

Emilia Mikołajewska<sup>1</sup>, Dariusz Mikołajewski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinika Rehabilitacji, 10 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy

<sup>2</sup>Katedra Informatyki Stosowanej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

## Możliwości wykorzystania robotów pomocniczych i obsługowych w opiece domowej

### *Possibilities of implementation assisting and nursing robots in home care*

#### **Abstract**

Ageing of people in Poland is a result of inevitable and, in spite of fact, positive demographic changes typical for developed countries now. One of solutions, which provide high quality of elderly people home care is use of modern technologies: assistive and nursing robots. This article shows classification, applications, advantages and disadvantages this kind of robots. Authors assess directions of further researches and development in the area, especially in Polish realities.

Gerontol. Pol. 2011; 19, 3–4: 176–180

**key words:** aging, care at the end of life, automatization, robots

#### **Wprowadzenie**

Starzenie się ludności Polski jest wynikiem nieuniknionych i zasadniczo pozytywnych zmian:

- postępu medycyny oraz wzrostu przeżywalności ciężkich schorzeń oraz wypadków;
- wydłużenia życia;
- łatwiejszego wyboru dotyczącego terminu narodzin i liczby dzieci;
- wzrostu wykształcenia (w tym kobiet w wieku rozrodczym) i większych możliwości realizowania kariery na współczesnym rynku pracy.

Wspomniane zmiany nie są czymś wyjątkowym i stanowią jedynie wycinek ogólnej tendencji w Unii Europejskiej, a szerzej — we wszystkich krajach uprzemysłowionych.

Adres do korespondencji:  
dr Emilia Mikołajewska  
Klinika Rehabilitacji, 10 Wojskowy Szpital Kliniczny  
z Polikliniką SP ZOZ  
ul. Powstańców Warszawy 5, 85–681 Bydgoszcz  
e-mail: e.mikolajewska@wp.pl

W przypadku Polski spadek liczby ludności w wieku produkcyjnym w 2050 roku jest szacowany na 27,8%. Statystycznie na jedną Polkę przypada 1,27 dziecka przy wskaźniku odnowy pokoleń 2,1. Obecnie niski przyrost naturalny nie jest w stanie zrekompensować nawet emigracji. Prognozy Eurostatu przewidują, że przy obecnych tendencjach do 2050 roku Polska straci 12 proc. populacji. Dodatkowo do 2050 roku oczekiwana długość życia wzrośnie o kolejne 5 lat. Spowoduje to znaczący wzrost liczby osób w wieku 80–90 lat, po których, pomimo spodziewanego znaczącego postępu medycyny, trudno spodziewać się po nich samodzielności. Starzenie się ludności to wyzwanie, któremu wkrótce Polska będzie musiała sprostać [1, 2]. Szczególnie ważne elementy będą stanowić usługi dostosowane do potrzeb osób nie-samodzielnych i ich rodzin. Tę perspektywę można zestawić z obecną sytuacją w Japonii, w której osoby powyżej 60. roku życia już obecnie stanowią 30% społeczeństwa. Stanowi to znaczne obciążenie placówek służby zdrowia, pomocy społecznej oraz rodzin, ze względu na żywą w tym kraju tradycję ro-

dzin wielopokoleniowych. Problem ten dodatkowo pogłębia długowieczność Japończyków i Japoniek. Należy mieć świadomość, że ich obecne problemy prawdopodobnie będą w przyszłości naszym udziałem, stąd warto czerpać z ich wzorców. Jednym z japońskich rozwiązań jest wykorzystanie nowoczesnych technologii w postaci robotów pomocniczych i obsługowych. Obecnie brakuje w polskim i światowym piśmiennictwie szczegółowych opracowań w tym zakresie; niniejsza publikacja stanowi próbę uzupełnienia tej luki.

Ze względu na to, że wiele z proponowanych rozwiązań stanowią rozwiązania prototypowe, ich klasyfikacja jest sprawą elastyczną (ryc. 1).

