitorowanie aktywności, analiza parametrów chodu, czujniki inercyjne

ABSTRACT

Aging of the developed societies creates new challenges for medical care of the elderly. Monitoring of daily activities provides useful information about patient's condition. This paper presents a pilot study of activity monitoring of seniors living in the residential home St. Elisabeth in Ruda Śląska. The study was performed on 38 seniors with various fitness and activity levels according to the knowledge of their caregivers. The obtained data allowed to determine the activity time and chosen gait parameters. The results enable caregivers to update opinion on their patients and show usefulness of such solutions in daily care of the elderly, as well as in rehabilitation planning.

Keywords: geriatrics, activity monitoring, gait analysis, inertial sensors

1. Wstęp

Starość nie jest chorobą, lecz naturalnym etapem życia, w którym dochodzi do kumulacji zmian w fizycznym, psychicznym i społecznym funkcjonowaniu. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) za jej początek przyjęła umownie 60 lub 65 rok życia [1]. Zgodnie z prognozami demograficznymi w najbliższych latach liczba osób w podeszłym wieku na świecie wzrośnie do ok. 1 mld, co stanowić będzie prawie 1/6 ogółu mieszkańców globu, a w 2025 roku wzrośnie do 2 mld [2]. Przewiduje się, że w 2050 roku, wśród 650 mln mieszkańców kontynentu europejskiego, aż 170 mln będzie w wieku powyżej 65 lat [3]. Jak wynika z badań, również w Polsce w nadchodzących latach nastąpi znaczny przyrost ludności w najstarszych grupach wiekowych [4, 5]. Z badań przeprowadzonych przez WHO wynika także, że zwiększa się liczba ludzi starszych żyjących samotnie, co wymaga zapewnienia instytucjonalnej opieki długoterminowej (domy pomocy społecznej, zakłady pielęgnacyjno-opiekuńcze, zakłady opiekuńczo-lecznicze, itp.) oraz znalezienia innych alternatywnych form nieformalnej pomocy osobom starszym, aby mogły pozostać w swoim domu.

Domy pomocy społecznej (DPS) dla ludzi starszych są kontynuacją dawnych przytułków oraz zamkniętych zakładów opieki. W średniowieczu były to szpitale stanowiące schronienie dla starców. W ostatnich kilkunastu latach, m.in. dzięki nowelizacji ustawy o pomocy społecznej, podniósł się znacznie standard tych domów [6]. Wprowadzono m.in. odpłatność za pobyt, poprawiono standard wyposażenia, warunki zamieszkania zbliżono do warunków życia w domu. Zmniejszono liczbę osób zamieszkujących jedno pomieszczenie mieszkalne, za optymalne uznając pokoje jedno i dwu osobowe. Zadaniem tych domów stało się zapewnienie mieszkańcom właściwego odżywiania, opieki pielęgnarsko-lekarskiej, odpowiedniej atmosfery i wypoczynku oraz pomocy w adaptacji do nowych warunków. Mieszkańcom zapewniono także sprawniejszą opiekę geriatryczną i rehabilitację [7].

DPS, zapewniając całodobową opiekę, pomaga mieszkańcom w podstawowych czynnościach, co niestety często skutkuje wycofaniem się z wielu codziennych prac, pojawieniem się bierności i bezradności, oczekiwaniem na pomoc personelu, zamykaniem się w swoich pokojach oraz uchylaniem od zajęć rekreacyjnych proponowanych przez placówkę. Jak pokazują badania, u mieszkańców DPS obserwuje się m.in. obniżoną zdolność do wykonywania prostych czynności dnia codziennego, zaburzenia chodu i równowagi oraz duże ryzyko upadków, które u 10–25% prowadzą do złamań. Zmiana miejsca pobytu mieszkańca domu opieki (np. przeniesienie do innej sali) zwiększa to ryzyko o 50% [8, 9, 10].

