

CZASOPISMO KOGNITYWISTYCZNE

kognireceptor

1/2024



Śląskie Koło Kognitywistyczne
"Do góry mózgami"

Uniwersytet Śląski
w Katowicach

Kognireceptor

czasopismo kognitywistyczne

Numer 2

Kognireceptor – czasopismo kognitywistyczne zostało stworzone przez Do Góry Mózgami - Śląskie Koło Kognitywistyczne działające na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach.

Redakcję czasopisma stanowią: Redaktor Naczelny: Maksymilian Polewka
Zastępca Redaktora Naczelnego: Zuzanna Michura, Magdalena Oleszkiewicz

Edytor: Kaja Gałuszka

Zespół Redakcyjny w składzie: Marta Biela, Kaja Gałuszka, Mateusz Hadamczyk, Sylwia Korzon, Adam Małota, Witold Marzęda, Zuzanna Michura, Paulina Mieszczak, Magdalena Oleszkiewicz, Maksymilian Polewka, Adam Tkaczyk.

Czasopismo publikowane jest na stronie: kognireceptor.us.edu.pl

1/2024

Kontakt do czasopisma: kognireceptor.czasopismo@gmail.com

Kontakt do Śląskiego Koła Kognitywistycznego: dogorymozgami@us.edu.pl

Spis treści

Od redakcji	5
Michalina Płocka - Emocje w relacjach interpersonalnych a doświadczenie estetyczne. Rola empatii w odbiorze sztuki.....	6
Karol Trojanowski - Analiza funkcji predykcyjnych komórek miejsca w świetle współczesnych badań.....	23
Weronika Wołowczyk - Symfonia neuronów Terapeutyczny wpływ muzyki na mózg i funkcje poznawcze.....	38
Aneta Sieniawska - Miłość, lęk, roboty. Rozpoznanie ludzkich postaw i oczekiwań wobec robotów i ich możliwe konsekwencje.....	65

Od redakcji:

Z radością oddajemy drugi numer *Kognireceptora* oddajemy w ręce czytelniczek i czytelników. Niezmiennie interesuje nas to, co dzieje się na styku poznania, technologii i doświadczenia: tam, gdzie teoria spotyka się z praktyką, a język nauki z językiem codzienności.

W drugim numerze *Kognireceptora* prezentujemy artykuły ukazujące różnorodne obszary badań nad poznaniem, emocjami i relacją człowieka z technologią. Michalina Płocka podejmuje refleksję nad rolą emocji i empatii w relacjach interpersonalnych, analizując, w jaki sposób wpływają one na doświadczenie estetyczne i odbiór sztuki. Karol Trojanowski przedstawia aktualny przegląd badań nad komórkami miejsca, koncentrując się na ich funkcjach predykcyjnych oraz znaczeniu dla rozumienia mechanizmów orientacji przestrzennej i procesów poznawczych. Weronika Wołowczyk omawia neurobiologiczne podstawy oddziaływania muzyki na mózg, wskazując na jej terapeutyczny potencjał w kontekście funkcji poznawczych i regulacji emocji. Numer zamyka tekst Anety Sieniawskiej, poświęcony analizie ludzkich postaw, emocji i oczekiwań wobec robotów, a także możliwym psychologicznym i społecznym konsekwencjom coraz bliższej interakcji człowieka z technologią.

Zebrane w tym numerze teksty pokazują różnorodność perspektyw i metod, ale łączy je wspólna ambicja: uważne przyglądanie się temu, jak rozumiemy świat i samych siebie w dynamicznie zmieniającym się środowisku poznawczym. Mamy nadzieję, że lektura stanie się nie tylko źródłem wiedzy, lecz także zaproszeniem do dalszej refleksji i dialogu.

Szczególne podziękowania kierujemy do autorek i autorów, którzy obdarzyli nas swoim zaufaniem, powierzając *Kognireceptorowi* swoje teksty i idee. Mamy nadzieję i plany na jeszcze wiele kolejnych współprac w ramach czasopisma i pozostałych inicjatyw koła naukowego "Do Góry Mózgami" Uniwersytetu Śląskiego. Zachęcamy do kontaktu i życzymy miłej lektury!

Zespół redakcyjny

Michalina
Płocka

Emocje w relacjach interpersonalnych a doświadczenie estetyczne. Rola empatii w odbiorze sztuki

Abstrakt

Celem artykułu jest wykazanie analogii między reakcjami emocjonalnymi i nawiązywaniem więzi w kontekście doświadczenia estetycznego oraz relacji międzyludzkich, wskazując przy tym na udział szeroko rozumianej empatii. W pierwszej części nakreślone zostają historyczno-filozoficzne okoliczności powstania i rozwoju pojęcia empatii, biorąc pod uwagę związane z nim oczekiwania oraz perspektywy. Następnie przedstawione są procesy umysłowe, przez część środowiska naukowego traktowane jako neuronalna podstawa empatii, możliwości ich udziału zarówno w emocjonalnym kontakcie z drugim człowiekiem, jak i sztuką, a także krytyka tego podejścia. Ostatnia część artykułu poświęcona jest zależności między obecnością ludzkich odczuć natury empatycznej a percepcją sztuki, zajmując się charakterem tej relacji, istotą komponentu społecznego w obiektach artystycznych, jak również dokładniejszą analizą fizjologicznego i motorycznego aspektu doświadczenia estetycznego.

Słowa kluczowe: empatia, relacje interpersonalne, doświadczenie estetyczne

Abstract

The purpose of this article is to demonstrate the analogy between emotional reactions and bonding in the context of aesthetic experience and interpersonal relations, pointing out the contribution of broadly understood empathy. The first part outlines the historical and philosophical circumstances of the origins and development of the concept of empathy, taking into account the expectations and perspectives associated with it. The second part presents the mental processes, by part of the scientific community treated as the neural basis of empathy, the possibility of their participation in both emotional contact with another person and art, as well as critiques of this approach. The last part of the article is entirely devoted to the relationship between the presence of human feelings of an empathic nature and the perception of art, dealing with the nature of this relationship, the essence of the social component in artistic objects, as well as a more detailed analysis of the physiological and motor aspects of aesthetic experience introduced in the second part.

Keywords: empathy, interpersonal relationships, aesthetic experience

Wstęp

Sztuka jest nieodłącznym elementem życia człowieka, towarzyszącym mu w jego codzienności od tysięcy lat. Posiada zastosowanie praktyczne, pełniąc rolę środka komunikacji społecznej, niosąc ze sobą przekaz historyczny i informacyjny, stanowiąc przy tym jednocześnie istotny składnik emocjonalnej części życia jednostki. Wchodząc w interakcję z dziełem sztuki, ludzie doświadczają szerokiej gamy odczuć zarówno psychicznych, jak i fizycznych, natury pozytywnej bądź negatywnej, w zależności od przekazu niesionego przez obiekt artystyczny oraz jego subiektywną interpretację. Opis ten nie bez przyczyny przywołać może na myśl również inny rodzaj interakcji, w których ludzie naturalnie uczestniczą każdego dnia – jest nim kontakt społeczny i relacje interpersonalne kreowane każdego dnia, w codziennych sytuacjach.

Einfühlung jako pierwowzór empatii

Terminologiczne korzenie empatii sięgają końca XIX wieku, kiedy niemiecki filozof Robert Vischer w 1873 roku wprowadził do słownika pojęcie *Einfühlung*, w języku niemieckim oznaczające „wczucie się” (*feeling into*)¹ w obserwowany obiekt. Następnie w roku 1909 przetłumaczone ono zostało na angielskie *empathy*². Warto zwrócić w tym miejscu uwagę na fakt, że mimo iż współcześnie temat empatii częściej rozważany jest w kontekście interakcji społecznych³, to już na samym początku rozkwitu teorii związanych z powstawaniem emocjonalnej więzi między jednostkami, pod uwagę brane były nie tylko relacje międzyludzkie, lecz również te nawiązywane z przedmiotami, w tym także z obiektami artystycznymi. W czasach właściwych Vischerowi filozofia i psychologia nie posiadały ściśle określonych, oddzielających je od siebie granic – fakt ten potencjalnie wyjaśnia niezamierzoną być może na początku, lecz wyraźnie widoczną analogię między współcześnie rozumianą częściej w kontekście społecznym empatią a nacechowanymi emocjonalnie relacjami z obiektami nieożywionymi, w tym właśnie dziełami sztuki⁴.

Pomimo faktu że to Vischer był twórcą samego określenia *Einfühlung* oraz jednym z najbardziej rozpoznawalnych dziś prekursorów badań nad udziałem empatii w nawiązywaniu emocjonalnej więzi z przedmiotem, o kwestiach tych dyskutowano już wiele dziesięcioleci wcześniej⁵, a rosnące zainteresowanie tematem wciąż motywowało zaangażowanie kolejnych badaczy. Z koncepcją *Einfühlung* nieodłącznie związany jest także Theodor Lipps – filozof współczesny Vischerowi, który, inspirowany jego teoriami, przyczynił się do ich rozpowszechnienia oraz nadania im kolejnych interpretacji⁶. Praca, którą

¹ Joanna Ganczarek, Thomas Hünefeldt, Marta Olivetti Belardinelli, „From *Einfühlung* to Empathy: Exploring the Relationship between Aesthetic and Interpersonal Experience”, *Cognitive Processing* 19 (2018): 141, DOI: 10.1007/s10339-018-0861-x.

² Ibidem.

³ Gernot Gerger, Matthew Pelowski, Helmut Leder, „Empathy, *Einfühlung*, and aesthetic experience: the effect of emotion contagion on appreciation of representational and abstract art using fEMG and SCR”, *Cognitive Processing* 19 (2018): 148, DOI: 10.1007/s10339-017-0800-2.

⁴ Wojciech Gulin, „Theodora Lippsa psychologiczna koncepcja empatii”, *Forum Psychologiczne* 1 (1997): 26.

⁵ Christian Allesch, „*Einfühlung* – A Key Concept of Psychological Aesthetics”, W: *Empathy*, red. Vanessa Lux, Sigrid Weigel, Londyn, 2017, 223.

⁶ Magdalena Nowak, „The Complicated History of *Einfühlung*”, *Argument* 1 (2011): 305.

Lipps zadebiutował, podejmowała temat emocjonalnego aspektu przetwarzania różnego rodzaju prostych form geometrycznych przez odbiorcę⁷, co nasuwa pytanie o istotność jakiegokolwiek komponentu społecznego, zawartego w obserwowanym przez jednostkę obiekcie, potrzebnego do nawiązania z nim więzi – temat ten zostaje jednak rozwinięty nieco dalej.

Samą empatię, kryjącą się za określeniem *Einfühlung*, Lipps rozumiał nie tylko jako kolejne z narzędzi poznawczych, ale jako podstawową formę ludzkiego poznania, kluczowy jego element⁸. Postrzeganie gestów oraz mimiki odbywa się według niego poprzez ich wewnętrzną imitację, skutkującą uwolnieniem skorelowanych z nimi emocji. Dostęp do emocjonalnych wrażeń możliwy jest bowiem do uzyskania jedynie wówczas, gdy doświadczane są one bezpośrednio przez jednostkę, a właśnie to, zgodnie z teorią Lippsa, umożliwia imitację⁹. Co więcej, jako pewien specyficzny czynnik umożliwiający ludziom nawiązywanie relacji oraz pojmowanie wzajemnych stanów emocjonalnych, filozof postrzegał mowę – wraz z jej rozwojem ewoluowała według niego zdolność jednostek do wykazywania empatii, dając im przestrzeń nie tylko do mentalnego odzwierciedlania tego, co przeżywają ich towarzysze, lecz także aktywnej wymiany informacji, intensyfikującej ten proces¹⁰.

Koncepcja podzielanych obwodów i teorii umysłu

Odkrycie neuronów lustrzanych i badania prowadzone nad nimi od 1992 roku¹¹ wywołały wiele emocji wśród naukowców. Informacja o tym, że podczas pozornie biernej obserwacji danej czynności w mózgu pobudzone zostają dokładnie te same neurony, które odpowiadają jej aktywnemu wykonaniu, wydała się nagle szansą na wyjaśnienie ogromu skomplikowanych zjawisk natury ludzkiej¹².

Podczas prowadzenia badań laboratoryjnych na grupie makaków, zaobserwowano aktywację neuronów w brzusznej korze przedruchowej (nazywanej także obszarem F5)¹³, a następnie także w dolnej korze ciemieniowej¹⁴, podczas gdy makaki jedynie obserwowały czynność wykonywaną przez członka zespołu badawczego. Te same komórki ulegały pobudzeniu, gdy zwierzęta samodzielnie wykonywały ruch. Na podstawie tego odkrycia wywnioskowano istnienie systemu dopasowującego i łączącego ze sobą procesy obserwacji oraz wykonywania czynności motorycznych, obecnie znanego również pod nazwą koncepcji podzielanych obwodów¹⁵. Co istotne, biorąc pod uwagę homologię między obszarem F5

⁷ Gulin, „Theodora Lippsa...”, 26.

⁸ Allesch, „Einfühlung – A Key Concept...”, 233.

⁹ Nowak, „The Complicated History...”, 307.

¹⁰ Gulin, „Theodora Lippsa...”, 28.

¹¹ Giuseppe Di Pellegrino i in., „Understanding motor events: A neurophysiological study”, *Experimental Brain Research* 91 (1992): 593, DOI: 10.1007/BF00230027.

¹² Obrazem tego jest książka *Empatia* autorstwa Christiana Keysersa, w której przywołuje on przykłady kilku innych, oprócz tytułowej, cech natury ludzkiej, tłumacząc je (w mniejszym lub większym stopniu) działaniem neuronów lustrzanych. Zob. Christian Keysers, *Empatia*, tłum. Łukasz Kwiatek, Kraków 2017, 101-239.

¹³ Di Pellegrino, „Understanding motor events...”, 176.

¹⁴ Marc Thioux, Christian Keysers, „Empathy: Shared circuits and their dysfunctions”, *Dialogues in Clinical Neuroscience* 12 (2010): 546, DOI: 10.31887/DCNS.2010.12.4/mthioux.

¹⁵ Ibidem.

u makaków a rejonem pola Broki w mózgu człowieka, niemal od razu wysunięto hipotezę funkcjonowania neuronów lustrzanych także u ludzi, która została potwierdzona dalszymi badaniami¹⁶.

Wśród licznych założeń powstałych na fali zachwyty odkryciem nieznanego dotąd rodzaju komórek, pojawił się pomysł powiązania ich roli z mechanizmem generowania odruchów empatycznych¹⁷. W jednym ze swoich badań Vittorio Gallese, profesor estetyki eksperymentalnej, wysunął odważną tezę, twierdząc, że system lustrzany ma również kluczowe znaczenie w nawiązywaniu empatycznych relacji¹⁸. Jako poparcie dla swojej teorii wskazywał badania wykazujące działanie efektu lustrzanego także w neuronach odpowiedzialnych za reakcje bólowe, znajdujących się w korze obręczy¹⁹, a więc niezwiązanych bezpośrednio z ruchem. Późniejsze doświadczenia wzbogacają wspomniane wyniki o nowe odkrycia, ukazując rolę podzielanych obwodów w aktywizacji obszarów mózgu związanych z percepcją nie tylko bólu, ale też zwykłego dotyku czy nawet uczucia obrzydzenia podczas obserwacji lub wyobrażania sobie danego bodźca²⁰. Warto dodać, że już na samym początku XX wieku, na długo przed odkryciem neuronów lustrzanych, wspominano o „podmiotowym charakterze empatii”²¹, którego fundamentem jest właśnie odbiór i analiza informacji na temat osób trzecich, na podstawie wykonywanych przez nich czynności, mimiki, a nawet udziału obiektów nieożywionych²².

Terminem niezwykle istotnym w kontekście rozważań o empatii, nie tylko wśród ludzi, ale i zwierząt, jest pojęcie teorii umysłu²³. Koncepcja ta jest fundamentem świadomości stanów mentalnych, emocji, przekonań – zarówno własnych, jak i należących do osób trzecich²⁴. Wyróżniamy dwa warianty rozumienia teorii umysłu. Możemy postrzegać ją jako tak zwaną teorię teorii, częściowo opartą na założeniach psychologii ludowej (*folk psychology*)²⁵ – jak sama nazwa wskazuje, jej podstawą jest przekonanie o istnieniu czysto teoretycznych, odgórnych praw²⁶. Swego rodzaju opozycją do teorii teorii jest z kolei teoria symulacji, której zwolennicy postrzegają świadomość stanów mentalnych zarówno swoich, jak również innych osób, raczej jako efekt ściśle określonych procesów introspektywnych niż

¹⁶ James M. Kilner i in., „Evidence of Mirror Neurons in Human Inferior Frontal Gyrus”, *The Journal of Neuroscience* 29 (2009): 10158, DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2668-09.2009.

¹⁷ Vittorio Gallese, „The «Shared Manifold» Hypothesis. From Mirror Neurons To Empathy”, *Journal of Consciousness Studies* 8 (2001): 45.

¹⁸ Ibidem.

¹⁹ William Hutchison i in., „Pain related neurons in the human cingulate cortex”, *Nature Neuroscience* 2 (1999): 404, DOI: 10.1038/8065.

²⁰ Tania Singer, „Understanding Others: Brain Mechanisms of Theory of Mind and Empathy”, w: *Neuroeconomics. Decisions Making and the Brain*, red. Paul W. Glimcher i in., 263, Amsterdam 2009, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374176-9.00017-8>.

²¹ Gulin, „Theodora Lippsa...”, 29.

²² Ibidem.

²³ David Premack, Guy Woodruff, „Does the chimpanzee have a theory of mind?”, *The Behavioral and Brain Sciences* 4 (1978): 515, DOI: 10.1017/S0140525X00076512, s. 515.

²⁴ Jane S. Lavelle, „Theory-theory and the Direct Perception of Mental States”, *Review of Philosophy and Psychology* 3 (2012): 214, DOI: 10.1007/s13164-012-0094-3.

²⁵ Vittorio Gallese, „Before and below «theory of mind»: embodied simulation and the neural correlates of social cognition”, *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 362 (2007): 659, DOI: 10.1098/rstb.2006.2002.

²⁶ Ibidem.

jedynie koncepcyjnych praw teorii umysłu²⁷. Teorię symulacji powiązać można z opisaną wcześniej koncepcją dzielanych obwodów – porównywalnie do sposobu, w jaki według niej mózg „symuluje” wykonywanie obserwowanej czynności, być może jest również w stanie „symulować” konkretny stan emocjonalny²⁸.

Późniejsze rozważania przyniosły jednak ze sobą kolejne rozwiązanie, zakładające dostęp do stanów wewnętrznych drugiego człowieka drogą „bezpośredniej percepcji” (*direct perception*)²⁹. Wśród różnych ujęć tej koncepcji³⁰ Gallese wskazuje na język, jako jej główny komponent, wyróżniający ludzi na tle innych gatunków, zdolnych do tworzenia zaawansowanych reprezentacji mentalnych dotyczących cudzego umysłu³¹. Język traktowany jest jako podstawa komunikacji gatunku ludzkiego, a więc być może tym samym: fundament dla tworzenia szeroko pojętych relacji. Tego rodzaju sugestia kluczowej roli języka w procesie bezpośredniej percepcji wydaje się być wyraźną kontynuacją wspomnianego wyżej przekonania Lippsa o mowie ludzkiej, której ewolucji towarzyszył w jego mniemaniu także rozwój zdolności do wykazywania empatii³².

Pomimo istnienia związku między posiadaniem teorii umysłu przez jednostkę a jej zdolnością do wykazywania odruchów empatycznych, kwestie te nie są ze sobą równoznaczne. Empatia obecnie traktowana jest raczej jako intuicyjna i emocjonalna świadomość uczuć innych osób oraz reakcja na ich stany mentalne, podczas gdy teorię umysłu określa się zdolność bardziej złożoną kognitywnie, wymagającą uchwycenia cudzej perspektywy³³. Zarówno koncepcja teorii umysłu, jak i lustrzanego systemu dzielanych obwodów, pozwoliły na postawienie entuzjastycznych hipotez, umożliwiających powiązanie ich z empatyczną naturą człowieka.

Kontekst doświadczenia estetycznego

Fascynacja udziałem neuronów lustrzanych w „odczytywaniu” cudzych emocji i kreowaniu na tej podstawie więzi międzyludzkich poprowadziła naukowców nieco dalej. Przedmiotem zainteresowania stały się nie tylko relacje człowieka z drugim człowiekiem, lecz także te nawiązywane z obiektami artystycznymi. Dzieła sztuki wywołują emocje nierzadko analogiczne do odczuć towarzyszących bezpośredniemu kontaktowi z drugą osobą – czy fakt ten można więc uznać za podstawę do założenia, że kierują nimi te same mechanizmy?

Z systemem dzielanych obwodów ściśle powiązana jest koncepcja ucieleśnionej symulacji, polegająca na umysłowym odwzorowaniu obserwowanych czynności i w ten sposób przyswajaniu informacji na ich temat³⁴. Podczas odbioru sztuki, przykładowo

²⁷ Ibidem.

²⁸ Vittorio Gallese, Alvin Goldman, „Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading”, *Trends in Cognitive Sciences* 2 (1998): 493, DOI: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01262-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01262-5).

²⁹ Lavelle, „Theory-Theory and the Direct Perception...”, 214.

³⁰ Ibidem.

³¹ Gallese, „Before and below ‘theory of mind...’”, 661.

³² Gulin, „*Theodora Lippsa...*”, 28.

³³ Christina M. Brucker, Dale Phillips, „Is There a Relationship Between Art and Theory of Mind? A Review of Findings” (Plattsburgh: Department of Psychology 2017), dostęp 11.10.2025, <http://hdl.handle.net/1951/69711>.

³⁴ David Freedberg, Vittorio Gallese, „Motion, emotion and empathy in esthetic experience”, *Trends in Cognitive Sciences* 11 (2007): 200, DOI: 10.1016/j.tics.2007.02.003.

oglądania obrazu lub rzeźby, przeważnie mamy jednak do czynienia z obiektami statycznymi. Prowadzi to do pytania o zasadność hipotezy ucieleśnionej symulacji w tego rodzaju sytuacji, rzekomo pozbawionej udziału czynności motorycznych³⁵. Należy w tym miejscu wspomnieć o istnieniu klasy komórek nerwowych pokrewnej neuronom lustrzanym – neuronach kanonicznych. W odróżnieniu od neuronów lustrzanych, ulegają one aktywacji nie tylko podczas obserwacji czynności wykonywanej z wykorzystaniem danego obiektu, lecz reagują na widok obiektu samego w sobie; oferują swego rodzaju repertuar czynności motorycznych, możliwych do wykonania z udziałem przedmiotu, między innymi na podstawie jego kształtu i rozmiaru³⁶. Komórki te zostały odkryte razem z neuronami lustrzanymi w polu F5 u makaków³⁷, a następnie także w ludzkiej brzusznej korze przedruchowej³⁸. Na pierwszy rzut oka takie umysłowe odwzorowanie prostych czynności ruchowych może nie przywodzić na myśl bezpośredniego związku z emocjonalnością. Entuzjaści tego podejścia przekonani są jednak o tym, że stanowi ono podstawę pełni doświadczenia estetycznego, umożliwiając w pewnym stopniu utożsamienie się z oglądanym przedmiotem³⁹.

Relacja czynności motorycznych i emocji, powstała na podstawie ucieleśnionej symulacji, niekoniecznie ogranicza się do percepcji samej treści obrazu i przedstawionej na nim sytuacji. W przypadku malarstwa, same ślady pracy autora obecne na obrazie, takie jak widoczne pociągnięcia pędzlem, są w stanie wywołać aktywację programów motorycznych, odwzorowujących tę czynność w mózgu odbiorcy⁴⁰. Ukazana zostaje w ten sposób obecność relacji między autorem dzieła a jego odbiorcą, która, często w nieuświadomiony przez obie strony sposób, odgrywa w kontekście prezentowanych koncepcji znaczącą rolę w doświadczeniu estetycznym i nawiązaniu więzi z obiektem artystycznym.

Sama teoria umysłu, określana również jako intencjonalność, uważana za jeden z kluczowych czynników pozwalających na odbiór informacji o cudzych stanach mentalnych, prawdopodobnie także nie pozostaje bez wpływu na doznania towarzyszące obcowaniu ze sztuką. Mając na uwadze jej funkcję, wpływ stopnia zaawansowania teorii umysłu u jednostki na jakość doświadczanych przez nią estetycznych przeżyć nie wydaje się być niczym nadzwyczajnym. Wystarczy zadać sobie pytanie, w jak wielu przypadkach emocjonalna reakcja na daną formę artystycznego przekazu zależy od stopnia, w jakim odbiorca jest w stanie zrozumieć perspektywę nie tylko bohatera oglądanych obrazów, fotografii, ekranizacji bądź czytanej literatury, lecz także twórcę treści oraz to, co zamierzał za jej pośrednictwem przekazać.

Jako swego rodzaju łącznik między teorią umysłu a sztuką postrzegany jest symbolizm – podobnie jak w relacjach interpersonalnych intencje oraz odczucia drugiej osoby bywają często możliwe do odczytania na podstawie niebezpośrednich sygnałów, tak i podczas odbioru sztuki, kierując się symbolicznymi środkami artystycznego wyrazu, stopniowo

³⁵ Ibidem.