### Roboty pomocnicze

Roboty pomocnicze są wykorzystywane głównie w ramach opieki domowej do następujących czynności:

- pomocy przy karmieniu, w tym podawaniu leków;
- pomocy przy utrzymaniu higieny;
- włączaniu i obsłudze sprzętu RTV i AGD oraz innego wyposażenia domu;
- pomocy w podawaniu i posługiwaniu się różnymi przedmiotami;
- pomocy w realizacji dodatkowych funkcji związanych z nauką lub pracą (odnajdywanie książek, materiałów itp.), zastępując wyspecjalizowane roboty biurowe (tzw. roboty na stanowiskach pracy) [1];
- reagowania na przycisk alarmowy, instrukcje lub określone działania pacjenta;
- jako opcja: realizacji funkcji telemedycznych, w tym telewizyt i telenadzoru oraz urządzenia alarmującego o zmianie parametrów życiowych użytkownika oraz wypadkach szczególnych, takich jak upadek lub zasłabnięcie [3–6].

Ich funkcje są rozszerzone niekiedy o funkcje robotów mobilnych, czyli bezkolizyjne przemieszczanie się po pomieszczeniach, w tym ze znacznym obciążeniem. Można ich uznać za mechanicznych asysten-

tów przeznaczonych dla osób w podeszłym wieku lub niepełnosprawnych.

### Roboty obsługowe

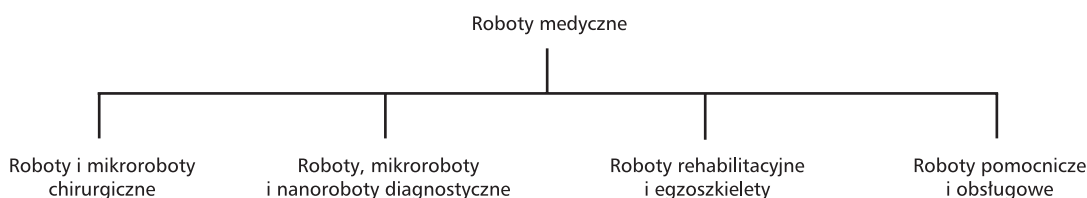
Rozszerzenie funkcji robotów pomocniczych stanowią roboty obsługowe. Dedykowane są one usługom masowym w środowisku szpitala, hospicjum, domu opieki itp. Oprócz funkcji typowych dla robotów pomocniczych oraz przystosowania do znaczenie większych obciążeń i tempa nieprzerwanej pracy muszą umożliwiać zmianę pozycji pacjenta, przeniesienie go na łóżko, krzesło lub wózek oraz zmianę pozycji pacjenta w łóżku. W odróżnieniu od robotów pomocniczych, roboty obsługowe zastępują raczej podstawowy personel pomocniczy w placówkach służby zdrowia lub opieki społecznej. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, by ich funkcjonalność wykorzystać w warunkach domowych, zwłaszcza jeśli podopiecznych stanowi kilka osób [3, 5, 6].

Najczęściej spotyka się w tym zakresie 4 rodzaje rozwiązań:

- związane bezpośrednio z pacjentem, w tym również niektóre mikroukłady bioelektromechaniczne (bioMEMS, *bio Micro-Electro-Mechanical Systems*), całkowicie lub częściowo wprowadzone do pacjenta drogą implantacji lub iniekcji (np. do układu krążenia);
- wolnostojące;
- przywózkowe — związane z wózkiem dla niepełnosprawnych;
- jako rozwiązanie dodatkowe: egzozszkielety — zakładane na pacjenta na podobieństwo kombinizonu wyposażonego we własne czujniki, siłowniki, sterowanie i zasilanie.