Usługi świadczone przez DPS polegają między innymi na podnoszeniu sprawności i aktywizowaniu mieszkańców, stymulowaniu do nawiązywania i rozwijania kontaktów z rodziną i społecznością lokalną, działaniach zmierzających do usamodzielniania mieszkańca domu w miarę jego możliwości. Mimo to problemy związane z zaburzeniami sprawności ruchowej mieszkańców są duże i wymagają budowania odpowiednich programów zdrowotnych oraz propagowania aktywności ruchowej, która jak pokazują badania, jest u podopiecznych na bardzo niskim poziomie [11, 12, 13, 14]. Tymczasem zachowanie wysokiej aktywności fizycznej w wieku starszym jest jednym z czynników prognozujących dłuższe życie, umożliwia starszym ludziom zachowanie autonomii i niezależności, a tym samym przyczynia się do poprawy jakości ich życia.

Obecna moda na aktywny styl życia spowodowała dostępność wielu rozwiązań technicznych związanych z monitorowaniem aktywności fizycznej – od krokomierzy do aplikacji na smartfony i specjalizowanych portali społecznościowych, jak np. Endomondo [15]. Są one głównie skierowane do osób młodych i aktywnych. Dla osób starszych oraz ich opiekunów coraz szerzej dostępne są rozwiązania z zakresu teleopieki i telemedycyny. Można tu wyróżnić dwa główne nurty. Pierwszy jest związany wykonywaniem zdalnej diagnostyki i badań przesiewowych za pomocą środków komunikacji elektronicznej [16]. Drugi, w którym osobiste urządzenia elektroniczne umożliwiają rejestrowanie aktywności i ewentualnych zagrożeń. W tej grupie dostępnych jest wiele rozwiązań: od prostych detektorów upadków z przyciskiem alarmowym [17] do urządzeń monitorujących codzienną aktywność i lokalizację oraz współpracujących z centrum teleopieki [18].

Do rejestrowania i analizy aktywności fizycznej najczęściej wykorzystywana jest informacja pochodząca z czujników inercyjnych (akcelerometr i/lub żyroskop) wykonanych w technologii MEMS (ang. *Micro Electro-Mechanical Systems*). Są one obecnie szeroko dostępne dzięki miniaturyzacji i masowej produkcji zapewniającej niskie koszty w przeliczeniu na sztukę. Urządzenia monitorujące

aktywność umożliwiając wielogodzinną akwizycję danych, po przetworzeniu których dostępne są raporty podsumowujące. Pole zastosowań jest dwojakie. Z jednej strony opiekun posiada „twarde” informacje o aktywności podopiecznego, co pozwala mu lepiej poznać jego potrzeby i zaplanować ćwiczenia. Z drugiej strony, pojawia się element współzawodnictwa – wzajemnej motywacji do zwiększania poziomu aktywności – pomiędzy osobami monitorowanymi [19]. Taki efekt udaje się także zaobserwować wśród bardziej aktywnych seniorów. Główną zaletą rozwiązań wykorzystujących czujniki inercyjne, poza niskim kosztem, jest pozostawienie znacznej autonomii osobie starszej, przy jednoczesnej możliwości zapewnienia jej szybkiej pomocy w sytuacji ewentualnego zagrożenia. Ze względu na wygodę użytkownika oraz koszty zwykle minimalizuje się liczbę czujników do jednego. Jest to wystarczające do pozyskania wiedzy o aktywności fizycznej lub jej braku, wydatku energetycznym, liczbie kroków, a niekiedy nawet wystarcza do rozpoznania niektórych rodzajów czynności. Jednak to urządzenia wieloczujnikowe umożliwiają pozyskanie cech rozpoznanych aktywności (np. parametrów chodu), przydatnych do planowania programów usprawniania i wykrywania zagrożeń wynikających np. z zaburzenia chodu i równowagi.

W niniejszej pracy prezentowane są wyniki zastosowania pięcioczujnikowego zestawu rejestrującego do monitorowania aktywności rezydentów Domu Pomocy Społecznej w Rudzie Śląskiej. Celem pracy była weryfikacja przydatności uzyskiwanych parametrów aktywności ruchowej dla opiekunów osób starszych.

2. Zestaw rejestrujący aktywność ruchową

System opieki telemedycznej nad seniorami ma stanowić pomoc dla opiekunów tych osób starszych, które są nadal samodzielne i pozostają dłuższy czas bez opieki w warunkach domowych. Wykrywanie pogarszającej się kondycji w dłuższym okresie, jak również reagowanie na bezpośrednie zagrożenia (np. upadki) stanowią główne założenia opracowanego systemu [20].