³⁶ Giacomo Rizzolatti, Leonardo Fogassi, „The mirror mechanism: recent findings and perspectives”, *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 369 (2014): 1, DOI: 10.1098/rstb.2013.0420.

³⁷ Ibidem.

³⁸ Freedberg, „Motion, emotion and empathy...”, 200.

³⁹ Ibidem.

⁴⁰ Ibidem, 202.

odkrywany jest rzeczywisty komunikat przekazany odbiorcy przez autora dzieła⁴¹. Przykładowo Suzanne Cusick, w swojej pracy poświęconej między innymi teorii muzyki, określa relację powstałą między kompozytorem a słuchaczem jako „grę umysł-umysł” (*mind-mind game*)⁴², polegającą na wyjątkowego rodzaju syntezie procesów myślowych twórcy i odbiorcy utworu – analizując muzykę, słuchacz uzyskuje pośredni dostęp do myśli kompozytora, następnie nadając im niepowtarzalne, indywidualne znaczenie⁴³.

Obcowanie ze sztuką wymaga zaangażowania emocjonalnego, próby interpretacji przedstawionych obrazów, sytuacji czy dźwięków – nietrudno zauważyć tu analogię do sytuacji z życia codziennego, kiedy te same umiejętności okazują się kluczowe w relacjach międzyludzkich. Opisane wyżej doświadczenia i teorie otwierają przestrzeń do przypuszczeń, że mechanizmy towarzyszące kontaktowi z dziełami sztuki posiadają wiele elementów wspólnych z mechanizmami odpowiedzialnymi za kontakt interpersonalny. Wysoki poziom złożoności pojęcia empatii, a także subiektywność i niejednoznaczność doznań estetycznych, indywidualnych dla każdej jednostki, komplikują jednak nieco stawianie jasnych tez w tym temacie – nie brakuje więc także stanowisk krytycznych.

Druga strona medalu – krytyka ujęcia symulacyjnego

Pomimo głosów wyrażających argumenty wspierające tezę o możliwej roli systemu neuronów lustrzanych, teorii symulacji oraz teorii umysłu w istnieniu odruchów empatycznych u ludzi, podejścia te nie pozostały wolne od krytyki. Wątpliwości nastawionych sceptycznie badaczy budzi między innymi wskazywany przez nich deficyt w przeprowadzonych empirycznie doświadczeniach, które mogłyby rzetelnie potwierdzić hipotezę o analogii komórek reagujących na obserwację czynności motorycznych oraz komórek odpowiedzialnych za reakcję na obserwowane stany emocjonalne⁴⁴. Ponadto niektóre z badań wskazują na fakt, że w przypadku reakcji na obserwowaną sytuację, aktywacje w ludzkim mózgu zachodzą raczej na poziomie szerszej rozumianych obszarów mózgowych lub zespołów sygnałów elektrycznych niż pojedynczych komórek nerwowych⁴⁵. Zmniejsza to dokładność analizy i sugeruje, że określenie „neurony lustrzane” powinno być używane z zachowaniem ostrożności, jeśli stosujemy je w odniesieniu do ludzi⁴⁶.

Założeniem związanym z funkcjonowaniem systemu lustrzanego, które również budzi kontrowersje, jest rozumienie jego działania jako odzwierciedlania i kopiowania obserwowanych działań bądź emocji. Niektóre badania wskazują na nieprawdopodobność tego rodzaju powiązania między informacją odbieraną drogą wzrokową a odwzorowaniem jej w obszarach motorycznych w proporcji „jeden do jednego”⁴⁷. Warto przywołać w tym miejscu stanowisko Gregory’ego Hickoka, jednego z najbardziej rozpoznawalnych krytyków

⁴¹ Burhanettin Keskin, „How would theory of mind play a role in comprehending art?”, *Early Child Development and Care* 179 (2009): 646, DOI: 10.1080/03004430701482167.

⁴² Suzanne G. Cusick, „Feminist Theory, Music Theory and the Mind/Body Problem”, *Perspectives of New Music* 32 (1994): 16, DOI: 10.2307/833149.

⁴³ Ibidem.

⁴⁴ Claus Lamm, Jasminka Majdandžić, „The role of shared neural activations, mirror neurons and morality in empathy – a critical comment”, *Neuroscience Research* 90 (2015): 19, DOI: 10.1016/j.neures.2014.10.008.

⁴⁵ Ibidem.

⁴⁶ Ibidem.

⁴⁷ Ibidem.

hipotezy o związku symulowania przez neurony lustrzane czynności motorycznych a interpretacją towarzyszących temu intencji. Hickok nie neguje co prawda teorii ucieleśnienia samej w sobie, zauważa jednak niewystarczalność aspektu motorycznego danej czynności do wyznaczenia, a co za tym idzie zrozumienia jej celowości⁴⁸. Jak sam twierdzi:

„jeśli chcemy zrozumieć, co obejmuje znaczenie działań, musimy spojrzeć ponad system motoryczny. *Znaczenia po prostu nie ma w ruchach.*”⁴⁹. Analogiczny punkt widzenia prezentował także polski psycholog Piotr Francuz, kategorycznie zaznaczając odrębność terminologiczną między empatią a automatycznymi reakcjami ludzkiego układu nerwowego, całkowicie pozbawionymi możliwości kontroli przez jednostkę⁵⁰.

Istotnym punktem rozważań nad stopniem, w jakim symulacja może wpływać na odczytywanie i dostrajanie się do cudzych emocji, wydaje się być rozróżnienie między rozpoznaniem danego stanu emocjonalnego a jego zrozumieniem. Wskazuje się na problem zbyt wygórowanych oczekiwań względem zwolenników teorii symulacji, dążących do uzyskania wyjaśnienia sposobu, w jaki dzięki procesom lustrzanym uzyskują pełny dostęp i całkowite zrozumienie stanów emocjonalnych osób trzecich⁵¹. Tymczasem potrzebny w tej sytuacji okazać się może swego rodzaju kompromis, polegający na niepozbawianiu neuronów lustrzanych jakiegokolwiek udziału w odbiorze informacji na temat stanów mentalnych, równocześnie nie przypisując im nadmiernie złożonych funkcji, którym zwyczajnie nie są w stanie sprostać.

Wspomniana już teoria bezpośredniej percepcji, która z założenia pozwala człowiekowi postrzegać stany wewnętrzne innych, a następnie przetwarzać je niejako automatycznie, na podstawie odgórnie posiadanego „programu” (którym, jak twierdzi Gallese, może być język)⁵², także nie została pozbawiona krytycznych spojrzeń. Między innymi samo już nazewnictwo wskazuje na fakt, iż teoria ta zakłada bezpośredni wgląd w stan rzeczy. Założenie to nie zgadza się z warunkami, które powinno według niektórych spełniać zachowanie lub stan psychiczny, aby móc zostać określonym mianem empatii. Nie jest uważanym za konieczne, aby empatyczna odpowiedź, pojawiająca się w wyniku reakcji na daną sytuację, miała charakter automatyczny i domyślny, wręcz przeciwnie: wydaje się ona podlegać określonym czynnikom i zachodzić na poziomie bardziej świadomym niż reakcje właściwe percepcji bezpośredniej⁵³.

Obserwacja wizualnych oznak danego stanu mentalnego, takich jak mimika, również okazuje się nie być wystarczającym czynnikiem motywującym zrozumienie cudzych emocji. Badania wykazują niejednoznaczność w interpretacji mimiki, objawiającą się przykładowo w problematyce rozróżnienia ekspresji złości od wyrazu twarzy oznaczającego

⁴⁸ Gregory Hickok, *Mit neuronów lustrzanych*, tłum. Krzysztof Cipora, Aleksandra Machniak, Kraków: Copernicus Center Press 2016, 217.

⁴⁹ Ibidem, 213.

⁵⁰ Piotr Francuz, „O empatii i rozumieniu”, w: *Empatia, obrazowanie i kontekst jako kategorie kognitywistyczne*, red. Henryk Kardela, Zbysław Muszyński, Maciej Rajewski, Lublin: Wydawnictwo UMCS, 2012, 98.

⁵¹ Remy Debes, „Which empathy? Limitations in the mirrored «understanding» of emotion”, *Synthese* 175 (2010): 236, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9499-7>.

⁵² Gallese, „Before and below «theory of mind»...”, 661.

⁵³ Pierre Jacob, „The Direct-Perception Model of Empathy: a Critique”, *Review of Philosophy and Psychology* 2 (2011): 525, DOI: 10.1007/s13164-011-0065-0.

zniesmaczenie⁵⁴. Istotny jest także kontekst sytuacji – konkretne, rozpoznane przez jednostkę okoliczności wydają się mieć znaczenie nie tylko w odniesieniu do poziomu trafności wspomnianej wyżej ekspresji mimicznej, ale także pod względem szeroko pojętej interpretacji obserwowanych działań, przetwarzanych następnie przez system lustrzany⁵⁵.

Zarówno doświadczenie estetyczne, jak i szeroko pojęta emocjonalność, towarzysząca ludziom nie tylko w kontakcie ze sztuką, ale także przy codziennych sytuacjach społecznych, w ogromnej ilości przypadków zależne są od indywidualnego charakteru jednostki, okoliczności, w jakich się ona znajduje oraz wielu innych czynników. Badanie zależności między tymi płaszczyznami niebezpiecznie budzi więc liczne wątpliwości, będąc jednocześnie podstawą do prowadzenia dyskusji i podważania stawianych hipotez. Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, naukowcy sugerują konkretyzację badań i stosowanych w nich opisów, aby możliwe było przyporządkowanie ich bezpośrednio do konkretnego sposobu rozumienia empatii, tym samym unikając nieporozumień oraz nieścisłości⁵⁶. Padają również propozycje wyraźniejszego rozgraniczenia naukowych postulatów dotyczących podejścia neuronalnego, opartego na konkretnie wskazanych dowodach, od teoretyczno-psychologicznego, które, mimo iż nie można odmówić mu rzetelności i zasadności, często jednak opiera swoje doniesienia na niełatwych do jednoznacznej weryfikacji, konceptualnych prawach⁵⁷.

Neuronalne aspekty nawiązywania relacji

Relacja człowieka z dziełem sztuki rozpatrywana być może nie tylko w kontekście emocjonalnej więzi, jaka jest w stanie między nimi powstać, lecz także jako analogia między artystycznym procesem twórczym a naturalnym systemem funkcjonowania społecznego. Wspomina się tym kontekście o pojęciu „psychicznej homeostazy” (*psychic homeostatis*), czyli mechanizmach nerwowych i hormonalnych (przede wszystkim z udziałem oksytocyny i wazopresyny, neurohormonów odpowiedzialnych za powstawanie emocjonalnych więzi między jednostkami)⁵⁸, wpływających na regulację emocjonalnej równowagi jednostki, kształtowanych na podstawie jej doświadczeń, w tym interakcji społecznych. Podobnie jak komunikacja poprzez sztukę, opierają się one na symbolicznych sygnałach⁵⁹. Kluczową rolę w zachowaniu tej równowagi wydają się pełnić podwzgórze podstawne oraz jądro pasma samotnego, wpływające poprzez wzajemne połączenia na struktury limbiczne mózgu, takie jak ciało migdałowate, a także struktury korowe, między innymi korę przedczołową⁶⁰. Odnosząc się do kontekstu doświadczenia estetycznego, zarówno sam proces twórczy, jak również docelowy odbiór sztuki, postrzegane są jako jedne z kluczowych czynników kształtujących rozwój skutecznej komunikacji międzyludzkiej⁶¹.

⁵⁴ Ibidem, 532.

⁵⁵ Ibidem.

⁵⁶ Lamm, „The role of shared neural activations...”, 22.

⁵⁷ Ibidem.

⁵⁸ Ibidem, 434.

⁵⁹ Ibidem, 433.

⁶⁰ Ibidem.

⁶¹ Ibidem.

Warto zaznaczyć, że między innymi właśnie wspomniane części mózgu (przednia część wyspy oraz przedni zakręt obręczy) podawane są również jako obszary zaangażowane w występowanie odruchów empatycznych i reakcji emocjonalnych⁶². Właśnie przedniej części wyspy, przedniemu zakrętowi obręczy, a także korze somatosensorycznej przypisywany jest udział w przebiegu procesów odpowiedzialnych za współodczuwanie emocji, określany aspektem emocjonalnym empatii. Jako części mózgu odpowiedzialne za przyjmowanie cudzej perspektywy, czyli aspekt poznawczy empatii, uważana jest przyśrodkowa kora przedczołowa, styk skroniowo-ciemieniowy, bruzda skroniowa górna oraz biegun płata skroniowego⁶³. Aspekt emocjonalny empatii od poznawczego różni się względem biorących w nich udział dróg neuronalnych – drogi „dół-góra”, przypisywanej empatii emocjonalnej, charakteryzującej się reprezentowaniem obserwowanych stanów emocjonalnych na nieuświadomionym poziomie, oraz funkcjonującej w przypadku poznawczego aspektu empatii drogi „góra dół”, gdzie rolę odgrywają reakcje emocjonalne oparte na zrozumieniu sytuacji, świadomie ukierunkowane na przedmiot⁶⁴. Wspomina się również o badaniach wskazujących na udział przyśrodkowej kory przedczołowej zarówno we współodczuwaniu emocji, jak i przyjmowaniu perspektywy – może więc ona stanowić miejsce przecinania się obydwu dróg neuronalnych⁶⁵.

Jedno z badań mających na celu wykazanie, jakie części mózgu biorą aktywny udział w doświadczeniu estetycznym (w tym przypadku dotyczącym sztuki wizualnej portretowej, reprezentatywnej, abstrakcyjnej oraz rzeźby), wykazało aktywacje neuronalne między innymi w ciele migdałowatym, hipokampie, zakręcie przyhipokampowym, korze retrosplenialnej, wyspie, przedniej i tylnej korze obręczy oraz dodatkowym polu ruchowym⁶⁶. Wskazane obszary częściowo pokrywają się z wyszczególnionymi powyżej partiami mózgu, posiadającymi swój udział w nawiązywaniu relacji społecznych i empatycznych, odpowiadając przy tym za procesy pamięciowe i społeczno-emocjonalne, w tym między innymi pamięć emocjonalną oraz przywoływanie wspomnień i skojarzeń⁶⁷.

Sama przednia kora obręczy natomiast odgrywa istotną rolę podczas obserwacji wizerunków osób bliskich, dzielących z badanymi emocjonalną więź o charakterze romantycznym lub rodzicielskim⁶⁸. Podobne aktywacje neuronalne obserwowane są między innymi także w obrębie wyspy, zakrętu obręczy i hipokampa oraz w częściach mózgu bogato wyposażonych w receptory pośredniczące w transporcie oksytocyny i wazopresyny⁶⁹ – wspomnianych wcześniej neurohormonów, biorących udział w powstawaniu więzi społecznych między jednostkami⁷⁰. Aktywacje te różnią się nieznacznie w zależności od

⁶² Kamila Jankowiak-Siuda, Katarzyna Siemieniuk, Anna Grabowska, „Neurobiologiczne podstawy empatii”, *Neuropsychiatria i Neuropsychologia* 4 (2009): 54.

⁶³ Ibidem.

⁶⁴ Ibidem, 52-53.

⁶⁵ Ibidem, 54.

⁶⁶ Maddalena Boccia i in., „Where does brain neural activation in aesthetic responses to visual art occur? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies”, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 60 (2016):

67, DOI: 10.1016/j.neubiorev.2015.09.009.

⁶⁷ Neuroexpert. Encyklopedia neurofizjologii, dostęp 12.05.2024, <https://neuroexpert.org/encyklopedia>.

⁶⁸ Andreas Bartels, Semir Zeki, „The neural correlates of maternal and romantic love”, *Neuroimage* 21 (2004): 1163, DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.11.003.

⁶⁹ Ibidem, 1162.

⁷⁰ Luigi F. Agnati, Diego D. Guidolin, Kjell K. Fuxe, „Art as a human «instinct like» behavior emerging from the exaptation of the communication processes”, w: *Art, aesthetics and the brain*, red. Joseph P. Huston, Marcos

faktu, czy reakcje badanych dotyczą relacji romantycznych, czy matczynych⁷¹, natomiast w obydwu przypadkach są one niewątpliwie obecne. Fakt ten, połączony z wiedzą o analogicznym udziale wspomnianych obszarów mózgu w kontakcie z obiektami artystycznymi, może wskazywać na podobieństwo w charakterze więzi międzyludzkich oraz tych powstałych podczas doświadczenia estetycznego.

Sztuka, jako wartość wykreowana specyficznym dla ludzi przez nich samych, ewoluująca równolegle z nimi na przestrzeni lat, do dziś niezmiennie stanowi znaczący element życia człowieka. Przywołane powyżej wyniki badań i teorie dotyczące rozmaitych form artystycznego przekazu pozwalają przypuszczać, że jej funkcja w społeczeństwie obejmuje nie tylko zapewnianie rozrywki i prosty przekaz informacji, lecz także angażuje zaawansowane procesy emocjonalne, porównywalne do tych, jakie towarzyszą relacjom interpersonalnym. Specyficzny rodzaj więzi możliwy do nawiązania z obiektami artystycznymi rozpatrywany jest między innymi pod kątem podziału na sztukę reprezentatywną i abstrakcyjną, a więc roli, jaką w dziele sztuki odgrywa konkretny podmiot, który odbiorca mógłby uznać za cel swoich emocji.

Rola komponentu społecznego w odbiorze dzieła sztuki

Zastanawiając się nad rolą komponentu społecznego w odbiorze dzieła sztuki, warto zacząć od związku między skłonnością do przejmowania cudzych stanów emocjonalnych (tak zwaną zaraźliwością emocjonalną)⁷² a wrażliwością na sztukę zarówno reprezentatywną, jak i abstrakcyjną. W badaniach nad tą relacją wykorzystywana jest przykładowo elektromiografia twarzy, umożliwiająca ocenę napięcia mięśni wokół ust i oczu, a co za tym idzie: dokładną obserwację mimiki oraz pomiar przewodnictwa skórno, ulegającego natężeniu w miarę odczuwania intensywniejszych emocji⁷³. Wyniki badań wykazują zależność między wysoko określaną przez uczestników własną wrażliwością empatyczną a intensywnymi reakcjami cielesnymi na obserwowane dzieła sztuki – zarówno reprezentatywne, przedstawiające konkretne sceny sytuacyjne, jak i abstrakcyjne⁷⁴. Warto wspomnieć jednak, że zaraźliwość emocjonalna traktowana jest jako jedna z niższych form empatii, opartych na nieświadomych i niekontrolowanych procesach fizycznych (które, według niektórych badaczy⁷⁵, nie powinny nawet być empatią określane).

Aktywny odbiór reprezentatywnych dzieł sztuki może naturalnie przywołać na myśl skojarzenie z koncepcją ucieleśnionej symulacji⁷⁶, która tłumaczyłaby powstałe reakcje obserwacją przedstawionych na obrazach ludzkich ciał, wykonujących rozmaite gesty. Podobne doznania, towarzyszące percepcji dzieła abstrakcyjnego, wskazują natomiast na mniej oczywistą już zależność między poziomem ogólnej wrażliwości emocjonalnej

Nadal, Francisco Mora, Luigi F. Agnati, Camilo J. Cela-Conde, Oxford: 2015, 433, DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199670000.003.0022.

⁷¹ Ibidem.

⁷² Gerger, „Empathy, Einfühlung, and aesthetic experiences...”, 151.

⁷³ Ibidem.

⁷⁴ Ibidem.

⁷⁵ Jacob, „The Direct-Perception Model...”, 525.

⁷⁶ Gallese, „Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading”, 497.

a intensywnością postrzegania obiektów artystycznych⁷⁷. Ten rodzaj nawiązywania relacji z pozornie pozbawionymi obecności podmiotu obiektami abstrakcyjnymi, przypisywany jest działaniu wspomnianych już neuronów kanonicznych – komórek nerwowych, ulegających aktywacji podczas obserwacji przedmiotu, z którym możliwe jest wejście w interakcję fizyczną lub emocjonalną⁷⁸.

Dynamiczny rozwój nowych technologii, w tym sztucznej inteligencji, sprawił, że człowiek nie jest już jedyną istotą zdolną do uprawiania sztuki. Fakt ten natomiast prowadzi do refleksji nad tym, czy pozbawienie obiektu artystycznego czynnika społecznego w postaci ludzkiego autora wpłynie na modyfikację postrzegania tego rodzaju sztuki przez odbiorców. Jedno z prowadzonych w tym kierunku badań wykazało brak znaczącej zależności w powstawaniu emocjonalnych reakcji odbiorców dzieł sztuki od faktu, czy powstały one z wykorzystaniem technologii, czy ludzkiej inwencji twórczej⁷⁹. Oceny prac autorstwa człowieka charakteryzowała jednak nieco większa intensywność i precyzja w określaniu estetycznych wrażeń⁸⁰. Co ciekawe, osoby badane często przypisywały obrazom wygenerowanym przez sztuczną inteligencję zamierzony, intencjonalny przekaz emocjonalny, nawet wtedy, gdy zostały wcześniej poinformowane o komputerowym pochodzeniu dzieła⁸¹. Fakt ten koresponduje z określeniem „empatia z medium” (*empathy with the medium*)⁸², odnoszącym się do emocjonalnej więzi powstałej między odbiorcą dowolnego rodzaju formy artystycznej a samym dziełem⁸³. Wspomniana więź zależy nie tylko od przedstawionej sytuacji i jej bohaterów, lecz w dużej mierze także od technicznych środków przekazu, za pomocą których treść prezentowana jest odbiorcy, takich jak specyficzne ruchy kamery czy efekty montażowe (autor określenia „empatia z medium”, Joerg Fingerhut, posługiwał się właśnie przykładem filmu)⁸⁴.

Nie podlega wątpliwości fakt, że człowiek zdolny jest do stworzenia wyjątkowego rodzaju emocjonalnej relacji z postrzeganym przez siebie dziełem sztuki, jakim może być obraz, film, rzeźba czy fragment literacki. Powstały w ten sposób rodzaj więzi posiada wiele elementów wspólnych z empatycznym kontaktem społecznym, możliwym do stworzenia między dwoma jednostkami ludzkimi. Przytoczone powyżej teorie i doświadczenia empiryczne stanowią jednak przesłanki ku stwierdzeniu, że komponent społeczny zawarty w percypowanym przedmiocie nie stanowi warunku do wytworzenia relacji z udziałem odbiorcy. Jego obecność nie pozostaje natomiast bez jakiegokolwiek wpływu, stanowiąc prawdopodobnie jeden z elementów składowych doświadczenia estetycznego, lecz nie jego kluczową część.

⁷⁷ Gerger, „Empathy, Einfühlung, and aesthetic experiences...”, 163.

⁷⁸ Freedberg, „Motion, emotion and empathy...”, 197.

⁷⁹ Theresa R. Demmer i in., „Does an emotional connection to art really require a human artist? Emotion and intentionality responses to AI- versus human-created art and impact on aesthetic experience”, *Computers in Human Behavior* 148 (2023): 8, DOI: 10.1016/j.chb.2023.107875.

⁸⁰ Ibidem.

⁸¹ Ibidem, 15.

⁸² Joerg Fingerhut, „Enacting media. An embodied account of enculturation between neuromediality and new cognitive media theory”, *Frontiers in Psychology* 12 (2021): 15, DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.635993>.

⁸³ Ibidem.

⁸⁴ Ibidem.

Podsumowanie

Charakter relacji powstających między człowiekiem a otaczającym go światem to zagadnienie obecne w rozważaniach natury filozoficznej i społecznej od czasów epoki starożytnej. Celem artykułu było zwrócenie uwagi na analogie występujące między emocjonalnym charakterem relacji interpersonalnych a towarzyszącej doświadczeniu estetycznemu więzi, łączącej dzieło sztuki z jego odbiorcą, za kluczową cechę wspólną przyjmując obecną w obydwu przypadkach rolę empatii. Zarówno więzi społeczne, jak i te powstałe podczas interakcji ze sztuką, w znacznej mierze czerpią ze skłonności podmiotu do wykazywania empatii, której jednak definicja określana i interpretowana może być na niejeden możliwy sposób. Powyższy fakt, jak również indywidualność danych dotyczących emocjonalności i skłonności jednostek do odruchów empatycznych, a co za tym idzie: ograniczona obiektywność prowadzonych obserwacji, stanowią potencjalne komplikacje w stawianiu jasnych, niepodważalnych tez w tym temacie. Liczne przesłanki wskazują jednak na możliwość potwierdzenia hipotezy postawionej na początku artykułu, iż sposób, w jaki ludzie nawiązują wzajemne relacje posiada prawdopodobnie wiele wspólnego z emocjonalnym charakterem doświadczenia estetycznego.

