

Joanna Kossewska¹

Katedra Psychologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

Roboty w terapii osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu²

Streszczenie

Zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD) przejawiają się poprzez trudności behawioralne, poznawcze i społeczne, których występowanie jest mocno zróżnicowane pod względem natężenia i częstotliwości. Nieustający wzrost wiedzy na temat uwarunkowań zaburzeń autystycznych oraz odkrycia patomechanizmów leżących u podłoża obserwowanych objawów ujawniających się w trakcie postnatalnego rozwoju skłania równocześnie do poszukiwania nowych propozycji terapeutycznych. Współczesne propozycje wspierania rozwoju i terapii osób z ASD coraz częściej korzystają ze zdobyczy zaawansowanej techniki, wykorzystując różne formy tak zwanej technologii wspierającej (*assistive technology*). Najbardziej zaawansowaną z nich jest zastosowanie wielofunkcyjnych robotów. W artykule dokonano przeglądu współczesnych wyników badań poświęconych efektywności stosowania robotów w terapii zaburzeń ze spektrum autyzmu pod kątem odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie aspekty rozwoju osób z ASD mogą być stymulowane poprzez wykorzystanie robotów?
2. Jakie cechy robotów są istotne dla poprawy funkcjonowania osób z ASD?

Słowa kluczowe: roboty, spektrum autyzmu, technologia wspierająca

Robots in Autism Spectrum Disorder Therapy

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) symptoms manifest as behavioural, cognitive, and social difficulties, the occurrence of which is very differentiated depending on their intensity and frequency. The constant increase in knowledge about the determinants of autism and the

¹ Adres do korespondencji: Joanna Kossewska, Pracownia Psychologii Wspomagania Rozwoju Człowieka, Katedra Psychologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków; e-mail joanna.kossewska@up.krakow.pl.

² Publikacja opracowana w ramach projektu (543577-LLP-1-2013-1-UK-KA3-KA3MP) realizowanego w latach 2014–2016 przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej w ramach programu „Uczenie się przez całe życie”. Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko autora. Komisja Europejska ani Narodowa Agencja nie ponoszą odpowiedzialności za umieszczoną w niej zawartość merytoryczną ani za sposób wykorzystania zawartych w niej informacji.

discovery of pathomechanisms, underlying symptoms present during postnatal development, leads to the search for new therapeutic proposals. Current suggestions for aiding the development and therapy of individuals with ASD increasingly benefit from achievements in advanced techniques, using various forms of assistive technology. The most advanced approach is the use of multifunctional robots. The article reviews the results of current studies on the effectiveness of the use of robotic therapy in autism spectrum disorders in light of the following questions:

1. What developmental aspects of individuals with ASD can be stimulated by the use of robots?
2. What robotic characteristics are important for the functional improvement of individuals with ASD?

Key words: robots, autism spectrum, assistive technology

Wprowadzenie

Zaburzenia ze spektrum autyzmu zgodnie z najnowszą klasyfikacją DSM-5 (2013) zostały włączone do nadrzędnej kategorii zaburzeń neurorozwojowych ze względu na biologiczne uwarunkowania oraz ich neurologiczne implikacje, ujawniające się w różnych fazach prenatalnego rozwoju, a przez to mające bardzo poważne konsekwencje dla postnatalnego rozwoju jednostki. Kryterialne objawy, choć pierwotnie uporządkowane w trzech obszarach stanowiących łącznie *triadę zaburzeń* (Wing, Gould, 1979), zostały obecnie zredukowane do dwu. Pierwszy stanowią nieprawidłowości w obrębie **komunikacji społecznej i interakcji, w ramach którego wyróżnia się:** (1) deficyty w komunikacji werbalnej i niewerbalnej wykorzystywanej w interakcjach społecznych, (2) brak wzajemności społecznej, (3) nieumiejętność rozwijania i utrzymywania właściwej dla poziomu rozwoju relacji z rówieśnikami. **Drugi natomiast obejmuje ograniczone, powtarzalne wzorce zachowań, zainteresowań i aktywności** objawiające się poprzez: (1) stereotypowe zachowania motoryczne lub werbalne albo nietypowe zachowania sensoryczne, (2) nadmierne przywiązanie do rutyny i rytualizowanych wzorców zachowania, (3) ograniczone zainteresowania. Obraz kliniczny zaburzeń jest bardzo zróżnicowany i mogą one przybierać rozmaity poziom nasilenia. Jednakże ważną cechą są trudności w funkcjonowaniu poszczególnych procesów poznawczych: spostrzegania, uwagi, pamięci czy myślenia (Pisula, 2010). Bazę dla rozwoju wyższych procesów poznawczych i komunikacyjnych stanowi motoryka, która rozwija się według zmodyfikowanego jakościowo, choć niejednorodnego wzorca. Nieharmonijność rozwoju motorycznego jest zasadniczym objawem nawet w przypadku normatywnego czasowo przebiegu rozwoju tej funkcji. Zaburzenia motoryczne najczęściej ujawniają się pod postacią: ogólnego opóźnienia, asymetrycznych ruchów rąk lub nóg (na przykład podczas pełzania), trudności w planowaniu i realizacji sekwencji ruchów oraz kontroli ułożenia rąk podczas czynności motorycznych (Teitelbaum i in., 1998; Kawa, Pisula 2010, Bobkowicz-Lewartowska, 2005). A usprawnienie motoryki dużej oraz ogólnej sprawności i kondycji fizycznej obniża natężenie zachowań agresywnych, także usprawnia komunikację pozawerbalną (Szołt, 2004).

Nieprawidłowości w zakresie odbierania i przetwarzania bodźców sensorycznych ujawniają się w formie: (1) nadwrażliwości na bodźce, (2) braku wrażliwości na bodźce lub (3) obsesyjnej fascynacji bodźcem danego rodzaju (Bogdashina, 2011; Pisula, 2010). W tym zakresie również nie istnieje jeden spójny wzorzec nieprawidłowości. Nadmierna ilość bodźców docierająca przez kanały sensoryczne do układu nerwowego powoduje zaburzenie homeostazy, która jest konieczna dla prawidłowego funkcjonowania organizmu (Delacato, 1995). Ponadto zaburzenia percepcji mają istotne znaczenie również dla wyżej zorganizowanych procesów poznawczych, a także dla emocjonalno-społecznego funkcjonowania. Informacje sensoryczne napływające z intero- i eksteroreceptorów wymagają uporządkowania i selekcji w trakcie realizacji procesów uwagowych. U osób z ASD selekcja napływających bodźców przebiega w sposób szczególny, gdyż zwracają one uwagę na bardzo ograniczoną ich liczbę i specyficzne właściwości (Frith, 2008). Koncentrują się na wybranych jej wizualnych elementach szczególnie tych o charakterze figuratywnym i niespołecznym (Grandin, 2006). Percepcja złożonej sytuacji społecznej (na przykład komunikacyjnej) wymaga natomiast równoczesnego uwzględniania wielu jej aspektów (rozumienia słów, obserwacji mimiki twarzy oraz ruchu ust, rozumienia kontekstu społecznego). Ukierunkowanie uwagi na bodźce o charakterze społecznym (na przykład reagowanie na własne imię) następuje u dzieci z ASD wolniej aniżeli u dzieci z zespołem Downa w podobnym wieku rozwojowym, choć równocześnie szybciej niż dzieci bez zaburzeń autystycznych odnajdują one figury geometryczne (Dawson i in., 1998). Cechy ludzkie u dzieci z autyzmem nie stanowią kryterium klasyfikacyjnego pozwalającego porządkować zbiory elementów. W przypadku sortowania zdjęć prezentujących ludzi różniących się pod względem: płci, wieku, mimiki oraz nakrycia głowy, dzieci te ujawniają tendencję do ignorowania cech ludzkich, a zdjęcia segregują według elementów figuratywnych, czyli nakryć głowy. Dzieci bez zaburzeń autystycznych natomiast kierują się przede wszystkim mimiką i emocjami osoby sfotografowanej (Weeks, Hobson, 1987). Szczególna zdolność przetwarzania i zapamiętywania informacji wizualnych uwarunkowana jest biologicznie, co ukazują badania aktywności kory mózgowej w trakcie percepcji bodźców takich jak: zapisane słowa, twarze i przedmioty. U osób z ASD w porównaniu z osobami o prawidłowym rozwoju jest ona wyższa w płacie potylicznym, gdzie zlokalizowane są ośrodki pierwszorzędowej kory wzrokowej, a niższa w płatach czołowych, odpowiadających między innymi za złożone procesy poznawcze takie jak: nadawanie znaczenia, podejmowanie decyzji, planowanie działań (Samson i in., 2012).