Zasadnicze przyczyny wprowadzenia robotów:

- wzrost liczby osób w podeszłym wieku i niepełnosprawnych;
- ograniczone nakłady finansowe na opiekę zdrowotną i społeczną;
- ograniczona liczba wykwalifikowanego personelu medycznego;



**Rycina 1.** Klasyfikacja robotów medycznych (wariant)

**Figure 1.** Medical robots classification (variant)

Tabela 1. Zalety robotów pomocniczych i obsługowych

Table 1. Advantages of assisting and nursing robots

Zalety robotów
1. <b>Obniżenie kosztów leczenia, rehabilitacji i opieki</b> — lepsze wykorzystanie środków finansowych przeznaczonych na opiekę zdrowotną
2. <b>Odciążenie ograniczonej liczby specjalistycznego personelu medycznego</b> — efektywniejsze wykorzystanie wiedzy i umiejętności specjalistów medycznych
3. <b>Możliwość przeniesienia części leczenia i rehabilitacji do domu pacjenta</b> — w tym, w ramach wykorzystania systemów telenadzoru i telerehabilitacyjnych, możliwość wydłużenia czasu trwania terapii oraz zwiększenia jej intensywności, brak konieczności transportu pacjenta oraz terapię w środowisku rodzinnym
4. <b>Natychmiastowy, całodobowy dostęp do fachowej pomocy, bez względu na odległość</b> — w tym alarmy, telekonsultacje i telewizyty
5. <b>Brak lub znaczące zmniejszenie zjawiska zmęczenia i wypalenia opiekunów i rodziny</b> — zmęczenie i wypalenie u opiekunów i rodziny jest uciążliwe dla pacjenta i może skutkować spadkiem efektywności terapii
6. <b>Zwiększenie powtarzalności i precyzji, a w przypadku konieczności również szybkości wykonywanych operacji</b> — wzrost efektywności terapii
7. <b>Zachowanie intymności pacjenta.</b> Dla przykładu, część Japończyków w podeszłym wieku i niepełnosprawnych woli towarzystwo robota kąpielowego od człowieka w krępującej dla nich sytuacji
8. <b>Możliwość zapewnienia mobilności części systemu</b> poprzez wykorzystanie robotów przywózkowych
9. <b>Trwałość i łatwość utrzymania w czystości</b>

- postępująca specjalizacja oraz rosnący czas kształcenia specjalistów medycznych;
- rosnący nacisk na jakość życia osób w podeszłym wieku [7];
- tradycyjne w Polsce przywiązanie do opieki nad osobami w podeszłym wieku sprawowanej przez rodzinę (współmałżonka, dzieci) oraz brak powszechnie dostępnej zinstytucjonalizowanej opieki nad ww. osobami;
- stymulowany rozwój systemów telemedycznych oraz inteligentnego otoczenia, umożliwiający tworzenie całych systemów zajmujących się między innymi opieką na osobami w podeszłym wieku [8, 9] (tab. 1).

Dla inżynierów projektujących takie roboty oprócz wymagań medycznych i użytkowych bardzo istotne znaczenie mają parametry techniczne, nie zawsze widoczne dla użytkownika, ale wpływające w bardzo istotny sposób na jego późniejsze wykorzystanie:

- liczba stopni swobody, czyli zakresy i możliwości ruchów robota;
- waga robota oraz stosunek mocy do wagi;
- prędkości i przyśpieszenia osiągnięte przez elementy robocze;

- dostosowanie siły do położenia elementu roboczego;
- wymagana dokładność elementów roboczych;
- rodzaj systemu sterowania oraz stopień elastyczności programowania i autonomiczności;
- wykorzystywane systemy telekomunikacyjne, telemedyczne i inne [8, 9];
- możliwość indywidualizacji wyposażenia standardowego i opcjonalnego, oprogramowania oraz wyglądu zewnętrznego;
- sposób zasilania i pobór mocy.

