

JOANNA KOSSEWSKA

## ROBOTY HUMANOIDALNE W TERAPII DZIECI Z ZABURZENIAMI ZE SPEKTRUM AUTYZMU – SZANSE I ZAGROŻENIA

### WPROWADZENIE

Zaburzenia ze spektrum autyzmu (*Autism Spectrum Disorders, ASD*) powstają w wyniku oddziaływań wielu czynników etiologicznych, wśród których znaczącą rolę odgrywają przyczyny genetyczne<sup>1</sup> wchodzące w interakcję z różnymi – wciąż słabo poznanymi – uwarunkowaniami biologicznymi<sup>2</sup> i środowiskowymi<sup>3</sup>. Pomimo dowodów sugerujących genetyczne podłoże ASD, charakter i mechanizmy patogenezы pozostają nadal niejasne. Choć ASD ma zdecydowanie biologiczne przyczyny, dotychczas nie potwierdzono występowania biomarkerów, dzięki którym można byłoby diagnozować ryzyko ASD w okresie prenatalnym w celu wprowadzenia wczesnej i skutecznej strategii terapeutycznej<sup>4</sup>.

---

Dr hab. JOANNA KOSSEWSKA, prof. UKEN – Instytut Pedagogiki Specjalnej, Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie; e-mail: [joanna.kossewska@up.krakow.pl](mailto:joanna.kossewska@up.krakow.pl); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8156-6764>.

<sup>1</sup> Brett S. ABRAHAMS i Daniel H. GESCHWIND, „Advances in autism genetics: on the threshold of a new neurobiology”, *Nature Reviews Genetics* 9(5) (2008): 344.

<sup>2</sup> Milo CAREAGA, Takeshi MURAI i Melissa D. BAUMAN, „Maternal Immune Activation and Autism Spectrum Disorder: From Rodents to Nonhuman and Human Primates”, *Biological Psychiatry* 81(2017), nr 5: 395.

<sup>3</sup> Padideh KARIMI, Kamali ELAHE, Seyyed M. MOUSAVI i Mojgan KARAHMADI, „Environmental factors influencing the risk of autism”, *Journal of Research in Medical Sciences* 22(2017): 27.

<sup>4</sup> Richard E. FRYE, Sarah VASSALL, Guriot KAUR, Christina LEWIS, Mohammad KARIM i Daniel ROSSIGNOL, „Emerging biomarkers in autism spectrum disorder: a systematic review”, *Annals of Translational Medicine* 7(23)(2019): 792, doi: 10.21037/atm.2019.11.53.

Artykuły w czasopiśmie dostępne są na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa – Użycie niekomercyjne – Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe (CC BY-NC-ND 4.0)

W trakcie indywidualnego rozwoju prenatalnego różne biologiczne czynniki modyfikują proces neurogenezy na wszystkich jego etapach (proliferaacji, migracji, różnicowania komórek, synaptogenezy i mielinizacji włókien oraz apoptozy), czego implikacją jest powstanie neuroatypowej organizacji mózgu i specyficznej ścieżki rozwojowej. Skutkiem zmian anatomicznych i funkcjonalnych jest nietypowy mechanizm funkcjonowania sieci neuronalnych, które łączą odległe podkorowe i korowe struktury, współdziałające w procesie poznania społecznego i regulacji zachowania<sup>5</sup>. Zaburzenia ze spektrum autyzmu mają więc charakter neurorozwojowy, a częstość ich występowania na przestrzeni ostatnich dekad sukcesywnie wzrasta w ogólnej populacji i obecnie szacowana jest na około 1/100 przypadków<sup>6</sup>, a negatywne skutki w postaci zróżnicowanych co do formy i natężenia objawów ujawniają się w różnych okresach postnatalnego rozwoju jednostki.

Ze względu na wczesne uszkodzenie normatywnej ścieżki rozwojowej i globalny charakter tych zmian wraz z ASD współwystępują często inne zaburzenia, tj. niepełnosprawność intelektualna, epilepsja czy zespoły genetyczne<sup>7</sup>. Objawy kryterialne ASD obejmują szerokie spektrum zmian jakościowych w zakresie dwu podstawowych obszarów funkcjonowania: komunikacji społecznej oraz wzorców zachowań i zainteresowań. Deficyty w interakcjach społecznych oraz komunikacji przejawiają się w różnorodny i zindywidualizowany sposób i najczęściej dotyczą nawiązywania i podtrzymywania kontaktu wzrokowego, współdzielenia uwagi, odczytywania i rozumienia stanów emocjonalnych i mentalnych własnych lub innych ludzi<sup>8</sup>, nawiązywania i realizowania interakcji społecznych czy komunikowania się. U podłoża tych deficytów leży nietypowo działający mechanizm motywacji społecznej, który odpowiada za nawiązywanie wszelkich relacji i budowanie więzi społecznych oraz współdziałanie dla dobra jednostki i grupy społecznej. Podstawowym elementem motywacji społecznej jest podejmowanie czynności naprzemiennych, ujawniających reakcję odwzajemnienia, stanowiącą istotę komunika-

---

<sup>5</sup> Athanasios BEOPOULOS, Manuel GÉA, Alessio FASANO i François IRIS, „Autism spectrum disorders pathogenesis: Toward a comprehensive model based on neuroanatomic and neurodevelopment considerations”, *Frontiers in Neuroscience* 16(2022): 5.

<sup>6</sup> Jinan ZEIDAN, Eric FOMBONNE, Julie SCORAH, Alaa IBRAHIM, Maureen S. DURKIN, Shekhar SAXENA, Afīgah YUSUF, Andy SHIH i Mayada ELSABBAGH, „Global prevalence of autism: A systematic review update”, *Autism Research* 15(5)(2022): 780.

<sup>7</sup> Mohammed AL-BELTAGI, „Autism medical comorbidities”, *World Journal of Clinical Pediatrics* 10(2021), nr 3: 20.

<sup>8</sup> Simon BARON-COHEN, Alan M. LESLIE i Uta FRITH, „Does the autistic child have a ‘theory of mind’?”, *Cognition* 21(1985), nr 1: 42.

cyjnych gestów konwencjonalnych, a polegający na zmianie kolejności nadawania i odbierania informacji społecznie ważnych (np. odpowiedź na powitanie, odpowiedź na zadawane przez innych pytania, przedstawienie się), naśladowaniu działania innej osoby i/lub umiejętności podejmowania zabawy w udawanie<sup>9</sup>. Immanentnymi składnikami motywacji społecznej w przebiegu normatywnego rozwoju, oprócz gotowości do inicjowania zachowań społecznych w celu budowania i podtrzymania więzi, są: orientacja społeczna ukierunkowana w większym stopniu na ludzi niż na obiekty mechaniczne oraz tendencja do preferowania społecznych zamiast rzeczowych (materialnych) nagród<sup>10</sup>. Istnieją dowody sugerujące, że wszystkie trzy aspekty społecznej motywacji są zakłócone u osób z ASD, czego skutkiem jest istotnie mniejsza, aniżeli w przypadku osób o rozwoju typowym, gotowość do nawiązywania i podtrzymywania interakcji społecznych<sup>11</sup>.

Rosnąca popularność robotów i robotyki społecznej (*Social Assistive Robotics*) powoduje, że urządzenia te stają się częścią szerszego ekosystemu włączającego technologiczną rzeczywistość w przestrzeń społeczną. Roboty znajdują szerokie zastosowanie, m.in. w przemyśle (roboty przemysłowe), transporcie (autonomiczne samochody), gospodarstwie domowym (roboty sprzątające) czy rozrywce (roboty w produkcjach filmowych, animacjach, grach). Robotyka społeczna staje się obszarem doświadczalnym w celu empirycznych ustaleń najbardziej optymalnych zastosowań robotów w opiece (roboty asystenci) i terapii, które (1) angażują się w społeczne interakcje z ludźmi i (2) pomagają ludziom w różnym zakresie czy formie<sup>12</sup>. Robot społeczny (autonomiczny lub półautonomiczny) wchodzi w interakcję i komunikuje się z człowiekiem na różnych poziomach: dotykowo-kinestetycznym, sensorycznym lub werbalnym. Przestrzega norm językowych i społecznych, wykorzystuje naturalne sygnały komunikacyjne (spojrzenia, gesty itp.), podejmuje działania służące rozwijaniu umiejętności uczenia się, modeluje zachowania motoryczne, emocjonalne, społeczne i poznawcze u człowieka<sup>13</sup>.