U podłoża trudności w kontaktach społecznych leży zaburzony proces monitorowania spojrzenia i naśladowania czynności motorycznych, co reguluje system neuronów lustrzanych, wadliwie działający w autyzmie (Hadjikhani, 2007; Hamilton, 2013), oraz trudność w tworzeniu triadycznych reprezentacji stanowiących podstawę współdzielenia uwagi i rozwoju teorii umysłu (Baron-Cohen, Leslie, Frith, 1985). Kształtujący się między 1. a 4. rokiem życia system pozwalający wnioskować o nieobserwowalnych własnych i cudzych stanach umysłowych służy do przewidywania zachowań innych osób. Ta zdolność do ujmowania perspektywy

drugiej osoby, wczuwania się w jej emocje i pragnienia oraz odczytywania intencji przekazywanych w rozmowie lub zachowaniu jest ograniczona. Niezdolność do reprezentowania stanów umysłowych innych osób potwierdzają licznie współcześnie realizowane badania (m.in. Baron-Cohen, 1995; Happe, 1995; Tager-Flusberg, Joseph, 2005; Mora i in., 2011).

Wobec złożoności deficytów występujących w ASD nieustająco trwają poszukiwania efektywnych metod oraz technik terapii i edukacji dzieci tudzież wspomaganie rozwoju osób dorosłych. W ostatnich latach można zaobserwować gwałtowny wzrost zastosowań technologii komputerowych w procesie leczenia i rehabilitacji (Rynkiewicz, 2011; Stefańska-Klar, 2010). Nowoczesne technologie dostarczają różnych możliwości, lecz otwartą pozostaje kwestia efektywności zasobów technologicznych, które mogą być wykorzystane do minimalizacji deficytów komunikacyjnych i społecznych u dzieci z ASD. Dotychczas często stosowaną procedurą było wykorzystywanie stosownych nagrań wideo w celu modelowania zachowań społecznych (*instructional video modeling*), lecz dzięki rozwojowi techniki współcześnie istnieje możliwość wykorzystania zarówno interaktywnych programów komputerowych, jak i bardziej zaawansowanych technologicznie obiektów takich jak roboty (Cabibihan i in., 2013; Werry i in., 2011; Dautenhahn, Billard, 2002). Pozwalają one stymulować rozwój określonych umiejętności w wysoko wystandaryzowanym, przewidywalnym i kontrolowanym środowisku, umożliwiając jednocześnie dostosowanie materiału do aktualnego poziomu rozwoju dzieci.

Argumentem na rzecz stosowania algorytmicznie działających robotów są wyniki metaanalizy prowadzonych w ostatnich latach badań nad zastosowaniem różnorodnych technologii innowacyjnych takich jak interaktywne programy komputerowe (*interactive computer programs*) czy rzeczywistość wirtualna (*virtual reality*) w procesie wspierania rozwoju osób z ASD, w zakresie rozwoju społecznego i kompetencji komunikacyjnych (mowy werbalnej, umiejętności rozpoznawania emocji i umiejętności społecznych). Metaanaliza pozwoliła na określenie czynników efektywnego stosowania technologii w procesie rehabilitacji i kształcenia osób z ASD, wśród których ważne jest odwoływanie się do specyficznych właściwości procesów poznawczych (przetwarzanie wizualne, tendencja do systemizowania), jak również indywidualizacja materiału treningowego (Wainer, Ingersoll, 2011).

Naszkicowany na wstępie bardzo skrótowo obraz kliniczny objawów występujących w ASD stanowi punkt wyjścia do rozważań nad terapeutycznymi i edukacyjnymi możliwościami tkwiącymi w coraz częściej wprowadzanych w formie tak zwanych R-learningu i R-terapii robotach. Badania nad wykorzystaniem robotów w autyzmie mają już ponad dwudziestoletnią tradycję (Dautenhahn, Werry, 2004). W różnych celach: terapeutycznych i/lub edukacyjnych stosuje się zarówno humanoidalne (lalki), jak i niehumanoidalne (mobilne) lub zoomorficzne (pies, kot, kurczak, dinozaur) roboty skonstruowane na potrzeby stymulacji konkretnych poznawczych i emocjonowo-społecznych funkcji (Michaud i in., 2003; Kozima i in., 2005; Saldien i in., 2008; przykłady prezentuje Tabela 1). Trwają także prace nad wykorzystaniem złożonych platform (Billard i in., 2006; Kanda, Ishiguro, 2005) lub

dostępnych na rynku robotów komercyjnych przeznaczonych na potrzeby edukacyjne (Tanaka i in., 2007).

Tabela 1. Przykładowe zastosowania robotów w terapii dzieci z ASD

Źródło	Robot – funkcje
Roboty humanoidalne	
Peng i in., 2014	Darwin-OP – stymulacja aktywności muzycznej
Dautenhahn i in., 2009	KASPAR – stymulacja kontaktu wzrokowego i percepcji taktylnej
Gifford i in., 2011	NAO – stymulacja rozwoju sprawności motorycznych
Roboty zooidalne	
Wada i in., 2002	PARO – robot foka – stymulacja umiejętności nawiązywania kontaktów społecznych i radzenia sobie ze stresem
Kozima i in., 2007	Keepon – robot żółty kurczak – stymulacja umiejętności nawiązywania kontaktów
Mun i in., 2014	Robot kot – stymulacja niewerbalnej komunikacji emocji i umiejętności nawiązywania kontaktu
Roboty geometryczne	
Miyamoto i in., 2005	Muu – mały kulisty robot mówiący – stymulacja umiejętności nawiązania kontaktu i podejmowania współpracy zorientowanej na osiągnięcie wspólnego celu
Michaud i in., 2000	Roball – mały kulisty poruszający się robot mówiący – stymulacja umiejętności nawiązania kontaktu i komunikacji

Niżej przedstawiony przegląd współczesnych wyników badań ma służyć odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie aspekty rozwoju osób z ASD mogą być stymulowane poprzez wykorzystanie robotów?
2. Jakie cechy robotów są istotne dla poprawy funkcjonowania osób z ASD?

Wyróżnienie trzech ważnych obszarów, w których można obserwować pośredniczący wpływ robotów na funkcjonowanie osób z ASD, dokonane zostało w sposób umowny i stanowi jedynie niedoskonałą propozycję uporządkowania danych, gdyż oddziaływania robotów mają zwykle charakter wieloaspektowy, co utrudnia wskazanie kryterium pozwalającego na rozłączne traktowanie obserwowanych w cytowanych badaniach efektów.

Percepcja dotykowa

Percepcja dotykowa stanowi podstawę do budowania relacji przywiązania i nawiązywania kontaktów międzyludzkich. Zaburzenia percepcji dotyku występujące u dzieci z ASD mogą być modyfikowane nie tylko poprzez powszechnie stosowane formy terapii integracji sensorycznej, realizowane w podejściu etologicznym (Olechnowicz, 2004; Olechnowicz, Wiktorowicz, 2012) lub neurorozwojowym (Ayres, 2015), ale także poprzez kontakt z robotem humanoidalnym zwanym KASPAR (*Kinesthetic and Synchronization in Personal Assistant Robotics*) (Robins i in., 2012). KASPAR reaguje aktywnie na każdy przejaw inicjatywy dotykowej ze strony

dziecka. Dzięki fragmentom sztucznej skóry na policzkach, tułowi, ramionach, rękach i stopach może rejestrować dotyk oraz adekwatnie do odbieranej stymulacji reagować, przez co uczy kontrolować percepcję bodźców taktylnych. Badania longitudinalne prowadzone przez siedem miesięcy w szkołach i ośrodkach dla dzieci z autyzmem w hrabstwie Hertfordshire (UK) ujawniły, że przejawiające poważne zaburzenia w kontakcie społecznym dzieci wraz z upływem czasu coraz chętniej inicjowały kontakty z robotem i wchodziły z nim w relację wymiany w trakcie zabawy. Zaangażowanie wyrażały poprzez oznaki behawioralne, postawę ciała, mimikę twarzy. Pozytywne doświadczenie w kontakcie z KASPAREM ułatwiało również relacje z innymi osobami. KASPAR zapośredniczał więc społeczne relacje pomiędzy dziećmi lub dziećmi i dorosłymi poprzez inicjowanie zabawy naśladowniczej lub naprzemiennej (Robins i in., 2006; Robins i in., 2009). KASPAR pełnił również rolę skutecznego partnera interakcji polegającej na wspólnym uczestnictwie w grze komputerowej wymagającej selekcji figur o właściwych kształtach. Dzieci przejawiały znacznie więcej zachowań społecznych (ukierunkowane spojrzenie) podczas zabawy z robotem-KASPAREM niż w zabawie z człowiekiem (Dautenhahn i in., 2009).