Głównym elementem systemu jest zestaw pomiarowy (p. rys. 1), który składa się z pięciu czujników inercyjnych, pulsometru z przyciskiem alarmowym oraz z jednostki integrującej. Wszystkie elementy komunikują się drogą bezprzewodową i zasilane są z wbudowanych akumulatorów. Czujniki inercyjne dokonują pomiaru przyspieszeń oraz prędkości kątowych, na podstawie których możliwe jest wykrywanie aktywności ruchowych oraz ich dalsza analiza. Umieszczenie czujników na ciele osoby monitorowanej pozwala rozpoznawać wybrane aktywności ruchowe, w szczególności chód oraz niektóre jego parametry, takie jak liczba kroków, kadencja, czasy podporu i przenoszenia, zmiany kąta podczas przenoszenia. Czujniki w okolicy kostek, jak i przycisk alarmowy z pulsometrem, mocowane są za pomocą opasek typu „rzepa”. Czujnik na plecach – za pomocą szelek lub rzepami bezpośrednio do ubrania. Czujniki biodrowe natomiast za pomocą kieszonek wsuwanych do paska. Podczas prac projektowych z powodzeniem zastosowano uproszczoną wersję zestawu pomiarowego o identycznym rozmieszczeniu sensorów do automatycznej oceny testu według Katarzyny Berg [21, 22]. Wyznaczone wartości parametrów gromadzone są w bazie danych celem oceny długoterminowej oraz wykrywania niezgodności z wartościami typowymi dla danego pacjenta. Dostępne parametry po analizie zarejestrowanych danych pomiarowych obejmują m.in.:

- czasy trwania aktywności dynamicznej i statycznej,
- liczbę kroków i czas chodu,
- czasy podporu i przenoszenia każdej nogi,
- zmianę kąta przy przenoszeniu każdej nogi,
- szybkość i kadencję chodu.

To wyróżnia prezentowane rozwiązanie względem prostych jednoczujnikowych rozwiązań dostępnych aktualnie na rynku.

Ponieważ stopniowe pogarszanie się parametrów chodu jest jednym z kluczowych wyznaczników pogarszającej się sprawności osoby starszej, poprawność ich wyznaczania przez system jest istotna. Zestaw pomiarowy oraz oprogramowanie analizujące zarejestrowane sygnały były poddane weryfikacji za pomocą predefiniowanego zbioru czynności ruchowych [23].

Wyznaczone wartości parametrów prezentowane są opiekunowi, który dzięki temu ma dokładniejszy wgląd w aktywność podopiecznego bez konieczności ciągłej jego obserwacji. Zestaw posiada także standardowe funkcjonalności, jak np. detekcję sytuacji niebezpiecznych czy alarm na

żądanie, jak również umożliwia pomiar wartości pulsu i temperatury z nadgarstka.



Rys. 1. Elementy zestawu pomiarowego i ich umiejscowienie na ciele

3. Pomiary aktywności ruchowej

Badania pilotażowe w zakresie monitoringu dziennej aktywności ruchowej w warunkach zbliżonych do domowych wykonano w DPS Św. Elżbieta w Rudzie Śląskiej. Ośrodek charakteryzuje się warunkami bardzo zbliżonymi do warunków domowych. Usytuowany jest on w budynku wielorodzinnym, zajmuje trzy kondygnacje, poruszać się można po schodach, jak i windą. Przed budynkiem dostępny jest też ogród. W ośrodku zamieszkuje wiele osób o zróżnicowanym poziomie sprawności i aktywności, a opiekunowie znają swoich podopiecznych w zakresie ich możliwości fizycznych.

Monitoringiem objęci byli mieszkańcy DPS, którzy zostali poinformowani o celu pomiarów i wyrazili zgodę na udział. Zestawy pomiarowe były zakładane pacjentowi przez opiekuna zgodnie z instrukcją i noszone podczas pobytu w ośrodku. Część osób wyraziła zgodę na kilkukrotne noszenie zestawu pomiarowego w odstępie od jednego do kilku dni. Od uczestników nie wymagano żadnego specyficznego zachowania – mieli zachowywać się tak jak na co dzień. Po kilku godzinach czujniki były zdejmowane, a zarejestrowane w pamięci urządzenia dane były poddawane analizie. Uzyskane wyniki prezentowane były opiekunom w celu ich ewaluacji.