<sup>9</sup> Elinor OCHS, Tamar KREMER-SADLIK, Karen G. SIROTA i Olga SOLOMON, „Autism and the social world: An anthropological perspective”, *Discourse Studies* 6(2004): 149.

<sup>10</sup> Coralie CHEVALLIER, Gregor KOHLS, Vanessa TROIANI, Edward S. BRODKIN i Robert T. SCHULTZ, „The social motivation theory of autism”, *Trends in Cognitive Sciences* 16(2012), nr 4: 236.

<sup>11</sup> Anne DECKERS, Jeffrey ROELOFS, Petter MURIS i Mike RINCK, „Desire for social interaction in children with autism spectrum disorders”, *Research in Autism Spectrum Disorders* 8(2014), nr 4: 451.

<sup>12</sup> Brian SCASSELLATI, Henny ADMONI i Maja MATARIĆ, „Robots for Use in Autism Research”, *Annual Review of Biomedical Engineering* 14(2012): 279.

<sup>13</sup> Mark COECKELBERGH, Cristina POP, Ramona SIMUT, Andreea PECA, Sebastian PINTEA, Daniel DAVID i Bram VANDERBORGHT, „A survey of expectations about the role of robots in robot-assisted

W ostatnich latach bardzo pręźnie rozwinęły się także kierunki poszukiwań skutecznych metod terapeutycznych/edukacyjnych służących wspieraniu rozwoju dzieci z ASD, a ze względu na specyficzne formy i właściwości robotów zostają coraz częściej włączane do działań terapeutycznych czy asystujących. Wykorzystanie robotów społecznych (*Robot Assistive Technology*) wobec dzieci z ASD wydaje się obiecujące zarówno w zakresie prowadzenia diagnozy, jak i oddziaływań terapeutycznych lub wspierających rozwój deficytowych sprawności, przy wykorzystaniu specyficznych autystycznych preferencji i mocnych indywidualnych stron osoby.

#### ROBOTY HUMANOIDALNE W DIAGNOZIE ASD

Ze względu na złożoność obrazu klinicznego ASD nadal pozostaje zagadkowym zaburzeniem, inspirującym badaczy do poszukiwania skutecznych metod diagnozy i terapii, a obecny postęp technologiczny, szczególnie w obszarze robotyki społecznej, oferuje obiecujące możliwości w zakresie innowacji, które mogą być bardzo dużym wsparciem dla dzieci z ASD, ich rodziców i terapeutów. Ze względu na specyficzne zainteresowania i swoisty sposób przetwarzania bodźców wzrokowych i zaangażowanie neuronalnych procesów systemizowania, roboty są szczególnie atrakcyjne dla osób z ASD<sup>14</sup>, co stanowi istotną przesłankę dla ich praktycznego zastosowania

Współcześnie do diagnozy ASD najczęściej wykorzystywany jest test ADOS, traktowany jako złoty standard, umożliwiający diagnozę opartą na obserwacji zachowania pod kątem występowania symptomów<sup>15</sup>. Ze względu na złożoność procesu diagnozy oraz brak powszechnej dostępności usług diagnostycznych dla wielu rodzin dzieci z ryzykiem ASD lub innych przejawiających niepokojące zachowania podejmowane są próby wykorzystania robotów społecznych do opracowania procedur robotowego wspomaganie procesu diagnozy<sup>16</sup>. Pierwsze próby wykorzystywały podejście odgórne 'top-

---

therapy for children with ASD: Ethical acceptability, trust, sociability, appearance, and attachment", *Science and Engineering Ethics* 22(2016), nr 1: 57.

<sup>14</sup> Simon BARON-COHEN, „The extreme male brain theory of autism”, *Trends in Cognitive Sciences* 6(2002), nr 6: 252.

<sup>15</sup> Izabela CHOJNICKA i Ewa PISULA, „Adaptation and Validation of the ADOS-2, Polish Version”, *Frontiers in Psychology* 8(2017): 1916.

<sup>16</sup> Brian SCASSELLATI, „Quantitative metrics of social response for autism diagnosis”, w *Proceedings of the IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (ROMAN. Nashville, 13-15 August 2005): 589.

*down' approach* skoncentrowane na wyodrębnionych cechach zachowania identyfikowanych przez robota. Dzięki wykorzystaniu czujników możliwe jest identyfikowanie takich wskaźników behawioralnych jak: (1) kierunek spojrzenia, (2) zmiana miejsca położenia w przestrzeni oraz (3) prozodyczne cechy wypowiedzi.

W badaniach zespołu Briana Scassellatiego<sup>17</sup> wykorzystano systemy śledzenia wzroku oraz zestaw kamera/okular w celu rejestracji kierunku spojrzenia i skupienia uwagi. Na podstawie analizy czasu fiksacji wzroku dokonywano predykcji kompetencji społecznych. Wykazano, że młodzież i dorośli z autyzmem realizują odmienne aniżeli osoby nieautystyczne wzorce reakcji podążania wzrokiem w trakcie obserwacji zachowania innej osoby, a patrząc na jej twarz skupiają się bardziej na okolicy ust niż oczu. Wnioskować więc można, że traktują ludzkie twarze raczej jako obiekty fizyczne niż społeczne. Chociaż fiksacja wzrokowa na obszarach zainteresowania jest czułą miarą dysfunkcji społecznej, to skanowanie procesu przemieszczania się w stosunku do osoby dorosłej dostarcza bardziej precyzyjnych danych o zaburzonej sekwencji zachowania. Położenie osoby w przestrzeni stanowi najbardziej podstawową miarę reakcji społecznych. Przyjmowana przez dziecko odległość w stosunku do osoby dorosłej, częstotliwość i czas realizacji reakcji propulsywnych oraz ich inicjatywny lub responsywny charakter to istotne wskaźniki diagnostyczne. Wykorzystując kamery stereoskopowe i komputerowy system wizyjny obserwowano pozycję ciała, a także przeprowadzono obliczenia dotyczące trajektorii ruchu osób poruszających się w przestrzeni. Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły z powodzeniem śledzić zmiany lokalizacji i reakcje małych dzieci podczas standardowej oceny zachowania.

Również w badaniach zespołu Briana Scassellatiego<sup>18</sup> podjęto próbę analizy pięciu właściwości prozodycznych mowy (zakaz, aprobata, uspokojenie, prośby o uwagę i wypowiedzi neutralne), gdyż założono, że: (1) osoby z autyzmem często mają trudności z generowaniem i rozpoznawaniem prozodii, czyli brzmieniowych właściwości mowy takich, jak: akcent, intonacja, iloczyn, nakładających się na głoskowy, sylabiczny i wyrazowy ciąg wypowiedzi, (2) nie istnieją wystandaryzowane mierniki prozodii, (3) wykorzystanie dostępnego narzędzia badawczego *Prosody-Voice Screening Profile* wiąże się z dużym nakładem pracy i czasu, więc jest nieefektywne w ocenie diagnostycznej lub badaniach eksperymentalnych. W efekcie podjętych prac badawczych skonstruowano wielostopniowy klasyfikator Bayesa, umożliwia-

---

<sup>17</sup> Tamże, 587.

<sup>18</sup> Tamże, 588.

jący rozróżnienie pięciu cech prozodycznych, którego skuteczność wynosi 75% w porównaniu do klasyfikacji wypowiedzi przez sędziów kompetentnych, którzy osiągają 90% zgodności ocen. Udoskonalenie tej techniki jako narzędzia diagnostycznego jest obiecujące, lecz wymaga dalszych intensywnych prac badawczych.