Bibliografia

- Agnati, Luigi F., Diego D. Guidolin, Kjell K. Fuxe. „Art as a human «instinct like» behavior emerging from the exaptation of the communication processes”. W: *Art, aesthetics and the brain*, red. Joseph P. Huston, Marcos Nadal, Francisco Mora, Luigi F. Agnati, Camilo J. Cela-Conde. Oxford: 2015, 426-450. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199670000.003.0022.
- Allesch, Christian. „Einfühlung – A Key Concept of Psychological Aesthetics”. W: *Empathy*, red. Vanessa Lux, Sigrid Weigel. Londyn: 2017, 223-243. DOI: 10.1057/978-1-137-51299-4_9.
- Bartels, Andreas, Semir Zeki. „The neural correlates of maternal and romantic love”. *Neuroimage* 21 (2004): 1155-1166. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.11.003.
- Boccia, Maddalena, Sonia Barbetti, Laura Piccardi, Cecilia Guariglia. „Where does brain neural activation in aesthetic responses to visual art occur? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies”. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 60 (2016): 65-71. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2015.09.009.
- Brucker, Christina M., Dale Phillips. „Is There a Relationship Between Art and Theory of Mind? A Review of Findings” (Plattsburgh: Department of Psychology 2017). Dostęp 11.10.2025. <http://hdl.handle.net/1951/69711>.
- Cusick, Suzanne G. „Feminist Theory, Music Theory and the Mind/Body Problem”. *Perspectives of New Music* 32 (1994): 8-27. DOI: 10.2307/833149.
- Debes, Remy. „Which empathy? Limitations in the mirrored «understanding» of emotion”. *Synthese* 175 (2010): 219-239. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9499-7>.
- Demmer, Theresa R., Joerg Fingerhut, Corinna Kühnapfel C., Matthew Pelowski. „Does an emotional connection to art really require a human artist? Emotion and intentionality responses to AI- versus human-created art and impact on aesthetic experience”. *Computers in Human Behavior* 148 (2023): 1-20. DOI: 10.1016/j.chb.2023.107875.
- Di Pellegrino, Giuseppe, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi, Vittorio Gallese. „Understanding motor events: A neurophysiological study”. *Experimental Brain Research* 91 (1992): 176-180. DOI: 10.1007/BF00230027.
- Fingerhut, Joerg. „Enacting media. An embodied account of enculturation between neuromediality and new cognitive media theory”. *Frontiers in Psychology* 12 (2021): 1-22. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.635993>.
- Francuz, Piotr. „O empatii i rozumieniu”. W: *Empatia, obrazowanie i kontekst jako kategorie kognitywistyczne*, red. Henryk Kardela, Zbysław Muszyński, Maciej Rajewski, 95-102. Lublin: Wydawnictwo UMCS, 2012.
- Freedberg, David, Vittorio Gallese. „Motion, emotion and empathy in esthetic experience”. *Trends in Cognitive Sciences* 11 (2007): 197-203. DOI: 10.1016/j.tics.2007.02.003.
- Gallese, Vittorio, Alvin Goldman. „Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading”. *Trends in Cognitive Sciences* 2 (1998): 493-501. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01262-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01262-5).
- Gallese, Vittorio. „Before and below «theory of mind»: embodied simulation and the neural correlates of social cognition”. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 362 (2007): 659-669. DOI: 10.1098/rstb.2006.2002.

Gallese, Vittorio, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi, Giacomo Rizzolatti. „Action recognition in the premotor cortex”. *Brain* 119 (1996): 593-609. DOI: 10.1093/brain/awp167.

Gallese, Vittorio. „The «Shared Manifold» Hypothesis. From Mirror Neurons To Empathy”. *Journal of Consciousness Studies* 8 (2001): 33-50.

Ganczarek, Joanna, Thomas Hünefeldt, Marta Olivetti Belardinelli, „From *Einfühlung* to Empathy: Exploring the Relationship between Aesthetic and Interpersonal Experience”, *Cognitive Processing* 19 (2018): 141-145, DOI: 10.1007/s10339-018-0861-x.

Gulin, Wojciech. „Theodora Lippsa psychologiczna koncepcja empatii”. *Forum psychologiczne* 2 (1997): 25-37.

Hickok, Gregory. *Mit neuronów lustrzanych*. Tłum. Krzysztof Cipora, Aleksandra Machniak. Kraków: Copernicus Center Press, 2016.

Hutchison, William, Karen Davis, Andres Lozano, Jonathan Dostrovsky, Ronald Tasker. „Pain related neurons in the human cingulate cortex”. *Nature Neuroscience* 2 (1999): 403-405. DOI: 10.1038/8065.

Jacob, Pierre. „The Direct-Perception Model of Empathy: a Critique”. *Review of Philosophy and Psychology* 2 (2011): 519-540. DOI: 10.1007/s13164-011-0065-0.

Jankowiak-Siuda, Kamila, Katarzyna Siemieniuk, Anna Grabowska. „Neurobiologiczne podstawy empatii”. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia* 4 (2009): 51–58.

Keskin, Burhanettin. „How would theory of mind play a role in comprehending art?”. *Early Child Development and Care* 179 (2009): 645-649. DOI: 10.1080/03004430701482167.

Keyzers, Christian. *Empatia*. Tłum. Łukasz Kwiatek. Kraków: Copernicus Center Press, 2017.

Kilner, James M., Alice Neal, Nikolaus Weiskopf N., Karl J. Friston. „Evidence of Mirror Neurons in Human Inferior Frontal Gyrus”. *The Journal of Neuroscience* 29 (2009): 10153-10159. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2668-09.2009.

Lamm, Claus, Jasminka Majdandžić. „The role of shared neural activations, mirror neurons and morality in empathy – a critical comment”. *Neuroscience Research* 90 (2015): 15-24. DOI: 10.1016/j.neures.2014.10.008.

Lavelle, Jane S. „Theory-theory and the Direct Perception of Mental States”. *Review of Philosophy and Psychology* 3 (2012): 213-230. DOI: 10.1007/s13164-012-0094-3.

Neuroexpert. Encyklopedia neurofizjologii. Dostęp 12.05.2024. <https://neuroexpert.org/encyklopedia>.

Premack, David, Guy Woodruff. „Does the chimpanzee have a theory of mind?”. *The Behavioral and Brain Sciences* 4 (1978): 515-526. DOI: 10.1017/S0140525X00076512.

Rizzolatti, Giacomo, Leonardo Fogassi. „The mirror mechanism: recent findings and perspectives”. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 369 (2014): 1-12. DOI: 10.1098/rstb.2013.0420.

Singer, Tania. „Understanding Others: Brain Mechanisms of Theory of Mind and Empathy”. W: *Neuroeconomics. Decisions Making and the Brain*, red. Paul W. Glimcher, Ernst Fehr, Colin F. Camerer, Russel A. Poldrack, 251-268. Amsterdam 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374176-9.00017-8>.

Thioux, Marc, Christian Keysers. „Empathy: Shared circuits and their dysfunctions”. *Dialogues in Clinical Neuroscience*” 12 (2010): 546-552. DOI: 10.31887/DCNS.2010.12.4/mthioux.

Karol Trojanowski

Analiza funkcji predykcyjnych komórek miejsca w świetle współczesnych badań

Abstrakt

Komórki miejsca w hipokampie odgrywają kluczową rolę w kodowaniu informacji przestrzennej, umożliwiając organizmowi nawigację w otoczeniu. Tradycyjnie przypisywano im funkcję tworzenia i przechowywania map kognitywnych, a także udział w konsolidacji pamięci epizodycznej. W ostatnich latach pojawiły się jednak dowody sugerujące, że ich funkcje są znacznie bogatsze i obejmują przewidywanie przyszłych stanów środowiska oraz planowanie ruchu. W artykule przeanalizowane zostały badania z ostatnich kilkunastu lat dotyczące mechanizmów aktywności SWR (*sharp-wave ripples*) i powtórki hipokampowej, które wskazują, że komórki miejsca nie tylko przechowują informacje o przeszłych trajektoriach, ale również antycypują przyszłe ścieżki ruchu. Zaprezentowano dowody pochodzące z badań nad gryzoniami, które wskazują na występowanie aktywacji sekwencji neuronalnych związanych z przyszłymi eksploracjami jeszcze przed ich realizacją. Badania neurofizjologiczne zostały uzupełnione o wyniki kluczowych badań w zakresie modelowania matematycznego. Wnioski te mają istotne konsekwencje dla rozumienia roli hipokampu w planowaniu, uczeniu się i podejmowaniu decyzji. Stawiana jest sugestia, że przyszłe badania powinny skupić się na modelowaniu pracy hipokampu z użyciem najnowszych teorii z zakresu neurobiologii obliczeniowej.

Słowa kluczowe: komórki miejsca, hipokamp, nawigacja przestrzenna, przewidywanie, planowanie, powtórka hipokampowa, SWR

Abstract

Place cells in the hippocampus play a key role in encoding spatial information, enabling the body to navigate the environment. Traditionally, they have been credited with the function of creating and storing cognitive maps, as well as participating in the consolidation of episodic memory. In recent years, however, evidence has emerged suggesting that their functions are much richer and include predicting future environmental states and planning movement. This paper examines research from the past several years on the mechanisms of SWR (*sharp-wave ripples*) activity and hippocampal replay, which indicate that place cells not only store information about past trajectories, but also anticipate future movement pathways. Evidence from rodent studies was presented that indicate the occurrence of activation of neuronal sequences associated with future explorations even before their execution. Neurophysiological studies have been complemented by the results of key mathematical modeling studies. The findings have important implications for understanding the role of the hippocampus in planning, learning and decision-making. A suggestion is made that future research should focus on modeling the workings of the hippocampus using the latest theories in computational neuroscience.

Keywords: place cells, hippocampus, spatial navigation, prediction, planning, hippocampal replay, SWR

Wstęp

Komórki miejsca odgrywają kluczową rolę w naszym rozumieniu zdolności do nawigacji przestrzennej, lecz ich dokładne funkcje nadal są odkrywane. Główne wnioski sformułowane w pierwszych latach po ich odkryciu, na początku lat 70. XX w. przez Johna O'Keefe'a i innych, do dziś pozostają aktualne – są to neurony piramidalne, obecne najliczniej w obszarach C1 i C3 hipokampu, które wykazują selektywną aktywność, gdy zwierzę (w tym wypadku przeważnie szczur) znajduje się w konkretnym miejscu danego otoczenia, a ich główną funkcją jest konstruowanie tzw. map kognitywnych.¹ W kolejnych dekadach odnajdowano coraz to nowe komórki o komplementarnych funkcjach, takie jak komórki graniczne, komórki orientacji głowy czy komórki czasowe. Odnajdowane były nowe właściwości "map miejsca" (*place maps, place fields*) oraz odkrywano,

jak zmieniają się one wraz ze zmianą warunków eksperymentalnych, czy też w odpowiedzi na interwencje farmakologiczne i lezje. Funkcje komórek miejsca wiążano z kodowaniem, konsolidacją a następnie z przywoływaniem wspomnień epizodycznych związanych z przemieszczaniem się, co do dziś jest

¹ John O'Keefe, „A Review of the Hippocampal Place Cells”, *Progress in Neurobiology* 13, nr 4 (styczeń 1979): 419–39, [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(79\)90005-4](https://doi.org/10.1016/0301-0082(79)90005-4).

poglądem dominującym.² Nie jest to pogląd fałszywy, ale w świetle pewnych badań wymaga uzupełnienia. W ciągu ostatnich kilkunastu lat ukazały się badania, które sugerują dużo bogatszy zestaw funkcji komórek miejsca, z których za najciekawsze uważam te związane z przewidywaniem i planowaniem. Postaram się wykazać, że przewidywanie przyszłości wyłania się jako jedno z kluczowych zadań realizowanych przez komórki miejsca i naszkicuję, które programy badawcze poświęcone tej tematyce wydają się obecnie – w mojej ocenie – najbardziej obiecujące.

Neuroanatomia hipokampu

Hipokamp jest kluczową strukturą mózgu biorącą udział w przetwarzaniu informacji przestrzennej, zawierającą obszary dedykowane tej funkcji. Jest on bilateralną strukturą obecną w głębi płatów skroniowych kory mózgowej większości kręgowców (w tym człowieka), będącą częścią układu limbicznego. Strukturami sąsiadującymi są m.in. zakręt przyhipokampowy, zakręt zębaty, jądro migdałowe oraz – istotna w kontekście przetwarzania informacji przestrzennej – kora śródwęczowa. Sam hipokamp (czasem określany *hipokampem właściwym*, by wyróżnić tę strukturę z szerszej formacji hipokampu) dzieli się na kilka obszarów: CA1, CA2, CA3 i CA4. Za najistotniejsze dla przetwarzania informacji przestrzennej uważa się obecnie CA1, CA3 (zawierające największą liczbę komórek miejsca) oraz fragmenty kory śródwęczowej, gdzie ulokowane są tzw. komórki siatkowe. Połączenia eferentne kory śródwęczowej przebiegają przez zakręt zębaty i łączą się z komórkami miejsca w obszarach CA1 i CA3. Połączenia eferentne hipokampu przebiegają przez podkładkę i łączą się z różnymi obszarami mózgu, zarówno z korą mózgową jak i ze strukturami podkorowymi, takimi jak wzgórze. W badaniach behawioralno-neurologicznych z wykorzystaniem zadań wymagających nawigacji przestrzennej najlepiej zbadany jest hipokamp szczura i na podstawie przykładu szczura wyciąga się większość wniosków na temat jego funkcji w przetwarzaniu informacji przestrzennej.

Ta praca nie jest poświęcona bezpośrednio problematyce komórek siatkowych, ale przy okazji omawiania komórek miejsca błędem byłoby o nich nie wspomnieć. Przypuśćmy, że mamy do czynienia ze szczurem, któremu wszczepiono elektrody zbierające potencjały czynnościowe z pojedynczych komórek w korze śródwęczowej i który ma swobodę poruszania się po kwadratowym wybiegu o wymiarach $1\text{ m} \times 1\text{ m}$. Komórki siatkowe w standardowych warunkach wykazują aktywność, którą po pewnym czasie pomiaru częstotliwości wyzwalania potencjałów czynnościowych ułożyć można w mapę przestrzenną o wymiarach identycznych do wymiarów wybiegu. W rezultacie powstaje mapa gęstości aktywacji, która ma kształt periodycznej sieci trójkątnej, w węzłach której znajdują się obszary o najwyższej częstotliwości aktywacji danej komórki. Takich map jest prawdopodobnie tak wiele, jak wiele jest komórek siatkowych, a każda z nich charakteryzuje się innym odstępem między węzłami. Kształt mapy może ulec korekcie na skutek ruchu albo przeniesienia zwierzęcia na inny wybieg, ale przyjmuje się, że mają one charakter ustalony. Jedynie poprzez plastyczne połączenia z hipokampem mogą one wchodzić w rozmaite kombinacje, pobudzając komórki miejsca w sposób zależny od kontekstu.^{3,4}

² May-Britt Moser, David C. Rowland, i Edvard I. Moser, „Place Cells, Grid Cells, and Memory”, *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 7, nr 2 (luty 2015): a021808, <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021808>.

³ Marianne Fyhn i in., „Hippocampal Remapping and Grid Realignment in Entorhinal Cortex”, *Nature* 446, nr 7132 (marzec 2007): 190–94, <https://doi.org/10.1038/nature05601>.

⁴ Moser, Rowland, i Moser, „Place Cells, Grid Cells, and Memory”.

Powtórka hipokampowa i aktywność SWR

Przełomowym odkryciem na drodze do pełnego zrozumienia funkcji komórek miejsca była obserwacja zjawiska powtórki hipokampowej (*hippocampal replay*). Na tym etapie już wiadano, że komórki miejsca z obszaru C1 wykazują (w sposób na razie niespecyficzny) większą aktywność podczas snu niż w stanie czuwania, o ile wtedy zwierzę nie znajduje się w odpowiednim polu miejsca (gdzie ta aktywność jest z definicji wysoka). Aktywność podczas snu przypisywano procesowi konsolidacji pamięci. Badaczom natomiast udało się wykazać nie tylko, że aktywność konkretnych komórek miejsca podczas snu jest skorelowana z aktywnością tych samych komórek w stanie czuwania, ale że zachowana jest także kolejność ich aktywacji⁵.⁶ Można na tej podstawie wysnuć wniosek, że komórki miejsca nie tylko kodują przestrzenne mapy poznawcze, ale także całe sekwencje zdarzeń zarejestrowanych w trakcie doświadczenia.

Warto podkreślić, że proces powtórki hipokampowej faktycznie stanowi podstawę konsolidacji pamięci epizodycznej. Odbywa się on podczas snu wolnofalowego (*slow-wave sleep*, SWS) jak i podczas spokojnego czuwania i towarzyszą mu rejestracje oscylacji ostrych (*sharp-wave ripples*, SWR) w sygnale potencjału lokalnego z formacji hipokampu. Te rodzaje oscylacji trwają zwykle kilkadziesiąt milisekund i charakteryzują się wysoką częstotliwością rzędu 100-250Hz. Oscylacje wzbudzone są z częstotliwością optymalną dla zaistnienia długotrwałego wzmocnienia synaptycznego (*long-term potentiation*, LTP) w sieci samego hipokampu oraz połączeń eferentnych obszaru C1 z innymi obszarami mózgu, w tym kory mózgowej, co skutkuje wytworzeniem długotrwałych wspomnień epizodycznych. Ten ostatni wniosek poparto doświadczeniami, w których poprzez zaburzanie aktywności SWR po okresach uczenia wykazano związek przyczynowy między oscylacjami ostrymi a długotrwałą pamięcią epizodyczną, bowiem zwierzęta, u których aktywność SWR była selektywnie wstrzymana, nie były w stanie formować trwałych wspomnień.⁷

Powyższe oraz inne obserwacje wspierały model funkcji komórek miejsca, według którego ich głównym zadaniem jest konsolidacja wspomnień. W podsumowaniu ma on następującą postać:⁸

1. Podczas aktywności w stanie czuwania następuje krótkoterminowa aktywacja mechanizmów plastyczności neuronalnej w sieci hipokampu, która skutkuje powstaniem w hipokampie śladu pamięciowego, który to może w dalszej kolejności ulec konsolidacji. Okno konsolidacji ma rozpiętość od kilku do kilkunastu godzin.
2. W ramach czasowego okna konsolidacji wspomnienia odtwarzane są poprzez aktywność SWR, co ma miejsce albo podczas snu, albo spokojnego stanu czuwania.
3. Odtworzenia mają charakter reaktywacji sekwencji aktywności komórek miejsca w takiej samej kolejności, w jakiej zostały uprzednio zarejestrowane, ale mogą odbywać się w znacznym przyspieszeniu.⁹ Przypuszcza się, że przyspieszenie ma za zadanie powiązać przyczynowo wcześniejsze czynności z osiągnięciem celu.

⁵ C Pavlides i J Winson, „Influences of Hippocampal Place Cell Firing in the Awake State on the Activity of These Cells During Subsequent Sleep Episodes”, *The Journal of Neuroscience* 9, nr 8 (sierpień 1989): 2907–18, <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.09-08-02907.1989>.

⁶ Zoltán Nádasdy i in., „Replay and Time Compression of Recurring Spike Sequences in the Hippocampus”, *The Journal of Neuroscience* 19, nr 21 (listopad 1999): 9497–507, <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-21-09497.1999>.

⁷ Moser, Rowland, i Moser, „Place Cells, Grid Cells, and Memory”.

⁸ Brad E. Pfeiffer, „The Content of Hippocampal «Replay»”, *Hippocampus* 30, nr 1 (styczeń 2020): 6–18, <https://doi.org/10.1002/hipo.22824>.

⁹ Nádasdy i in., „Replay and Time Compression of Recurring Spike Sequences in the Hippocampus”.

4. Konsolidacja wspomnień odbywa się poprzez hebbesowskie wzmocnienie połączeń w ramach sieci samego hipokampu, ale także poprzez przetransferowanie ich do obszarów o niższej plastyczności takich jak kora mózgu, gdzie mogą przybrać trwałą postać.

Hipokamp patrzący w przyszłość

Nacisk na rolę komórek miejsca w konsolidacji słabnie jednak wraz z obserwacjami aktywności SWR, których nie udało się skojarzyć z procesami konsolidacji. Badacze zaczęli uważniej przyglądać się aktywnościom SWR obecnym podczas chwilowo beczynnego czuwania (np. gdy szczur tuż po zjedzeniu nagrody chwilę trwa w bezruchu – jakby się zastanawiał – aby po chwili powrócić do zadania), którym do tej pory przypisywano rolę czysto konsolidacyjną, podobnie jak aktywnościom SWR podczas snu wolnofalowego. Istotnym i trudnym do wyjaśnienia w ramach dotychczasowego modelu zjawiskiem było odtwarzanie sekwencji aktywności komórek miejsca w *odwrotnej kolejności*, niż miało to miejsce podczas wykonywania aktywności.¹⁰ Takie odtwarzanie zachodzi podczas przerw w bieganiu, zwłaszcza po otrzymaniu nagrody i jest jeszcze silniejsze, gdy zwierzę umieszczone zostaje w *nowym środowisku*. Podejrzewa się, że ta aktywność hipokampu ma nie tyle na celu *konsolidację* wspomnienia, ale jego *analizę* pod kątem tego, jakie działania przyczyniły się do sukcesu. W kontekście tych wyników postuluje się, że mechanizm ten rozwiązuje problem obecny np. w uczeniu maszynowym poprzez wzmocnienie (*reinforcement learning*), znany jako *problem czasowego przydzielania punktów* (*temporal credit assignment problem*), pomagając w ewaluacji przeszłych kroków z punktu widzenia obecnej sytuacji.¹¹ Wynika z tego, że hipokamp szczura w pewnym sensie próbuje odpowiedzieć na pytanie: które z moich wyborów zdecydowały o tym, że mi się udało? – co przełożyć można na ogólniejsze pytanie: jakie wybory warto zapamiętać, wiążąc je z osiągnięciem celu, aby można było je wykorzystać w podobnej sytuacji? Można tu zadać pytanie retoryczne – czemu miałyby to służyć, jak nie podejmowaniu lepszych wyborów w przyszłości?

Badania, które zwróciły uwagę na funkcję komórek miejsca w planowaniu zademonstrowały, że komórki te wykazują aktywność specyficzną dla danego działania *przed* jego wykonaniem. W badaniu z 2011 r. myszy, u których zbierano aktywność z kilkunastu komórek obszaru CA1 hipokampu, mogły początkowo poruszać się po liniowym torze, z którym były już dobrze zaznajomione.¹² W drugiej fazie eksperymentu zwierzętom udostępniany był nowy korytarz, który mogły eksplorować. W wyniku statystycznej analizy sekwencji aktywności komórek miejsca rejestrowanych podczas biegania po torze znanym oraz podczas biegania po całym dostępnym torze udało się wykazać, że aktywność rejestrowana podczas drugiej fazy (bieganie po nowym korytarzu) pojawiała się wcześniej, podczas fazy *pierwszej* (bieganie po znanym korytarzu). Oznacza to, że przed eksploracją nowego środowiska komórki miejsca odtwarzają sekwencje aktywności odpowiadające przyszłym doświadczeniom towarzyszącym nawigacji przestrzennej, co autorzy wiążą z predykcyjną funkcją hipokampu w uczeniu się. Nie oznacza to jednak jeszcze, że zaobserwowana aktywność jest *planowa*, ponieważ w tym przypadku zwierzę nie stało przed żadnym wyborem ani problemem do rozwiązania.

¹⁰ David J. Foster i Matthew A. Wilson, „Reverse Replay of Behavioural Sequences in Hippocampal Place Cells During the Awake State”, *Nature* 440, nr 7084 (marzec 2006): 680–83, <https://doi.org/10.1038/nature04587>.

¹¹ Pfeiffer, „The Content of Hippocampal «Replay»”.

¹² George Dragoi i Susumu Tonegawa, „Preplay of Future Place Cell Sequences by Hippocampal Cellular Assemblies”,

Nature 469, nr 7330 (styczeń 2011): 397–401, <https://doi.org/10.1038/nature09633>.

Przesłanek, że aktywność SWR poprzedzająca dalsze poruszanie się ma prawdopodobnie jakąś przyczynową funkcję, a nie jest tylko zjawiskiem towarzyszącym, dostarczają badania nad dokonywaniem wyboru przez szczury. W eksperymencie z 2012 r. badane zwierzęta, aby otrzymać nagrodę, musiały w określony sposób odwiedzać korytarze labiryntu o kształcie litery W.¹³ Sposób odwiedzania korytarzy wymagał zapamiętania, który korytarz szczur wcześniej odwiedził. Zarówno trenin- gowi, jak i wykonywaniu tego zadania towarzyszą aktywności SWR, które rejestrowane są w mo- mentach, gdy zwierzę musi wybrać jeden z korytarzy. Wcześniej dowiedziono, że lezje hipokampu utrudniają wykonanie tego zadania, ale wnioski z takich eksperymentów zwykle są zbyt mało szcze- gółowe. W omawianym eksperymencie zastosowano aktywny układ wykrywający wystąpienie ak- tywności SWR, który wyzwał odpowiednio skalibrowany impuls elektryczny oddziałujący na ob- szar CA3, co skutkowało przerwaniem oscylacji w obszarze CA1. Zwierzęta poddane supresji ak- tywności SWR rzadziej dokonywały poprawnych wyborów niż zwierzęta z grupy kontrolnej, nato- miast zastosowana interwencja nie miała wpływu na wykształcenie się poprawnych map miejsca. Ta ostatnia obserwacja jest o tyle istotna, że świadczy o tym, iż efekt jest ograniczony do przyczynowego oddziaływania aktywności SWR na dokonywanie wyboru, a nie wynika chociażby z tego, że inter- wencja w ogóle uniemożliwiła stabilizację map miejsca. Według autorów wynik eksperymentu świadczy o tym, że powtórki hipokampowe w stanie czuwania odgrywają rolę w podejmowaniu de- cyzji w oparciu o wspomnienia.