Umiejętność odczytywania stanów umysłowych innych osób

Terapia wykorzystująca zarówno humanoidalne, jak i niehumanoidalne roboty może prowadzić do usprawniania deficytowych w autyzmie procesów rozumienia stanów mentalnych innych osób (Thill i in., 2012). Prezentowane pozytywne efekty w postaci nawiązania kontaktu wzrokowego (Robins i in., 2005) z robotem jako partnerem interakcji, podejmowania triadycznych reprezentacji w interakcji z nim oraz częstszego współdzielenia uwagi (Robins i in., 2004a; Robins i in., 2004b) stanowią dowód na usprawnianie mechanizmów mentalizowania niższego rzędu, pozwalających na przetwarzanie informacji społecznych (współdzielenie uwagi, monitorowanie kierunku spojrzenia itd.), tworzących podstawę dla kształtowania się wyższego rzędu metareprezentacji stanów umysłowych (na przykład fałszywych przekonań). Umiejętność korzystania z właściwych społecznych danych wejściowych jest warunkiem podstawowym do kształtowania się mechanizmów wyżej zorganizowanych (Stone, Gerrans, 2006). Umiejętności mentalizowania mogą zatem przybierać postać procesu *offline* – polegającego na wnioskowaniu logicznym o stanach psychicznych oraz rozumowaniu rekurencyjnym, a także procesu *online* – polegającego na wnioskowaniu intuicyjnym na bazie emocjonalnie istotnych bodźców, które ulegają nieustannemu przekształcaniu w kontekście zmieniającego się stanu sieci społecznej (Takahashi i in., 2013). Biologiczne podłoże zaburzeń procesu mentalizacji *online* stanowi deficyt funkcjonalny systemu neuronów lustrzanych, którego pierwszorzędową funkcją jest symulowanie czy odzwierciedlanie spostrzeganych działań. Proces odzwierciedlania (*mirroring process*) zachodzi przy udziale systemu lustrzanych neuronów, zarówno gdy stymulacja pochodzi ze środowiska zewnętrznego (efekt kameleona: na przykład kiwanie głową), jak i wewnętrznego (endogenne), to znaczy przy współdziałaniu innych ośrodków nerwowych (Gallese, 2008).

Neurony lustrane umożliwiają uwzględnienie społecznego kontekstu obserwowanych działań, dzięki czemu możliwe staje się połączenie działania z informacją o nim. Tego rodzaju wzajemne powiązania mogą mieć istotne znaczenie w kierowaniu zachowaniem i w komunikacji interpersonalnej. Dzięki bowiem lustrzanym neuronom dokonuje się niejako w sposób bezpośredni, nieświadomy i automatyczny, komunikacja międzysobowa. Jest wysoce prawdopodobne, że ten system może być stymulowany poprzez odwzorowanie gestów uczestników gry przez robota. Robot przyjmujący funkcję lustra, naśladujący gestykulację osoby z ASD stymuluje usprawnianie procesu mentalizowania *online* (Takahashi i in., 2013).

Komunikacja i kompetencje społeczne

Powtarzalne zachowania realizowane przez robota budzą zainteresowanie dzieci z ASD i motywują je do ich naśladowania, co pomaga dzieciom zrozumieć społecznie znaczące informacje. Robot może wspierać rozwój kompetencji społecznych, począwszy od umiejętności nawiązywania kontaktu wzrokowego i imitacji ruchu rąk (Boccanfuso, O’Kane, 2011), poprzez rozumienie niewerbalnych i werbalnych komunikatów, po naśladowanie ekspresji mimicznej (Duquette i in., 2007).

Stymulacja kompetencji społecznych u wysoko funkcjonujących dzieci z ASD może być prowadzona w okresie przedszkolnym. Badanie zmierzające do uchwycenia związku pomiędzy rodzajem partnera wchodzącego w interakcję z dzieckiem a jego umiejętnościami społecznymi (takimi jak: rozumienie interakcji, umiejętność zabawy symbolicznej i zamiana ról nadawca – odbiorca, identyfikacja emocji oraz współdzielenie uwagi) prowadził zespół Kim (Kim i in., 2013). Dzieci uczestniczyły w trzech zorganizowanych i celowych interakcjach: z dorosłym partnerem, robotem humanoidalnym i komputerową grą edukacyjną, której celem było wzbudzenie społecznych interakcji. Wyniki ujawniły, że interakcja z robotem wyzwala u dzieci z ASD więcej wypowiedzi werbalnych aniżeli interakcja z osobą dorosłą, lecz zarówno roboty, jak i partnerzy dorośli wyzwalały u badanych dzieci większą liczbę zachowań werbalnych niż gry komputerowe. Zdobyte w trakcie interakcji z robotem umiejętności były również generalizowane na inne sytuacje społeczne. Badanie sugeruje więc, że robot humanoidalny może być czynnikiem powodującym znaczący wzrost fluencji słownej w konkretnej sytuacji u dzieci z ASD. Spośród trzech testowanych partnerów interakcji, stanowiących w eksperymencie zmienną niezależną wpływającą na zachowanie badanych dzieci, roboty najlepiej motywowały uczestników do ujawniania werbalnych społecznie przydatnych zachowań. Zachowania te pojawiały się w sytuacji interakcji z drugą osobą, a nie tylko w kontakcie z modelującym je obiektem, czyli robotem humanoidalnym.

Zespół pod kierunkiem Lee (Lee i in., 2012) próbował określić wpływ robota na kompetencje komunikacyjne u dzieci z bardziej nasilonymi objawami ASD. Ocenie podlegały trzy wskaźniki zachowania dziecka: kontakt wzrokowy z robotem, reakcje dziecka na werbalne wskazówki robota, ekspresja twarzy w kontakcie werbalnym z robotem kulistym oraz z człowiekiem. Badanie wykazało, że dzieci z poważnie

zaznaczonymi cechami autystycznymi łatwiej nawiązywały i odwzajemniały kontakt w relacji z niehumanoidalnym robotem kulistym aniżeli z nauczycielem.

Interesującą propozycję wykorzystania robota w terapii dzieci z ASD stanowi program treningowy z robotem humanoidalnym NAO (Barakova i in., 2015). W trakcie 10–12 sesji treningowych robot NAO towarzyszył i wspierał dzieci podczas wykonywania konstrukcji z klocków Lego. Robot instruował, ukierunkowywał lub też wzmacniał zachowania dziecka stosownymi komentarzami bądź własną aktywnością motoryczną. Robot NAO pośredniczył w procesie konstruowania budowli oraz uczestniczył w zadaniowej interakcji społecznej, a efekt jego oddziaływania okazał się długotrwały i – co szczególnie istotne – zgeneralizowany na inne sytuacje społeczne w naturalnym środowisku. Ponadto odnotowano wzrost zaangażowania dziecka w przebieg terapii oraz intensyfikację aktywności poznawczej w trakcie stosowanych procedur terapeutycznych.