Interaktywne roboty mogą także służyć do badania rzadko występujących zachowań społecznych, które w naturalnych warunkach sesji realizowanych w klinice diagnozującej mogą się ujawniać sporadycznie lub wcale. Robot zapewnia powtarzalną, ujednoliconą procedurę wytwarzania bodźców i rejestracji odpowiedzi, a proces porównywania reakcji społecznych ujawnianych przez różne osoby lub analiza przebiegu w kontekście czasu są znacznie uproszczone. W rezultacie system interaktywny może okazać się użytecznym narzędziem oceny efektywności programów terapeutycznych i może w przyszłości stanowić standard raportowania zdolności społecznych dla opracowań naukowych poświęconych autyzmowi.

Wykorzystując właściwości robotów zaprojektowano proste urządzenie o nazwie Playtest<sup>19</sup> służące do określania preferencji słuchowych i typowych wzorców zabawy, które można stosować w klinice lub w domu. Po naciśnięciu klawisza urządzenie odtwarza jeden z dwóch klipów audio oraz emituje serię migających światełek, aby zwrócić uwagę dziecka, a następnie rejestruje parametry czasowe reakcji. Wykazano, że metoda ta ma istotną wartość diagnostyczną, ponieważ umożliwia pomiar preferowanych dźwięków mowy, a nieprawidłowości w tym zakresie stanowią ważne i silne predyktory późniejszej diagnozy autyzmu.

Kontynuacja prac nad robotowo wspomaganą diagnostyką ASD doprowadziła do opracowania protokołu diagnostycznego realizowanego według założeń ADOS przy udziale robota NAO<sup>20</sup> oraz diagnozy wczesnych objawów ASD na podstawie obserwacji zachowania dziecka w interakcji z robotem przy użyciu protokołu obserwacji zapośredniczonej uwagi oraz motoryki gałek ocznych<sup>21</sup>. Robot NAO produkowany jest od 2004 r. przez francuską firmę Aldebaran Robotics. Obecnie różne jego wersje wykorzystywane są w badaniach prowadzonych na całym świecie. Robot wyposażony jest w kamery,

---

<sup>19</sup> Tamże, 589.

<sup>20</sup> Frano PETRIC, „Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol: Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems” (2014).

<sup>21</sup> Andres A. RAMIREZ-DUQUE, Anselmo FRIZERA-NETO i Teodiano FREIRE, „Robot-Assisted Diagnosis for Children with Autism Spectrum Disorder Based on Automated Analysis of Nonverbal Cues”, *Proceedings of the 2018 7th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics (Biorob)* (Enschede, The Netherlands, 26-29 August 2018): 458.

głośniki i mikrofony, dzięki którym może rejestrować obraz oraz dźwięk z otoczenia oraz emitować mowę ludzką. Może też poruszać się (tańczyć), identyfikować osoby po głosie i wyglądzie, odczytywać teksty w różnych językach, odtwarzać zaprogramowane wypowiedzi komunikacyjne oraz naśladować obserwowane sekwencje ruchów<sup>22</sup>. Podejmowane próby badawcze dowodzą, że diagnoza autyzmu za pomocą analizy interakcji człowieka z robotem (*Human-Robot Interaction*) jest zagadnieniem złożonym, wymagającym dalszych badań, gdyż nie ma jeszcze ostatecznego rozwiązania technologicznego, a konstrukcja robota społecznego dostosowanego do wymagań procesu diagnozowania autyzmu jest utrudniona ze względu na ograniczenia w zakresie funkcjonowania konkretnych czujników wrażliwych na dyskretne, symptomatyczne zmiany zachowania oraz algorytmów uwzględniających kryteria diagnostyczne, a także wariantywność rozwoju indywidualnego.

Nowsze badania wykorzystują podejście oddolne (*'bottom-up' approach*), w którym zasadniczą kwestią jest koncentracja na wczesnych symptomach autyzmu, tj. zaburzeniach w zakresie podejmowania czynności naprzemiennych (*turn-taking deficits*)<sup>23</sup>. Wykorzystując dostępną współcześnie technologię, opracowano robotowo zapośredniczone gry dydaktyczne dla dzieci w wieku przedszkolnym, których zachowanie naprzemiennie ocenia obserwujący specjalista. Badania realizowane przez zespół Krzysztofa Arenta<sup>24</sup> miały na celu sprawdzenie, czy interakcja z robotem społecznym NAO podczas dwóch zabaw („Zatańcz ze mną” vs. „Dotknij mnie”) może służyć do diagnozowania deficytów w zakresie podejmowania czynności naprzemiennych oraz różnicowania wzorców zainteresowań i czynności motorycznych. Interakcje pomiędzy robotem a dziećmi były nagrywane, a następnie poddane szczegółowej analizie przez zespół pedagogów specjalnych, którzy oceniali materiał ze względu na zróżnicowanie specyficznych profili (autystyczne vs. neurotypowe). Analiza statystyczna ocen interakcji dzieci z robotem NAO wskazała, że dzieci z ASD prezentowały obniżony poziom zachowań naprzemiennych, a gra zaprojektowana w celu uruchamiania złożonej diadycznej interakcji

---

<sup>22</sup> Syamimi SHAMSUDDIN, Yussof HANAFIAH, Ismail Luthffi IDZHAR, Mohamed SALINA, Hanapih Fazah AKHTAR i Zahari Nur ISMARRUBIE, „Humanoid Robot NAO Interacting with Autistic Children of Moderately Impaired Intelligence to Augment Communication Skills”, *Procedia Engineering* 41(2012): 1535.

<sup>23</sup> Krzysztof ARENT, David J. BROWN, Joanna KRUK-LASOCKA, Tomasz L. NIEMIEC, Aleksandra H. PASIECZNA, Penny J. STANDEN i Remigiusz SZCZEPANOWSKI, „The Use of Social Robots in the Diagnosis of autism in Preschool Children”, *Applied Sciences* 12(2022): 8399.

<sup>24</sup> Tamże.

pomiędzy dzieckiem a robotem społecznym można być wykorzystywana do wykrywania behawioralnych symptomów na podstawie obiektywnych wskaźników w sytuacji zapewniającej stałość i jednorodność bodźców. Równocześnie w cytowanych badaniach stwierdzono, że dzieci autystyczne wykazują większe zainteresowanie robotem i podejmują w interakcji z nim więcej motorycznych aktywności niż dzieci neurotypowe. Może to wynikać z faktu, że dzieci z ASD doświadczają w nowej sytuacji silnego pobudzenia (w grze „Dotknij mnie” miały dotykać robota), które może indukować dodatkowe charakterystyczne dla ASD współruchy (np. manieryzmy lub stereotypowe zachowania). Ponadto u dzieci z ASD wraz ze wzrostem lęku czy niepokoju mogą ujawniać się zachowania ambiwalentne, które paradoksalnie mogą przejawiać się jako nasilone zainteresowanie robotem, lecz w ten sposób może przejawiać się tendencja do systemizowania<sup>25</sup>. Interakcja z robotem w zabawie „Zatańcz ze mną” umożliwia nie tylko ocenę umiejętności podejmowania czynności naprzemiennych i imitacyjnych, ale także wzrokowo-ruchowej koordynacji, która zależy od integracji multisensorycznej. Prawidłowo funkcjonująca integracja sensoryczna stanowi podstawę wzrokowo-ruchowej koordynacji, planowania motorycznego i umiejętności praktycznych oraz czynności samoobsługowych, czyli umiejętności, które są deficytowe u dzieci autystycznych.

Wyniki cytowanych badań dowodzą, że roboty społeczne mogą być wykorzystywane w diagnostyce autyzmu poprzez wywoływanie i analizę różnorodnych specyficznych zachowań. Jednakże ilościowa analiza behawioralnych wskaźników nie zastąpi pracy doświadczonego klinicysty, może być jedynie wykorzystana w badaniach przesiewowych w celu identyfikacji ryzyka autyzmu lub też dla analizy zmian rozwojowych występujących u indywidualnych jednostek.