Do wykazania, że aktywność hipokampu może świadczyć o procesach planowania, potrzebne jest jednak zademonstrowanie, że zachodzi związek pomiędzy aktywnością hipokampu w momen- tach poprzedzających podjęcie decyzji z jej *trafnością*. Stosownych dowodów dostarczają badania z 2013 r. W pierwszym omawianym badaniu, przeprowadzonym na myszach, zwierzęta uczyły się wykonywania wspomnianego już zadania w labiryncie o kształcie litery W.¹⁴ Co jeszcze raz warto podkreślić, w zadaniu tym mysz musi zapamiętać, który korytarz odwiedziła wcześniej, żeby doko- nać właściwego wyboru następnego korytarza. Badacze analizowali statystyczne zależności pomię- dzy aktywacją par komórek podczas aktywności SWR, które występowały, gdy zwierzę znajdowało się w pobliżu nagrody (ale już po jej zjedzeniu) i było względnie nieruchome. Wspólna aktywacja par komórek miejsca zachodziła częściej w wypadku dokonywania poprawnych wyborów we wcze- snej fazie uczenia, co świadczy o tym, że większa aktywność komórek miejsca towarzyszyła *lepszemu* decyzjom. Co jednak najbardziej zdumiewające – podczas aktywności SWR zaobserwowano se- kwencje aktywacji komórek miejsca odpowiadające nie tylko przeszłym doświadczeniom, ale wielu możliwym ścieżkom *przyszłych kroków*, co świadczy o tym, że hipokamp *symuluje przyszłe trajek- torie*, z których później łatwiej wybrać właściwą. W drugim omawianym badaniu szczury uczyły się przeszukiwania otwartego wybiegu w poszukiwaniu losowo umieszczonej nagrody, której położenie zmieniano się z każdą iteracją, a po jej znalezieniu miały udać się do “domu”, którego położenie zmieniano raz dziennie.¹⁵ Zmiany zastosowano w celu wyeliminowania efektu uczenia się stałej lo- kalizacji celu. Rejestrowano zarówno przestrzenne położenie szczurów, jak i aktywność SWR, a oba

¹³ Shantanu P. Jadhav i in., „Awake Hippocampal Sharp-Wave Ripples Support Spatial Memory”, *Science* 336, nr 6087 (czerwiec 2012): 1454–58, <https://doi.org/10.1126/science.1217230>.

¹⁴ Annabelle C. Singer i in., „Hippocampal SWR Activity Predicts Correct Decisions During the Initial Learning of an

Alternation Task”, *Neuron* 77, nr 6 (marzec 2013): 1163–73, <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.01.027>.

¹⁵ Brad E. Pfeiffer i David J. Foster, „Hippocampal Place-Cell Sequences Depict Future Paths to Remembered Goals”, *Nature* 497, nr 7447 (maj 2013): 74–79, <https://doi.org/10.1038/nature12112>.

zestawy danych poddano analizie statystycznej. Okazało się, że sekwencje aktywności komórek miejsca wykazywały silne korelacje z późniejszymi ścieżkami przemieszczania się szczurów nawet wtedy, gdy zwierzęta miały znaleźć nagrodę w innym miejscu, niż przy poprzedniej próbie. Dostarcza to kolejnego poparcia dla hipotezy, że hipokamp koduje relacje przestrzenne między aktualną lokalizacją a celem (symuluje trajektorie). Innymi słowy, hipokamp odgrywa ważną rolę w planowaniu nawigacji przestrzennej, co znajduje bezpośrednie odzwierciedlenie w aktywności komórek miejsca. Liczba badań eksperymentalnych potwierdzających hipotezę o symulacji trajektorii jest oczywiście większa.¹⁶

Hipokamp jako mapa predykcyjna

Hipoteza o udziale aktywności komórek miejsca w planowaniu działania zanim zostanie ono zrealizowane znajduje także poparcie w ujęciach teoretycznych. W 2017 r. ukazała się praca kwalifikująca przekonanie, że komórki miejsca po prostu reprezentują położenia.¹⁷ Autorzy dodają do tego stwierdzenia hipotezę, że kodują one także *reprezentację przewidywań* co do przyszłych lokalizacji zwierzęcia, uwzględniając aktualne położenie i przyjętą strategię (*policy*), a nie zaledwie samo aktualne położenie. Swoją model matematyczny opierają o przesłanki z teorii uczenia ze wzmocnieniem (*reinforcement learning*) i określają go mianem SR (od *successor representation*) czyli modelu reprezentacji stanów następujących. W ramach tego modelu każdy ruch zwierzęcia jest związany ze zmianą stanu z obecnego na jeden z możliwych stanów następnych, a zmiana ta wiąże się z otrzymaniem pewnej abstrakcyjnej nagrody. Przyjmując aktualną strategię (np. „znajdź jedzenie”), model SR po wykonaniu każdego ruchu dąży do maksymalizacji nagrody abstrakcyjnej, która z każdym ruchem ulega zmianie w odpowiedzi na zmiany w otoczeniu oraz na zmiany w położeniu zwierzęcia. W tym modelu konkretne komórki miejsca kodują oczekiwanie co do lokalizacji w przyszłości, a populacje komórek reprezentują możliwe przejścia pomiędzy stanami zwierzęcia. Sam model jest dość złożony i uwzględnia także inne elementy funkcjonalne, takie jak komórki graniczne i komórki położenia głowy, także nie będę go tutaj omawiał w szczegółach. Dość powiedzieć, że łańcuchy takich przejść pomiędzy stanami w odpowiednich chwilach można wprost powiązać z wspomnianymi wcześniej trajektoriami przestrzenno-czasowymi, które hipokamp miałby wedle hipotezy symulować. Autorzy zdołali za pomocą swojego modelu poprawnie przewidzieć zarówno trajektorie przestrzenno-czasowe, jak i sekwencje aktywacji komórek miejsca w eksperymencie z labiryntem Tolmana, w którym wprowadzano zmiany. Można zatem wywnioskować, że hipoteza o roli hipokampu w konstruowaniu map predykcyjnych (które umożliwiają planowanie dzięki antycypowaniu przyszłości), a przez to także hipoteza o symulowaniu trajektorii, znajduje solidne potwierdzenie eksperymentalne.

Podsumowanie

Odpowiadając na centralne pytanie niniejszej pracy mogę udzielić kwalifikowanej odpowiedzi – badania przeprowadzone w ciągu kilkunastu ostatnich lat bez wątpienia świadczą o tym, że w pewnym sensie komórki miejsca *służą przewidywaniu przyszłości*, ale też nie jest to ich jedyna funkcja. Tak, wiele badań wskazuje na to, że komórki miejsca biorą udział w kodowaniu przyszłych trajektorii przestrzenno-czasowych, a także w wyborze najlepszej drogi do celu, ale są to jedne z wielu zadań,

¹⁶ Pfeiffer, „The Content of Hippocampal «Replay»”.

¹⁷ Kimberly L Stachenfeld, Matthew M Botvinick, i Samuel J Gershman, „The Hippocampus as a Predictive Map”, *Nature Neuroscience* 20, nr 11 (listopad 2017): 1643–53, <https://doi.org/10.1038/nn.4650>.

w których uczestniczą. O wielu wynikach badań nie wspomniałem. Przykładowo w tych samych badaniach, które wskazywały na rolę komórek miejsca w planowaniu w trakcie wykonywania zadania z jasno określonym celem, nie znaleziono szczególnej zależności między aktywnością SWR a zwykłą eksploracją czy zwykłym poszukiwaniem pożywienia. Ponadto obecność korelacji między odtwarzanymi w ramach aktywności SWR sekwencjami a zachowaniem nie oznacza, że aktywność komórek miejsca *determinowała* późniejsze zachowanie.¹⁸ Co więcej – komórki hipokampu zaangażowane są, wedle obecnego stanu wiedzy, w kodowanie *ogólnych sekwencji zdarzeń sensorycznych*, a nie tylko informacji przestrzennych. W skomplikowane zachowanie oparte na celowym, zaplanowanym działaniu zaangażowanych jest z pewnością wiele różnych struktur mózgu, a badanie roli hipokampu w tych procesach jest zaledwie częścią układanki.¹⁹

Na koniec wspomnę o obiecujących programach badawczych, które moim zdaniem powinny poważnie podjąć tematykę modelowania działania hipokampu. Podejście Stachenfeld nie jest jedynym możliwym podejściem do predykcyjnego modelowania aktywności komórek miejsca. Ujmując to ogólniej – uczenie z wzmocnieniem (*reinforcement learning*) nie jest jedynym podejściem do predykcyjnego modelowania aktywności mózgu. Szerszą grupę tych teorii określa się mianem “teorii mózgu predykcyjnego”, a należą do niej m.in. wspomniane już uczenie przez wzmacnianie, hipoteza mózgu bayesowskiego (*Bayesian brain hypothesis*), teoria kodowania predykcyjnego (*predictive coding*) oraz aktywne wnioskowanie (*active inference*). Wszystkie te podejścia można zaliczyć do neurobiologii obliczeniowej, jednak część z nich zazębia się m.in. ze sztuczną inteligencją i robotyką. Wszystkie wychodzą z założenia, że przewidywanie przyszłości jest adaptacyjnie korzystne i że takie właśnie zadanie mózg realizuje. Różnią się one w szczegółowych założeniach i metodach, a za najbardziej ogólną teorię można uznać aktywne wnioskowanie.²⁰ Biorąc za przykład aktywne wnioskowanie, można zauważyć, że teorie te robią obecnie zawrotną karierę, ale – poza pewnymi bardzo elementarnymi paradygmatami eksperymentalnymi z użyciem kultur neuronalnych *in vitro* – brakuje im solidnych danych empirycznych. Do tej pory zastosowanie aktywnego wnioskowania do opisu komórek miejsca ma charakter właściwie tylko obiecującej dyskusji.²¹ A nie powinno tak być! Jest to swego rodzaju paradoks, bo aktywne wnioskowanie opiera się na dość prostych zasadach, które nie-estety – jak się okazuje – być może bardzo trudno jest zaimplementować w szczegółach. Tym niemniej postęp, jaki poczyniono w zrozumieniu hipokampu, moim zdaniem wskazuje, że jest to wspaniałe pole do przetestowania tej teorii w praktyce.

Literatura

1. Dragoi, George, i Susumu Tonegawa. „Preplay of Future Place Cell Sequences by Hippocampal Cellular Assemblies”. *Nature* 469, nr 7330 (styczeń 2011): 397–401. <https://doi.org/10.1038/nature09633>.
2. Foster, David J., i Matthew A. Wilson. „Reverse Replay of Behavioural Sequences in Hippocampal Place Cells During the Awake State”. *Nature* 440, nr 7084 (marzec 2006): 680–83. <https://doi.org/10.1038/nature04587>.
3. Fyhn, Marianne, Torkel Hafting, Alessandro Treves, May-Britt Moser, i Edvard I. Moser. „Hippocampal Remapping and Grid Realignment in Entorhinal Cortex”. *Nature* 446, nr 7132 (marzec 2007): 190–94. <https://doi.org/10.1038/nature05601>.

¹⁸ Pfeiffer i Foster, „Hippocampal Place-Cell Sequences Depict Future Paths to Remembered Goals”.

¹⁹ Moser, Rowland, i Moser, „Place Cells, Grid Cells, and Memory”.

²⁰ Mark Sprekav i Ryan Smith, „An Introduction to Predictive Processing Models of Perception and Decision-Making”, *Topics in Cognitive Science*, październik 2023, tops.12704, <https://doi.org/10.1111/tops.12704>.

²¹ Raphael Kaplan i Karl J. Friston, „Planning and Navigation as Active Inference”, *Biological Cybernetics* 112, nr 4

(sierpień 2018): 323–43, <https://doi.org/10.1007/s00422-018-0753-2>.

4. Jadhav, Shantanu P., Caleb Kemere, P. Walter German, i Loren M. Frank. „Awake Hippocampal Sharp-Wave Ripples Support Spatial Memory”. *Science* 336, nr 6087 (czerwiec 2012): 1454–58. <https://doi.org/10.1126/science.1217230>.
5. Kaplan, Raphael, i Karl J. Friston. „Planning and Navigation as Active Inference”. *Biological Cybernetics* 112, nr 4 (sierpień 2018): 323–43. <https://doi.org/10.1007/s00422-018-0753-2>.
6. Moser, May-Britt, David C. Rowland, i Edvard I. Moser. „Place Cells, Grid Cells, and Memory”. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 7, nr 2 (luty 2015): a021808. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021808>.
7. Nádasdy, Zoltán, Hajime Hirase, András Czurkó, Jozsef Csicsvari, i György Buzsáki. „Replay and Time Compression of Recurring Spike Sequences in the Hippocampus”. *The Journal of Neuroscience* 19, nr 21 (listopad 1999): 9497–507. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-21-09497.1999>.
8. O’Keefe, John. „A Review of the Hippocampal Place Cells”. *Progress in Neurobiology* 13, nr 4 (styczeń 1979): 419–39. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(79\)90005-4](https://doi.org/10.1016/0301-0082(79)90005-4).
9. Pavlides, C, i J Winson. „Influences of Hippocampal Place Cell Firing in the Awake State on the Activity of These Cells During Subsequent Sleep Episodes”. *The Journal of Neuroscience* 9, nr 8 (sierpień 1989): 2907–18. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.09-08-02907.1989>.
10. Pfeiffer, Brad E. „The Content of Hippocampal «Replay»”. *Hippocampus* 30, nr 1 (styczeń 2020): 6–18. <https://doi.org/10.1002/hipo.22824>.
11. Pfeiffer, Brad E., i David J. Foster. „Hippocampal Place-Cell Sequences Depict Future Paths to Remembered Goals”. *Nature* 497, nr 7447 (maj 2013): 74–79. <https://doi.org/10.1038/nature12112>.
12. Singer, Annabelle C., Margaret F. Carr, Mattias P. Karlsson, i Loren M. Frank. „Hippocampal SWR Activity Predicts Correct Decisions During the Initial Learning of an Alternation Task”. *Neuron* 77, nr 6 (marzec 2013): 1163–73. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.01.027>.
13. Sprevak, Mark, i Ryan Smith. „An Introduction to Predictive Processing Models of Perception and Decision-Making”. *Topics in Cognitive Science*, październik 2023, tops.12704. <https://doi.org/10.1111/tops.12704>.
14. Stachenfeld, Kimberly L., Matthew M Botvinick, i Samuel J Gershman. „The Hippocampus as a Predictive Map”. *Nature Neuroscience* 20, nr 11 (listopad 2017): 1643–53. <https://doi.org/10.1038/nn.4650>.

Weronika Wołowczyk

Symfonia neuronów: Terapeutyczny wpływ muzyki na mózg i funkcje poznawcze

Abstrakt:

Celem artykułu jest opisanie terapeutycznego wpływu muzyki na mózg i funkcje poznawcze. W pierwszej części omówiono wpływ muzyki na strukturę i funkcjonowanie mózgu, koncentrując się na różnicach neuroanatomicznych i neurofizjologicznych między muzykami a nie-muzykami. Kolejna część przedstawia przegląd badań dotyczących roli muzyki w funkcjonowaniu poznawczym, ze szczególnym uwzględnieniem jej wpływu na uwagę, pamięć oraz uczenie się. W ostatniej części artykułu opisano znaczenie muzyki w terapii i rehabilitacji zaburzeń poznawczych, podkreślając jej zastosowanie w pracy z pacjentami po udarach, z chorobą Alzheimera oraz afazją.

Słowa kluczowe: muzyka, funkcje poznawcze, muzykoterapia, neurofizjologia muzyki, neuroanatomia muzyki, rehabilitacja poznawcza

Abstract: The aim of this article is to describe the therapeutic effects of music on the brain and cognitive functions. The first section discusses the impact of music on brain structure and function, focusing on neuroanatomical and neurophysiological differences between musicians and non-musicians. The next section presents a review of studies on the role of music in cognitive functioning, with particular emphasis on its influence on attention, memory, and learning. The final section analyzes the significance of music in the therapy and rehabilitation of cognitive disorders, highlighting its application in working with patients after strokes, as well as those with Alzheimer's disease and aphasia.

Keywords: music, cognitive functions, music therapy, neurophysiology of music, neuroanatomy of music, cognitive rehabilitation

Wstęp

„Muzyka to w sposób szczególny słyszany, rozumiany, odczuwany przez człowieka czas [...] Muzyka to sztuka zanurzona w czasie”¹ – tak opisuje muzykę Lidia Kataryńczuk-Mania, porównując ją do płynącego strumienia dźwięków, do którego nigdy nie można wejść dwa razy². Jest to tylko jedna z metafor próbująca uchwycić istotę muzyki – zjawiska, które od wieków fascynuje i towarzyszy człowiekowi w różnych momentach jego życia.

Jednak muzyka to nie tylko doświadczenie estetyczne czy kulturowe. W coraz większym stopniu staje się przedmiotem badań naukowych filozofów, psychologów, neurobiologów czy kognitywistów. Szczególne zainteresowanie budzi jej wpływ na funkcjonowanie poznawcze oraz zmiany, jakie wywołuje w strukturze i aktywności mózgu.

Niniejszy artykuł przybliży wpływ muzyki na mózg i funkcje poznawcze człowieka, w tym uwagę, pamięć i uczenie. W pracy dokonano analizy różnic strukturalnych i neurofizjologicznych między mózgami muzyków i nie-muzyków. Omówiono także znaczenie muzyki w terapii i rehabilitacji zaburzeń poznawczych.

Mózg muzyka i mózg nie-muzyka

Muzyka oddziałuje na mózg na wiele sposobów, dlatego warto przyjrzeć się bliżej różnicom między osobami, które intensywnie zajmują się tworzeniem i wykonywaniem muzyki a osobami, którym muzyka towarzyszy w życiu w dużo mniejszym stopniu. Jak wskazuje William J. Dawson temat różnic między muzykami a nie-muzykami intryguje badaczy od wielu lat - prowadzonych jest coraz więcej badań w tym obszarze, szczególnie w kontekście neuroanatomicznym i neurofizjologicznym³. Dawson podkreśla, że wytrenowany muzyk musi posiadać wiele umiejętności, które odróżniają go od osób nie-muzycznych: są to przede wszystkim wyostrome słyszenie, które umożliwia muzykowi trafne identyfikowanie i interpretowanie bodźców dźwiękowych, odpowiednio rozwinięte zdolności dotyczące analizowania wysokości dźwięku czy rytmu, oraz umiejętność używania wielu mięśni w zależności od swojej specjalności (na przykład wokalne lub instrumentalnej)⁴.

Alicja M. Olszewka, Maciej Gaca, Aleksandra M. Herman, Katarzyna Jednoróg i Artur Marchewka piszą, że „mózg muzyczny jest produktem zarówno naturalnej neuroróżnorodności człowieka, jak i praktyki treningowej”⁵. Ich badania dotyczą neuroplastyczności, czyli „procesu adaptacji strukturalnej i funkcjonalnej mózgu w celu osiągnięcia nowych umiejętności w odpowiedzi na bodźce wewnętrzne i zewnętrzne”⁶. Jest to związane z różnymi procesami, jak na przykład mielinizacją czy rekonfiguracją połączeń,

¹ Lidia Kataryńczuk-Mania, *Edukacja muzyczna dzieci z perspektywy pedagogicznej i profilaktyczno-terapeutycznej*, (Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”, 2022), 14.

² Ibidem.

³ William J. Dawson, „How and Why Musicians Are Different from Nonmusicians: A Bibliographic Review”, *Medical Problems of Performing Artists* 26 (2011), 2: 65.

⁴ Ibidem.

⁵ Alicja M. Olszewska et al., „How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity”, *Frontiers in Neuroscience* 15 (2021): 1, DOI:10.3389/fnins.2021.630829.

⁶ Ibidem, 11-12.

kształtu i wielkości komórek nerwowych⁷. Neuroplastyczność jest kluczowym pojęciem w kontekście zmian strukturalnych i funkcjonalnych wynikających z treningu muzycznego, ponieważ praktyka muzyczna jest złożonym procesem, który wykorzystuje wiele sensorycznych modalności i wyższych funkcji poznawczych, co wpływa na adaptację mózgu poprzez modyfikację połączeń neuronalnych, kształtowanie obszarów odpowiedzialnych za percepcję i kontrolę ruchową oraz rozwój specyficznych umiejętności muzycznych⁸.

Gottfried Schlaug, Lutz Jäncke, Yanxiong Huang, Jochen F. Staiger i Helmuth Steimetz wykazali, że przednia część ciała modelowatego jest większa u muzyków (szczególnie tych, którzy rozpoczęli naukę muzyki przed siódmym rokiem życia) w porównaniu do grupy kontrolnej⁹. Jak pisze Schlaug, „ciało modelowate jest głównym szlakiem włókien łączących półkule mózgu i odgrywa ważną rolę w integracji i komunikacji pomiędzy półkulami”¹⁰ i wskazuje, że anatomiczna różnica wielkości tej struktury u muzyków może być skutkiem zwiększonej potrzeby komunikacji pomiędzy półkulami ze względu na ciągłe wykonywanie skomplikowanych i niezależnych ruchów palców obu rąk przez granie na instrumencie¹¹.

Christian Gaser i Schlaug przeprowadzili badania porównujące objętość istoty szarej w obszarach mózgu związanych z motoryką, słuchem i percepcją wzrokowo-przestrzenną w trzech grupach – profesjonalnych muzyków, muzyków-amatorów oraz nie-muzyków¹². Wykazali dodatnią korelację między statusem muzyka a wzrostem objętości substancji szarej, między innymi w obszarach motorycznych, somatosensorycznych, przedruchowych, mózdzku i lewym zakręcie Heschla. Badacze uważają, że te różnice mogą być strukturalnymi adaptacjami w odpowiedzi na długotrwałe ćwiczenia muzyczne, szczególnie, że obszary, takie jak kora przedruchowa i mózdzek (gdzie między innymi stwierdzono większą objętość istoty szarej u muzyków), odgrywają istotną rolę w planowaniu, przygotowaniu i wykonywaniu sekwencyjnych ruchów palców obu rąk. Poniżej przedstawiono przekroje osiowe wyników nałożonych na średnią z 80 pojedynczych obrazów anatomicznych¹³.

⁷ Ibidem, 1-2.

⁸ Ibidem, 1-3.

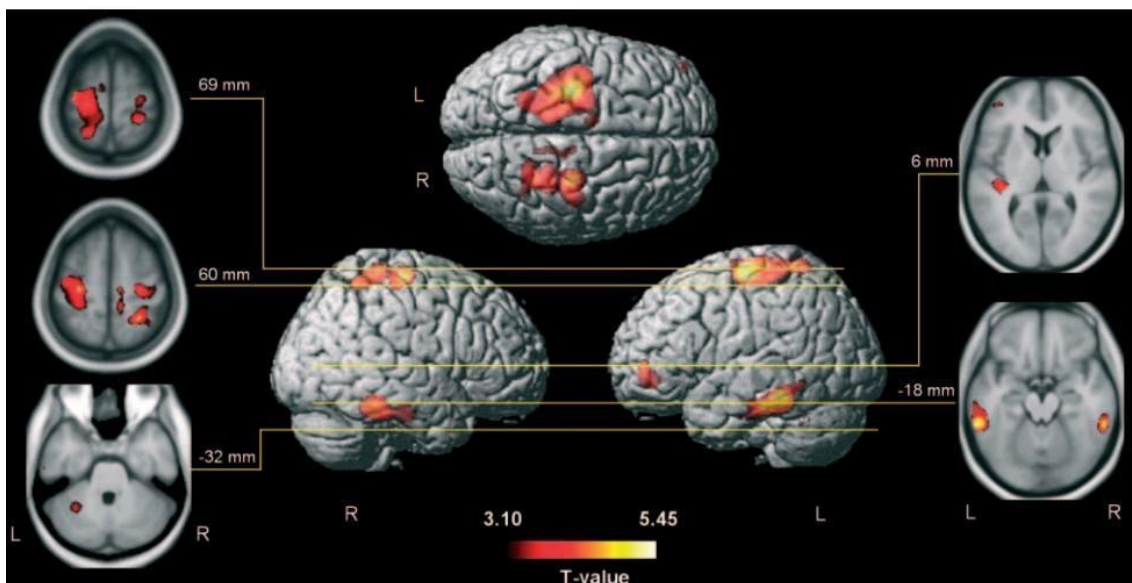
⁹ Gottfried Schlaug et al., „Increased corpus callosum size in musicians”, *Neuropsychologia* 33 (1995), 8: 1047, DOI:10.1016/0028-3932(95)00045-5.

¹⁰ Gottfried Schlaug, „The Brain of Musicians. A Model for Functional and Structural Adaptation”, *Annals of the New York Academy of Sciences* 930 (2001), 1: 284, DOI:10.1111/j.1749-6632.2001.tb05739.x.