Monitoringiem objętych zostało w sumie 38 osób (7 mężczyzn, 31 kobiet) w wieku od 52 do 96 lat. Poziom sprawności fizycznej został podzielony na 4 kategorie na podstawie wiedzy opiekunów przed rozpoczęciem pomiarów. Charakterystykę badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka osób objętych pilotażowym monitoringiem aktywności

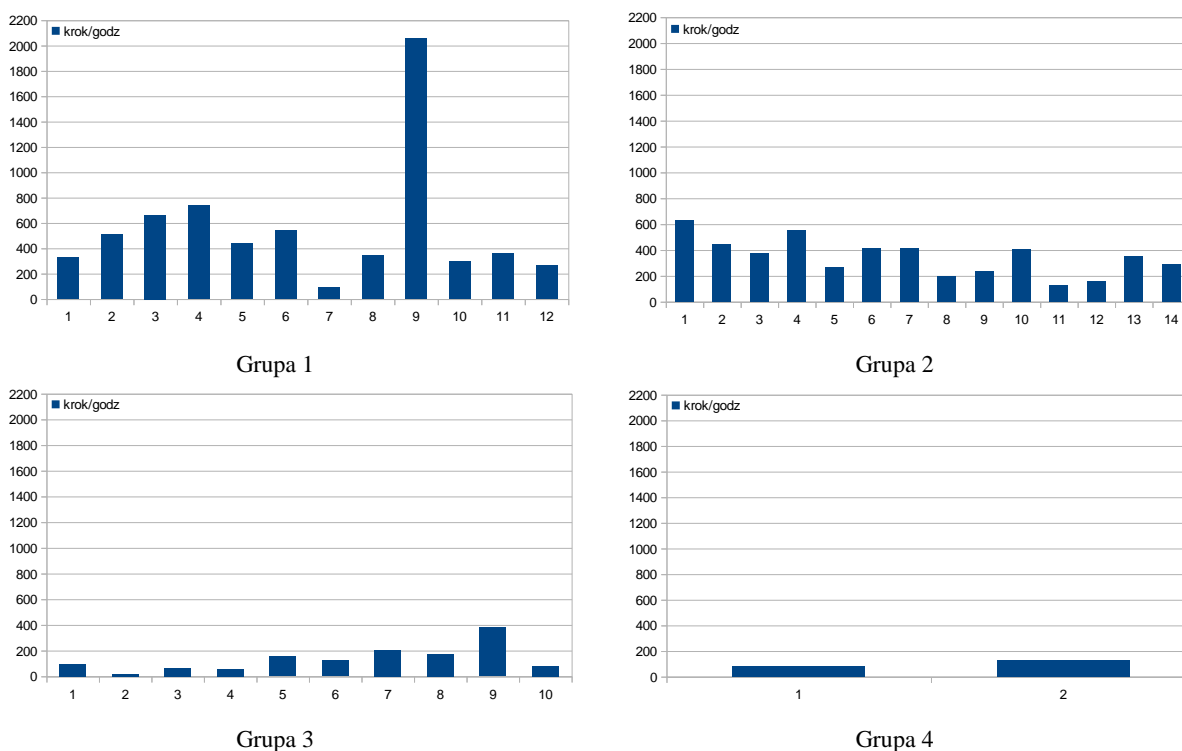
	Kobiety	Mężczyźni	Ogółem
Liczba osób	31	7	38
Wiek (min/średnia/max)	(54/75/96)	(52/70/86)	(52/74/96)
Grupa 1 osoby aktywne, poruszają się po DPS oraz ogrodzie	10 (54/74/87)	2 (52/-/86)	12 (52/73/87)
Grupa 2 osoby aktywne, poruszają się głównie po budynku DPS	10 (60/77/93)	4 (70/75/78)	14 (60/76/93)
Grupa 3 osoby poruszające się mało, głównie po pokoju	9 (70/77/96)	1 (53)	10 (53/75/96)
Grupa 4 osoby poruszające się z asekuracją	2 (70/-/72)	0 (-)	2 (70/-/72)

4. Wyniki

Podsumowanie otrzymanych wartości parametrów aktywności i chodu przedstawiono w tabeli 2. Wyniki związane z zarejestrowaną liczbą kroków w przeliczeniu na godzinę pomiaru przedstawiono również graficznie na rysunku 2.