#### ROBOTY HUMANOIDALNE W TERAPII OSÓB Z ASD

Początkowo naukowcy koncentrowali się na technicznych aspektach konstruowania robotów (ich budowie, mobilności, procedurach sterowania), natomiast współcześnie prowadzone badania coraz częściej dotyczą wpływu oraz skuteczności oddziaływania robotów na kształtowanie określonych umiejętności u dzieci z autyzmem. Roboty humanoidalne przypominające wyglą-

---

<sup>25</sup> BARON-COHEN, „The extreme male brain theory of autism”, 252.



dem człowieka imitują mowę ludzką i poruszają się w antropomorficzny sposób, więc mogą być elementem naturalnej sytuacji społecznej, dzięki której możliwe będzie zgeneralizowania umiejętności nabytych w relacji robot–dziecko na relacje dziecko–dorosły. Roboty zatem mogą być wykorzystywane w celu usprawnienia różnych funkcji i kompetencji, takich jak modelowanie, uczenie się, koncentracja uwagi, realizacja zachowań społecznych, rozpoznawanie i wyrażanie emocji, imitacja, wokalizacja oraz rozwijanie kompetencji komunikacyjnych w różnych sytuacjach społecznych<sup>26</sup>.

Jedną z ciekawszych propozycji, ukierunkowanych na trening osób z ASD w zakresie koncentracji uwagi na partnerze konwersacji, był eksperyment przeprowadzony przez zespół Daniele Mazzei<sup>27</sup>. Badacze opracowali modułową platformę do badań interakcji człowieka z robotem w celu zarządzania i analizowania sesji terapeutycznych, podczas których pacjenci realizowali różne scenariusze społeczne. To innowacyjne podejście terapeutyczne wykorzystuje humanoidalnego robota o nazwie FACE, zdolnego do wyrażania i przekazywania podstawowych emocji oraz empatii. Używając FACE jako rozmówcy społecznego można stymulować zachowanie osób z ASD w naturalnych sytuacjach społecznych. Stan emocjonalny robota był dostosowywany adaptacyjnie za pomocą algorytmu do stanu emocjonalnego osoby z ASD, a wyrażał się poprzez ruchy mimiczne twarzy, ust, oczu lub całej głowy. Uzyskane wyniki pokazują, że platforma jest dobrze akceptowana przez osoby z autyzmem i może być stosowana jako nowatorski element treningu umiejętności społecznych, dzięki któremu poprawiła się zdolność do koncentrowania uwagi na interlokutorze.

Jedną z ciekawszych i efektywnych propozycji jest wykorzystanie robotów humanoidalnych NAO. Efektywność NAO w terapii dzieci z autyzmem została potwierdzona w zakresie takich kompetencji, jak: komunikacja (np. nauka rozumienia mowy, reagowania na komunikaty werbalne i niewerbalne) oraz umiejętności społeczne (np. rozwiązywanie problemów, nawiązywanie interakcji, rozpoznawanie emocji). Elastyczność robota NAO polega nie tylko na jego mobilności, różnorodności percepowanych i generowanych sensorycznych bodźców, które można zastosować w terapii, ale również na

---

<sup>26</sup> Mohammed A. SALEH, Habibah HASHIM, Nur N. MOHAMED, Ali Abd ALMISREB i Benjamin DURAKOVIC, „Robots and autistic children: a review”, *Periodicals of Engineering and Natural Sciences* 8(2020), nr 3: 1257.

<sup>27</sup> Daniele MAZZEI, Nicole LAZZERI, Lucia BILLECI, Roberta IGLIOZZI, Alice MANCINI, Arti AHLUWALIA, Filippo MURATORI i Danilo DE ROSSI, „Development and evaluation of a social robot platform for therapy in autism”, *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (2011): 4516.

możliwości rozbudowywania poszczególnych elementów programu w zależności od poziomu funkcjonowania dziecka oraz jego potrzeb<sup>28</sup>.

W ramach projektu AuRoRa, w celu stymulacji umiejętności społecznych i komunikacyjnych u dzieci w wieku 5-10 lat, zastosowano robota humanoidalnego o imieniu ROBOTA. W trakcie interakcji dziecko–robot rejestrowano wskaźniki kontaktu wzrokowego, dotykowego, naśladownictwa (powtarzanie ruchów robota, reakcje na zachowanie robota), zachowań intencjonalnych wobec robota oraz proksemiki (zmiany położenia dziecka wobec robota). Wyniki ujawniły poprawę funkcjonowania społecznego oraz podstawowych umiejętności takich, jak: utrzymywanie kontaktu wzrokowego, współdziałania wspólnego pola uwagi, zachowań imitacyjnych, regulacji dystansu fizycznego. Można więc wnioskować, iż robot efektywnie pełni funkcję „mediatora” między dzieckiem z ASD a terapeutą<sup>29</sup>.

Ze względu na ograniczone możliwości w zakresie responsywności społecznej szczególnie ważne jest uczenie dzieci z ASD uważności na komunikaty i informacje zwrotne, co generalnie stanowi podstawę procesu uczenia się. Robot humanoidalny może stanowić skuteczne i interesujące dla dzieci z ASD źródło informacji zwrotnych, na które uczestnicy sesji terapeutycznych uczą się reagować. W tym celu powstał innowacyjny projekt ROBOSKIN, realizowany w Wielkiej Brytanii z udziałem robota humanoidalnego o imieniu KASPAR, o fizjonomii człowieka i rozmiarach dziecka. KASPAR posiada ruchome części (ręce, dłonie, twarz) i reaguje na każdą fizyczną lub werbalną próbę nawiązywania kontaktu przez dziecko (gesty, zmiana mimiki twarzy). Robot tworzy bezpieczną przestrzeń, w której dziecko uczy się podejmować inicjatywę i kontrolować swoje reakcje dzięki obserwacji zwrotnej reakcji robota. Pilotażowe, a także długofalowe badania zasadnicze były prowadzone wobec dzieci z ASD w przedszkolach i przyniosły pozytywne wyniki. Dzieci inicjowały kontakty z robotem KASPAR poprzez dotyk i uczyły się adekwatnie reagować na jego zachowania<sup>30</sup>.

W obszarze robotyki społecznej istnieje wiele inicjatyw dotyczących wspomagania osób z ASD. Większość z nich koncentruje się na wykorzystaniu robotów jako wsparcia dla interwencji terapeutycznej. Robot może

---

<sup>28</sup> Jan C. GILLESSEN, Emilia I. BARAKOVA, Bibi E. HUSKENS i Loe M. FEIJS, „From training to robot behavior: towards custom scenarios for robotics in training programs for ASD”, *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics* (2011): 5975381.

<sup>29</sup> Ben ROBINS, Kerstin DAUTENHAHN i Janek DUBOWSKI, „Does appearance matter in the interaction of children with autism with a humanoid robot? Interact Stud” *Interaction Studies* 7(2006): 487.

<sup>30</sup> Luke WOOD, Abolfazl ZARAKI, Ben ROBINS i Kerstin DAUTENHAHN, „Developing Kaspar: A Humanoid Robot for Children with Autism”, *International Journal of Social Robotics* 13(2021): 451-508.

pełnić w tym procesie różne funkcje: (1) instruktora dziecka modelującego prawidłowe zachowania społeczne; (2) zabawki, która pośredniczy w interakcjach społecznych pomiędzy dzieckiem a innymi ludźmi; oraz (3) agenta umożliwiającego wyrażanie emocji i/lub pragnień.