Możliwe problemy i zagrożenia w tym zakresie obejmują:

- opór osób w podeszłym wieku, powodowany obawą przed maszyną i jej działaniem — niemniej jednak powoli na emeryturę zaczną przechodzić pokolenia przyzwyczajone do nowoczesnych rozwiązań technicznych w swoim otoczeniu i otwarte na nowe technologie ułatwiające życie;
- konieczność opracowania procedur medycznych w tym zakresie;
- konieczność przeszkolenia personelu medycznego i przygotowania ich do szkolenia pacjentów i opiekunów;
- konieczność zapewnienia procedur bezpieczeństwa i wyłączników awaryjnych, szczególnie

w przypadku podawania leków oraz przenoszenia/przewożenia pacjentów;

- lęk przed utratą pracy przez dotychczasowych opiekunów.

### Dostępne rozwiązania

Omawiany obszar jest obszarem wschodzącym i dynamicznie rozwijającym się. Dosłownie każdy miesiąc przynosi w tej branży nowe rozwiązania. Do najważniejszych z nich należą:

1. robot HANDY 1 przeznaczony do pomocy w czynnościach, takich jak: jedzenie i picie, higiena osobista, podawanie gazet, włączanie urządzeń elektronicznych;
2. roboty ISAC i MySpoon przeznaczone do karmienia;
3. roboty opiekuńcze HelpMate, RoboDOMO i RP-7 Remote Presence Robotic System;
4. ramię robotyczne RAID wspomagające jedzenie i picie, naukę lub pracę na komputerze;
5. robot-sanitariusz BEAR (głównie do zastosowań militarnych lub służb ratunkowych);
6. roboty przywózkowe — zrobotyzowane wielofunkcyjne narzędzia (chwytki i inne) mocowane do wózków dla osób w podeszłym wieku lub niepełnosprawnych;
7. roboty przyłóżkowe (*bedside robots*) — prostsze wersje chirurgicznych robotów przyłóżkowych wykorzystywanych do opieki pooperacyjnej;
8. zrobotyzowane łóżka telemedyczne, w tym transformowane w wózek inwalidzki (Panasonic);
9. PARO — robot w kształcie foki, należący do powstającego rodzaju robotów terapeutycznych;
10. należące głównie do robotów rehabilitacyjnych egzoszkielety medyczne:
  - japoński HAL 5 (*Hybrid Assistive Limb*) — produkowany zarówno w wersji 4-kończynowej, jak i tylko na kończyny dolne [10],
  - izraelskie ReWalk B1 i B2 — egzoszkielety na kończyny dolne,
  - LOPEs (*Lower-extremity Powered ExoSkeleton*),
  - WPAS (*Wearable Power Assist Suit*);
11. należące głównie do robotów rehabilitacyjnych nowoczesne zrobotyzowane i zautomatyzowane wózki dla niepełnosprawnych, takie jak:
  - iBot 4000 — wózek wielofunkcyjny wyposażony w możliwość pionizacji, balansu, jazdy na dwóch kołach, wspinania się po schodach oraz jazdy w trudnych warunkach terenowych [11],
  - prototypowe wózki inteligentne, samoczynnie rozpoznające przeszkody i unikające kolizji, wymagające one mniejszej koncentracji od osoby poruszającej się na wózku [11].

Szczegółowe dane na temat powyższych robotów są dostępne w naukowej bazie danych robotyki medycznej MERODA (*MEdical RObotics DAtabase*) prowadzonej przez *Laboratory for Biomechanics and Experimental Orthopaedics* i *Institute for Computational Medicine* (Mannheim, Niemcy).

### Polskie praktyki

W krajowej praktyce klinicznej oprócz rozwiązań typowo polskich i stanowiących duże osiągnięcie, takich jak robot chirurgiczny *Robin Heart* czy roboty rehabilitacyjne RENU-1, PASTER i PELETON Plus, wykorzystywane są urządzenia produkcji zagranicznej: zrobotyzowana orteza LOKOMAT [4] i stół pionizacyjny z funkcją kroczenia ERIGO. Nad wykorzystaniem powyższego sprzętu prowadzone są badania dostępne w polskiej literaturze naukowej [12, 13]. Rozwiązania te cieszą się pozytywną opinią zarówno terapeutów, jak i samych pacjentów. Na chwilę obecną nie spotyka się natomiast robotów pomocniczych i opiekuńczych — w tym zakresie jest istotna luka do nadrobienia zarówno w zakresie badań, jak i praktyki klinicznej.