¹¹ Ibidem, 285.

¹² Christian Gaser, Gottfried Schlaug, „Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians”, *Journal of Neuroscience* 23 (2003), 27: 9240, DOI:10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003.

¹³ Ibidem, 9242-9243.



Rys. 1 Obszary mózgu z różnicami w objętości istoty szarej między profesjonalnymi muzykami, muzykami-amatorami i nie-muzykami (źródło: Christian Gaser, Gottfried Schlaug, „Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians”, *Journal of Neuroscience* 23 (2003), 27: 9242).

Jak pisze R. Douglas Fields, poza istotą szarą, czyli neuronami mającymi zdolność do komunikowania się między sobą przez impulsy elektryczne oraz wydzielanie różnych neuromodulatorów i neuroprzekaźników¹⁴, ważną rolę w mózgu odgrywa tzw. istota biała - tworzona przez aksony - oraz związane z nią zjawisko mielinizacji¹⁵. Joanna Bładowska i Marek Sasiadek wyjaśniają, że mielina jest substancją otaczającą aksony, która ułatwia transmisję impulsów nerwowych w ośrodkowym układzie nerwowym¹⁶. Szwedzcy badacze Sara L. Bengtsson, Zoltán Nagy, Stefan Skare, Lea Forsman, Hans Forsberg i Fredrik Ullén wykazali grubszą warstwę mieliny na aksonach jednej drogi istoty białej w prawej półkuli mózgu u profesjonalnych muzyków¹⁷. Marzena Żylińska również pisze o zwiększonej ilości mieliny, ale u dzieci, które regularnie ćwiczą na instrumencie¹⁸.

W kontekście różnic strukturalnych Manfred Spitzer pisze także o wydłużeniu się obszaru kory odpowiadającego za palce lewej dłoni u gitarzystów i skrzypków (czyli instrumentalistów, u których dokładne chwytanie lewą ręką ma kluczowe znaczenie) średnio od 1,5 do 3cm¹⁹. Dzieje się tak jednak jedynie kiedy ćwiczy się dużo od najmłodszych lat²⁰. Z kolei Schlaug, Jäncke, Huang, Steinmetz przy użyciu pozytonowej tomografii emisyjnej, wykazali różnice wielkości lewego *planum temporale* między muzykami ze

¹⁴ R. Douglas Fields, *Drugi mózg. Rewolucja w nauce i medycynie*, tłum. K. Dziecioł (Warszawa: Prószyński i S-ka, 2012), 7.

¹⁵ Ibidem, 327.

¹⁶ Joanna Bładowska, Marek Sasiadek, „Dojrzewanie mózgowia w obrazach rezonansu magnetycznego”, *Polski Przegląd Neurologiczny* 7 (2011), 1: 1–2.

¹⁷ Sara Bengtsson et al., „Extensive Piano Practicing Has Regionally Specific Effects on White Matter Development”, *Nature neuroscience* 8 (2005): 1148, DOI:10.1038/nn1516.

¹⁸ Marzena Żylińska, *Neurodydaktyka. Nauczanie i uczenie się przyjazne mózgowi* (Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2013), 73–74.

¹⁹ Manfred Spitzer, *Jak uczy się mózg*, tłum. Małgorzata Guzowska-Dąbrowska (Warszawa: Wydawnictwo Naukowe

PWN, 2012), 87-88.

²⁰ Ibidem.

słuchem absolutnym, muzykami bez słuchu absolutnego i nie muzykami – stwierdzili większą asymetrię lewostronną wśród muzyków ze słuchem absolutnym²¹. Jak piszą Martin Meyer, Stefan Elmer i Jäncke, *planum temporale* to część kory słuchowej, która odgrywa bardzo ważną rolę w realizacji funkcji słuchowych, które są podstawą dla przetwarzania muzycznego i mowy²². W swoim badaniu również wykazali większą asymetrię tego regionu u muzyków i stwierdzili lepszą wydajność w wykonywaniu zadań językowych właśnie u tej grupy²³.

W aspekcie neurofizjologicznym, Dawson opisuje wiele różnic funkcjonalnych mózgu między muzykami a nie-muzykami, przede wszystkim w kontekście przetwarzania dźwięku i muzyki, różnic słuchowych, postrzegania rytmu, tempa, metrum, akordów, melodii czy dynamiki²⁴. Badania Joydeepa Bhattacharya i Hellmutha Petsche'a dotyczące przetwarzania muzyki przez muzyków wskazują na silne powiązania między układem słuchowym a motorycznym²⁵. Wyniki badań Gupty, Bhushan i Behery, którzy opracowali trójkanałowy model neurokognitywny wyjaśniający indukowane przez muzykę wzmocnienie poznawcze, wskazują, że muzyka bezpośrednio wpływa na system poznawczy i zwiększa wydajność mózgu²⁶. Model ten obejmuje „(1)zwiększoną globalną wydajność mózgu, (2)zwiększoną lokalną wydajność neuronalną w płacie przedczołowym i (3)zwiększoną zdolność do utrzymania uwagi”²⁷.

Schlaug podkreśla, że jest obecnie wiele dowodów na to, że trening muzyczny prowadzi do różnych zmian strukturalnych i funkcjonalnych w układzie nerwowym²⁸. Wskazuje jednak, że kolejne badania powinny również określać jak muzyczne doświadczenia i trening muzyczny zmieniają elementy neuronalne związane z percepcyjnym przetwarzaniem muzycznych bodźców oraz planowaniem i wykonywaniem skomplikowanych działań motorycznych wymagających wielomodalnych informacji sensorycznych i precyzji w monitorowaniu i informowaniu zwrotnym, ponieważ nie-muzycy przetwarzają podobnie niektóre bodźce muzyczne, więc należy znaleźć źródła tych podobieństw i różnic²⁹.

Przedstawione badania wykazują znaczące różnice w strukturze i funkcjonowaniu mózgu między muzykami a nie-muzykami, co sugeruje, że trening muzyczny wpływa na neuroplastyczność mózgu. Z badań wynika również, że regularne ćwiczenia muzyczne mogą wpływać na połączenia neuronowe, kształtować obszary odpowiedzialne za percepcję i kontrolę ruchową, a także rozwijać specyficzne umiejętności muzyczne. W przyszłych badaniach warto zgłębić mechanizmy tych zmian i zdefiniować w jakim stopniu są one wynikiem wrodzonych predyspozycji, a w jakim efektem treningu. Warto także zastanowić

²¹ Gottfried Schlaug et al., „In Vivo Evidence of Structural Brain Asymmetry in Musicians”, *Science* 267 (1995), 5198: 699–700, DOI:10.1126/science.7839149.

²² Martin Meyer, Stefan Elmer, Lutz Jäncke, „Musical Expertise Induces Neuroplasticity of the Planum Temporale”, *Annals of the New York Academy of Sciences* 1252 (2012), 1: 116, DOI:10.1111/j.1749-6632.2012.06450.x.

²³ Ibidem, 119.

²⁴ Dawson, „How and Why Musicians Are”, 69-71.

²⁵ Joydeep Bhattacharya, Hellmuth Petsche, „Musicians and the Gamma Band: A Secret Affair?”, *NeuroReport* 12 (2001), 2: 371.

²⁶ Ashish Gupta, Braj Bhushan, Laxmidhar Behera, „Short-Term Enhancement of Cognitive Functions and Music: A Three-Channel Model”, *Scientific Reports* 8 (2018), 1: 1, DOI:10.1038/s41598-018-33618-1.

²⁷ Ibidem.

²⁸ Gottfried Schlaug, „The brain of musicians”, w: *The Cognitive Neuroscience of Music*, red. Isabelle Peretz, Robert Zatorre (Oxford: Oxford University Press, 2003), 376–377.

²⁹ Ibidem, 376, 6.

się nad wpływem różnych typów muzyki i różnych instrumentów na neuroplastyczność mózgu.

Choć przedstawione badania dostarczają cennych informacji na temat wpływu muzyki na mózg i różnic między muzykami a nie-muzykami, należy podkreślić, że interpretacja wyników może być utrudniona przez różnice indywidualne, jak i metodologiczne ograniczenia poszczególnych badań. Istnieje również potrzeba dalszych badań longitudinalnych, które mogłyby lepiej uwzględnić dynamikę zmian neurobiologicznych związanych z praktyką muzyczną na przestrzeni życia.

Zmiany strukturalne i funkcjonalne w mózgach muzyków stanowią dowód na istotny wpływ muzyki na plastyczność neuronalną. W kontekście tych obserwacji kluczowe staje się pytanie o zakres i charakter tych oddziaływań na procesy poznawcze. W szczególności istotne jest określenie, czy i w jakim stopniu muzyka wpływa na mechanizmy uwagi, pamięci oraz uczenia się. Kolejna część artykułu poświęcona jest analizie badań dotyczących związku między muzyką a funkcjonowaniem poznawczym.

Wpływ muzyki na uwagę, pamięć, uczenie się i inne funkcje poznawcze

Jak pisze Anna Mosiołek: „funkcjonowanie poznawcze oznacza zdolność danej osoby do przetwarzania myśli. Określenie funkcje poznawcze odnosi się głównie do takich obszarów związanych z myśleniem jak pamięć, zdolność do uczenia się nowych informacji, mowy, czytania ze zrozumieniem i komunikacji”³⁰. Z kolei w słowniku Amerykańskiego Towarzystwa Psychologicznego funkcjonowanie poznawcze jest przedstawione jako

„wydajność procesów umysłowych, takich jak percepcja, uczenie się, pamięć, rozumienie, świadomość, rozumowanie, osąd, intuicja i język”³¹.

Przełomowym momentem w badaniu wpływu muzyki nad funkcje poznawcze był rok 1993, w którym Francesa H. Rauscher, Gordon L. Shaw i Katherine N. Ky przedstawili badania dotyczące tzw. efektu Mozarta – zgłosili, że 36 studentów zwiększyło swoje średnie wyniki w zdolnościach czasowo-przestrzennych [*spatial-temporal performance*] po wysłuchaniu pierwszej części „Sonaty na dwa fortepiany D-dur” Wolfganga Amadeusza Mozarta i efekt ten zanikał po 10-15 minutach³². Jak wskazuje Jeffrey S. Jenkins, świat nauki był podzielony w kontekście rzetelności tych wyników, bo wielu badaczom nie udawało się ich replikować³³. Ashish Gupta, Braj Bhushan i Laxmindhar Behera piszą, że „późniejsze odkrycia pokazały, że efekt ten nie jest ograniczony do kompozycji Mozarta, ani do rozumowania przestrzenno-czasowego. Dalsze badania ukazały, że każdy bodziec, który wywołuje umiarkowany poziom pobudzenia i przyjemny nastrój u osoby, prowadzi do znaczącej poprawy wyników poznawczych i że efekt ten znika, gdy pobudzenie i przyjemność są utrzymywane na stałym poziomie”³⁴. Jak wskazuje E. Glenn Schellenberg,

³⁰ Anna Mosiołek, „Metody badań funkcji poznawczych”, *Psychiatria* 11 (2014), 4: 215.

³¹ Hasło: funkcjonowanie poznawcze, <https://dictionary.apa.org/cognitive-functioning> [20.05.2024].

³² Frances H. Rauscher, Gordon L. Shaw, Catherine N. Ky, „Music and Spatial Task Performance”, *Nature* 365 (1993): 611, DOI:10.1038/365611a0.

³³ J. S. Jenkins, „The Mozart Effect”, *Journal of the Royal Society of Medicine* 94 (2001), 4: 170, DOI:10.1177/014107680109400404.

³⁴ Gupta, Bhushan, Behera, „Short-term enhancement”: 1.

badania Raushera, Shaw i Ky stały się jednak główną inspiracją dla kolejnych badaczy do zastanawiania się nad wpływem muzyki na funkcje kognitywne człowieka, otwierając nowe perspektywy w zrozumieniu roli muzyki w rozwoju poznawczym³⁵. Podkreśla jednak, że istnieją znaczące różnice dotyczące wpływu muzyki na funkcje poznawcze w zależności od tego czy jest to jej słuchanie czy aktywne wykonywanie³⁶.

Schellenberg i Michael W. Weiss zauważają, że słuchanie muzyki w czasie wykonywania zadań może różnie wpływać na zdolności poznawcze w zależności od wielu czynników, takich jak rodzaj muzyki czy trudność zadania³⁷. Aleksandra Różańska podkreśla również, że znaczącą rolę w tym temacie mają różnice indywidualne w zakresie temperamentu osoby, jej wykształcenia muzycznego oraz warunki, w jakich odbywa się zadanie³⁸. Schellenberg i Weiss wskazują, że pozytywne efekty związane są najczęściej z poprawą nastroju i poziomu pobudzenia, a negatywne wynikają z zakłóceń poznawczych spowodowanych podzielnością uwagi między muzyką a zadaniem³⁹. Model pojemności uwagi Daniela Kahnemana zakłada, że wykonywanie wielu zadań równocześnie może prowadzić do przeciążenia zasobów poznawczych, czego skutkiem jest spadek efektywności⁴⁰. Z tego względu warto podkreślić, że słuchanie muzyki może również wpływać negatywnie na wykonywanie zadań poznawczych⁴¹.

Susan Hallam i John Price wykazali, że słuchanie muzyki poprawiło wyniki w zadaniach arytmetycznych u dzieci z zaburzeniami emocjonalnymi w wieku 9-10 w porównaniu do grupy rozwiązującej zadania w ciszy⁴². Z kolei w badaniu Andrew J. Bloor'a wykazano, że wyniki zadań matematycznych u 10-latków były gorsze w grupie, której w tle towarzyszyła muzyka⁴³. Jednakże w tych samych badaniach muzyka pozytywnie wpłynęła na wyniki testów czytania⁴⁴.

Różańska badała wpływ muzyki na wyniki zadań na koncentrację uwagi, przy manipulacji trudnością zadania i znajomością utworu: wykazała, że zadania wykonywane były lepiej przy akompaniamencie muzyki niż w ciszy⁴⁵. William F. Thompson, Schellenberg i Adriana K. Letnic sprawdzali jak muzyka w różnym tempie i o różnej intensywności wpływa na rozumienie tekstu i wykazali, że szybka i głośna muzyka obniża

³⁵ E. Glenn Schellenberg, „Music and Cognitive Abilities”, *Current Directions in Psychological Science* 14 (2005), 6: 317, DOI:10.1111/j.0963-7214.2005.00389.x.

³⁶ Ibidem.

³⁷ E. Glenn Schellenberg, Michael W. Weiss, „Music and Cognitive Abilities”, w: *The Psychology of Music*, red. Diana Deutsch (Amsterdam: Academic Press, 2013), 511-512, DOI:10.1016/B978-0-12-381460-9.00012-2.

³⁸ Aleksandra Różańska, „Wpływ muzyki na funkcjonowanie poznawcze człowieka”, *Rocznik Kognitywistyczny* 11 (2018): 35.

³⁹ Schellenberg, Weiss, „Music and cognitive”, 513-514.

⁴⁰ Daniel Kahneman, *Attention and Effort* (New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1973), 14-15.

⁴¹ Schellenberg, Weiss, „Music and cognitive”, 513.

⁴² Susan Hallam, John Price, „Can the Use of Background Music Improve the Behaviour and Academic Performance of Children with Emotional and Behavioural Difficulties?”, *British Journal of Special Education* 25 (1998), 2: 88, DOI:10.1111/1467-8527.t01-1-00063.

⁴³ Andrew Bloor, „The rhythm's gonna get ya' – background music in primary classrooms and its effect on behaviour and attainment”, *Emotional and Behavioural Difficulties* 14 (2009), 4: 261, DOI:10.1080/13632750903303070.

⁴⁴ Ibidem.

⁴⁵ Różańska, „Wpływ muzyki na funkcjonowanie”: 42.

wyniki tego zadania w porównaniu do ciszy, a inne warunki (wolna i cicha, wolna i głośna, szybka i cicha) nie wpływały znacząco na wyniki⁴⁶.

Arian Musliu, Blerta Berisha, Arjeta Musaj, Diellza Latifi, Djellon Peci sprawdzali na grupie studentów czy muzyka może pomóc w zapamiętywaniu różnych tekstów, takich jak sylaby, liczby czy rymowane wiersze – wyniki pokazały, że muzyka negatywnie wpływa na pamięć, bo lepsze wyniki uzyskali studenci wykonujący to zadanie bez muzyki⁴⁷. W badaniach Gianny Cassidy i Raymonda A. R. Macdonalda badano wpływ muzyki o wysokim pobudzeniu i muzyki relaksacyjnej na wykonywanie różnych zadań poznawczych, głównie związanych z przypominaniem, przez introwertyków i ekstrawertyków - udowodniono, że wydajność w tych zadaniach była gorsza w obecności muzyki w tle w porównaniu do ciszy⁴⁸. Pierre Salamé i Alan Baddeley wykazali, że zarówno muzyka wokalna, jak i muzyka instrumentalna zakłócają wydajność pamięci krótkotrwałej, przy czym muzyka wokalna zdecydowanie bardziej⁴⁹.

Schellenberg i Weiss wskazują jednak, że w przypadku pamięci związanej z informacjami prezentowanymi w kontekście audiowizualnym muzyka w tle może pozytywnie wpływać na proces zapamiętywania⁵⁰. Debbie Richards, Eric Fassbender, Aye Bilgin i William F. Thompson wykazali, że muzyka pozytywnie wpływa na zapamiętywanie faktów z prezentacji audiowizualnej⁵¹. Z tego względu tak ważne jest uwzględnianie różnic indywidualnych, w tym nawyków związanych z uczeniem się – Helen J. Crawford i Chehalis

M. Strapp przedstawili wyniki badań, z których wynika, że studenci, którzy zazwyczaj uczą się z muzyką w tle mogą nie wykazywać gorszych wyników w zadaniu, w którym muzyka jest obecna, w przeciwieństwie do studentów, którzy ucząc się zazwyczaj w ciszy mogą wykazywać w takim zadaniu gorsze wyniki⁵².

Powyższe przykłady pokazują, że słuchanie muzyki nie ma tak istotnego wpływu na funkcjonowanie poznawcze człowieka. Jednak, jak podkreślają Schellenberg i Weiss, inaczej jest w przypadku efektów treningu muzycznego – tutaj w zadaniach poznawczych zdecydowanie częściej występują znaczące różnice między osobami, które regularnie i aktywnie wykonują muzykę a osobami, które tego nie robią⁵³.

Schellenberg badał wpływ muzyki na ogólną inteligencję u dzieci – dowiódł, że sześcioletnie dzieci, które przez 36 tygodni uczęszczały na zajęcia muzyczne (gra na keyboardzie lub śpiew), wykazały większy wzrost IQ niż grupy kontrolne, które miały

⁴⁶ William Forde Thompson, E. Glenn Schellenberg, Adriana Katharine Letnic, „Fast and Loud Background Music Disrupts Reading Comprehension”, *Psychology of Music* 40 (2012), 6: 700, DOI:10.1177/0305735611400173.

⁴⁷ Arian Musliu et al., „The Impact of Music on Memory”, *European Journal of Social Sciences Education and Research* 6 (2019), 2: 18, DOI:10.26417/ejser.v10i2.p222-227.

⁴⁸ Gianna Cassidy, Raymond A.R. MacDonald, „The Effect of Background Music and Background Noise on the Task Performance of Introverts and Extraverts”, *Psychology of Music* 35 (2007), 3: 517, DOI:10.1177/0305735607076444.

⁴⁹ Pierre Salamé, Alan Baddeley, „Effects of Background Music on Phonological Short-Term Memory”, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 41 (1989), 1: 107, DOI:10.1080/14640748908402355.

⁵⁰ Schellenberg, Weiss, „Music and cognitive”, 515.

⁵¹ Deborah Richards et al., „An investigation of the role of background music in IVWs for learning”, *Research in Learning Technology* 16 (2008), 3: 231, DOI:10.3402/rlt.v16i3.10901.

⁵² Helen J. Crawford, Chehalis M. Strapp, „Effects of vocal and instrumental music on visuospatial and verbal performance as moderated by studying preference and personality”, *Personality and Individual Differences* 16 (1994), 2: 237, DOI:10.1016/0191-8869(94)90162-7.

⁵³ Schellenberg, Weiss, „Music and cognitive”, 533-534.

zajęcia aktorskie lub brak zajęć dodatkowych⁵⁴. Z kolei Psyche Loui, Lauren B. Raine, Laura Chaddock-Heyman, Arthur F. Kramer i C. H. Hilman udowodnili, że dzieci, które uczestniczą w treningu muzycznym, zwłaszcza te, które grają na instrumencie muzycznym przez więcej niż 0,5 godziny tygodniowo, wykazują wyższe zdolności werbalne i intelektualne w porównaniu z tymi, które nie grają na instrumencie⁵⁵. W badaniach Lucy L. M. Patston i Lynette J. Tippet grupa muzyków osiągała lepsze wyniki w zadaniach związanych z rozumieniem języka i zadaniach wizualno-przestrzennych, co według badaczek może wskazywać na ogólną przewagę poznawczą u muzyków lub bardziej efektywne działanie specyficznych zdolności poznawczych, takich jak szybkość przetwarzania⁵⁶. W innym badaniu Schellenberg wykazał pozytywną korelację pomiędzy czasem spędzonym na treningu muzycznym i zdolnościami akademickimi oraz IQ wśród dzieci w wieku od 6 do 11 lat⁵⁷. Z kolei badania Petera Gouzouasisa, Martina Guhna i Nanda Kishora przeprowadzone na 150 000 uczniach pokazały, że uczniowie, którzy regularnie uczęszczali na zajęcia muzyczne mieli wyższe wyniki z matematyki i biologii w porównaniu do innych uczniów⁵⁸.

Sylvain Moreno, Ellen Bialystok, Raluca Barac, E. Glenn Schellenberg, Nicholas J. Capeda i To Chau przedstawili wyniki interaktywnego programu treningowego dla dzieci w wieku przedszkolnym – po 20 dniach treningu dzieci z grupy muzycznej wykazały poprawę wyników w inteligencji werbalnej⁵⁹. Jak piszą badacze: „Poprawa w inteligencji werbalnej była pozytywnie skorelowana ze zmianami w plastyczności funkcjonalnej mózgu podczas zadania z zakresu funkcji wykonawczych. Nasze wyniki pokazują, że transfer umiejętności poznawczej na wysokim poziomie jest możliwy we wczesnym dzieciństwie”⁶⁰. Sima H. Anvari, Laurel J. Trainor, J. Woodside i Betty A. Levy wskazują na związek między umiejętnościami muzycznymi a wczesnymi umiejętnościami czytania u dzieci przedszkolnych: dzieci z lepszymi umiejętnościami muzycznymi miały również lepsze wyniki w testach fonologicznych i czytania⁶¹.

W kontekście wpływu treningu muzycznego na pamięć Michael A. Cohen, Karla K. Evans, Todd S. Horowitz i Jeremy M. Wolfe wskazują na różnicę pojemnościową między pamięcią dźwiękową a pamięcią wizualną wśród muzyków – w ich badaniu osoby po treningu muzycznym wykazały „lepszą pamięć dla bodźców słuchowych, w tym znanej

⁵⁴ Schellenberg, „Music and cognitive abilities”: 319-320.

⁵⁵ Psyche Loui et al., „Musical Instrument Practice Predicts White Matter Microstructure and Cognitive Abilities in Childhood”, *Frontiers in Psychology* 10 (2019): 1, DOI:10.3389/fpsyg.2019.01198.

⁵⁶ Lucy L. M. Patston, Lynette J. Tippet, „The Effect of Background Music on Cognitive Performance in Musicians and Nonmusicians”, *Music Perception* 29 (2011), 2: 173, DOI:10.1525/mp.2011.29.2.173.

⁵⁷ E. Glenn Schellenberg, „Long-term positive associations between music lessons and IQ”, *Journal of Educational Psychology* 98 (2006), 2: 457, DOI:10.1037/0022-0663.98.2.457.

⁵⁸ Peter Gouzouasis, Martin Guhn, Nand Kishor, „The predictive relationship between achievement and participation in music and achievement in core Grade 12 academic subjects”, *Music Education Research* (2007), 1: 81, DOI:10.1080/14613800601127569.

⁵⁹ Sylvain Moreno et al., „Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function”, *Psychological science* 22 (2011), 11: 1425, DOI:10.1177/0956797611416999.

⁶⁰ Ibidem.

⁶¹ Sima H. Anvari et al., „Relations among Musical Skills, Phonological Processing, and Early Reading Ability in Preschool Children”, *Journal of Experimental Child Psychology* 83 (2002), 2: 111, DOI:10.1016/s0022-0965(02)00124-8.

muzyki, nieznanej muzyki i dźwięków otoczenia, ale nie dla bodźców wizualnych⁶². Z kolei wyniki badań Elyse'y M. George'y i Donna'y Coch dowodzą, że „długotrwałe szkolenie muzyczne wiąże się z poprawą pamięci operacyjnej, zarówno w dziedzinie słuchowej, jak i wizualnej, zarówno pod względem behawioralnym, jak i z użyciem ERPs⁶³”. Przegląd badań Michael'a S. Franklina, Katherine S. Moore, Chun-yu'a Yipa i Johna Jonidesa również wskazuje na lepszą wydajność pamięci werbalnej u osób po treningu muzycznym w porównaniu do osób bez treningu⁶⁴.