Z kolei eksperyment Barakovej i Loudensa (2010) stanowi próbę wspomaganie procesu rozumienia intencji – kinestetycznych i emocjonalnych – ujawnianych poprzez czynności motoryczne. W tym celu na podstawie teorii zasłużonego także dla opracowania metody Weroniki Sherborne (Bogdanowicz i in., 1992) Rudolfa Labana (*Laban Movements Analysis* – LMA) opisano ilościowe parametry ruchów ręki związane z doświadczanymi w sytuacjach społecznych stanami emocjonalnymi.

Teoria Labana jest systematyczną ramą pozwalającą opisać wszystkie formy ruchu realizowane przez człowieka. Analiza gestów towarzyszących podstawowym emocjom (radość – regularny ruch ręki o stosunkowo wysokiej częstotliwości; złość – ruch ręki o dużym przyspieszeniu początkowym; smutek – ruch ręki o niskiej częstotliwości i małym przyspieszeniu) pozwoliła eksperymentatorom (Barakova, Loudens, 2010) na zaprojektowanie robota, który rozumie stan emocjonalny człowieka-gracza i reaguje w adekwatny do jego zachowań motorycznych sposób, a także imituje jego zachowania i motywuje go do interakcji społecznej na podstawie obserwowanych zachowań motorycznych symbolizujących stany emocjonalne robota. Badane dzieci obserwowały zachowanie motoryczne robota i werbalnie komunikowały prezentowane przez niego emocje. Potrafiły również wpływać na zmianę stanu emocjonalnego robota poprzez współdziałanie z rówieśnikiem, z którym przebywały na ruchomej platformie. Dzieci musiały ustalać wspólne stanowisko i adekwatnie do tych ustaleń się zachowywać, aby zmienić nachylenia platformy. Zachowanie pojedynczego gracza nie miało wpływu na zachowanie platformy, ani też nie motywowało robota do zmiany reakcji. Zróżnicowanie stanowisk inicjowało u dzieci czynności negocjacyjne oraz świadomość, iż zdarzają się sytuacje, w których potrzebujemy pomocy innych. Przeprowadzony eksperyment, choć skomplikowany pod względem proceduralnym i technologicznym, wskazuje, iż zarówno rozpoznawanie, jak i rozumienie emocji może być stymulowane przy wykorzystaniu specjalnie zaprojektowanych robotów. Rozumienie emocji stanowi także ważną inspirację dla podejmowania działań negocjacyjnych, do których dzieci z ASD także są zdolne po odpowiednim treningu z robotem. Wspomagana i stymulowana aktywność dziecka za pomocą robota wykazuje pewne podobieństwo do Labanowskiej gimnastyki

ekspresyjnej stanowiącej podstawę korzystnie wpływającej na dzieci z autyzmem metody Weroniki Sherborne (Błeszyński, 2005; Wysocka, 2005). Ze względu na cel eksperymentu, jakim było rozumienie zachowania robota oraz adekwatne, w odniesieniu do prezentowanych przez niego emocji, zachowanie, uczestnicy rozwijali umiejętności społeczno-komunikacyjne oraz kooperatywne.

Nowatorska terapeutyczna próba wykorzystania robota humanoidalnego, zdolnego do podejmowania interakcji społecznych, a także do wyrażania i odzwierciedlania emocji, została przeprowadzona w celu stymulacji kompetencji społecznych i komunikacyjnych u nisko funkcjonujących mężczyzn z autyzmem w wieku od 15 do 22 lat (Mazzei, 2011). Robot zwany FACE (*Facial Automation for Conveying Emotions*) funkcjonuje w ramach platformy FACET (*FACE Therapy*) umożliwiającej monitorowanie stanu uczestnika eksperymentu. Technologia pozwala na kontrolowanie wskaźników fizjologicznych (rytm serca, ciśnienie krwi, EMG i przewodność elektrodermalna) oraz zachowania osoby z ASD (kierunek i długość spojrzenia, prozodia) podczas interakcji z robotem. Zastosowanie robota zdolnego do zmiany zachowania pozwala na symulowanie naturalnych ludzkich reakcji w zwykłych sytuacjach życiowych, które są monitorowane przez nadzorującego przebieg treningu psychologa.

Platforma FACET stanowi właściwie pokój terapeutyczny wyposażony w odpowiednie komputerowe moduły, dwie obrotowe kamery, mikrofony rejestrujące sygnały dźwiękowe wydawane przez uczestnika i otoczenie. Uczestnik ubrany jest w e-shirt –koszulkę z sensorami monitorującymi EKG i częstotliwość oddechów, na palce ma założone opaski, bezprzewodowo zbierające pomiar temperatury ciała, a na głowie urządzenie pozwalające śledzić ruchy gałek ocznych i głowy.

Badania ujawniły, iż platforma FACET może być wykorzystywana do indukcji aktywnego zaangażowania u osób, które przejawiały duże trudności w koncentracji uwagi na bodźcach społecznie istotnych dla nawiązania kontaktu. Uczestnicy uczyli się koncentrować uwagę na ruchu oczu robota oraz adekwatnie na ten bodziec reagować, co pozwalało im na rozumienie ekspresji emocjonalnej robota i naśladowanie jego zachowania w sytuacjach modelowych.

Powyższa krótka prezentacja pozytywnych wyników współcześnie prowadzonych eksperymentów pozwala na konstatację, iż roboty mogą być przydatnym narzędziem wspierającym stymulację kompetencji komunikacyjnych i społecznych. Jednak, jak postulują Wainer i Ingersoll (2011), rozwijanie metod wsparcia i terapii z wykorzystaniem najnowszej technologii nie powinno jednak hamować rozwoju metod tradycyjnych, lecz je uzupełniać. Roboty mogą zatem być włączone w indywidualnie prowadzone niestrukturalizowane wspomagające interwencje, na przykład w stosowaną od kilku już lat w Polsce metodę Floortime opracowaną w ramach modelu DIR (*Developmental, Individual-Differences, and Relationship-Based Model*) (Danielewicz, 2005; Wiktorowicz, 2008), dzięki której w naturalnych warunkach poprzez kontakt z osobą znaczącą i zabawę postępuje terapia komunikacji i zachowań społecznych, w kierunku coraz bardziej złożonych umiejętności, takich jak empatia, kontrola, respektowanie norm moralnych, aż do opanowania ważnych typowo

szkolnych umiejętności akademickich (Greenspan, Wieder, 2014). Proponowana modyfikacja metody Floortime polega na wprowadzeniu robotów o imionach Rex i Alphen jako zabawek (Nikolopoulos i in., 2010). Roboty motywują dziecko do aktywnego działania, a wchodząc w międzyrobotową interakcję (zgodnie z ustalonym scenariuszem), stanowią modele interakcji społecznej, dzięki czemu dziecko uczy się społecznych zachowań, a w dalszej perspektywie generalizuje te umiejętności i przenosi je na inne interakcje. Wyniki biorących udział w projekcie dzieci w wieku 8, 10, 14 i 16 lat ujawniły, iż wchodzenie w interakcje z robotem było dla nich łatwiejsze niż wchodzenie w interakcje z człowiekiem, gdyż robot – zamiast lęku – wzbudzał ciekawość poznawczą. Zaproponowana forma oddziaływania okazała się również bardziej efektywna niż inne technologiczne sposoby wspomagania komunikacji (werbalne instrukcje i opowieści, nagrania DVD), ze względu na bezpośrednie zaangażowanie dziecka w relację i możliwość kontaktu fizycznego z robotem. Roboty wzbudzały zaangażowanie i motywowały do zadawania pytań: *Co oni teraz będą robić? Co będą mówić? Czy mogę go przytrzymać?*. Zaangażowanie i zrozumienie modelowanej sytuacji zostało także potwierdzone poprzez odpowiedzi dzieci na pytania: *Co robot powiedział? Co robot zrobił?*. Taka forma modelowania zachowań społecznych w formie zabawy z robotem w trakcie treningów Floortime wydaje się bardzo inspirująca i pożyteczna.