### Kierunki rozwoju

Zasadnicze kierunki rozwoju w omawianym zakresie obejmują:

- rozwój techniczny prezentowanych rozwiązań w zakresie zwiększenia autonomiczności, prostoty obsługi, przyjaznego interfejsu użytkownika oraz wyglądu zewnętrznego, wykorzystania rzeczywistości wirtualnej i *biofeedbacku*, jak również interakcji wielomodalnej, tj. opartej na komunikacji człowieka z drugim człowiekiem;
- miniaturyzacja dzięki wykorzystaniu rozwiązań mikro-, nano- i attomedycznych;
- rozpowszechnienie wózków zrobotyzowanych, wielofunkcyjnych i inteligentnych oraz egzoszkieleatów jako urządzeń alternatywnych dla obecnie wykorzystywanych wózków inwalidzkich;
- integracja poszczególnych rozwiązań w inteligentne otoczenie osoby w podeszłym wieku lub niepełnosprawnej, aż po całkowite wtopienie w nie poszczególnych urządzeń.

Ciekawą kwestią może być przyszłościowa tendencja do specjalizacji rozwiązań szpitalnych, dostosowanych na przykład do specyfiki pacjentów danego oddziału lub kliniki, przy jednoczesnej uniwersalizacji robotów domowych, na przykład poprzez wbudowanie ich w egzoszkieleaty czy wózki dla niepełnosprawnych. Funkcjonalność inteligentnego otoczenia jest obecnie dostępna w formie pierwszych systemów *Am-*

bient Intelligence (Aml), a w wersji podstawowej — jako systemów inteligentnego domu (*smart home*) i inteligentnego ubrania (*i-wear*) oraz opracowywanego przez autorów niniejszej pracy zintegrowanego środowiska osoby niepełnosprawnej [14–16].

W celu zapewnienia rozwoju robotyki w omawianym zakresie kluczowe jest również potwierdzenie jej efektywności i bezpieczeństwa w praktyce klinicznej zgodnie z paradygmatem Medycyny Opartej na Faktach (EBM, *evidence based medicine*) oraz przekonanie pacjentów, opiekunów oraz personelu medycznego do ich stosowania.

Roboty pomocnicze i opiekuńcze mogą stanowić istotne wsparcie opiekunów i personelu medycznego oraz uzupełnienie ich wiedzy i doświadczenia. Na chwilę obecną z pewnością nie są w stanie ich w pełni zastąpić, a jedynie uzupełnić opiekę całodobową. Należy zauważyć, że potencjalnym dodatkowym zastosowaniem robotów pomocniczych i obsługowych może być opieka nad dziećmi, co dodatkowo poszerzy zakres ich odbiorców, zwłaszcza w rodzinach wielopokoleniowych.

## Wnioski

Zmiany demograficzne i społeczno-gospodarcze wymagają nowych rozwiązań zarówno w obszarze gospodarki, jak i realizacji zasad równości społecznej oraz dostępu do usług. Nowe wyzwania w postaci rosnącej liczby osób w podeszłym wieku także wymagają nowych rozwiązań oraz towarzyszących ich wdrożeniu zmian systemowych.

Dostępne w Polsce rozwiązania z zakresu robotyki medycznej oraz ich popularność wśród pacjentów wskazują na otwartość polskiego społeczeństwa na rozwiązania w tym zakresie. Prace nad robotami pielęgnacyjnymi i obsługowymi znajdują się na początku swojego rozwoju. Rozwój ten jest limitowany nie tylko postępem technicznym oraz efektywnością kliniczną opracowanych rozwiązań, ale również koniecznymi zmianami w mentalności wszystkich stron procesu leczniczego.