Schellenberg trafnie podsumowuje temat wpływu treningu muzycznego na funkcje poznawcze podkreślając, że podejmowanie lekcji muzyki w dzieciństwie wiąże się ze zwiększoną wydajnością w zakresie zadań muzycznych, słuchowych i innych⁶⁵. Prognozuje również lepszą efektywność w testach pamięci, języka i zdolności wizualno-przestrzennych, a także pozytywne związanie z inteligencją i wynikami w szkole⁶⁶.

Joanna Szczyrba-Poroszewska opisując kognitywny potencjał muzyki, zwraca uwagę, że rozwój muzyczny jest szczególnie ważny w edukacji dzieci i podkreśla, że im szybciej dziecko rozpocznie trening muzyczny, tym więcej może doświadczyć różnych korzyści (związanych nie tylko z rozwojem poznawczym)⁶⁷: „Różnorodny i aktywny kontakt z muzyką jest znakomitą okazją do wszechstronnego treningu mózgu – pomaga rozwijać obszary poznawcze istotne dla funkcjonowania szkolnego i pozaszkolnego, a w dalszej konsekwencji – uniknąć nawet umysłowej degradacji. Muzyka jako sztuka niezwykle złożona wymaga od jej odbiorcy wszechstronnych umiejętności. Ich nabywanie, tak jak w przypadku języka, należy rozpocząć bardzo wcześnie, a doskonalenie i rozwijanie ich może trwać dowolnie długo, nawet do późnej starości”⁶⁸.

Jak wynika z przedstawionych badań słuchanie muzyki w tle podczas wykonywania zadań może mieć zarówno pozytywne, jak i negatywne efekty na funkcjonowanie poznawcze. Istnieją różnice indywidualne oraz warunki, które mogą modulować wpływ muzyki na wydajność poznawczą. Trening muzyczny, w przeciwieństwie do słuchania muzyki, wydaje się mieć długoterminowy i wieloaspektowo pozytywny wpływ na funkcje poznawcze, jak pokazują liczne badania na różnych grupach wiekowych. Ostateczne wnioski z badań sugerują, że muzyka ma potencjał jako narzędzie wspomagające funkcje poznawcze, jednak ważne jest prowadzenie kolejnych badań, w których uwzględniane będą różnorodne czynniki modulujące te efekty.

W kontekście długotrwałych efektów działania muzyki na funkcje poznawcze pojawia się pytanie o kliniczne implikacje muzyki - czy muzyka może stanowić skuteczne

⁶² Michael Cohen et al., „Auditory and visual memory in musicians and nonmusicians”, *Psychonomic bulletin & review* 18 (2011): 586, DOI:10.3758/s13423-011-0074-0.

⁶³ Elyse M. George, Donna Coch, „Music training and working memory: An ERP study”, *Neuropsychologia* 49 (2011), 5: 1083, DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.001.

⁶⁴ Zob. M. S. Franklin, K. S. Moore, C. Yip, J. Jonides, *The effects of musical training on verbal memory*, „Psychology of music”, vol. 36, no. 3, s. 360. Michael S. Franklin et al., „The Effects of Musical Training on Verbal Memory”, *Psychology of Music* 36 (2008), 3: 360, DOI:10.1177/0305735607086044.

⁶⁵ Schellenberg, „Music and cognitive abilities”: 534.

⁶⁶ Ibidem.

⁶⁷ Joanna Szczyrba-Poroszewska, „Kognitywny potencjał muzyki — studium teoretyczne”, *Pedagogika Przedszkolna i Wczesnoszkolna* 4 (2016), 2(8): 103–106.

⁶⁸ Ibidem, 110.

narzędzie terapeutyczne w przypadku deficytów poznawczych wynikających z chorób neurodegeneracyjnych lub uszkodzeń mózgu? W kolejnej części artykułu omówione zostaną badania dotyczące wykorzystania muzyki w terapii i rehabilitacji, ze szczególnym uwzględnieniem jej wpływu na funkcje poznawcze u pacjentów neurologicznych.

Wykorzystanie muzyki w terapii i rehabilitacji zaburzeń poznawczych

Jak wynika z raportu Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) populacja ludzi coraz szybciej się starzeje, a przy tym rośnie liczba chorych na poważne choroby mózgu⁶⁹.
Aleksi

J. Sihvonen, Teppo Särkämö, Vera Leo, Mari Tervaniemi, Eckart Altenmüller i Seppo Soinila wskazują, że rosnące koszty leczenia powodują, że zaczęto poszukiwać metod rehabilitacyjnych wymagających mniejszego nakładu finansowego, które mogłyby być uzupełnieniem tradycyjnych metod lub funkcjonować samodzielnie – takim rozwiązaniem może być zastosowanie terapii muzyką, czyli muzykoterapii⁷⁰.

Amerykańskie Stowarzyszenie Muzykoterapii przedstawia muzykoterapię jako „kliniczne i oparte na dowodach wykorzystanie interwencji muzycznych w celu osiągnięcia zindywidualizowanych celów w ramach relacji terapeutycznej, prowadzone przez wykwalifikowanego specjalistę, który ukończył zatwierdzony program terapii muzycznej”⁷¹. Mirosława Cyłkowska-Nowak, Wojciech Strzelecki i Sławomir Tobis podkreślają, że po ocenie możliwości i potrzeb danego pacjenta terapeuta prowadzi muzykoterapię w formie receptywnej (w której pacjenci słuchają muzyki) lub aktywnej (angażującej pacjentów do tworzenia lub wykonywania muzyki poprzez grę na instrumentach, śpiew lub ruch do rytmu muzyki)⁷². Dalej badacze piszą o trzech podejściach terapeutycznych: leczniczym (w celu odzyskania różnych funkcji i umiejętności), kompensacyjnym (kompensacja utraconych funkcji) oraz psycho-społeczno-emocjonalnym (ekspresja emocji i zaangażowanie w relacje społeczne)⁷³. W tej części pracy zostaną przedstawione formy muzykoterapii, które łagodzą lub leczą różne dolegliwości związane z funkcjami poznawczymi.

Ilona Poćwierz-Marciniak opisuje koncepcję muzykoterapii neurologicznej, czyli terapeutycznego zastosowania muzyki w rehabilitacji neurologicznej przede wszystkim pacjentów po udarze mózgu. Podkreśla, że w ramach takiej terapii stosuje się różne techniki w zależności od rodzaju zaburzenia poznawczego⁷⁴. Michael H. Thaut i Gerald C. McIntosh wskazują, że w terapii zaburzeń mowy i języka wykorzystuje się podobieństwa między mową i śpiewem. Obie te formy przekazu osadzone są w modalności słuchowej oraz mają

⁶⁹ Zob. World Health Organization (WHO), *World report on ageing and health*, 2015, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186463/1/9789240694811_eng.pdf?ua=1 [27.05.2024].

⁷⁰ Aleksi J Sihvonen et al., „Music-based interventions in neurological rehabilitation”, *The Lancet Neurology* 16 (2017), 8: 648–660, DOI:10.1016/S1474-4422(17)30168-0.

⁷¹ Hasło: muzykoterapia, <https://www.musictherapy.org/> [27.05.2024].

⁷² Mirosława Cyłkowska-Nowak, Wojciech Strzelecki, Sławomir Tobis, „Muzykoterapia pacjenta starszego jako wspomaganie oddziaływania konwencjonalnej medycyny”, *Gerontologia Polska* 4 (2013): 140.

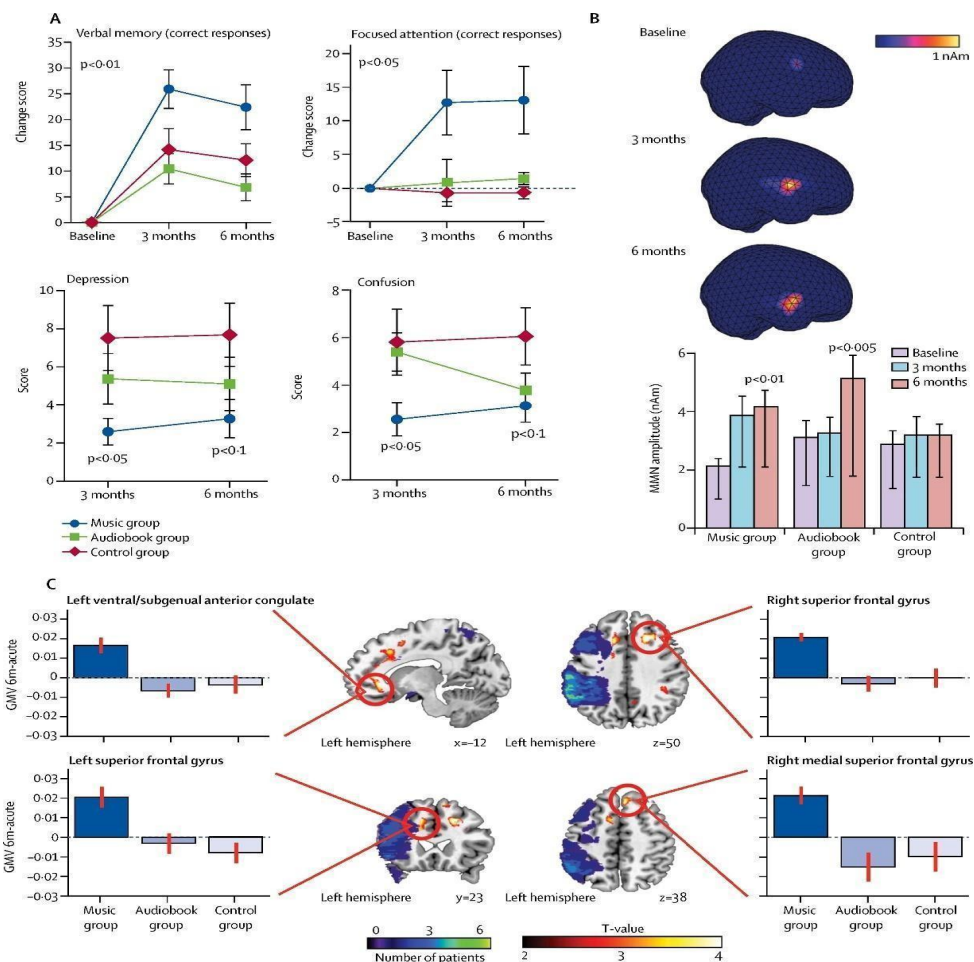
⁷³ Ibidem.

⁷⁴ Ilona Poćwierz-Marciniak, *Muzykoterapia po udarze mózgu. Wpływ na funkcjonowanie psychiczne i na jakość życia*

(Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2020), 110-111.

wspólne cechy dotyczące odbioru (rozumienia) i realizowania (nadawania)⁷⁵. Poćwierz-Marciniak zwraca uwagę, że w zaburzeniach mowy i funkcji językowych często stosuje się Terapię Melodyczno-Intonacyjną (opisaną szerzej w dalszej części pracy) oraz Rytmiczne Planowanie Mowy, polegające na skandowaniu mowy. Z kolei w zaburzeniach uwagi, percepcji i funkcji wzrokowo-przestrzennych istotną techniką terapeutyczną jest Słuchowy Trening Percepcyjny, związany z poprawą uważnego słuchania, w której zadaniem pacjenta jest koncentrowanie się na różnych elementach utworu. Natomiast w zaburzeniach pamięci wskazuje się przede wszystkim na ważną rolę Muzycznego Zmysłowego Treningu Orientacyjnego, którego celem jest zorientowanie się chorego w czasie i miejscu dzięki wykorzystaniu interwencji muzykoterapeutycznych⁷⁶.

Särkämö, Tervaniemi, Sari Laitinen, Anita Forsblom, Soinila, Mikko Mikkonen, Taina Autti, Heli M. Silvennoinen, Jaakko Erkkilä, Matti Laine, Peretz i Marja Hietanen przeprowadzili badanie, w którym 60 pacjentów po udarze mózgu zostało losowo przydzielonych do grupy muzycznej (słuchanie muzyki), językowej (słuchanie audiobooków) lub kontrolnej. Poniżej zaprezentowano szczegółowe wyniki:



Rys. 1 Efekty codziennego słuchania muzyki po udarze mózgu (źródło: Aleksi J. Sihvonen et al., „Music-based interventions in neurological rehabilitation”, *The lancet neurology* 16 (2017), 8, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474442217301680?casa_token=ID0PxP8C14AAAAA:unq13nJly6UxddoACC9G0fa9uY90LKEAKfw2SGR7u5hvpXfewAXwZM6mObBwS9dg-iIY44f08c [27.05.2024]).

⁷⁵ Michael H. Thaut, Gerald C. McIntosh, „Neurologic Music Therapy in Stroke Rehabilitation”, *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports* 2 (2014), 2: 109, DOI:10.1007/s40141-014-0049-y.

⁷⁶ Poćwierz-Marciniak, *Muzykoterapia po udarze*, 111-116.

Analiza neuropsychologiczna (Rysunek 1A) wykazała pozytywne zmiany w funkcjonowaniu poznawczym u osób słuchających muzyki, w tym poprawę w odzyskiwaniu pamięci werbalnej i koncentracji uwagi, a także zmniejszenie objawów depresji i mniejszą dezorientację w porównaniu z grupami słuchającymi audiobooków i grupą kontrolną. Badania MEG (Rysunek 1B) wskazały na zwiększoną aktywność neuronalną w prawej półkuli mózgu, mierzoną przez odpowiedzi MMN, u uczestników słuchających zarówno muzyki, jak i audiobooków, w porównaniu z grupą kontrolną. Zwiększona aktywność wystąpiła w reakcji na zmiany wysokości dźwięku. Analiza morfometrii voxelowej danych MRI (Rysunek 1C) ujawniła zwiększenie GMV w obszarach przedczołowych i limbicznych u osób słuchających muzyki w porównaniu z grupami słuchającymi audiobooków i grupą kontrolną. Badacze udowodnili, że słuchanie muzyki we wczesnym stadium po udarze może wspierać odzyskiwanie funkcji poznawczych i przeciwdziałać negatywnemu nastrojowi. Jak wskazują Gudrun M. S. Nys, Martine J. E. van Zandvoort, Paul L. M. de Kort, Ben P. W. Jansen, Edward H. F. de Haan i L. Jaap Kappelle deficyty poznawcze dotyczą ok. 40% pacjentów po udarze. Z tego względu tak ważne jest, aby poszukiwać metod, które będą zastępować lub wspierać działanie konwencjonalnych metod przywracania funkcji poznawczych

Stefan Kölsch opisuje pozytywny wpływ muzykoterapii na pacjentów, którzy po udarze mózgu cierpią na afazję, czyli utratę zdolności mówienia lub rozumienia mowy⁷⁷. Píše o technice „Melodic Intonation Therapy” (MIT), która polega na śpiewaniu prostej melodii mowy: „pacjenci, którzy utracili zdolność mówienia w wyniku udaru mózgu w lewej półkuli, mogą jeszcze śpiewać za pomocą sprawnej prawej półkuli i przeniesieniu ich do prawej. Pomaga to w reorganizacji funkcji językowych lewej półkuli i przeniesieniu ich do prawej”⁷⁸. Schlaug, Sarah Marchina i Andrea Norton przeprowadzili badania z zastosowaniem techniki MIT na pacjentach z przewlekłą afazją motoryczną i wykazali, że u wszystkich pacjentów w prawej półkuli wytworzyły się nowe włókna nerwowe w paśmie włókien, które łączyły ze sobą obszary ośrodka Broki i Wernickego w prawej półkuli⁷⁹. Dowodzi to skuteczności muzykoterapii w odzyskiwaniu mowy.

Sihvonen i in. dokonali przeglądu badań dotyczących wpływu muzyki na demencję – chorobę związaną z degeneracją neuronów, prowadzącą do problemów z pamięcią i innych zaburzeń behawioralnych⁸⁰. Wykazali, że muzyka może poprawić wydajność funkcji poznawczych u osób we wczesnym stadium demencji, natomiast badania nie pokazały żadnych istotnych zmian w wydajności poznawczej u pacjentów z demencją od umiarkowanej do ciężkiej⁸¹. Również Laura Fusar-Poli, Natascia Brondino, Łucja Bieleninik i Xi-Jing Chen wykazali brak pozytywnego efektu muzykoterapii na demencję, zarówno w globalnych funkcjach poznawczych, jak i w bardziej specyficznych, jak pamięć, język, uwaga czy umiejętności percepcyjno-motoryczne⁸².

Muzyka może także wspierać funkcjonowanie poznawcze osób z chorobą Alzheimer’a, na co wskazuje Kölsch⁸³. Aline Moussard, Emmanuel Bigand, Sylvie Beleville i Isabelle Peretz wykazali, że muzyka może umożliwić osobom z otępieniem typu alzheimerowskiego we wczesnym stadium lepsze zapamiętywanie nowych informacji. Wyniki ich badania pokazują, że pacjenci z tą chorobą potrafią lepiej uczyć się tekstów śpiewanych niż mówionych⁸⁴. Ponadto, w badaniu Mohameda El Haja, Pascala Antoine’a, Jeana Louisa Nandrino’a, Marie-Christine Gély-Nargeot i Stéphane’a Raffarda opisano istotne znaczenie muzyki w mimowolnym wywoływaniu wspomnień autobiograficznych u

⁷⁷ Stefan Kölsch, *Uzdrowiająca moc muzyki. Naukowo udowodniony leczniczy wpływ muzycznych wibracji w walce z przewlekłymi chorobami, depresją, demencją czy terapią po udarze i szybki relaks dla każdego*, tłum. Monika Gadzina (Białystok: Wydawnictwo Vital, 2021), 289-291.

⁷⁸ Ibidem.

⁷⁹ Zob. G. Schlaug, S. Marchina, A. Norton, *Evidence for plasticity in white-matter tracts of patients with chronic Broca’s aphasia undergoing intense intonation-based speech therapy*, „Annals of the New York academy of sciences”, vol. 1169, no. 1, 2009, s. 385.

Gottfried Schlaug, Sarah Marchina, Andrea Norton, „Evidence for Plasticity in White-Matter Tracts of Patients with Chronic Broca’s Aphasia Undergoing Intense Intonation-Based Speech Therapy”, *Annals of the New York Academy of Sciences* 1169 (2009), 1: 385, DOI:10.1111/j.1749-6632.2009.04587.x.

⁸⁰ Sihvonen et al., „Music-based interventions”: 648-649.

⁸¹ Ibidem.

⁸² Laura Fusar-Poli et al., „The Effect of Music Therapy on Cognitive Functions in Patients with Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis”, *Aging & Mental Health* 22 (2018), 9: 1098, DOI:10.1080/13607863.2017.1348474.

⁸³ Kölsch, *Uzdrowiająca moc muzyki*, 307.

⁸⁴ Aline Moussard et al., „Learning Sung Lyrics Aids Retention in Normal Ageing and Alzheimer’s Disease”, *Neuropsychological Rehabilitation* 24 (2014), 6: 894–895, DOI:10.1080/09602011.2014.917982.

pacjentów cierpiących na poważną utratę pamięci epizodycznej. Osoby chore poproszone o zrelacjonowanie jakiegoś wydarzenia z życia radziły sobie dużo lepiej, kiedy w tle grała ich ulubiona muzyka⁸⁵. Z tego względu muzyka może odgrywać ważną rolę w „odzyskiwaniu” wspomnień uważanych za stracone u pacjentów z chorobą Alzheimera, a tym samym pozytywnie wpływać na utrzymanie własnej tożsamości.

Kölsch wyjaśnia skąd mogą się brać pozytywne efekty muzyki i muzykoterapii na poprawę zdolności poznawczych: muzyka aktywuje różne funkcje mózgowe, a tym samym wiele procesów mózgowych, prowadząc do stymulacji różnych obszarów mózgu, łącznie z obszarem uszkodzonym i obszarami wokół. Taka stymulacja powoduje nie tylko aktywność komórek nerwowych, ale zwiększa także przepływ krwi w danym miejscu, a to pomaga przejąć funkcje uszkodzonych obszarów⁸⁶.

Sihvonen i in. podkreślają, że w badaniach dotyczących wpływu muzykoterapii na choroby neurologiczne należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia tendencyjności do publikowania wyników korzystnych, a ponadto trzeba pamiętać o ograniczeniach związanych z małą próbą i heterogenicznością metodologiczną w tego typu badaniach⁸⁷. Podkreślają, że „choć konieczne są dalsze kontrolowane badania w celu ustalenia skuteczności muzyki w rekonwalescencji neurologicznej, interwencje oparte na muzyce stają się obiecującymi strategiami rehabilitacyjnymi”⁸⁸.

Zakończenie

Przegląd literatury naukowej oraz analiza wyników badań wskazują na istotny wpływ muzyki na funkcjonowanie poznawcze człowieka. Trening muzyczny, szczególnie rozpoczynany w okresie dzieciństwa, prowadzi do znaczących zmian neurobiologicznych, obejmujących zarówno strukturalne, jak i funkcjonalne aspekty mózgu. Wykazano, że osoby aktywnie zaangażowane w trening muzyczny charakteryzują się zwiększoną objętością istoty szarej w rejonach związanych z percepcją, motoryką oraz integracją sensoryczną, a także bardziej efektywną komunikacją między półkulami mózgowymi.

Muzyka znajduje również zastosowanie w terapii zaburzeń poznawczych. Wyniki badań sugerują, że muzykoterapia odgrywa istotną rolę w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu, osób z chorobą Alzheimera oraz pacjentów z afazją. Mechanizmy leżące u podstaw tych efektów obejmują neuroplastyczne zmiany w obrębie sieci neuronalnych odpowiedzialnych za pamięć, uwagę i funkcje językowe. W związku z tym muzyka stanowi potencjalne narzędzie wspomagające procesy poznawcze i rehabilitacyjne.

Pomimo licznych badań potwierdzających wpływ muzyki na funkcje poznawcze oraz jej terapeutyczny potencjał, konieczne jest dalsze pogłębianie wiedzy w tym zakresie. Szczególnie istotne wydają się badania podłużne, które umożliwią lepsze określenie długoterminowych skutków treningu muzycznego i muzykoterapii. Niezbędne jest również uwzględnienie różnorodności indywidualnych odpowiedzi na terapię muzyczną oraz

⁸⁵ Mohamad El Haj et al., „Self-defining memories during exposure to music in Alzheimer’s Disease”, *International Psychogeriatrics* 27 (2015): 1719-1720, DOI:10.1017/S1041610215000812.

⁸⁶ Kölsch, *Uzdrowiająca moc muzyki*, 283.

⁸⁷ Sihvonen et al., „Music-based interventions”.

⁸⁸ Ibidem.

opracowanie standaryzowanych metod interwencji muzycznych, co pozwoli na ich skuteczniejsze wdrażanie w praktyce klinicznej. Dalsze badania w tym obszarze mogą przyczynić się do bardziej precyzyjnego określenia mechanizmów neurobiologicznych stojących za wpływem muzyki na procesy poznawcze oraz do rozszerzenia jej zastosowań w terapii zaburzeń neurologicznych.