Tabela 2. Otrzymane wartości parametrów aktywności dla grup pacjentów

Parametr	Grupa 1 min / med / max (śr)	Grupa 2 min / med / max (śr)	Grupa 3 min / med / max (śr)	Grupa 4 min / med / max (śr)
Czas pomiaru [godz.]	3,0 / 7,5 / 19,9 (8,8)	0,3 / 5,9 / 30,0 (9,7)	2,6 / 6,6 / 28,3 (8,9)	4,6 / - / 9,8 (7,2)
Czas aktywności dynamicznej względem czasu pomiaru [%]	5,0 / 12,2 / 59,6 (16,6)	6,2 / 11,4 / 21,6 (11,8)	2,4 / 5,2 / 12,5 (6,4)	4,3 / - / 9,0 (6,7)
Czas aktywności statycznej względem czasu pomiaru [%]	40,4 / 87,8 / 95,0 (83,4)	78,4 / 88,6 / 93,8 (88,2)	87,5 / 94,8 / 97,6 (93,6)	91,0 / - / 95,7 (93,3)
Czas chodu względem czasu pomiaru [%]	1,5 / 6,4 / 41,3 (10,2)	1,4 / 5,9 / 9,3 (5,8)	0,2 / 1,5 / 5,8 (2,2)	1,5 / - / 3,4 (2,5)
Kadencja [krok/min]	80,3 / 88,7 / 105,1 (98,4)	93,4 / 105,9 / 121,0 (104,7)	96,8 / 107,3 / 140,2 (115,0)	91,7 / - / 110,2 (100,1)
Czas podporu nogi prawej [s]	0,40 / 0,95 / 1,22 (0,92)	0,58 / 1,00 / 1,51 (1,00)	0,52 / 0,99 / 1,35 (0,97)	0,73 / - / 1,88 (1,31)
Czas podporu nogi lewej [s]	0,46 / 0,92 / 1,40 (0,94)	0,70 / 0,91 / 2,23 (1,03)	0,48 / 1,05 / 1,79 (1,08)	0,85 / - / 1,03 (0,94)
Czas przenoszenia nogi prawej [s]	0,35 / 0,57 / 1,13 (0,62)	0,31 / 0,58 / 1,08 (0,64)	0,39 / 1,21 / 1,64 (1,07)	1,12 / - / 1,43 (1,27)
Czas przenoszenia nogi lewej [s]	0,37 / 0,55 / 1,14 (0,62)	0,34 / 0,60 / 1,12 (0,64)	0,38 / 0,81 / 1,81 (0,98)	0,58 / - / 1,17 (0,88)
Zmiana kąta przy przenoszeniu nogi prawej [st]	28,2 / 42,0 / 56,6 (43,5)	9,7 / 38,0 / 63,7 (37,8)	20,4 / 30,4 / 69,3 (34,3)	14,7 / - / 40,1 (27,4)
Zmiana kąta przy przenoszeniu nogi lewej [st]	29,7 / 49,1 / 60,2 (48,9)	19,5 / 39,1 / 57,0 (41,9)	17,4 / 25,0 / 52,5 (30,1)	10,5 / - / 35,8 (23,2)
Szacowana długość kroku [cm]	35,7 / 53,5 / 64,0 (52,5)	26,3 / 44,6 / 68,2 (46,5)	22,7 / 32,8 / 59,0 (37,3)	14,9 / - / 44,1 (29,5)
Szacowana prędkość chodu [km/h]	2,1 / 3,1 / 3,9 (3,1)	1,7 / 2,8 / 5,0 (2,9)	1,5 / 2,5 / 4,6 (2,6)	1,0 / - / 2,4 (1,7)