#### AKSJOLOGICZNE I ETYCZNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA ROBOTÓW HUMANOIDALNYCH

W XX wieku za sprawą rozwoju literatury science-fiction roboty zaczęły funkcjonować w przestrzeni mentalnej społeczeństw i ze względu na potencjalną autonomię z jednej strony traktowane bywają jako „niebezpieczne dla ludzkości”<sup>31</sup>, a z drugiej – zyskują coraz większą akceptację. Badania porównawcze postaw wobec robotów społecznych przeprowadzone przez Eurobarometr w trzech turach ujawniają stopniowy wzrost akceptacji dla tej formy narzędzi wspomagających człowieka w obszarach opieki, edukacji i rozrywki (Eurobarometr, 2012, średnia=77,1; Eurobarometr, 2014, średnia=82,4; Eurobarometr, 2017, średnia=87,1)<sup>32</sup>. Przed dziesięciu laty (Eurobarometr 2012) nastawienie opinii społecznej wobec zastosowania robotów było raczej nieprzychylnie: 60% obywateli UE twierdziło, że należy zakazać używania robotów w opiece nad dziećmi, osobami starszymi i niepełnosprawnymi, a także w innych obszarach działalności typowo „ludzkiej” – 34% w edukacji, 27% – w opiece zdrowotnej, a 20% – dla celów rekreacyjnych. Aktualnie postawy społeczne wobec zaawansowanej technologii są zdecydowanie pozytywne i zależą od zmiennych kontekstowych, tj. wykształcenia, miejsca zamieszkania czy dochodu.

Postawy profesjonalistów wobec wykorzystania robotów humanoidalnych w terapii i edukacji dzieci z ASD uwarunkowane są potrzebą poszukiwania nowych, skutecznych metod i narzędzi pracy. Badania zespołu Marka Coeckelbergha<sup>33</sup> ujawniły, że zdecydowana większość (85%) osób zaangażowanych w opiekę i terapię dzieci z ASD (rodzice, terapeuci, przedstawiciele NGO) uważa wykorzystywanie robotów społecznych za etycznie dopusz-

<sup>31</sup> Gianmarco VERUGGIO, „The birth of roboethics”, *IRCA 2005, IEEE International Conference on Robotics and Automation Workshop on Robo-Ethics* (Barcelona, April 18, 2005).

<sup>32</sup> Marco CARRADORE, „People’s Attitudes Towards the Use of Robots in the Social Services: A Multilevel Analysis Using Eurobarometer Data”, *International Journal of Social Robotics* 14 (2022): 853.

<sup>33</sup> COECKELBERGH, POP, SIMUT, PECA, PINTEA, DAVID, VANDERBORGHT, „A survey of expectations”, 49.

czalne w terapii dzieci autystycznych oraz w opiece zdrowotnej. Obecnie akceptacja takiej formy terapii jest coraz bardziej powszechna, a zarówno uczestnicy sesji terapeutycznych (86,6%), jak i rodzice (84,8%) oceniają efekty robotowo wspomaganych oddziaływań bardzo pozytywnie<sup>34</sup>. Jednakże pomimo dostrzegania pozytywnych efektów w postaci zainteresowania i wzrostu motywacji do udziału w grach edukacyjnych prawie połowa rodziców (44%) sprzeciwia się, aby robot zastępował terapeutów i pełnił kontrolę w procesie terapii lub edukacji, co jest niestety prawdopodobne, jeżeli robot nie jest sterowany zdalnie, lecz jest w pełni zautomatyzowany. U profesjonalistów gotowość do wykorzystania takiej technologii (mierzona jako behawioralna intencja zastosowania nowej technologii) jest uzależniona od kilku zmiennych, tj. spostrzeganej użyteczności robota dla wspomagania rozwoju dziecka, subiektywnie spostrzeganej łatwości użytkowania robota, wpływu społecznego rozumianego jako akceptacja ze strony przełożonych oraz przekonania o własnej skuteczności w zakresie posługiwania się takim urządzeniem<sup>35</sup>.

Wykorzystanie robotów humanoidalnych w terapii osób z ASD (robotowo wspomaganej) rodzi wiele dylematów etycznych, wymagających wstępnej szczegółowej analizy, a także monitorowania procesu niwelowania ryzyka w trakcie podejmowanych konkretnych oddziaływań. Wśród licznych kwestii etycznych kilka wydaje się kluczowych: 1) bezpieczeństwo stosowanych oddziaływań, 2) wykorzystywanie robota jako substytutu terapeuty, 3) formalne warunki etyczne dotyczące udzielania dobrowolnej, świadomej zgody oraz bezpieczeństwa danych.

### **1. Bezpieczeństwo – *Primum non nocere, secundum cavere, tertium sanare***

Przede wszystkim nie szkodzić – aforyzm przypisywany Hipokratesowi stanowi współcześnie podstawową zasadę etyki lekarskiej, której uniwersalność rozciąga się na wszelkie obszary oddziaływania na człowieka, czy to

---

<sup>34</sup> Iris VAN DEN BERK-SMEEKENS, WP. de Korte MANON, Martine VAN DONGEN-BOOMSMA, Iris J. OOSTERLING, Jenny C. DEN BOER, Emilia I. BARAKOVA, Tino LOURENS, Jeffrey C. GLENNON, Wouter G. STAAL i Jan K. BUITELAAR, „Pivotal Response Treatment with and without robot-assistance for children with autism: a randomized controlled trial”, *European Child and Adolescence Psychiatry* 31(12) (2020): 1875.

<sup>35</sup> Joanna KOSSEWSKA i Joanna KŁOSOWSKA, „Acceptance of robot-mediated teaching and therapy for children with atypical development by Polish professionals”, *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities* 17(2020), nr 1: 21-30, DOI: 10.1111/jppi.12296.

w ramach działań edukacyjnych, wychowawczych, czy terapeutycznych. Oddziaływania z wykorzystaniem robotów również tę podstawową, fundamentalną zasadę muszą respektować dla dobra uczestnika, niezależnie od jego wieku i możliwości poznawczych. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z 16 lutego 2017 r. zawierająca zalecenia dla konstruowania przepisów prawa cywilnego dotyczących robotyki (2015/2103(INL)) postuluje stworzenie na poziomie Unii Europejskiej kodeksu postępowania etycznego w dziedzinie robotyki, który stanowić będzie podstawę kontroli przestrzegania podstawowych zasad etycznych dotyczących projektowania, konstrukcji, testowania i rozwoju robotów. Wynikające z tej Rezolucji regulacje prawne dotyczące projektowania pojazdów, robotów i innych urządzeń są tworzone lokalnie przez poszczególne państwa członkowskie. Technologia stosowana do produkcji autonomicznych urządzeń (robotów, pojazdów) powinna zapobiegać wypadkom tam, gdzie to możliwe, a w zasadzie powinna eliminować sytuacje dla człowieka ryzykowne.

Podstawowy fundament dla tworzenia szczegółowych przepisów prawnych stanowią trzy podstawowe zasady sformułowane już w 1942 r. przez amerykańskiego pisarza i wizjonera Isaaka Asimova<sup>36</sup>:

1. Robot nie może skrzywdzić człowieka, ani przez zaniechanie działania dopuścić, aby człowiek doznał obrażeń.
2. Robot musi być posłuszny rozkazom człowieka, chyba że stoją one w sprzeczności z Pierwszym Prawem.
3. Robot musi chronić swoje istnienie dopóty, dopóki taka ochrona nie jest sprzeczna z Prawem Pierwszym lub Drugim.

Roboty nie powinny szkodzić ludziom, lecz bezpiecznie z nimi współpracować. Najbardziej oczywistym skutkiem ubocznym jakiegokolwiek technologii wspomagającej jest możliwość wyrządzenia szkód fizycznych, co należy brać pod rozwagę w opiece zdrowotnej i terapii, ponieważ działania te dotyczą ludzi szczególnie wrażliwych na doświadczanie stresu (osoby chore, starsze i dzieci). W przypadku stosowania robotowo zapośredniczonej terapii wobec dzieci z ASD szczególnie istotne jest uwzględnianie indywidualnego zróżnicowania w zakresie wrażliwości sensorycznej (słuchowej i wzrokowej). Aprioryczne przewidywanie potencjalnych skutków ubocznych jest niezbędne, aby ograniczyć ryzyko nadmiarowego obciążenia stymulacyjnego uczestników. Wrażliwość sensoryczna dzieci z ASD powinna zatem zostać przebadana przed zaangażowaniem dzieci w terapię wspomaganą robotem.