Właściwości robota mające znaczenie dla osób z ASD

Istnieje kilka argumentów przemawiających za wykorzystaniem robotów w trakcie interwencji terapeutycznych wobec osób z ASD. Po pierwsze, roboty są angażującym uwagę, atrakcyjnym obiektem, wzbudzającym ciekawość poznawczą oraz motywującym do wysiłku intelektualnego i podejmowania interakcji społecznych (Diehl i in., 2012). Po drugie, zachowanie robota jest spójne i wysoce przewidywalne, gdyż robot realizuje zachowania zalgorytmizowane, co odpowiada specyfice procesów poznawczych w autyzmie (Dautenhahn, Werry, 2004). Za względu na tę przewidywalność zachowania interakcja z robotem staje się satysfakcjonująca, dzięki czemu zmniejsza się napięcie oraz poziom stresu w sytuacji zadaniowej i społecznej. Zachowania powtarzalne i ustrukturywane prezentowane przez robota motywują dzieci do imitowania prezentowanego przez robota wzorca, co pozwala na opanowanie wprawy w zakresie trenowanych umiejętności społecznych, a pośrednio ułatwia rozumienie informacji o społecznym znaczeniu. W takim przyjaznym dla osób z ASD terapeutyczno-edukacyjnym środowisku uczenie się zachodzi w sposób bardziej efektywny (Werry i in., 2011). Po trzecie, ze względu na trudności w koncentracji uwagi i selekcji bodźców w trakcie interakcji społecznych osoby z ASD mają ograniczone możliwości wchodzenia w kontakt z innymi osobami, szczególnie dorosłymi, których zachowania motoryczne, społeczne, emocjonalne, komunikacyjne mogą być trudne do zrozumienia i antycypacji. Robot może w trakcie interakcji wykonywać mniej skomplikowane zachowania aniżeli człowiek (to jest użyć gestykulacji, ekspresji mimicznej o mniejszym zakresie i intensywności), dostosować

poziom złożoności zachowania do możliwości odbiorczych dziecka (Dautenhahn, Billard, 2002; Scassellati, 2007; Dautenhahn, Werry, 2004).

Efektywne wykorzystywanie robotów wymaga konstrukcji urządzeń o określonych atrakcyjnych dla danej grupy odbiorców cechach. Ze względu na specyfikę poznawczego funkcjonowania, a szczególnie mniejszą wrażliwość na cechy ludzkiej twarzy oraz wskaźniki emocji w porównaniu do dzieci prawidłowo rozwijających się urządzenia wspomagające terapię osób z ASD muszą być bardzo precyzyjnie dobrane i zaprogramowane.

Zasadniczą cechą robotów skutecznych w terapii osób z ASD jest więc prostota i precyzja bez nadmiaru bodźców i funkcji realizowanych przez urządzenie (Ferrara, Hill, 1980). Istotna jest także wielkość robota – dzieci z ASD zdecydowanie łatwiej wchodzi w kontakt z małym robotem aniżeli z robotem znacznej postury, który może wzbudzać poczucie zagrożenia (Robin i in., 2006). Roboty o nieskomplikowanym wyglądzie i wdzięcznych imionach: Muu (Miyamoto i in., 2005), Keepon (Kozima i in., 2009), Charlie (Boccanfuso, O’Kane, 2011), Tito (Duquette i in., 2006), były przez dzieci z ASD akceptowane i traktowane jako obiekty społeczne, a nie jako mechaniczne zabawki. Ze względu na powściągliwość stymulacyjną wspomniane roboty podtrzymywały uwagę dzieci i wzbudzały ich emocjonalne zaangażowanie oraz stymulowały kompetencje komunikacyjne. Z powodu dość szczególnych i raczej wąskich zainteresowań dzieci z ASD stosunkowo łatwiej nawiązują one interakcje z robotami aniżeli z ludźmi (Miyamoto i in., 2005) i akceptują ich sposób werbalizacji, co pozwala na traktowanie robota jako partnera interakcji. Stosunkowo nieskomplikowany z wyglądu robot może także koncentrować uwagę dziecka, a następnie stymulować jego pozytywną reakcję emocjonalną (Kozima i in., 2009).

Również KASPAR (Amirabdollahian i in., 2011) jest przykładem minimalizmu ekspresyjnego w robotyce edukacyjnej. Prostota i jednoznaczność mimiki twarzy robota wzbudzają poczucie bezpieczeństwa i redukują niepokój. Dlatego też dzieci z ASD chętnie nawiązywały z nim interakcję. W przeciwieństwie do nieco sztucznej i pozbawionej wyrazu, w ocenie osób nieprzejawiających zaburzeń, twarzy robota KASPARA twarz ludzka dostarcza wielu trudnych do zinterpretowania i zintegrowania bodźców, a intensywne zmiany mimiki mogą u dzieci z ASD wzbudzać napięcie i powodować przeciążenie informacyjne. Wydaje się więc, iż KASPAR stanowi obiekt odpowiedni w stosunku do zapotrzebowania stymulacyjnego dzieci z ASD, dlatego też prowadzone z nim długofalowe zajęcia terapeutyczne przyniosły pozytywne efekty, także u dzieci przejawiających głębsze zaburzenia.

Roboty terapeutyczne będą bardziej efektywne w stymulacji komunikacji społecznej dzieci z głębszymi zaburzeniami ze spektrum autyzmu, jeżeli są podobne do preferowanych przez dzieci zabawek (Lee i in., 2012). Analiza związków występujących między cechami robota (twarz, ruchome kończyny, dźwięk, koła) a stopniem responsywności społecznej dzieci pokazała, iż roboty posiadające twarz ułatwiają rozwój umiejętności społecznych i ekspresji mimicznej w przeciwieństwie do

zabawek bez twarzy. Natomiast funkcja dźwiękowa i obecność kół nie miały żadnego znaczącego wpływu na umiejętności komunikacyjne badanych.

Aby sprawdzić czy wygląd robota ma dla dzieci z ASD znaczenie, Robinson, Dautenhahn i Dubowski (2006) przeprowadzili badania, wykorzystując dwa rodzaje humanoidalnych robotów, zróżnicowanych pod względem wzrostu oraz intensywności cech antropomorficznych: fizjonomicznych i behawioralnych. Pierwszy z nich to niewielka humanoidalna lalka, prezentująca dwie formy zachowań: człowiekopodobne lub robotopodobne, natomiast drugi to naturalnych rozmiarów robot z zamaskowaną twarzą, wykonujący sztywne i kanciaste ruchy. Wyniki badań prowadzą do kilku interesujących wniosków. Badane dzieci ujawniły preferencje do łatwiejszego nawiązywania interakcji (kontakt wzrokowy i kontakt fizyczny) z robotem o słabiej wyrażonych ludzkich cechach wyglądu zewnętrznego, niezależnie od jego wielkości. Wchodziły w interakcję z robotem-lalką ze względu na jego wzrost oraz odzwierciedlanie dziecięcej motoryki, gdyż poczuły się bezpiecznie i mogły przewidywać jego zachowanie. Zachowanie dzieci wobec robota humanoidalnego naturalnych rozmiarów przypominało typowe zachowanie wobec obcych (obserwowano pozorny brak zainteresowania i wzrost zachowań autostymulacyjnych), ale dzieci inicjowały też kontakt wzrokowy z zamaskowaną twarzą robota, gdyż zakryte oczy nie stanowiły zbyt silnego bodźca lękotwórczego. Autorzy uważają więc, że roboty o specjalnych właściwościach mogą być lepszymi partnerami dla dzieci z ASD aniżeli ludzie, gdyż ich zachowanie jest jednoznaczne, przewidywalne i kontrolowalne.

Do podobnych wniosków prowadzi drugi eksperyment (Lee i in., 2012), którego zasadniczym celem była analiza komunikacji ujawnianej przez dzieci z ASD w zależności od charakteru nadawcy. Pierwszym była średniego wzrostu kobieta, drugim – robot poruszający kończynami lub kołami, o mimice twarzy regulowanej świecącymi ledami. Badanie przebiegało w formie indywidualnie realizowanej gry, w której dzieci miały nawiązać z robotem kontakt wzrokowy oraz go naśladować, a także wyrazić cztery emocje: radość, smutek, zaskoczenie oraz złość, a następnie odpowiadać na pytania interlokutora. Badane dzieci z ASD wykazywały bardziej efektywną interakcję z robotem niż z człowiekiem, co przejawiało się w ilości i jakości odpowiedzi werbalnych. Efektywność terapii komunikacji oraz kontaktu wzrokowego u dzieci z ASD z użyciem robotów jest stosunkowo wysoka (Robins i in., 2005; Robins i in., 2006), co jest trudne do osiągnięcia nawet w trakcie terapii prowadzonej przez terapeutę człowieka. Konkludując, należy stwierdzić, że takie elementy jak twarz i poruszające się kończyny stanowią istotne cechy robotów przeznaczonych do terapii ekspresji emocjonalnej oraz rozumienia emocji.