Rys. 2. Szacunkowa liczba kroków na godzinę pomiaru (na osi poziomej znajdują się identyfikatory pacjentów w danej grupie)

5. Wnioski i dyskusja

Mimo niewielkiej liczebności grupy osób objętych pilotażowym monitorowaniem aktywności zaobserwowano, iż większość osób w ośrodku prowadzi statyczny tryb życia (p. tabela 2 wiersze 2 i 3). Dzięki takim informacjom opiekunowie i fizjoterapeuci mają podstawy, aby jeszcze bardziej motywować podopiecznych do aktywności fizycznej.

Ponieważ czas pomiarów w ciągu jednego dnia wynosił do około 4–5 godzin, zmierzona liczba kroków jest znacznie niższa niż zalecane według Tudor-Locke 6000–8500 kroków dziennie dla zdrowych osób oraz 3500–5500 kroków dziennie dla osób z chorobami przewlekłymi oraz niepełnosprawnych [24]. Można jednak oszacować liczbę kroków wykonywanych przez osobę monitorowaną w przeliczeniu na godzinę pomiaru (p. rys. 3). Dzięki temu, zakładając np. 10-godzinną aktywność w ciągu dnia, można ocenić poziom aktywności względem wartości zalecanych przez Tudor-Locke. Szacunek taki jest obarczony błędem tym większym, im krótszy był czas pomiaru, jednak przydatność dla fizjoterapeutów powinna być oczywista już po 4–5 godzinach pomiaru. Z ryunku 2 widać, że jedna osoba w grupie 1 wykazuje pod tym kątem szczególnie wysoki poziom aktywności. Pomiędzy grupami widać pewne zróżnicowanie, co wskazuje, że opiekun może mieć niepełny obraz możliwości swoich podopiecznych. System monitoringu aktywności pozwala w pewnych sytuacjach zweryfikować osąd opiekuna.

Szacowanie przy założeniu podobnej aktywności w ciągu dnia dziennej liczby kroków wprowadza możliwość „oszukiwania”. Wystarczy, że pacjent podczas rejestracji danych wykaże się względnie wysoką aktywnością, która nie będzie już kontynuowana podczas dnia po zakończeniu pomiarów. Aczkolwiek taka próba celowego zwiększania poziomu aktywności tylko podczas sesji akwizycji danych może już sama w sobie być pewnym sposobem aktywizacji podopiecznego.

Jak pokazują badania Fitzpatricka i wsp., konsekwencją zmniejszenia aktywności fizycznej jest m.in. pogorszenie funkcji chodu, a co za tym idzie, zwiększenie ryzyka upadków przez m.in. osłabienie mięśni kończyn dolnych, stawianie ostrożnie drobnych kroków, szuranie po podłożu, co może zwiększyć ryzyko zahaczenia o dywaniki, czy progi [25]. Luukinen i wsp. wykazali, że upośledzenie sprawności lokomocyjnej i związane z tym upadki, występują czterokrotnie częściej w grupie starszych osób, przebywających w domach opieki niż u mieszkających samodzielnie [26]. Parametrami

wykazanymi w tabeli 2 obrazującymi tę zależność są: kąty wychyleń podczas przenoszenia, długość kroku i prędkość chodu. Wartości średnie, jak i mediany kątów wychyleń i długości kroku mają tendencję spadkową zgodnie z wcześniej przyporządkowaną kategorią sprawności. Natomiast liczba kroków na jednostkę czasu (kadencja) – przeciwnie – stawianie mniejszych kroków umożliwia pacjentom wykonywanie ich szybciej, co przemawia za tzw. „drobieniem”. Wyniki te potwierdzają dotychczasowe obserwacje opiekunów. Wartości skrajne części parametrów (minimum lub maksimum) nakładają się pomiędzy grupami, co sugeruje, że niektóre osoby powinny być jednak przyporządkowane do innej grupy. Próba automatyzacji tego procesu stanowi element dalszych prac. Wykrycie powolnego spadku wartości parametru dzięki czujnikom monitorującym aktywność ruchową w dłuższym czasie, pozwoli na wcześniejsze sygnalizowanie ryzyka upadku. Wymagać to będzie albo noszenia zestawu codziennie albo w określonych odstępach czasu, np. raz na dwa tygodnie, aby móc analizować trendy zmian w perspektywie miesięcznej lub rocznej.