Bibliografia

1. Anvari, Sima H., Laurel J. Trainor, Jennifer Woodside, Betty Ann Levy. „Relations among Musical Skills, Phonological Processing, and Early Reading Ability in Preschool Children”. *Journal of Experimental Child Psychology* 83 (2002), 2: 111–30. DOI:10.1016/s0022-0965(02)00124-8.
2. Bengtsson, Sara, Zoltán Nagy, Stefan Skare, Lea Forsman, Hans Forssberg, Fredrik Ullén. „Extensive Piano Practicing Has Regionally Specific Effects on White Matter Development”. *Nature neuroscience* 8 (2005), 5: 1148–1150. DOI:10.1038/nn1516.
3. Bhattacharya, Joydeep, Hellmuth Petsche. „Musicians and the Gamma Band: A Secret Affair?” *NeuroReport* 12 (2001), 2: 371. DOI:10.1097/00001756-200102120-00037.
4. Bładowska, Joanna, Marek Sasiadek. „Dojrzewanie mózgowia w obrazach rezonansu magnetycznego”. *Polski Przegląd Neurologiczny* 7 (2011), 1: 1–10.
5. Bloor, Andrew. „The rhythm’s gonna get ya’ – background music in primary classrooms and its effect on behaviour and attainment”. *Emotional and Behavioural Difficulties* 14 (2009), 4: 261–274. DOI:10.1080/13632750903303070.
6. Cassidy, Gianna, Raymond A.R. MacDonald. „The Effect of Background Music and Background Noise on the Task Performance of Introverts and Extraverts”. *Psychology of Music* 35 (2007), 3: 517–537. DOI:10.1177/0305735607076444.
7. Cohen, Michael, Karla Evans, Todd Horowitz, Jeremy Wolfe. „Auditory and visual memory in musicians and nonmusicians”. *Psychonomic bulletin & review* 18 (2011): 586–591. DOI:10.3758/s13423-011-0074-0.
8. Crawford, Helen J., Chehalis M. Strapp. „Effects of vocal and instrumental music on visuospatial and verbal performance as moderated by studying preference and personality”. *Personality and Individual Differences* 16 (1994), 2: 237–245. DOI:10.1016/0191-8869(94)90162-7.
9. Cyłkowska-Nowak, Mirosława, Wojciech Strzelecki, Sławomir Tobis. „Muzykoterapia pacjenta starszego jako wspomaganie oddziaływania konwencjonalnej medycyny”. *Gerontologia Polska* 4 (2013): 138–142.
10. Dawson, William J. „How and Why Musicians Are Different from Nonmusicians: A Bibliographic Review”. *Medical Problems of Performing Artists* 26 (2011), 2: 65–78. DOI:https://doi.org/10.21091/mppa.2011.2011.
11. El Haj, Mohamad, Pascal Antoine, Jean-Louis Nandrino, Marie-Christine Gély-Nargeot, Raffard Stéphane. „Self-defining memories during exposure to music in Alzheimer’s Disease”. *International Psychogeriatrics* 27 (2015). DOI:10.1017/S1041610215000812.
12. Fields, R. Douglas. *Drugi mózg. Rewolucja w nauce i medycynie*. Tłum. K. Dziecioł. Warszawa: Prószyński i S-ka, 2012.
13. Franklin, Michael S., Katherine Sledge Moore, Chun-Yu Yip, John Jonides, Katie Rattray, Jeff Moher. „The Effects of Musical Training on Verbal Memory”. *Psychology of Music* 36 (2008), 3: 353–365. DOI:10.1177/0305735607086044.
14. Fusar-Poli, Laura, Łucja Bieleninik, Natascia Brondino, Xi-Jing Chen, Christian Gold. „The Effect of Music Therapy on Cognitive Functions in Patients with Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis”. *Aging & Mental Health* 22 (2018), 9: 1097–1106. DOI:10.1080/13607863.2017.1348474.
15. Gaser, Christian, Gottfried Schlaug. „Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians”. *Journal of Neuroscience* 23 (2003), 27: 9240–9245. DOI:10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003.
16. George, Elyse M., Donna Coch. „Music training and working memory: An ERP study”. *Neuropsychologia* 49 (2011), 5: 1083–1094. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.001.
17. Gouzouasis, Peter, Martin Guhn, Nand Kishor. „The predictive relationship between achievement and participation in music and achievement in core Grade 12 academic subjects”. *Music Education Research* 1 (2007): 81–92. DOI:10.1080/14613800601127569.

18. Gupta, Ashish, Braj Bhushan, Laxmidhar Behera. „Short-Term Enhancement of Cognitive Functions and Music: A Three-Channel Model”. *Scientific Reports* 8 (2018), 1: 1-12. DOI:10.1038/s41598-018-33618-1.
19. Hallam, Susan, John Price. „Can the Use of Background Music Improve the Behaviour and Academic Performance of Children with Emotional and Behavioural Difficulties?” *British Journal of Special Education* 25 (1998), 2: 88–91. DOI:10.1111/1467-8527.t01-1-00063.
20. Jenkins, J. S. „The Mozart Effect”. *Journal of the Royal Society of Medicine* 94 (2001), 4: 170–172. DOI:10.1177/014107680109400404.
21. Kahneman, Daniel. *Attention and Effort*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1973.
22. Kataryńczuk-Mania, Lidia. *Edukacja muzyczna dzieci z perspektywy pedagogicznej i profilaktyczno-terapeutycznej*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”, 2022.
23. Kölsch, Stefan. *Uzdrawiająca moc muzyki. Naukowo udowodniony leczniczy wpływ muzycznych wibracji w walce z przewlekłymi chorobami, depresją, demencją czy terapią po udarze i szybki relaks dla każdego*. Tłum. Monika Gadzina. Białystok: Wydawnictwo Vital, 2021.
24. Loui, Psyche, Lauren Raine, Laura Chaddock-Heyman, Arthur Kramer, Charles Hillman. „Musical Instrument Practice Predicts White Matter Microstructure and Cognitive Abilities in Childhood”. *Frontiers in Psychology* 10 (2019), 1198: 1-10. DOI:10.3389/fpsyg.2019.01198.
25. Meyer, Martin, Stefan Elmer, Lutz Jäncke. „Musical Expertise Induces Neuroplasticity of the Planum Temporale”. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1252 (2012), 1: 116–123. DOI:10.1111/j.1749-6632.2012.06450.x.
26. Moreno, Sylvain, Ellen Białystok, Raluca Barac, E. Glenn Schellenberg, Nicholas J. Cepeda, Tom Chau. „Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function”. *Psychological science* 22 (2011), 11: 1425–1433. DOI:10.1177/0956797611416999.
27. Mosiołek, Anna. „Metody badań funkcji poznawczych”. *Psychiatria* 11 (2014), 4: 215–221.
28. Moussard, Aline, Emmanuel Bigand, Sylvie Belleville, Isabelle Peretz. „Learning Sung Lyrics Aids Retention in Normal Ageing and Alzheimer’s Disease”. *Neuropsychological Rehabilitation* 24 (2014), 6: 894–917. DOI:10.1080/09602011.2014.917982.
29. Musliu, Arian, Blerta Berisha, Diellza Latifi, Djellon Peci. „The Impact of Music on Memory”. *European Journal of Social Sciences Education and Research* 6 (2019), 2: 18-34. DOI:10.26417/ejser.v10i2.p222-227.
30. Nys, G.M.S., M.J.E. van Zandvoort, P.L.M. de Kort, B.P.W. Jansen, E.H.F. de Haan, L.J. Kappelle. „Cognitive Disorders in Acute Stroke: Prevalence and Clinical Determinants”. *Cerebrovascular Diseases* 23 (2007), 5-6: 408–416. DOI:10.1159/000101464.
31. Olszewska, Alicja M., Maciej Gaca, Aleksandra M. Herman, Katarzyna Jednoróg, Artur Marchewka. „How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity”. *Frontiers in Neuroscience* 15 (2021). DOI:10.3389/fnins.2021.630829.
32. Patston, Lucy L. M., Lynette J. Tippet. „The Effect of Background Music on Cognitive Performance in Musicians and Nonmusicians”. *Music Perception* 29 (2011), 2: 173–183. DOI:10.1525/mp.2011.29.2.173.
33. Poćwierz-Marciniak, Ilona. *Muzykoterapia po udarze mózgu. Wpływ na funkcjonowanie psychiczne i na jakość życia*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2020.
34. Rauscher, Frances H., Gordon L. Shaw, Catherine N. Ky. „Music and Spatial Task Performance”. *Nature* 365 (1993): 611. DOI:10.1038/365611a0.
35. Richards, Deborah, Eric Fassbender, Ayse Bilgin, William Thompson. „An investigation of the role of background music in IVWs for learning”. *Research in Learning Technology* 16 (2008), 3: 231-244. DOI:10.3402/rlt.v16i3.10901.
36. Różańska, Aleksandra. „Wpływ muzyki na funkcjonowanie poznawcze człowieka”. *Rocznik Kognitywistyczny* 11 (2018): 35–43.
37. Salamé, Pierre, Alan Baddeley. „Effects of Background Music on Phonological Short-Term Memory”. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 41 (1989), 1: 107–122. DOI:10.1080/14640748908402355.
38. Särkämö, Teppo, Mari Tervaniemi, Sari Laitinen, Anita Forsblom, Seppo Soinila, Mikko Mikkonen, Taina Autti, Heli M. Silvennoinen, Jaakko Erkkilä, Matti Laine, Isabelle Peretz, Marja Hietanen. „Music listening enhances cognitive recovery and mood after cerebral artery stroke”. *Brain* 131 (2008), 3: 866–876. DOI:10.1093/brain/awn013.
39. Schellenberg, E. Glenn, Michael W. Weiss. „Music and Cognitive Abilities”. W: *The Psychology of Music*, red. Diana Deutsch, 499–550. Amsterdam: Academic Press, 2013.

DOI:10.1016/B978-0-12-381460-9.00012-2.

40. Schellenberg, E. Glenn. „Long-term positive associations between music lessons and IQ”. *Journal of Educational Psychology* 98 (2006), 2: 457–468. DOI:10.1037/0022-0663.98.2.457.
41. Schellenberg, E. Glenn. „Music and Cognitive Abilities”. *Current Directions in Psychological Science* 14 (2005), 6: 317–320. DOI:10.1111/j.0963-7214.2005.00389.x.
42. Schlaug, Gottfried, Lutz Jäncke, Yanxiong Huang, i Helmuth Steinmetz. „In Vivo Evidence of Structural Brain Asymmetry in Musicians”. *Science* 267 (1995), 5198: 699–701. DOI:10.1126/science.7839149.
43. Schlaug, Gottfried, Lutz Jäncke, Yanxiong Huang, Jochen F. Staiger, Helmuth Steinmetz. „Increased corpus callosum size in musicians”. *Neuropsychologia* 33 (1995), 8: 1047–1055. DOI:10.1016/0028-3932(95)00045-5.
44. Schlaug, Gottfried, Sarah Marchina, Andrea Norton. „Evidence for Plasticity in White-Matter Tracts of Patients with Chronic Broca’s Aphasia Undergoing Intense Intonation-Based Speech Therapy”. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1169 (2009), 1: 385–394. DOI:10.1111/j.1749-6632.2009.04587.x.
45. Schlaug, Gottfried. „The Brain of Musicians. A Model for Functional and Structural Adaptation”. *Annals of the New York Academy of Sciences* 930 (2001), 1: 281–299. DOI:10.1111/j.1749-6632.2001.tb05739.x.
46. Schlaug, Gottfried. „The brain of musicians”. W: *The Cognitive Neuroscience of Music*, red. Isabelle Peretz, Robert Zatorre, 376–377. Oxford: Oxford University Press, 2003.
47. Sihvonen, Aleks J, Teppo Särkämö, Vera Leo, Mari Tervaniemi, Eckart Altenmüller, Seppo Soinila. „Music-based interventions in neurological rehabilitation”. *The Lancet Neurology* 16 (2017), 8: 648–660. DOI:10.1016/S1474-4422(17)30168-0.
48. Spitzer, Manfred. *Jak uczy się mózg*. Tłum. Małgorzata Guzowska-Dąbrowska. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012.
49. Szczyrba-Poroszewska, Joanna. „Kognitywny potencjał muzyki — studium teoretyczne”. *Pedagogika Przedszkolna i Wczesnoszkolna* 4 (2016), 2(8): 103–112.
50. Thaut, Michael H., Gerald C. McIntosh. „Neurologic Music Therapy in Stroke Rehabilitation”. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports* 2 (2014), 2: 106–113. DOI:10.1007/s40141-014-0049-y.
51. Thompson, William Forde, E. Glenn Schellenberg, Adriana Katharine Letnic. „Fast and Loud Background Music Disrupts Reading Comprehension”. *Psychology of Music* 40 (2012), 6: 700–708. DOI:10.1177/0305735611400173.
52. Żylińska, Marzena. *Neurodydaktyka. Nauczanie i uczenie się przyjazne mózgowi*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2013.

Miłość, lęk i roboty. Rozpoznanie ludzkich postaw i oczekiwań wobec robotów oraz ich możliwe konsekwencje.

Abstrakt

Praca skupia się na humanistycznych i etycznych aspektach interakcji ludzi z robotami. Na podstawie analizowanych publikacji, zestawia różne metody i narzędzia używane przez naukowców do opisu i badania postaw ludzi wobec różnego rodzaju robotów. Tekst ukazuje wpływ poprzednich doświadczeń oraz status społeczny badanych na ich deklarowaną postawę. W świetle przytoczonych badań pojęcia takie jak autonomia, inteligencja czy intencyjność okazały się kluczowe dla badanych do oceny ich interakcji z robotami. Praca przybliży możliwe konsekwencje dla różnych dziedzin wypływające z przytoczonych analiz.

Słowa kluczowe: roboty, uncanny valley, test turinga, etyka

Abstract

The paper focuses on the humanistic and ethical aspects of human-robot interaction. Based on the publications analysed, it juxtaposes the different methods and tools used by researchers to describe and study human attitudes towards different types of robots. The text shows the influence of previous experiences and the social status of the respondents on their declared attitudes. In the light of the research cited, concepts such as autonomy, intelligence or intentionality were found to be crucial for respondents to evaluate their interactions with robots. The paper looks at the possible implications for various domains of the cited analyses.

Keywords: robots, uncanny valley, turing test, ethics

1. Wstęp

Kogo/co określać będę dalej w tekście mianem „robota”? Odnoszę wrażenie, że słowo to nie jest szczególnie zgrabne, wywołuje może zbyt aluminiowe i łopatologiczne skojarzenia z gatunku taniego sci-fi. Jednak jak dotąd nie znalazłam, zarówno w literaturze polskiej i zagranicznej terminu, które zawierałoby w sobie interesujący mnie zbiór znaczeń. Chcę więc zaznaczyć, za badaczami na których będę się powoływać w dalszej części tekstu, że twory o których będę opowiadać nie muszą posiadać fizycznej formy, ludzkiej ani jakiegokolwiek w ogóle; choć jak dowiemy się później, ich fizyczność ma ogromny wpływ na ich odbiór przez ludzi, a więc także na całość ich funkcjonowania w ludzkim świecie. Możemy mówić o robotach wirtualnych, funkcjonalnych, imitujących zwierzęta czy chatbotach. Te ostatnie są prawdopodobnie najpowszechniejszym doświadczeniem codziennego użytkownika świata cyfrowego, nie związanego w żaden sposób z robotyką czy nauką w ogóle. Od Elizy, przez irytujące boty *customer service* do robiącego furorę w ostatnim czasie ChatGTP.

To co najbardziej interesujące i kluczowe w świetle przytoczonych poniżej analiz to pewnego rodzaju autonomia cechująca te maszyny oraz umiejętność interakcji społecznych z innymi podmiotami. Jak pisze Agnieszka Wykowska : „Roboty społeczne mogą być narzędziami naukowymi do badania ludzkiego systemu poznania społecznego. Jak się okazuje, system poznania społecznego jest w wielu przypadkach zdolny używać tego samego mechanizmu zarówno w interakcjach z drugim człowiekiem, jak i z robotem.¹” Coraz bardziej oczywiste staje się, że rozwój robotyki może być w przyszłości nierozzerwalnie związany z mnóstwem innych dziedzin takich jak edukacja, medycyna czy system opieki zdrowotnej. Człowiek, dążąc do stworzenia jak najbardziej humanoidalnego robota, tak naprawdę napędza poznanie swojego własnego systemu: od jego złożoności do ułomności, czy to w aspekcie fizycznej budowy czy też systemów i mechanizmów poznawczych. Także więc nauki humanistyczne, psychologia czy filozofia stają przed zadaniem jak się do robotów ustosunkować. W swojej pracy chciałabym się skupić właśnie na aspekcie humanistycznym i badaniach które jako punkt odniesienia w analizie robotów będą brały mentalne doświadczenia i procesy poznawcze. Jednym z pierwszych zarzutów do Testu Turinga był antropocentryzm i postrzeganie inteligencji w aspekcie czysto ludzkim². Myślę, że choć warto dopuszczać możliwość występowania innych rodzajów inteligencji, to człowiek jako twórca robota, niewiele więcej może mu na tym etapie zaoferować, niż próba imitacji swojego własnego, ledwie poznanego systemu. Z drugiej strony raczkująca dopiero robotyka może jeszcze przez jakiś czas nie wywrócić do góry nogami porządku świata skrojonego pod gatunek ludzki, ale może już teraz wiele nam powiedzieć o ludzkich uprzedzeniach czy obawach, w związku z implementacją coraz większej liczby automatycznych i autonomicznych rozwiązań do naszej codzienności. W części drugiej przedstawię badania i analizy, których wspólnym mianownikiem jest ludzkie doświadczenie w interakcji z robotami, a także swego rodzaju projekcje i antropomorfizacje, których dokonujemy w tym kontakcie. Na zakończenie będę starała się zastanowić nad wnioskami, płynącymi z przestudiowanych badań i konsekwencjami jakie mogą nieść za sobą analizowane zjawiska. Przyjrzę się temu, jakie zastosowanie może mieć to w projektowaniu interakcji człowiek-maszyna.

2. Narzędzia badawcze i próby naukowego zbadania różnego rodzaju postaw wobec robotów.

2.1. Kto się boi robotów?

Na wstępie tego podrozdziału należałoby krótko scharakteryzować trzy skale używane w badaniach, które zostaną dalej przywołane. Pierwsza z nich to *Belief in Human Nature Uniqueness Scale* (BHNU) autorstwa Gigeri, Piçarry, Pochwatki, Almeida i in³. Na

¹ Paweł Łupkowski i Aleksandra Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”, *Człowiek i Społeczeństwo* LI (2021): 165–87.

² Paweł Łupkowski, *Test Turinga. Perspektywa sędziego* (Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 2010).

³ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

7-punktowej skali Likerta, mierzy ona esencjalistyczne przekonania badanych na temat wyjątkowości natury ludzkiej na tle innych podmiotów. BHNU ma polską adaptację, autorstwa Grzegorza Pochwatki i współpracowników. Jej treść przedstawia tabela poniżej (tabela 1).⁴

English version	Polish version
Even if ultra-sophisticated...	Nawet najbardziej zaawansowany technicznie:
a robot will never be considered as human being;	robot nigdy nie będzie uważany za człowieka.
a robot will never feel the same emotions as a human being,	robot nigdy nie będzie odczuwał emocji tak jak człowiek.
a robot will never use language in the same way as a human being;	robot nigdy nie będzie posługiwał się językiem tak samo jak człowiek.
a robot will always be a mechanical imitation of the human being;	robot będzie zawsze imitacją człowieka.
a robot will never have consciousness;	robot nigdy nie posiadać świadomości.
a robot will never have morality.	robot nigdy nie będzie miał moralności.

Tabela 1⁵.

Drugą jest *Negative Attitudes towards Robots Scale* (NARS), zaprojektowana przez Nomura wraz zespołem. Wyróżnia ona postawy związane z lękiem przed komputerami (*computer anxiety*) oraz lękiem przed komunikacją społeczną (*communication apprehension*). Polska adaptacja NARS, również autorstwa Pochwatki, składa się z dwóch podskal: negatywnych postaw wobec interakcji z robotami (NATIR) oraz negatywnych postaw wobec robotów posiadających cechy ludzkie (NARHT).⁶

Różańska-Walczuk i współpracownicy natomiast proponują trzejelementową skalę antropomorfizacji⁷, która wyróżnia:

- przypisywanie pozytywnych cech ludzkich (takie jak np. miły, sympatyczny)
- przypisywanie negatywnych cech ludzkich (np. przebiegły)
- oraz cech związanych z zachowaniem (np. zwinny, silny).

⁴ Grzegorz Pochwatko et al., „Polish Version of the Negative Attitude toward Robots Scale (NARS-PL)”, *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems* 9, nr 3 (2015), https://doi.org/10.14313/JAMRIS_3-2015/25.

⁵ Ibidem

⁶ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

⁷ Pochwatko et al., „Polish Version of the Negative Attitude toward Robots Scale (NARS-PL)”.

Międzykulturowe badania wykorzystujące wspomnianą skalę NARS wykazały istotne różnice pomiędzy badanymi różnych narodowości⁸. Ich wyniki można streścić następująco:

- Meksykanie (najbardziej negatywne postawy wobec interakcji z robotami).
- Japończycy (negatywne postawy wobec interakcji z robotami, szczególnie w kontekście emocji).
- Amerykanie (najbardziej pozytywne postawy wobec robotów).

Badanie Gigera i współpracowników⁹ wskazuje na to, że im silniejsze przekonanie badanych o wyjątkowości natury ludzkiej (mierzone przy użyciu skali BHNU), tym bardziej negatywny jest ich stosunek do robotów. To samo badanie dowiodło również, że wyższa religijność wiąże się z mniej pozytywnymi postawami wobec robotów.

Badanie Piçarry¹⁰ ujawniło, że kobiety mają silniejsze przekonanie o wyjątkowości natury ludzkiej niż mężczyźni oraz mniej pozytywne postawy wobec robotów. Potwierdza to wnioski z wcześniej przytoczonego badania Gigera. Autorzy sugerują, że może to mieć związek z różnicami w kontekście użycia robotów przez obie płcie (kobiety - obowiązki domowe, mężczyźni - praca i zabawa). Podobne wnioski uzyskali Wasielewska i Łupkowski w badaniu przeprowadzonym wśród młodzieży¹¹. Wątek ten jest interesujący z uwagi na socjalizację kobiet do większej otwartości emocjonalnej i nawiązywania więzi, jak również ze względu na postrzeganie robota jako (moralnego) podmiotu, co omówię szerzej w następnym podrozdziale.

Ciekawe wnioski płyną także z badań Nomury¹². Zauważył on, że przebyte wcześniejsze doświadczenie obcowania z robotem, rzeczywistego czy zapośredniczonego przez media, zmniejszają negatywne nastawienie wobec robotów, przy czym doświadczenie realne wywiera tutaj większy wpływ.

Większe zainteresowanie *science-fiction* również wiąże się z bardziej pozytywnymi postawami wobec robotów¹³, co może wynikać z powyższego argumentu o poprzedzającym doświadczeniu. Nad rolą gatunku dzieł z gatunku sci-fi oraz obrazu robotów zapośredniczonego przez media w ogóle pochyliła się Ulrike Bruckenberger i współpracownicy¹⁴. Wyniki ich badań nie są jednoznaczne, ale zauważyli oni, że media z pewnością wpływają na kształtowanie się oczekiwań wobec realnych robotów, których te najczęściej nie spełniają. Jednocześnie przedstawienia obecne w kulturze sprawiają że wizja współistnienia ludzi i coraz bardziej zaawansowanych robotów uważamy za całkiem prawdopodobny.

⁸ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

⁹ Ibidem

¹⁰ Ibidem

¹¹ Ibidem.

¹² Ibidem.

¹³ Ibidem.

¹⁴ Ibidem.

Victoria Groom, Leila Takayama, Paloma Ochi i Clifford Nass¹⁵ oraz Natalia Reich-Stiebert, Friederike Eyssel i Charlotte Hohnemann¹⁶ zaobserwowali natomiast, że na postawę wobec robota pozytywnie wpływa zaangażowanie badanych w proces jego powstawania.

2.2. Trzy prawa robotyki, Teoria podstaw Moralnych i ALAQ.

Teoria podstaw moralnych (*Moral Foundations Theory*) została opracowana przez zespół psychologów społecznych i kulturowych, głównie Jonathana Haidta i Jessego Grahama, którzy chcieli wyjaśnić pochodzenie zasad moralnych, w swojej istocie dosyć podobnych w różnych kulturach¹⁷. MFT zakłada istnienie „etyki intuicyjnej” bazującej na wrodzonych fundamentach psychologicznych, takich jak:

- (1) troska/krzywda,
- (1) uczciwość/oszukiwanie,
- (1) lojalność/zdrada,
- (1) autorytet/podporządkowanie, oraz
- (1) świętość/degradacja.

Trzy Prawa Robotyki (*The Three Laws of Robotics*) zostały wymyślane i opisane przez Isaaca Asimova w fantastycznym opowiadaniu „Zabawa w berka” (*Runaround*) z 1942 roku.

„1. Robot nie może skrzywdzić człowieka ani, przez bezczynność, dopuścić do tego, by człowiek doznał krzywdy.

2. Robot musi być posłuszny rozkazom wydawanym przez ludzi, z wyjątkiem przypadków, gdy takie rozkazy byłyby sprzeczne z Pierwszym Prawem.

3. Robot musi chronić własne istnienie, o ile to nie stoi w sprzeczności z Pierwszym lub Drugim Prawem¹⁸”.

Co ciekawe, Trzy Prawa Robotyki nie tylko przeniknęły do pop kultury, ale zaczęły być poważnie rozważane przez badaczy zajmujących się filozofią czy etyką a także faktycznym konstruowaniem robotów. *Asimov's Laws Adherence Questionnaire* (ALAQ) został stworzony przez Aleksandrę Wasielewską w celu zmierzenia stopnia akceptowalności praw Asimova, w odniesieniu do trzech hipotetycznych sytuacji¹⁹:

¹⁵ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ „Moral Foundations Theory”, b.d., <https://moralfoundations.org>.

¹⁸ Isaac Asimov, „Runaround”, 1942, https://web.williams.edu/Mathematics/sjmiller/public_html/105Sp10/handouts/Runaround.html.

¹⁹ Aleksandra Wasielewska, „Expectations towards the Morality of Robots: An Overview of Empirical Studies”, *Ethics in Progress* 12, nr 1 (2021): 134–51, <https://doi.org/10.14746/eip.2021.1.8>.

1. Robot używając siły broni się przed grupą chuliganów, aby zabezpieczyć leki dla starszego mężczyzny, które właśnie ma mu dostarczyć
2. Robot-chirurg ustępuje rozkazowi przełożonego ludzkiego, który chce go zastąpić podczas skomplikowanej operacji serca, mimo że wie, że mógłby przeprowadzić operację szybciej i lepiej niż mniej doświadczony chirurg-ludzki.
3. Ryzyko wykrycia skłania robota-żołnierza do przerywania kluczowej misji, aby uniknąć potencjalnej szkody i przejścia przez wroga.