---

<sup>36</sup> Isaak ASIMOV, „Ja robot” (Poznań: Dom Wydawniczy REBIS, 1950, 2020).

Tak więc wszelkie procedury robotowego wspomaganie powinny być opracowane zgodnie z zasadą ostrożności. Oznacza to, że należy przewidzieć potencjalne skutki dla bezpieczeństwa uczestnika oraz podjąć należyte środki ostrożności, proporcjonalne do wymaganego poziomu ochrony. Tam, gdzie to możliwe, należy też zapewnić odwracalność działań robota. Powinna istnieć możliwość cofnięcia ostatniej sekwencji działań robota w celu usunięcia niepożądanego aktywności. Ewentualnie należy również przewidzieć i przygotować stosowne *remedium* na wypadek wystąpienia negatywnych skutków ubocznych.

Interakcja między dzieckiem a robotem powinna być bezpieczna, a roboty społeczne winny być projektowane z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa nie tylko fizycznego, ale także psychologicznego. W przypadku robotowo zapośredniczonej terapii czy edukacji wobec dzieci z ASD niezmiernie ważne jest, aby rodzice mieli zaufanie do tej formy oddziaływań<sup>37</sup>.

Rodzice i terapeuci zdecydowanie sprzeciwiają się wykorzystaniu robotów w zastępstwie ludzkich terapeutów i uważają, że roboty powinny wspierać interakcję pomiędzy terapeutą, dzieckiem z ASD a innymi przedmiotami (zróżnicowanymi materiałami dydaktycznymi). Za zdecydowanie nieetyczne rodzice i terapeuci uważają sytuacje, w których robot miałby zastąpić człowieka, a dzieci odnosiłyby się do robota jak do przyjaciela ze względu na antropomorficzne cechy jego fizycznej budowy oraz formy zachowania. Dodatkowy niepokój rodziców budzi potencjalna sytuacja, że dziecko nawiąże bardzo silną relację z robotem i będzie doświadczać negatywnych, silnych emocji, gdy robot nie będzie już wykorzystywany (np. z powodu awarii lub zmiany programu terapii). Dlatego też rodzice i terapeuci bardziej pozytywnie nastawieni są wobec robotów zooidalnych aniżeli humanoidalnych. Zwierzęta są „bezpiecznymi” obiektami i jest mało prawdopodobne, aby relacja dziecko–zwierzę zastąpiła relację dziecko–terapeuta. Roboty mogłyby być narzędziem wykorzystywanym w procesie terapeutycznym, ale terapeuci powinni prowadzić terapię w taki sposób, aby unikać zagrożenia przeniesienia odpowiedzialności i decyzji z terapeuty na robota. Dobrym rozwiązaniem jest wprowadzenie *nadzorowanej autonomii*<sup>38</sup>, w ramach której robot wykonuje pewne autonomiczne zachowania i wchodzi w interakcje z dziec-

---

<sup>37</sup> COECKELBERGH, POP, SIMUT, PECA, PINTEA, DAVID, VANDERBORGHT, „A survey of expectations” 54.

<sup>38</sup> Serge THILL, Cristina A. POP, Tony BELPAEME, Tom ZIEMKE i Bram VANDERBORGHT, „Robot-assisted therapy for autism spectrum disorders with (partially) autonomous control: Challenges and outlook”, *Paladyn. Journal of Behavioral Robotics* 3(2012): 212.

kiem z ASD, a równocześnie terapeuta pozostaje w pomieszczeniu i cały czas nadzoruje przebieg zapośredniczonej interakcji, a jeśli to konieczne – interweniuje w relację dziecko–robot. Dzięki takiej procedurze możliwe będzie wykształcenie u osoby z ASD przekonania, że robot jest pożyteczną mechaniczną zabawką edukacyjną a nie substytutem człowieka.

## **2. Terapia zapośredniczona robotowo a jakość opieki i wsparcia**

W celu usprawniania deficytowych umiejętności (naśladowania, współdzielenia uwagi, podejmowania naprzemiennej interakcji, komunikacji) wykorzystuje się oparte na dowodach naukowych procedury terapii ABA, które mogą być wspomagane robotowo. Jednakże należy pamiętać, że o efektywności zapośredniczonej robotowo terapii świadczą wyniki badań omówionych w pierwszej części artykułu, mają one jednak raczej charakter eksperymentów realizowanych w mało licznych grupach, więc pomimo pozytywnych efektów nieuprawniona staje się generalizacja wyników na szerszą, a dodatkowo tak bardzo zróżnicowaną populację osób z ASD.

Najbardziej oczywistym efektem wprowadzenia robotów do obszaru opieki, terapii czy medycyny są oszczędności finansowe oraz poprawa jakości usług i podniesienie efektów realizacji zadań, których człowiek samodzielnie ze względu na logistyczne lub przestrzenne ograniczenia wykonywać nie może. Warto zastanowić się nad kwestią hipotetycznych korzyści płynących z faktu wprowadzenia robotów do obszarów opieki zdrowotnej i edukacji dzieci z ASD. Jakie krótkoterminowe efekty i długoterminowe konsekwencje może przynieść taka modyfikacja? Czy jakość udzielanych przy pomocy robotów form wsparcia jest wyższa aniżeli w przypadku form realizowanych tradycyjnie przez terapeutów i nauczycieli? Czy wykorzystanie robotów umożliwi generalizowanie efektów na interakcje społeczne realizowane przez osoby z ASD w różnych kontekstach? Czy też może doprowadzić do rozwoju „zimnych”, mechanistycznych relacji i odczłowieczenia interakcji społecznych? Co oznaczałoby dla jakości terapii zastosowanie robotów w terapii autyzmu? Jak miałyby wyglądać taka terapia nie tylko w ściśle eksperymentalnej wersji, lecz także w procesie długofalowych oddziaływań prowadzonych indywidualnie lub w grupie rówieśniczej? Kolejne pojawiające się pytania odnoszą się także do kwestii autonomii. Czy etyczne będzie wprowadzanie autonomicznych robotów? W jaki sposób roboty autonomiczne zmieniają praktykę terapeutyczną i edukacyjną realizowaną wobec dzieci z ASD? Jakie wskaźniki będą pomocne/wystarczające dla potwierdzenia efektywno-

ści terapii prowadzonej przez autonomiczne roboty, a jakie będą świadczyć o potencjalnych skutkach ubocznych? Jaka w tym procesie będzie rola terapeuty? Jakie stanowisko zajmujemy wobec faktu, że nastąpi powolna dewaluacja znaczenia terapeuty i nauczyciela, aż do możliwej dominacji robotów? Jeżeli niezbędne jest bardzo szczegółowe dostosowywanie sesji wspomaganych robotowo do indywidualnych preferencji i możliwości, a także swojego przebiegu procesów poznawczych i emocjonalnych uczestników z ASD, to należy się zastanowić, czy opracowanie modelowych algorytmów można uznać za możliwe, aby realizować ogólne terapeutyczne cele, a równocześnie w każdym przypadku uwzględniać zasady etyczne.

### 3. Świadoma zgoda: ochrona praw człowieka

Rozwiązania technologiczne stosowane przy projektowaniu robotów, a także zasady organizacji robotowo zapośredniczonej terapii powinny uwzględniać prawa ujęte w podpisanej w roku 2000 Karcie Praw Podstawowych stanowiącej zbiór fundamentalnych praw człowieka i obowiązków obywatelskich, a w szczególności dotyczących godności ludzkiej, poszanowania oraz ochrony życia prywatnego i rodzinnego, ochrony i bezpieczeństwa, ochrony danych osobowych, ochrony własności intelektualnej, wolności wypowiedzi i informacji, równości i niedyskryminacji. W przypadku osób z ASD niezbędne jest również respektowanie bardziej szczegółowych zapisów Karty Praw Osób z Autyzmem uwzględniających specyfikę funkcjonowania i potrzeby wynikające z nienormatywnej ścieżki rozwoju.