Ponadto, wyznaczanie wartości parametrów osobno dla lewej i prawej nogi pozwala na ocenę symetrii chodu i może zwrócić uwagę na uraz bądź stany bólowe u pacjenta, nawet w sytuacji, jeśli nie są one jeszcze dostrzegalne dla opiekuna lub pacjent stara się to ukrywać. Jest to także informacja przydatna w dobraniu ewentualnego zaopatrzenia ortopedycznego oraz odpowiednich ćwiczeń.

W trakcie wykonywania pomiarów zaobserwowano również, że ulepszenia w końcowej postaci wymagają w szczególności paski mocujące. Sprawiały one czasem trudności w zakładaniu. Interesującym rozwiązaniem mogłoby być zintegrowanie sensorów na stałe z częściami garderoby pod warunkiem, aby dobrze przylegały do ciała. Zaprezentowany zestaw pomiarowy spełnia stawiane mu wymagania dotyczące monitorowania aktywności i stanowi dodatkowe źródło wiedzy o pacjencie dla jego opiekunów. Pozwala zwrócić uwagę na parametry aktywności, które mogłyby zostać niezauważone podczas badań okresowych, jak i prostej obserwacji podczas dnia. Otrzymane wyniki motywują do dalszych prac, w szczególności dalszego pozyskiwania danych celem oceny długookresowej.

Podziękowania

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, numer projektu: POIG.01.03.01-24-061/12.



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Autorzy pragną podziękować Dyrektorowi Ośrodka św. Elżbiety w Rudzie Śląskiej mgr. Jarosławowi Czapelce za umożliwienie wykonywania pomiarów oraz mieszkańcom DPS za udział w pilotażowych pomiarach aktywności.

LITERATURA

- [1] W. Pędlich: *Procesy starzenia się człowieka*, [w:] T. Grodzicki, Kocemba, A. Skajska (red.): *Geriatrya z elementami gerontologii ogólnej*, Via Medica, Gdańsk 2007.
- [2] T. Grodzicki, J. Kocemba, A. Skalska (red.): *Geriatrya z elementami gerontologii ogólnej*, Via Medica, Gdańsk 2006.
- [3] P. Szukalski: *Trwanie życia osób starszych w Europie na przełomie XX i XXI wieku*, Gerontologia Polska, 2003, vol. 11(2), s. 55–62.
- [4] J.T. Kowalski, P. Szukalski: *Proces starzenia się ludności. Potrzeby i wyzwania*, Wydawnictwo Biblioteka, Łódź 2002.
- [5] J.T. Kowalski, P. Szukalski: *Nasze starzejące się społeczeństwo – nadzieja i zagrożenia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2004.
- [6] J. Grzegorzczak, A. Kwolek: *Rehabilitacja geriatryczna na przykładzie dwóch domów pomocy społecznej w województwie podkarpackim*, Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków, 2004, vol. 2(2/3), s. 151–157.
- [7] Ustawa z dnia 12 marca 2004 r. o pomocy społecznej, Dz. U. Nr. 64, poz. 593.
- [8] J. Badurski, E. Czerwiński, E. Marcinowska-Suchowierska: *Osteoporoza- ocena ryzyka złamania. Status Quo Arte Anno 2007/2008: Przegląd stanowisk: Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), Europejskiej Agencji Medycznej (EMEA), Europejskiego Towarzystwa Klinicznych i Ekonomicznych Aspektów Osteoporozy (ESEAO), Międzynarodowej Fundacji*