Można prognozować, że udział robotów pielęgnacyjnych i opiekuńczych w polskim rynku usług medycznych będzie się systematycznie zwiększał, ze szczególnym uwzględnieniem opieki domowej.

## Streszczenie

*Starzenie się ludności Polski jest wynikiem nieuniknionych i zasadniczo pozytywnych zmian demograficznych, typowych obecnie dla krajów uprzemysłowionych. Jednym z rozwiązań zapewniającym wysoką jakość opieki domowej nad tą grupą wiekową jest wykorzystanie nowoczesnych technologii w postaci robotów pomocniczych i obsługowych. W artykule przedstawiono klasyfikację, zastosowanie, zalety i wady tej grupy robotów. Zaprezentowano również rozwiązania z tego zakresu dostępne w Polsce i na świecie. Autorzy podejmują problem kierunków rozwoju oraz możliwości wdrożenia wymienionych wyżej rozwiązań w polskich realiach.*

*Gerontol. Pol. 2011; 19, 3–4: 176–180*

**słowa kluczowe:** starzenie, opieka u schyłku życia, automatyzacja, roboty

## Piśmiennictwo

1. Komunikat Unii Europejskiej Demograficzna przyszłość Europy — Przekształcić wyzwanie w nowe możliwości [COM(2006)0571 końcowy. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006dc0571:PL:NOT> (dostęp z dnia 11.03.2011 r.)].
2. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 21 lutego 2008 r. w sprawie demograficznej przyszłości Europy [2007/2156(INI). <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP/TEXT+TA+P6-TA-2008-0066+0+DOC+XML+V0//PL> (dostęp z dnia 11.03.2011 r.)].
3. Dindorf R. Rozwój i zastosowanie manipulatorów i robotów rehabilitacyjnych. *Pomiary Automatyka Robotyka* 2004; 4: 5–9.
4. Mikołajewska E. Lokomat jako element nowoczesnej reedukacji chodu. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* 2010; 10: 15–18.
5. Mikołajewski D., Mikołajewska E. Roboty rehabilitacyjne. *Rehabilitacja w Praktyce* 2010; 4: 49–53.
6. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Roboty rehabilitacyjne i pielęgnacyjne. *Mag. Pielęg. Położ.* 2009; 12: 42.
7. Mikołajewska E. Niepełnosprawność i rehabilitacja — wczoraj, dziś, jutro. *Niepełnosprawność i Rehabilitacja* 2010; 4: 102–131.
8. Gandsas A., Parekh M., Bleach M.B. Robotic telepresence: profit analysis in reducing length of stay after laparoscopic gastric bypass. *J. Am. Coll. Surg.* 2007; 205: 72–77.
9. Chung K.K. i wsp. Robotic telepresence: past, present, and future. *J. Cardiothorac Vasc. Anesth.* 2007; 21: 593–596.
10. Mikołajewska E. Egzoszkielet HAL 5. *Mag. Pielęg. Położ.* 2007; 5: 42.
11. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Automatyzacja wózków dla niepełnosprawnych. *Acta Bio-Opt. Inform. Med.* 2010; 1: 13–14.
12. Łukowicz M., Kuczma W., Hoffmann J. Aktywna pionizacja pacjentów we wczesnej fazie rehabilitacji neurologicznej. *Acta Bio-Opt. Inform. Med.* 2008; 3: 328–331.
13. Łukowicz M., Kuczma W., Kuczma M. Aktywna pionizacja na stole „ERIGO” we wczesnej fazie rehabilitacji neurologicznej — doniesienie wstępne. *Rehabilitacja w Praktyce* 2008 (supl. 1): 26.
14. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Inteligentny dom. *Mag. Pielęg. Położ.* 2009; 6: 42.
15. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Wheelchair development from the perspective of physical therapists and biomedical engineers. *Adv. Clin. Exp. Med.* 2010; 19: 771–776.
16. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Telerehabilitacja. *Rehabilitacja w Praktyce* 2011; 1: 64–67.