Uczestnicy zajęć z wykorzystaniem robotów oraz ich prawni opiekunowie powinni wyrazić świadomą zgodę na udział w innowacyjnym i najczęściej eksperymentalnym procesie terapeutycznym przed jego rozpoczęciem. Świadoma zgoda zakłada, iż znane są wszelkie potencjalne skutki uboczne oraz szczegółowy protokół, a także założenia i regulacje formalno-prawne i etyczne<sup>39</sup>. Robot społeczny jest zarówno produktem technologicznym, jak i istotą społeczną wchodzącą w interakcję z dziećmi ze specjalnymi potrzebami, dlatego projektując interwencję robota społecznego koniecznie trzeba precyzyjnie określić formalne i metodologiczne zasady, aby dobro osoby z ASD korzystającej z terapii zapośredniczonej robotowo było chronione. W tym celu powinien być powołany zespół multidyscyplinarny, ze stałą obecnością inżyniera i pedagoga specjalnego, dla kontrolowania robota i przebiegu in-

<sup>39</sup> COECKELBERGH, POP, SIMUT, PECA, PINTEA, DAVID, VANDERBORGHT, „A survey of expectations”, 53.



terakcji dziecka z robotem, aby ograniczyć mediacyjny efekt postrzegania robota jako niezależnej, autonomicznej istoty. Oprócz dobrowolnej zgody rodzice muszą być przekonani, że dzieci mają pełną swobodę przerwania tej interakcji w dowolnym momencie. Będzie to możliwe dzięki bezpośredniej i systematycznej komunikacji z rodzicami.

Kolejny etyczny dylemat dotyczy kontrolowania i przechowywania danych osobowych oraz wszelkich danych zbieranych w trakcie interakcji z robotami. Roboty społeczne są wyposażone w czujniki, kamery i procesory o wysokiej czułości, które zbierają dane behawioralne (np. gdzie dziecko stoi, gdzie kieruje wzrok, co robi, co mówi, jaki ma nastrój), są też w stanie rejestrować, przetwarzać i przechowywać informacje o każdej interakcji z dzieckiem. Z jednej strony jest to niezbędne, aby można było w sposób ciągły monitorować i analizować zachowanie partnera interakcji oraz odpowiednio ją stymulować. Jednak z punktu widzenia praw człowieka możemy zadać sobie pytanie: kto ma dostęp do tych danych? Jak będzie ich używać? Czy naprawdę można mieć gwarancję, że rodzic i dziecko z ASD udziela świadomej zgody na udostępnienie swoich danych, biorąc pod uwagę, że nawet dorośli i eksperci mają trudności z ustaleniem konsekwencji zastosowania robotów społecznych oraz skutków ich autonomicznej aktywności dla bezpieczeństwa danych? Dzieci z ASD mogą potrzebować wyraźnej ochrony prywatności danych, ponieważ częściej niż ich rówieśnicy narażone są na wykluczenie społeczne.

## ZAKOŃCZENIE

Ze względu na duży wzrost rozpowszechnienia klinicznych zaburzeń ze spektrum autyzmu we współczesnych społeczeństwach na całym świecie niezmiernie ważne z perspektywy rozwoju i dobrostanu jednostki jest poszukiwanie nowych i skutecznych narzędzi oddziaływań terapeutycznych i edukacyjnych. W ostatnich latach bardzo prężnie rozwinęły się prace badawcze, których efektem stało się rozpowszechnienie robotów społecznych (*Robot Assisitive Technology*), a szczególnie robotów humanoidalnych, których zastosowanie wydaje się obiecujące zarówno w zakresie prowadzenia diagnozy, jak i oddziaływań terapeutycznych lub wspierających rozwój deficytowych sprawności u osób z autyzmem. Wprowadzanie takich urządzeń, zwłaszcza autonomicznych, stwarza jednak nowe wyzwania i wątpliwości etyczne, które winny być rozstrzygnięte ze względu na ochronę praw osób z ASD. W kon-

tekście etycznym istotne pytania dotyczą kwestii bezpieczeństwa stosowanych oddziaływań, wykorzystywania robotów jako substytutów człowieka w terapii, formalnych warunków etycznych dotyczących dobrowolnej świadomej zgody i bezpieczeństwa danych. Artykuł stanowi próbę konceptualizacji i formułowania dylematów, ale także poszukiwania odpowiedzi. Wobec złożoności problemów uwikłanych w proces zastosowania robotów wiele istotnych pytań nie znajduje jeszcze odpowiedzi, lecz istotne jest ich formułowanie, gdyż pokazuje konieczność prowadzenia dalszych badań w tym zakresie.

#### BIBLIOGRAFIA

- Abrahams, Brett S. i Daniel H. GESCHWIND. „Advances in autism genetics: on the threshold of a new neurobiology”. *Nature Reviews Genetics* 9(5) (2008): 341-355. <https://doi.org/10.1038/nrg2346>.
- AL-BELTAGI, Mohammed. „Autism medical comorbidities”. *World Journal of Clinical Pediatrics* 10(2021), nr 3: 15-28. doi: 10.5409/wjcp.v10.i3.15.
- ARENT, Krzysztof, David J. BROWN, Joanna KRUK-LASOCKA, Tomasz L. NIEMIEC, Aleksandra H. PASIECZNA, Penny J. STANDEN i Remigiusz SZCZEPANOWSKI. „The Use of Social Robots in the Diagnosis of autism in Preschool Children”. *Applied Sciences* 12(2022), 8399. <https://doi.org/10.3390/app12178399>.
- BARON-COHEN, Simon. „The extreme male brain theory of autism”. *Trends in Cognitive Sciences* 6(2002), nr 6: 248-254. doi:10.1016/S1364-6613(02)01904-6
- BARON-COHEN, Simon, Alan M. LESLIE i Uta FRITH. „Does the autistic child have a ‘theory of mind’?”. *Cognition* 21(1985), nr 1: 37-46. doi: 10.1016/0010-0277(85)90022-8.
- BEOPOULOS, Athanasios, Manuel GÉA, Alessio FASANO i François IRIS. „Autism spectrum disorders pathogenesis: Toward a comprehensive model based on neuroanatomic and neurodevelopment considerations”. *Frontiers in Neuroscience* 16(2022): 988735. doi: 10.3389/fnins.2022.988735.
- CAREAGA, Milo, Takeshi MURAL, Melissa D. BAUMAN. „Maternal Immune Activation and Autism Spectrum Disorder: From Rodents to Nonhuman and Human Primates”. *Biological Psychiatry* 81(2017), nr 5: 391-401. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2016.10.020>.
- CARRADORE, Marco. „People’s Attitudes Towards the Use of Robots in the Social Services: A Multilevel Analysis Using Eurobarometer Data”. *International Journal of Social Robotics* 14(2022): 845-858. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00831-4>.
- CHEVALLIER, Coralie, Gregor KOHLS, Vanessa TROIANI, Edward S. BRODKIN i Robert T. SCHULTZ. „The social motivation theory of autism”. *Trends in Cognitive Sciences* 16(2012), nr 4: 231-239.
- CHOJNICKA, Izabela i Ewa PISULA. „Adaptation and Validation of the ADOS-2, Polish Version”. *Frontiers in Psychology* 8 (2017): 1916. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01916.
- COECKELBERGH, Mark, Cristina POP, Ramona SIMUT, Andreea PECA, Sebastian PINTEA, Daniel DAVID i Bram VANDERBORGHT. „A survey of expectations about the role of robots in robot-