Próba podsumowania

Autorzy cytowanych badań (m.in. Robins i in., 2005; Robins i in., 2006; Lee i in., 2012) wyprowadzają dość ekstrawagancki wniosek, że wyposażone w twarz i ruchome kończyny roboty mogą bardziej skutecznie oddziaływać na dzieci z ASD aniżeli terapeuci ludzie, co prowadzi do uzyskania lepszych efektów terapii. Wobec

eksperymentalnego charakteru badań oraz specyficznej charakterystyki danych, a nade wszystko ze względu na stosunkowo nieliczne grupy badanych i bardzo zróżnicowany profil klinicznych objawów wydaje się, iż tak sformułowana konkluzja może stanowić zbyt iluzoryczne uogólnienie, choć jest poznawczo i praktycznie inspirująca. Winna zatem zostać potraktowana jako hipoteza do nowych badań, które potwierdzą skuteczność R-terapii. Zgromadzony materiał stanowiący podstawę zaprezentowanego przeglądu nie stanowi zapewne zbioru zamkniętego, lecz pozwala na sformułowanie odpowiedzi na postawione na wstępie pytania. W świetle zgromadzonych danych można przyjąć, iż mogą być one skuteczne we wspomaganiu różnorodnych kompetencji społeczno-komunikacyjnych dzieci z autyzmem. Jednak ich efektywność w zakresie stymulacji segmentalnej i suprasegmentalnej poprawności komunikacji werbalnej, co byłoby szczególnie istotne w przypadku ASD (Błęszyński, 2011), pomimo coraz bardziej doskonałych i zaawansowanych technologicznie syntezatorów mowy nie została dotychczas zweryfikowana. Podobnie jak możliwość zastosowania robotów w odniesieniu do drugiego kryterium zaburzeń ze spektrum autyzmu, jakim jest występowanie ograniczonych i powtarzalnych wzorców zachowań, zainteresowań oraz aktywności. Można mieć jednak nadzieję, iż próby eksperymentalne zmierzające do realizacji nowych wyzwań w zakresie R-terapii w tych obszarach będą czynione w wielu akademickich ośrodkach. W odpowiedzi na drugie z postawionych na wstępie pytań można scharakteryzować urządzenie najbardziej dopasowane do zapotrzebowania stymulacyjnego i preferencji percepcyjnych osób z ASD.

Zanim jednak R-terapia wejdzie w etap praktyki, konieczne jest uważne respektowanie ograniczeń oraz świadomość negatywnych skutków nadmiernej technicyzacji oddziaływań terapeutycznych. Wspomnieć więc należy o zagrożeniach płynących z nadmiernego korzystania z nowych mediów (komputer, VR, internet) dla pokolenia *cyfrowych tubylców*, jakie przejawiają się w trudnościach w zakresie komunikowania uczuć, rozumienia cudzego punktu widzenia oraz utrzymywania prawidłowych relacji społecznych. Postępuje zatem swoiste wyobcowanie młodych ludzi, zanurzonych od wczesnego dzieciństwa w cyfrowej przestrzeni, z rówieśniczych i międzypokoleniowych relacji społecznych. Ich zachowanie coraz bardziej przypomina autystyczne zamknięcie w nierealnym i odhumanizowanym świecie (Morbitzer, 2012). Zagrożenia wynikające z robotyzacji edukacji i terapii osób z ASD nie zostały jeszcze opisane w tak precyzyjny sposób, jak ma to miejsce w przypadku negatywnych konsekwencji nadużywania zaawansowanych technologicznie urządzeń, lecz nie znaczy to, że nie mogą one występować. Nadużywanie cyfrowych urządzeń doprowadza do tworzenia się międzypokoleniowej przepaści, powodowanej między innymi zaburzeniami międzypokoleniowej wymiany informacji, znaczeń i wartości, których podłożem są międzygeneracyjne zmiany w neuronalnej strukturze mózgu i sposobach przetwarzania informacji.

Warto więc podkreślić, iż stechniczowane środowisko edukacyjno-terapeutyczne, w którym miejsce człowieka jest znacznie ograniczone, może powodować istotne ograniczenia dla rozwoju procesu uwagi i uważności, gdyż wyzwala

specyficzny proces adaptacji do cech i zasad funkcjonowania techniki i technologii. Adaptacja taka odbywa się poprzez interaktywną komunikację z technicznymi obiektami, których częste zmiany powodują, iż zapoczątkowane w kontakcie z jednym obiektem zaangażowanie zostaje przerwane po jego wyłączeniu, bez możliwości naturalnej modulacji dynamiki pobudzenia emocjonalnego. Pozostaje zatem niezredukowany stan pobudzenia, który następnie zostaje przeniesiony na inny obiekt techniczny. Wydaje się, że sytuacja taka nie będzie sprzyjała refleksji nad doświadczanymi stanami wewnętrznymi zwłaszcza u wysoko funkcjonujących osób z ASD, które są zdolne do rozwijania autorefleksji i autokontroli pod wpływem stosownych terapeutycznych oddziaływań, do jakich zaliczyć można z pewnością trening uważności (Singh i in., 2011a; Singh i in., 2011b).

Wobec istotnego wzrostu wskaźników epidemiologicznych w pełni zrozumiałe i uzasadnione są jednak starania zmierzające do poszukiwania nowych metod usprawniania osób z ASD. Współcześnie wobec wielości propozycji rodzice często konfrontowani są z koniecznością podjęcia decyzji odnośnie do metod i technik stymulacji rozwoju własnego dziecka, choć niejednokrotnie nie posiadają wystarczającej wiedzy dotyczącej efektywności poszczególnych technik bądź strategii. Jednakże bezwarunkowe i bezrefleksyjne wykorzystanie robotów może prowadzić do promowania redukcjonizmu w psychologii rehabilitacyjnej i pedagogice specjalnej oraz dominacji nurtu antyhumanistycznego w terapii. Choć omówione w artykule badania prowadzą do optymistycznych konkluzji co do efektywności proponowanych rozwiązań terapeutycznych, to jednak zawsze winny być traktowane z dużą ostrożnością, a włączanie nowych technologii w proces terapii, której celem powinien być dobrostan zarówno dziecka z ASD, jak i jego rodziny, winno uwzględniać dynamiczny i wszechstronny rozwój, jak również jego systemowy kontekst.

Podsumowując prezentowany przegląd empirycznych badań oraz zainspirowane nimi rozważania, należy podkreślić zasadność prowadzenia wielospecjalistycznej terapii, która w sposób odpowiedzialny wykorzystuje nowoczesne środki i narzędzia, włączając je w złożony i kompleksowy program terapeutyczny.

Bibliografia

- Amirabdollahian, F., Robins, B., Dautenhahn, K., Ji, Z. (2011). Investigating tactile event recognition in child-robot interaction for use in autism therapy. W: *Proceedings. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (s. 5347–5351). Boston, MA.
- Ayres, A.J. (2015). *Dziecko a integracja sensoryczna*, przeł. J. Okuniewski. Gdańsk: Harmonia.
- Barakova, E.I., Bajracharya, P., Willemsen, M., Lourens, T., Huskens, B. (2015). Long-term LEGO therapy with humanoid robot for children with ASD, *Expert Systems*, 32(6), 698–709.
- Barakova, E.I., Lourens, T. (2010). Expressing and interpreting emotional movements in social games with robots. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(5), 457–467.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: an essay on autism and theory of mind*. Boston: MIT Press – Bradford Books.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., Frith, U. (1985). Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition*, 21, 37–46.