- Osteoporozy (IOF), Polskiej Fundacji Osteoporozy (PFO) i Polskiego Towarzystwa Osteoartrologii (PTOA)*, Postępy Nauk Medycznych, 2008, vol. 21(6), s. 335–359.
- [9] E. Czerwiński, R. Lorenc, E. Marcinowska-Suchowierska i wsp.: *Stanowisko Polskiego Towarzystwa Osteoartrologii i Wielodyscyplinarnego Forum Osteoporotycznego w sprawie standardów diagnostyki i leczenia osteoporozy w Polsce*, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, 2006, vol. 4(6), s. 460–472.
- [10] E. Lewczuk, D. Białoszewski: *Poziom aktywności fizycznej chorych na osteoporozę a upadki i ich profilaktyka*, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, 2006, vol. 8(4), s. 412–421.
- [11] V. Jachimowicz, T. Kostka: *Aktywność ruchowa a sprawność funkcjonalna i lokomocyjna osób starszych*, Medycyna Sportowa, 2009, vol. 25(4), s. 256–264.
- [12] A. Krupa, K. Szczubińska: *Ocena przygotowania domów pomocy społecznej w Małopolsce do zapobiegania upadkom*, Gerontologia Polska, 2009, vol. 17(2), s. 85–94.
- [13] I. Sierpowska: *Prawo pomocy społecznej*, Wolter Klüwer Polska, Warszawa 2007.
- [14] B. Ślusarska, A. Brzezicka, B. Dobrowolska: *Poziom sprawności funkcjonalnej a poczucie satysfakcji z życia wśród mieszkańców Domu Pomocy Społecznej*, Zdrowie Publiczne, 2011, vol. 121(4), s. 369–374.
- [15] Endomondo – osobisty trener w kieszeni, <https://www.endomondo.com/>
- [16] J. Derejczyk, J. Kawa, A. Bednorz i wsp.: *Patients Assessment in Telegeriatics Care*, [w:] E. Pietka, P. Badura, J. Kawa i W. Wieclawek (red.): *Information Technologies in Medicine*, Volume 2, seria Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing, 2016, t. 472, s. 15–25.
- [17] MobiCare na wszelki wypadek, <http://www.mobicare.com.pl/opieka.aspx>
- [18] Mobile Monitoring and Automatic Fall Detection Device for Elderly People Living Alone, Final Report, http://cordis.europa.eu/publication/rcn/13086_en.html
- [19] D. Ledger, D. McCaffrey: *How the science of human behavior change offers the secret to long-term engagement. Endeavour Partners 2014*: <http://endeavourpartners.net/assets/Endeavour-Partners-Wearables-and-the-Science-of-Human-Behavior-Change-Part-1-January-20141.pdf>.
- [20] A.W. Mitas, M. Rudzki, W. Wieclawek, P. Zarychta, S. Piwowski: *Wearable system for activity monitoring of the elderly*, [w:] E. Pietka, J. Kawa i W. Wieclawek (red.): *Information Technologies in Biomedicine*, Volume 4, seria Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing, 2014, t. 284, s. 147–160.
- [21] P. Badura: *Accelerometric signals in automatic balance assessment*, Computerized Medical Imaging and Graphics, 2015, vol. 46(2), s. 169–177
- [22] P. Badura, E. Pietka: *Automatic Berg Balance Scale assessment system based on accelerometric signals*, Biomedical Signal Processing and Control, 2016, vol. 42, s. 114–119
- [23] P. Stepień, Z. Miodonska, A. Nawrat-Szoltysik, i wsp.: *Quantitative Validation of Gait and Swing Angles Determination from Inertial Signals*, [w:] E. Pietka, P. Badura, J. Kawa i W. Wieclawek (red.): *Information Technologies in Medicine*, Volume 2, seria Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing, 2016, t. 472, s. 63–74.
- [24] C. Tudor-Locke: *Taking steps toward increased physical activity: using pedometers to measure and motivate*, Research Digest, 2002, vol. 3(7), s. 1–8.
- [25] S.E. Fitzpatrick, S. Reddy, T. S. Lommel i wsp.: *Physical activity and physical function improved following a community-based intervention in older adults in Georgia senior centers*, Journal of Nutrition for the Elderly, 2008, vol. 27(1/2), s. 135–154.
- [26] H. Luukinen, K. Koski, L. Hiltunen, S. L. Kivela: *Incidence rate of falls in aged population in Northern Finland*, Journal of Clinical Epidemiology, 1994, vol. 47(8), s. 843–850.

otrzymano / submitted: 15.07.2016
zaakceptowano / accepted: 07.10.2016