- assisted therapy for children with ASD: Ethical acceptability, trust, sociability, appearance, and attachment.” *Science and Engineering Ethics* 22(2016), nr 1: 47-65.
- DECKERS, Anne, Jeffrey ROELOFS, Petter MURIS i Mike RINCK. „Desire for social interaction in children with autism spectrum disorders”. *Research in Autism Spectrum Disorders* 8(2014), nr 4: 449-453. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.12.019>.
- FRYE, Richard E., Sarah VASSALL, Gurjot KAUR, Christina LEWIS, Mohammand KARIM, i Daniel ROSSIGNOL. „Emerging biomarkers in autism spectrum disorder: a systematic review”. *Annals of Translational Medicine* 7(23) (2019): 792. doi: 10.21037/atm.2019.11.53.
- GILLESEN, Jan C., Emilia I. BARAKOVA, Bibi E. HUSKENS, Loe M. FEIJS. „From training to robot behavior: towards custom scenarios for robotics in training programs for ASD”. *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics* (2011): 5975381. doi: 10.1109/ICORR.2011.5975381.
- KARIMI, Padideh, Elahe KAMALI, Seyyed M. MOUSAVI, i Mojgan KARAHMADI. „Environmental factors influencing the risk of autism”. *Journal of Research in Medical Sciences* 22 (2017): 27. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.200272>
- KOSSEWSKA, Joanna i Joanna KŁOSOWSKA. „Acceptance of robot-mediated teaching and therapy for children with atypical development by Polish professionals”. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities* 17(2020), nr 1: 21-30. DOI: 10.1111/jppi.12296.
- MAZZEI, Daniele, Nicole LAZZERI, Lucia BILLECI, Roberta IGLIOZZI, Alice MANCINI, Arti AHLUWALIA, Filippo MURATORI i Danilo De Rossi. „Development and evaluation of a social robot platform for therapy in autism”. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (2011): 4515-4518. doi: 10.1109/EMBS.2011.6091119.
- OCHS, Elinor, Tamar KREMER-SADLIK, Karen G. SIROTA i Olga SOLOMON. „Autism and the social world: An anthropological perspective”. *Discourse Studies* 6(2004): 147-183.
- PETRIC, Frano. „Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol: Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems”, 2014.
- RAMIREZ-DUQUE, Andres A., Anselmo FRIZERA-NETO i Teodiano FREIRE. „Robot-Assisted Diagnosis for Children with Autism Spectrum Disorder Based on Automated Analysis of Nonverbal Cues”. *Proceedings of the 2018 7th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (Biorob)* (Enschede, The Netherlands, 26-29 August 2018), 456-461. Piscataway, N.J.: IEEE, 2018.
- ROBINS, Ben, Kerstin DAUTENHAHN i Janek DUBOWSKI. „Does appearance matter in the interaction of children with autism with a humanoid robot? Interact Stud”. *Interaction Studies* 7(2006): 479-512.
- SALEH, Mohammed A., Habibah HASHIM, Nur N. MOHAMED, Ali Abd ALMISREB, i Benjamin DURAKOVIC. „Robots and autistic children: a review”. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences* 8(2020), nr 3: 1247-1262.
- SCASSELLATI, Brian. „Quantitative metrics of social response for autism diagnosis”. W *Proceedings of the IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (ROMAN. Nashville, 13-15 August 2005), 585-590. Piscataway, N.J.: IEEE, 2005.
- SCASSELLATI, Brian, Henny ADMONI i Maja MATARIĆ. “Robots for Use in Autism Research”. *Annual Review of Biomedical Engineering* 14(2012): 275-294.
- SHAMSUDDIN, Syamimi, Yussof HANAFIAH, Ismail Luthffi Idzhar, MOHAMED Salina, Hanapiah Fazah Akhtar, Zahari Nur Ismarrubie. „Humanoid Robot NAO Interacting with Autistic

- Children of Moderately Impaired Intelligence to Augment Communication Skills". *Procedia Engineering* 41(2012): 1533-1538. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.346>
- THILL, Serge, Cristina A. POP, Tony BELPAEME, Tom ZIEMKE, Bram VANDERBORGHT. „Robot-assisted therapy for autism spectrum disorders with (partially) autonomous control: Challenges and outlook.” *Paladyn. Journal of Behavioral Robotics* 3(2012): 209-217.
- VAN DEN BERK-SMEEKENS, Iris, Manon WP. DE KORTE, Martine VAN DONGEN-BOOMSMA, Iris J. OOSTERLING, Jenny C. DEN BOER, Emilia I. BARAKOVA, Tino LOURENS, Jeffrey C. GLENNON, Wouter G. STAAL, i Jan K. BUITELAAR. „Pivotal Response Treatment with and without robot-assistance for children with autism: a randomized controlled trial”. *European Child and Adolescence Psychiatry* 31(12)(2020): 1871-1883. doi: 10.1007/s00787-021-01804-8.
- Veruggio, Gianmarco. „The birth of roboethics”. *ICRA 2005, IEEE International Conference on Robotics and Automation, Workshop on Roboethics* (Barcelona, April 18, 2005).
- Wood, Luke, Abolfazl Zaraki, Ben Robins, Kerstin Dautenhahn. „Developing Kaspar: A Humanoid Robot for Children with Autism”. *International Journal of Social Robotics* 13(2021): 491-508. 10.1007/s12369-019-00563-6.
- ZEIDAN, Jinan, Eric FOMBONNE, Julie SCORAH, Alaa IBRAHIM, Maureen S. DURKIN, Shekhar SAXENA, Afigah YUSUF, Andy SHIH, i Mayada ELSABBAGH. „Global prevalence of autism: A systematic review update”. *Autism Research* 15(5)(2022): 778-790. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>.

ROBOTY HUMANOIDALNE W TERAPII DZIECI  
Z ZABURZENIAMI ZE SPEKTRUM AUTYZMU  
– SZANSE I ZAGROŻENIA

Streszczenie

Zaburzenia ze spektrum autyzmu (Autism Spectrum Disorders, ASD) powstają w wyniku oddziaływań wielu czynników etiologicznych i pomimo nieustannych wysiłków badaczy, podejmowanych w celu rozwikłania zagadki, nadal stanowią inspiującą tajemnicę. Częstość występowania tych neurorozwojowych zaburzeń w ogólnej populacji na przestrzeni ostatnich dekad sukcesywnie wzrasta. Ze względu na duże zróżnicowanie międzyosobnicze, nadal poszukuje się skutecznych metod oddziaływań edukacyjnych i terapeutycznych. Duże nadzieje pokładane są we współczesnej robotyce społecznej, dziedzinie prężnie rozwijającej się i dostarczającej wielu praktycznych rozwiązań. Zastosowanie robotów humanoidalnych stają się inspirującą propozycją również w obszarze terapii i edukacji dzieci z autyzmem, a efektywność roboto zapośredniczonych oddziaływań jest przedmiotem wielu badań eksperymentalnych.

Celem artykułu jest krytyczny namysł nad etycznymi aspektami zastosowania robotów wobec osób z autyzmem. Prezentacja wyników badań dotyczących zastosowań robotów humanoidalnych w procesie diagnozy i terapii osób z ASD stanowi fundament dla refleksji zakorzenionych w podstawowych wartościach i prawach osoby z autyzmem do ochrony przez nadużyciami.

**Słowa kluczowe:** etyka; ochrona przez nadużyciami; prawa osób z autyzmem; roboty humanoidalne; robotyka społeczna; wartości; zaburzenia ze spektrum autyzmu

## HUMANOID ROBOTS IN THE THERAPY OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS: OPPORTUNITIES AND RISKS

### Summary

Autism spectrum disorders (ASD) are due to many etiological factors and despite the constant interest of researchers they constitute an intriguing mystery. The incidence of these neurodevelopmental disorders has been steadily increasing in the general population over recent decades. Inter-individual differences are significant, so effective methods of educational and therapeutic interactions are still being sought. Great hopes are placed on contemporary social robotics, a rapidly developing field, which can provide many practical solutions. However, humanoid robots are also becoming an inspiring proposition in the field of therapy and education of children with autism, but its effectiveness is still the subject of many experimental studies.

The aim of the article is to critically reflect on the ethical aspects of using robots to help people with autism. The presentation of research results on the use of humanoid robots in the diagnosis and therapy of people with autism underpins reflections grounded in the fundamental axiological values and rights of people with autism be protected against abuse.

**Keywords:** autism spectrum disorders; ethics; humanoid robots; people with autism rights; protection against abuse; social robotics; values