- Billard, A., Robins, B., Dautenhahn, K., Nadel, J. (2006). Building Robota, a mini-humanoid robot for the rehabilitation of children with autism. *RESNA Assistive Technology Journal*, 19(1), 37–49.
- Błęszyński, J. (2005). Wykorzystanie metody Ruchu Rozwijającego w terapii dziecka z głębokimi deficytami rozwojowymi – autystycznego. W: J.J. Błęszyński (red.), *Terapie wspomagające rozwój osób z autyzmem* (s. 127–150). Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Błęszyński J.J. (2011). *Mowa osób z autyzmem: echolalia – mowa echolaliczna*. W: J. Gruby, (red.), *Wybrane problemy logopedyczne* (s. 67–78). Gliwice: Wydawnictwo Fonem.eu.
- Bobkiewicz-Lewartowska, L. (2005). *Autyzm dziecięcy – zagadnienia diagnozy i terapii*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Boccanfuso, L., O’Kane, J.M. (2011). CHARLIE: An adaptive robot design with hand and face tracking for use in autism therapy. *International Journal of Social Robotics*, 3, 337–347. DOI: 10.1007/s12369-011-0110-2.
- Bogdanowicz, M., Kisiel, B., Przasnyska, M. (1992). *Metoda Weroniki Sherborne w terapii i wspomaganiu rozwoju dziecka*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Bogdashina, O. (2011). Sensory perceptual issues in autism: Why we should listen to those who experience them. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Psychologica*, IV, 146–160.
- Cabibihan, J.J., Javed, H., Ang, M. Jr, Aljunied, Sh.M. (2013). Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots for the therapy of children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593–618. DOI: 10.1007/s12369-013-0202-2.
- Danielewicz, D. (2005). „Czas podłogowy” w pracy z dzieckiem z autyzmem. W: E. Pisula, D. Danielewicz (red.), *Wybrane formy terapii i rehabilitacji osób z autyzmem* (s. 133–152). Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Dautenhahn, K., Billard, A. (2002). Games children with autism can play with Robota, a humanoid robotic doll. W: S. Keates, P.M. Langdon, P.J. Clarkson, P. Robinson (red.), *Universal access and assistive technology* (s. 179–190). London: Springer.
- Dautenhahn, K., Werry, I. (2004). Towards interactive robots in autism therapy. *Pragmatics and Cognition*, 12, 1–35.
- Dautenhahn, K., Nehaniv, C.L., Walters, M., Robins, B., Kose-Bagci, H., Mirza, N.A., Blow, M. (2009). KASPAR – a minimally expressive humanoid robot for human-robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics. Special Issue on Humanoid Robots* 6(3–4), 369–397.
- Dawson, G., Meltzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J., Brown, E. (1998). Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 28, 479–485.
- Delacato, C.H. (1995). *Dziwne, niepojęte. Autystyczne dziecko*. Warszawa: Fundacja Synapsis.
- Diehl, J.J., Schmitt, L.M., Villano, M., Crowell, C.R. (2012). The clinical use of robots for individuals with autism spectrum disorders: A critical review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6, 249–262.
- DSM-5 (2013). American Psychiatric Association. Pozyskano z <http://www.dsm5.org/Pages/Default.aspx> (Dostęp 13-czerwca-2016).
- Duquette, A., Michaud, F., Mercier, H. (2008). Exploring the use of a mobile robot as an imitation agent with children with low-functioning autism, *Autonomous Robots – Special Issue on Socially Assistive Robotics*, 24(2), 147–157.
- Ferrara, C., Hill, S.D. (1980). The responsiveness of autistic children to the predictability of social and non-social toys. *Autism and Developmental Disorders*, 10, 51–57.

- Frith, U. (2008). *Autyzm. Wyjaśnienie tajemnicy*. Gdańsk: GWP.
- Gallese, V. (2008). Mirror neurons and the social nature of language: The neural exploitation hypothesis. *Social Neuroscience*, 3(3–4), 317–333. DOI: 10.1080/17470910701563608.
- Gifford, T., Srinivasan, S., Kaur, M., Dotov, D., Wanamaker, Ch., Dressler, G., Marsh, K., Bhat, A., (2011). Using robots to teach musical rhythms to typically developing children and children with autism. Pozyskano z http://www.iiis.org/CDs2011/CD2011IDI/ICEIC_2011/PapersPdf/EI980EF.pdf (Dostęp 25-czerwca-2016).
- Grandin, T. (2006). *Myślenie obrazami oraz inne relacje z mojego życia z autyzmem*. Warszawa: Fraszka Edukacyjna.
- Greenspan, S., Wieder, S. (2014). *Dotrzeć do dziecka z autyzmem. Jak pomóc dzieciom nawiązywać relacje, komunikować się i myśleć. Metoda Floortime*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Hadjikhani, N. (2007). Mirror neuron system and autism. W: P. Carlisle (red.), *Progress in Autism Research* (s. 151–166). New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Hamilton, A.F. (2013). Reflecting on the mirror neuron system in autism: a systematic review of current theories. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 91–105. DOI: 10.1016/j.dcn.2012.09.008.
- Happe, F. (1995). The role of age and verbal ability in the theory of mind task performance of subjects with autism. *Child Development*, 66, 843–855.
- Kanda, T., Ishiguro, H., (2005). Communication robots for elementary schools. W: *Proceedings of AISB'05 Symposium Robot Companions: Hard problems and open challenges in robot-human interaction*, 54–63. London: The Society for the Study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour.
- Kawa, R., Pisula, E. (2010). Locomotor activity, object exploration and space preference in children with autism and Down syndrome. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 70, 131–140.
- Kim, E.S., Berkovits, L.D., Bernier, M.P., Leyzberg, D., Shic, F., Paul, R., Scassellati, B. (2013). Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 43, 1038–1049. DOI: 10.1007/s10803-012-1645-2.
- Kozima, H., Michalowski, M.P., Nakagawa, C. (2009). Keepon: A playful robot for research, therapy, and entertainment. *International Journal of Social Robotics*, 1, 3–18.
- Kozima, H., Nakagawa, C., Yasuda, Y. (2005). Designing and observing human-robot interactions for the study of social development and its disorders. *Proceedings of 6th IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation – CIRA*, 41–46. DOI: 10.1109/CIRA.2005.1554252. Pozyskano z <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1554252&isnumber=33075> (Dostęp 9-lutego-2017).
- Kozima, H., Nakagawa, C., Yasuda, Y. (2007). Children-robot interaction: A pilot study in autism therapy. *Progress in Brain Research*, 164, 385–400.
- Lee, J., Takehashi, H., Nagai, Ch., Obinata, G., Stefanov, D. (2012). Which robot features can stimulate better responses from children with autism in robot-assisted therapy? *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 9(72), 1–6.
- Mazzei, D., Lazzeri, N., Billeci, L., Igliazzi, R., Mancini, A., Ahluwalia, A., Muraatori, F., De Rossi, D. (2011). Development and evaluation of a social robot platform for therapy in autism. W: *Conference Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 4515–4518. DOI: 10.1109/IEMBS.2011.6091119.
- Michaud, F., Caron, S. (2000). Roball – an autonomous toy-rolling robot. W: *Proceedings of the Workshop on Interactive Robotics and Entertainment (WIRE)* (s. 127–134). CMU

- Robotics Institute and AAI, Pittsburgh, Pennsylvania. Pozyskano z <https://introlab.3it.usherbrooke.ca/papers/WIRE00.pdf> (Dostęp 10-lipca-2016).
- Michaud, F., Duquette, A., Nadeau, I. (2003). Characteristics of mobile robotics toys for children with pervasive developmental disorders. *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 3, 2938–2943. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Pozyskano z https://www.researchgate.net/publication/4043167_Characteristics_of_mobile_robotic_toys_for_children_with_pervasive_developmental_disorders (Dostęp 15-lipca-2016).
- Miyamoto, E., Lee, M., Fujii, H., Okada, M. (2005). How can robots facilitate social interaction of children with autism? Possible implications for educational environments. *Proceedings of the 5th International Workshop on Epigenetic Robotics: Modeling Cognitive Development in Robotic Systems*, 145–146.
- Moran, J.M., Young, L.L., Saxe, R., Lee, S.M., O'Young, D., Mavros, P.L., Gabrieli, J.D., (2011). Impaired theory of mind for moral judgment in high-functioning autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 108(7), 2688–2692.
- Morbitzer, J. (2012). O istocie medialności młodego pokolenia. *Neodidagmata*, 33/34, 132–153.
- Mun, K.H., Kwon, J.Y., Lee, B.H., Jung, J.S. (2014). Design Developing an early model of cat robot for the use of early treatment of children with Autism Spectrum Disorder (ASD). (2014). *International Journal of Control and Automation*, 7(11), 59–74. Pozyskano z <http://dx.doi.org/10.14257/ijca.2014.7.11.07> (Dostęp 20-lipca-2016).
- Nikolopoulos, C., Kuester, D., Sheehan, M., Dhanya, S., Herring, W., Becker, A., Bogart, L. (2010). Socially assistive robots and autism, *Solid State Phenomena*, 166–167, 315–320.
- Olechnowicz, H. (2004). *Wokół autyzmu. Fakty, skojarzenia, refleksje*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Olechnowicz, H., Wiktorowicz, R. (2012). *Dziecko z autyzmem. Wyzwalanie potencjału rozwojowego*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Peng, Y.H., Wang, M.L., Mayer, N.M. (2014). Autistic children and music playing with humanoid robot. *JSAI Technical Report SIG-Challenge-B401-02*, 5(5), 12–14. Pozyskano z <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~challeng/SIG-Challenge-B401/SigChallenge-B401-02.pdf> (Dostęp 17-czerwca-2016).
- Pisula, E. (2010). *Autyzm. Przyczyny, symptomy, terapia*. Gdańsk: Harmonia.
- Robins, B., Dautenhahn, K., Boekhorst, R., Billard, A. (2005). Robotic assistants in therapy and education of children with autism: Can a small humanoid robot help encourage social interaction skills? *Universal Access in the Information Society*, 4(2), 105–120.
- Robins, B., Dautenhahn, K., Dickerson, P. (2009). From isolation to communication: A case study evaluation of robot assisted play for children with autism with a minimally expressive humanoid robot. *Proceedings of the Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions*, 205–211. Pozyskano z <http://dx.doi.org/10.1109/ACHI.2009.32> (Dostęp 9-lutego-2017).
- Robins, B., Dautenhahn, K., Dickerson, P. (2012). Embodiment and cognitive learning: Can a humanoid robot help children with autism to learn about tactile social behaviour? *Social Robotics* (s. 66–75). (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7621). London: Springer. 10.1007/978-3-642-34103-8_7.
- Robins, B., Dautenhahn, K., Dubowski, J. (2006). Does appearance matter in the interaction of children with autism with a humanoid robot? *Interaction Studies*, 7, 479–512.

- Robins, B., Dautenhahn, K., Te Boekhorst, R., Billard, A. (2004a). Effects of repeated exposure to a humanoid robot on children with autism. W: S. Keates, J. Clarkson, P. Langdon, P. Robinson (red.), *Designing a more inclusive world* (s. 225–236). London: Springer.
- Robins, B., Dickerson, P., Stribling, P., Dautenhahn, K. (2004b). Robot-mediated joint attention in children with autism: A case study in robot-human interaction. *Interaction Studies*, 5, 161–198.
- Rynkiewicz, A. (2011). Use of computer technology and internet in teaching and therapy of individuals with Autism Spectrum Disorders (ASD). *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Psychologica*, IV, 161–173.
- Saldien, J., Goris, K., Yilmazyildiz, S., Verhelst, W., Lefeber D. (2008). On the design of the huggable robot Probo. *Journal of Physical Agents. Special Issue on Human Interaction with Domestic Robots*, 2(2), 3–11.
- Samson, F., Mottron, L., Soulières, I., Zeffiro, T.A. (2012). Enhanced visual functioning in autism: An ALE meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 33, 1553–1581.
- Scassellati B. (2007). How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism. *Robotics Research*, 28, 552–563.
- Singh, N.N., Lancioni, G.E., Manikam, R., Winton, A.S.W., Singh, A.N.A., Singh, J., Singh, A.D.A. (2011a). A mindfulness-based strategy for self-management of aggressive behavior in adolescents with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 1153–1158.
- Singh, N.N., Lancioni, G.E., Singh, A.D.A., Winton, A.S.W., Singh, A.N.A., Singh, J. (2011b). Adolescents with Asperger syndrome can use a mindfulness-based strategy to control their aggressive behavior. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 1103–1109.
- Stefańska-Klar, R. (2010). Use the Internet in supporting and educating persons with autism and Asperger syndrome. W: E. Smyrnova-Trybulska (red.), *Use of e-learning in the training of professionals in the knowledge society* (s. 249–260). Cieszyn – Katowice: Uniwersytet Śląski.
- Stone V.E., Gerrans P. (2006). What's domain-specific about theory of mind? *Social Neuroscience*, 1(3–4), 309–319.
- Szot, Z. (2004). Terapia ruchowa i jej wpływ na rozwój psychofizyczny osób autystycznych. W: Z. Szot (red.), *Wczesne wspomaganie dzieci z problemami rozwoju* (s. 68–73). Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Tager-Flusberg, H., Joseph, R.M. (2005). How language facilitates the acquisition of false belief understanding in children with autism. W: J. Astington, J. Baird (red.), *Why language matters for theory of mind* (s. 298–318). Oxford: Oxford University Press.
- Takahashi, H., Saito, Ch., Okada, H., Omori, T. (2013). An investigation of social factors related to online mentalizing in a human-robot competitive game. *Japanese Psychological Research*, 55(2), 144–153.
- Tanaka, F., Cicourel, A., Movellan, J.R., (2007). Socialization between toddlers and robots at an Early Childhood Education Center. W: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*, 104(46), 17954–17958. Pozyskano z <http://www.pnas.org/content/104/46/17954.full> (Dostęp 20-lipca-2016).
- Teitelbaum, P., Teitelbaum, O., Nye, J., Fryman, J., Maurer, R.G. (1998). Movement analysis in infancy may be useful for early diagnosis of autism. W: *Proceedings of National Academy of Science USA* 95, 23, 13982–13987. Pozyskano z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC25000/> (Dostęp 25-lipca-2016).
- Thill, S., Pop, Ch.A., Belpaeme, T., Ziemke, T., Vanderborght, B. (2012). Robot-assisted therapy for Autism Spectrum Disorders with (partially) autonomous control: Challenges and

- outlook. *PALADYN Journal of Behavioral Robotics*, 3(4) 209–217. DOI: 10.2478/s13230-013-0107-7 JBR.
- Wada, D., Shibata, T., Saito, T., Tanie, K. (2002). Analysis of factors that bring mental effects to elderly people in robot assisted activity. W: *Proceedings of the international conference on intelligent robots and systems, IROS*. Lausanne: IEEE Press, 1152–1157.
- Wainer, A.L., Ingersoll, B.R. (2011). The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(1), 96–107.
- Weeks, S.J., Hobson, R.P. (1987). The salience of facial expression for autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 28, 137–152.
- Werry, I., Dautenhahn, K., Harwin, W. (2011). Investigating a robot as a therapy partner for children with autism. W: *Proceedings of 6th European Conference for the Advancement of Assistive Technology* (s. 57–74). Berlin – Heidelberg: Springer.
- Wiktorowicz, R. (2008). Wprowadzić dziecko z zaburzeniami ze spektrum autyzmu w świat relacji, porozumiewania się i myśli – model DIR / Floortime Stanleya I. Greenspana i Sereny Wieder. *Nowiny Psychologiczne*, 4, 9–25.
- Wing, L., Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9, 11–29.
- Wysocka, K. (2005). Metoda Dobrego Startu w pracy z dziećmi autystycznymi. W: J. Błęszyński (red.), *Terapie wspomagające rozwój osób z autyzmem* (s. 151–162). Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.

„Wynagrodzenie autorskie sfinansowane zostało przez Stowarzyszenie Zbiorowego Zarządzania Prawami Autorskimi Twórców Dzieł Naukowych i Technicznych KOPIPOL z siedzibą w Kielcach z opłat uzyskanych na podstawie art. 20 oraz art. 20¹ ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych”.