W każdej z nich podmiotem jest robot opisany jako "inteligentny i humanoidalny". Dla każdej sytuacji występuje też analogiczna wersja z bohaterem ludzkim zamiast robota. Badanym zostały przedstawione w następującej kolejności kwestionariusze: 1) ALAQ, 2) *Moral Foundations Questionnaire* (MFQ), 3) podstawowe dane społeczno-demograficzne. Wyniki sugerują, że prawa Asimova są uważane za umiarkowanie słuszne w odniesieniu do robotów jak i ludzi. ALAQ zawierał prośby o uzasadnienie każdej z wybranych odpowiedzi i uzasadnienia dla obu grup (roboty i ludzie) były bardzo podobne. Jedynie ochrona życia ludzkiego żołnierza została uznana za bardziej moralnie słuszną niż ochrona życia robota wojskowego. Badanie miało na celu także wykazanie związku pomiędzy osobistymi przekonaniami moralnymi badanych (mierzonych za pomocą MFQ) a dokonaną przez nich oceną etyczną działań robotów i innych ludzi. W tym badaniu znaczący był tak zwany czynnik progresywizmu, uzyskany odejmując średnią wyników lojalności, autorytetu i czystości od średniej wyników opieki i uczciwości. Wasielewska zauważa następującą prawidłowość²⁰: im bardziej progresywni na skali byli respondenci, tym mniej uważali prawa Asimova za słuszne w odniesieniu do robotów. Tę negatywną korelację mogą wyjaśnić uzasadnienia respondentów: twierdzili, że ze względu na ich wspólne cechy, roboty i ludzie powinni być traktowani podobnie. W opozycji do tego, Trzy Prawa Robotyki pozwalają traktować roboty bardziej przedmiotowo, nadając priorytet dobru ludzi i zaniedbując ochronę istnienia robotów.

Na uwagę zasługuje również wariant popularnego dylematu wagonika, w którym zarówno mechanik (człowiek), jak i robot (naprawczy) byli postawieni przed wyborem: skierować pociąg na boczny tor, by poświęcić jedną osobę i uratować pięć (*action condition*), czy pozostawić pociąg na dotychczasowym torze, co prowadziłoby do śmierci większej liczby ludzi. Zadaniem uczestników badania była moralna ocena działań obu agentów w tym kontekście. Wyniki pokazały, że decyzja o aktywnym skierowaniu pociągu na boczny tor – zgodna z rozumowaniem utilitarystycznym – była uznawana za bardziej dopuszczalną w przypadku robota niż człowieka, zwłaszcza gdy scenariusz z udziałem człowieka był prezentowany jako pierwszy (*context effect*).²¹

Podsumowując, opisane w tym podrozdziale narzędzia badawcze: BHNU, NARS oraz skala antropomorfizacji pozwalają wieloaspektowo uchwycić zróżnicowane postawy ludzi wobec robotów, uwzględniając zarówno głębokie przekonania esencjalistyczne, jak i konkretne emocjonalne reakcje. Wyniki przytoczonych badań podkreślają, że czynniki takie

²⁰ Wasielewska, „Expectations towards the Morality of Robots: An Overview of Empirical Studies”.

²¹ Ibidem.

jak kultura, płeć, wcześniejsze doświadczenia oraz konsumpcja określonych treści medialnych mają istotny wpływ na sposób postrzegania i wartościowania robotów. Zarówno socjalizacja, jak i osobiste zaangażowanie w kontakt z technologią mogą skutecznie przełamywać bariery i stereotypy, czyniąc wizerunek robotów bardziej pozytywnym oraz sprzyjając akceptacji ich obecności w życiu społecznym.

2.3. Ucieczka z Doliny Niesamowitości.

Hipoteza doliny niesamowitości²² (*Uncanny Valley Hypothesis*, UVH) zaproponowana przez japońskiego robotyka Masahiro Moriego w 1970²³ twierdzi, że prawie, ale nie idealnie imitujące ludzi postacie wywołują u obserwatorów uczucie dyskomfortu i niepokoju. Wykres Moriego zakłada, że po etapie „dziwności” następuje znowu powrót do strefy komfortu - w przypadku robotów o bardzo wysokim stopniu humanoidalności, w zasadzie nieodróżnialnych od człowieka. Stopień humanoidalności określa się np. na podstawie bazy danych istniejących robotów ABOT²⁴. Każdy robot ma przypisany indeks podobieństwa do człowieka – opisany trzema czynnikami: (1) *body manipulators*, (2) *surface look* i (3) *facial features*. Opisując stopień podobieństwa do człowieka danego robota, większość badaczy posługuje się tą skalą.

W badaniu Groom i współpracowników²⁵ postrzeganie robotów jako sympatyczne, przyjazne i inteligentne wzrasta proporcjonalnie do ich humanoidalności. Humanoidalne roboty są też bardziej chwalone i mniej karane w zespołowych interakcjach człowiek–robot. Badani częściej są skłonni do przypisywania im własnej tożsamości, pragnień i zamiarów. W przywołanym wyżej badaniu Groom, robot humanoidalny był także częściej uważany za bardziej złośliwego niż roboty funkcjonalne.

Natomiast badanie Dawida Ratajczyka, który przy użyciu *Natural Language Processing* (NLP) przeanalizował ponad 200,000 komentarzy pod 1515 filmami przedstawiającymi roboty o różnym stopniu humanoidalności w serwisie YouTube, wykazało zupełnie inną zależność²⁶. Ratajczyk skupił się na pojęciach: dziwności, przyjemności i atrakcyjności zmysłowej pojawiających się w komentarzach. Jego analiza wykazała, że bardziej podobne do człowieka roboty wywołują bardziej negatywne emocje. Najczęstsze używane do ich opisu przymiotniki to „straszny” i „przerażający”. W przypadku robotów o charakterze bardziej mechanicznym opisy były pozytywne lub neutralne. W powyższej pracy, autor przywołuje także wyniki badań Friedmana i Strait²⁷, którzy zauważyli że roboty przypominające kobiety

²² Większość badań doliny niesamowitości koncentruje się na wyglądzie robotów, ale postacie wchodzące w interakcje mogą być jawić się jako bardziej niepokojące. Sugeruje to że, m.in. czynnik teorii umysłu może wzmacniać efekt *uncanny valley*. Uczucie dyskomfortu współwystępowało np. z postrzeganą inteligencją.

²³ Masahiro Mori, „The Uncanny Valley”, *IEEE Spectrum* 49, nr 6 (2012): 98–100, <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2012.6201072>.

²⁴ „Abot Database”, b.d., <https://www.abotdatabase.info>.

²⁵ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

²⁶ Dawid Ratajczyk, „Shape of the Uncanny Valley and Emotional Attitudes Toward Robots Assessed by an Analysis of YouTube Comments”, *International Journal of Social Robotics* 14 (2022): 1787–803, <https://doi.org/10.1007/s12369-022-00894-w>.

²⁷ Ibidem

były bardziej narażone na seksualizację, uprzedmiotowienie i seksizm, niż roboty o wyglądzie męskim oraz że ludzie wzmacniają i rozszerzają uprzedzenia rasowe i społeczne na roboty.

W świetle przytoczonych, częściowo rozbieżnych wyników badań, nie sposób jednoznacznie określić, na którym etapie krzywej Moriego się obecnie znajdujemy - ani czy wzrost humanoidalności przynosi przewagę pozytywnych czy negatywnych reakcji. Wydaje się jednak, że stopień upodobnienia robotów do człowieka wpływa na intensywność emocji pojawiających się u odbiorców – zarówno w kierunku zwiększonej sympatii, zaufania i przypisywania psychicznych cech ludzkich, jak i silniejszych odczuć niepokoju czy oporu wobec nienaturalnego podobieństwa.

Podsumowując, mechanizmy antropomorfizacji są zarazem źródłem większej sympatii dla robotów, jak i powodem pojawienia się efektu niesamowitości wtedy, gdy podobieństwo staje się zbyt nienaturalne. W praktyce wskazuje to na konieczność indywidualnego dopasowania stopnia humanoidalności do funkcji oraz oczekiwań odbiorców.

2.4. Turing odwrócony i heurystyki chata GPT.

Ludzie mają naturalną tendencję do przypisywania stanów mentalnych innym, niekoniecznie ludzkim podmiotom. Na tę skłonność podmiotu inteligentnego do projektowania własnej inteligencji na przedmiot, z którym wchodzi w interakcje, zwrócił uwagę Stuart Watt w artykule *Naive psychology and the inverted Turing Test*²⁸. „Naiwna psychologia” tak jak ją definiuje Watt, odnosi się do naturalnej ludzkiej tendencji i zdolności do przypisywania stanów mentalnych innym. W myśl tego, proponuje on: „Zamiast rozwijać zdolność systemów do zwodzenia ludzi, powinniśmy przeprowadzić test, który sprawdzi, czy system przypisuje inteligencję innym w taki sam sposób jak robią to ludzie”.

W odwróconym teście Turinga, który sformułował Watt, to maszyna pełni funkcję sędziego i ma rozstrzygnąć, czy rozmawia z innym człowiekiem czy z maszyną. W istocie ma zatem przypisywać innym agentom (ludziom lub maszynom) stany mentalne i intencje w sposób zbliżony do tego, jak czynią to ludzie.

Jest to pewna nowość, bo jeśli zgodzimy się, że taka pochopna czy nieświadoma projekcja własnych mentalnych właściwości na „rozmówcę” jest pewnym błędem poznawczym, to lepiej oceniamy nie roboty, które nie popełniają błędów, lecz te które popełniają te same błędy co my, ludzie. Można to nazwać jakiegoś rodzaju przesunięciem akcentu w ocenie funkcjonalności systemów nie-ludzkich: bardziej niż poprawność wykonywania zadań, cenione jest podobieństwo do ludzkich funkcji poznawczych. Umiejętność (lub jej imitacja) mentalizowania przez maszyny wpływa bezpośrednio na ocenę ich uspołecznienia, moralności i godności zaufania²⁹.

Ilustrując powyższe rozważania, chciałabym odwołać się do własnej obserwacji, która ukazuje obecność typowo ludzkich błędów poznawczych także w zachowaniu systemów

²⁸ Stuart Watt, „Naive psychology and the inverted Turing test”, *Psychology* 7, nr 23 (1996).

²⁹ Ibidem

sztucznej inteligencji. Podczas testowania darmowej wersji ChatGPT³⁰, zadałam programowi pozornie proste zadanie obliczeniowe:



You

W 100 gramach wody rozpuszczono 10 gramów soli. Jakie jest stężenie procentowe otrzymanego roztworu?



ChatGPT

Aby obliczyć stężenie procentowe roztworu, możemy skorzystać ze wzoru:

$$\% \text{ stężenia} = \left(\frac{\text{Masa substancji rozpuszczonej}}{\text{Masa całego roztworu}} \right) \times 100$$

W tym przypadku masę substancji rozpuszczonej (soli) mamy równą 10 gramom, a masę całego roztworu równą 100 gramom (10 gramów soli + 90 gramów wody).

Podstawiając wartości do wzoru:

$$\% \text{ stężenia} = \left(\frac{10 \text{ g}}{100 \text{ g}} \right) \times 100 = 10\%$$

Stężenie procentowe otrzymanego roztworu wynosi 10%.

Algorytm wygenerował intuicyjną, lecz błędną odpowiedź – 10%. Takie rozwiązanie polega na szybkim podzieleniu masy substancji przez masę rozpuszczalnika (10g/100g), pomijając istotną informację, że mianownikiem powinna być całkowita masa roztworu, czyli 110g (100g wody + 10g substancji). Poprawny wynik to więc około 9,09%.

Mechanizm tego błędu jest analogiczny do znanego problemu z piłką baseballową i kijem, opisanego przez Daniela Kahnemana. Tam, na pytanie: „Kij i piłka kosztują razem 1,10 dolara. Kij kosztuje o 1 dolara więcej niż piłka. Ile kosztuje piłka?” – większość osób natychmiast odpowiada: 10 centów (choć logicznie poprawna odpowiedź to 5 centów). W obu przypadkach źródłem błędu jest eksploatacja tzw. „Systemu 1”, który w ujęciu Kahnemana odpowiada myśleniu intuicyjnemu, szybkiemu i powierzchownemu.³¹ Zamiast wykonać uważną analizę i obliczenia, umysł - jak widać, czasem także nie-ludzki - stosuje uproszczoną heurystykę, która często zawodzi.

Ta sytuacja przypomina mechanizm „naiwnej psychologii”, o której pisał Stuart Watt³². Nasz sposób rozumowania i rozpoznawania innych umysłów, zarówno ludzkich, jak i sztucznych oparty jest na heurystykach i uproszczeniach. W opisaney przeze mnie obserwacji ChatGPT zachowuje się właśnie w sposób bardzo ludzki, reprodukując powszechny błąd poznawczy wynikający z heurystyk. W tym sensie system AI nie tylko „imituje” wyuczone rozwiązania, ale również przejawia słabości typowe dla ludzkiego umysłu. Może to powodować, przypisanie mu jakiegoś rodzaju intuicji, wzrost odczuwanej do niego sympatii, mimo iż nie powinniśmy mu ufać w kwestii poprawności wyników. Obserwacja ta nabiera szczególnego znaczenia, ponieważ ChatGPT jest powszechnie dostępny dla użytkowników, co

³⁰ „ChatGPT”, chat.openai.com, chat.openai.com.

³¹ Daniel Kahneman, *Pułapki myślenia: o myśleniu szybkim i wolnym*, tłum. Andrzej Czernik (Media Rodzina, 2012).

³² Watt, „Naive psychology and the inverted Turing test”.

sprawia, że znacznie więcej osób może na co dzień doświadczać i oceniać interakcje z tym systemem niż brać udział w eksperymentach z udziałem humanoidalnych robotów

2.5. Społeczne maszyny.

Ronald i Snipper w swoim artykule *Intelligence is not Enough: On the Socialization of Talking Machines* stawiają pytanie, zakładając, że dana maszyna obliczeniowa przejdzie test Testa Turinga, czy sama inteligencja uczyniłaby ją użyteczną dla jej ludzkich odbiorców. Zastanawiają ich kwestie, które pojawią się, gdy my (ludzie) zaczniemy na co dzień koegzystować z maszynami. Zwracają uwagę na kolejne aspekty, które mogą być kluczowe w interakcjach człowiek-robot: ucieleśnienie i zaufanie. Bardzo trudno jest nam radzić sobie z jakąkolwiek formą inteligencji, która choćby nieznacznie odbiega od zasady; jedno ciało - jeden umysł. Dla zbudowania zaufania do podmiotu, potrzebujemy ciągłości jego formy i ekspresji. Aby maszyny inteligentne mogły rzeczywiście być częścią ludzkiej rzeczywistości, tak abyśmy w pełni mogli korzystać z ich potencjału, w wielu dziedzinach nie wystarczy wysoce wyspecjalizowana wiedza. Ronald i Snipper wskazują na rolę takie jak lekarz-diagnosta, prawnik, doradca inwestycyjny. Mimo, iż umiejętność analizy ogromnej ilości danych jest ogromną zaletą w tych branżach, nie można oddzielić emocjonalnych aspektów tych zawodów od czysto intelektualnych wymagań. Ludzka inteligencja nie działa także w izolacji - ale jest częścią sieci znanej jako społeczeństwo. Jako istoty ludzkie jesteśmy częścią wielu sieci społecznych i nieustannie rewidujemy nasze poglądy i opinie na temat innych ich członków. Osoba jest oceniana jako godna zaufania nie tylko na podstawie jej wypowiedzi, zachowania i działań, ale także poprzez wpływ niewidzialnych sieci społecznych. Ronald i Snipper mimo że nie prezentują konkretnych wyników empirycznych, to dokonują refleksji nad innymi jeszcze aspektami, takimi jak zaufanie, ucieleśnienie czy przewidywalność zachowania, które mogą mieć znaczenie przy ocenie interakcji z robotami.³³

W podobnym, społecznym kontekście stawia maszyny *Truly Total Turing Test* (TTTT)³⁴. Proponuje on testowanie nie indywidualnych systemów ale całego „gatunku” poznawczych architektur jaki owe systemy tworzą, patrząc na nie z ewolucyjnej perspektywy.

Oba podejścia przesuwają akcent z czysto technicznej poprawności czy pojedynczego testu/funkcjonalności na długofalową, społeczną integrację maszyn z ludźmi. Podkreślają, że o prawdziwym „miejscu” robotów czy AI w świecie decyduje nie tylko ich intelekt, ale zdolność do bycia rozpoznany przez społeczność i zdobycia zaufania - w sensie kolektywnym (TTTT) i indywidualnym (Ronald i Snipper).

3. Podsumowanie

³³ Edmond Ronald i Mark Snipper, „Intelligence is not Enough: On the Socialization of Talking Machines”, *Minds and Machines* 11, nr 4 (2001): 567–76, <https://doi.org/10.1023/A:1012079829015>.

³⁴ Łupkowski, *Test Turinga. Perspektywa sędziego*.

Jeżeli - jak pisze Agnieszka Wykowska - „system poznania społecznego jest w wielu przypadkach zdolny używać tego samego mechanizmu zarówno w interakcjach z drugim człowiekiem, jak i z robotem³⁵”, to uprzedzenia oraz błędy poznawcze typowe dla relacji międzyludzkich mogą być nieświadomie przenoszone także na interakcje z robotami.

Z drugiej strony, pojawianie się u robotów zachowań przypominających ludzkie błędy poznawcze może sprawiać, że postrzegamy je jako bliższe nam – bardziej zrozumiałe, a przez to także oceniane przychylniej.

Wydaje się, że włączenie do rozważań nad sztuczną inteligencją szerszej perspektywy rozumienia inteligencji w ogóle: inteligencji emocjonalnej, aspektów moralności i behawioryzmu może przynieść korzyści zarówno samej dziedzinie AI, ale co nawet bardziej istotne, może w jakiś sposób przygotować ludzi na coraz częstsza obecność maszyn w coraz liczniejszych dziedzinach życia.

„Kwestia zaufania w rzeczywistości nie ogranicza się do Turing Chatterboxes: obejmuje całość nowoczesnej technologii. Oczywiście jest, że każdy z nas powierza swoje życie tym urządzeniom. I to zaufanie jest nabywane poprzez stopniowy, koewolucyjny proces: my (ludzie) koewoluujemy wraz z tworzoną przez nas technologią - my dostosowujemy się do technologii, a technologia dostosowuje się do nas³⁶”.

Jeżeli przypiszemy robotom jakiś rodzaj podmiotowości, warto zastanowić się nie tylko, jaką wartość dla ludzi będzie reprezentować robotyczny „gatunek”, ale czy i jakie relacje będą mogły wypracować poszczególne robotyczne osobniki między sobą, i czy wpłynie to jakoś na ich funkcje.

Ponadto monitorowanie postaw wobec podmiotów innych niż ludzie, którym będziemy w stanie przypisać jakiś rodzaj inteligencji i autonomii, może być ważnym wskaźnikiem zmian w społecznym postrzeganiu świadomości i roli człowieka w świecie, także w odniesieniu do innych gatunków. W tym miejscu warto jeszcze raz przypomnieć *Belief in Human Nature Uniqueness Scale* Gigerę i jego badanie, które wykazało, że wyższy poziom religijności wiąże się z bardziej negatywnymi postawami wobec interakcji z robotami³⁷.

Podobne wnioski wysnuli Fortuna, Wróblewski i Gorbaniuk w artykule "*The structure and correlates of anthropocentrism as a psychological construct*". Pokazują, że antropocentryzm, czyli przekonanie o wyjątkowym, centralnym miejscu człowieka w świecie, silnie wiąże się z religijnością, zwłaszcza w jej monoteistycznych wersjach, oraz z bardziej negatywnym nastawieniem do robotów i techniki. Autorzy wykazali, że osoby cechujące się wyższym poziomem religijności i silniejszym przekonaniem o unikalności człowieka mają również mniej pro-ekologiczne postawy oraz wyraźniej negatywnie odnoszą się do autonomicznych, inteligentnych systemów nie-ludzkich, takich jak roboty. Wprost piszą o roli judeochrześcijańskiej tradycji w utrwalaniu przekonań o wyjątkowości człowieka, co może

³⁵ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

³⁶ Ronald i Snipper, „Intelligence is not Enough: On the Socialization of Talking Machines”.

³⁷ Łupkowski i Wasielewska, „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”.

przekładać się zarówno na relacje wobec technologii, jak i wobec innych gatunków zwierząt i przyrody.³⁸

Widoczne zmiany społeczne zachodzące na polu religijności, duchowości i etyki mogą zatem, jeśli nie katalizować, to chociaż wspierać akceptację postępu w różnych dziedzinach nauki, do tej pory krytykowanych przez organizacje religijne. Wydaje się, że wiara w wyjątkowość człowieka, ma także przełożenie na postawę wobec zwierząt nieludzkich. Możliwe więc, że jeśli będziemy w stanie dopuścić do grona inteligentnych podmiotów, roboty powstałe wskutek ludzkiego postępu, doprowadzi nas to do refleksji aby także innym gatunkom biologicznym przyznać więcej praw i autonomii.

W dobie powszechnej obecności botów i zaawansowanych algorytmów w Internecie, użytkownicy nieustannie stają się sędziami w swoistym, codziennym teście Turinga – rozpoznając, z jakim rodzajem „podmiotu” mają do czynienia. Antropomorfizacja robotów i algorytmów, choć ułatwia interakcję i budowanie zaufania, może mieć poważne, negatywne konsekwencje. Wraz ze wzrostem komunikacyjnych umiejętności AI i jej coraz większą nieodróżnialnością od człowieka, rośnie nie tylko ryzyko dezinformacji (np. fake newsy, fałszywe alerty, *phishing*), lecz także zagrożenie dla bezpieczeństwa osobistych i instytucjonalnych danych. Jak przestrzegał Kevin Mitnick³⁹, to właśnie nadmierne zaufanie i brak czujności u ludzi stanowią najczęściej najsłabsze ogniwo systemów bezpieczeństwa. Antropomorfizacja sprzyja nadmiernemu zaufaniu, przez co szczególnie osoby samotne i podatne na wpływ mogą stać się łatwym celem manipulacji i ataków ze strony coraz lepiej „udających ludzi” systemów AI.

Na pewno należy mieć na uwadze ograniczenia którym podlegały przytoczone przeze mnie badania i analizy. W badaniach brały udział najczęściej dosyć małe grupy respondentów; za wyjątkiem analizy komentarzy w serwisie YouTube, przeprowadzonej przez D. Ratajczyka⁴⁰ - tutaj natomiast należy zwrócić uwagę na to, że ustalenia opierają się na angielskich komentarzach wyszukiwanych w regionie USA, oraz, że badani mogli mieć za sobą większą ekspozycję na obecność robotów, czy to w sieci czy w realu. Dane więc, mogą nie być reprezentatywne dla ogółu populacji. Wyniki owych badań należy zatem traktować jako zaczątek do dalszej dyskusji i poszukiwania nowych wątków, które mogą stać się istotne w niedalekiej przyszłości.

4. Wnioski końcowe

- Postawy ludzi wobec robotów i algorytmów są złożone i uwarunkowane kulturowo, psychologicznie oraz społecznie. Kluczowe znaczenie mają wcześniejsze doświadczenia, przekonania o wyjątkowości człowieka, religijność oraz sposób przedstawiania robotów w

³⁸ Paweł Fortuna et al., „The structure and correlates of anthropocentrism as a psychological construct”, *Current Psychology*, advance online publication, 2021, <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01835-z>.

³⁹ Kevin D. Mitnick i William L. Simon, *Sztuka podstępów. Łamalem ludzi, nie hasła*, tłum. Jarosław Dobrzański (Helion, 2004).

⁴⁰ Ratajczyk, „Shape of the Uncanny Valley and Emotional Attitudes Toward Robots Assessed by an Analysis of YouTube Comments”.

mediach.

- Silne przekonania antropocentryczne, a także wyższy poziom religijności, wiążą się z bardziej negatywnymi postawami wobec robotów i mniejszą akceptacją dla technologii oraz innych nieludzkich podmiotów.
- Antropomorfizacja robotów ułatwia interakcję i sprzyja budowaniu sympatii oraz zaufania, ale niesie też ryzyko nadmiernego przywiązywania się do maszyn i podatności na manipulację, dezinformację czy zagrożenia bezpieczeństwa.
- Uzyskanie przez roboty społecznej akceptacji wymaga więcej niż tylko inteligencji – kluczowa jest integracja w ludzkich sieciach zaufania, ucieleśnienie i zdolność do przewidywalnych, wiarygodnych zachowań.
- Zmiany w obszarze religijności, wartości i etyki mogą w przyszłości katalizować szerszą akceptację dla robotów oraz większą otwartość na przypisywanie podmiotowości także innym gatunkom.
- Potrzebne są dalsze, pogłębione badania nad czynnikami kształtującymi postawy wobec zaawansowanych technologii, zwłaszcza w kontekście społecznych konsekwencji rosnącej obecności robotów w codziennym życiu.

Bibliografia:

„Abot Database”. b.d. <https://www.abotdatabase.info>. Asimov, Isaac. „Runaround”. 1942.

https://web.williams.edu/Mathematics/sjmiller/public_html/105Sp10/handouts/Runaround.html. chat.openai.com.

„ChatGPT”. chat.openai.com.

Fortuna, Paweł, Zbigniew Wróblewski, i Oleg Gorbaniuk. „The structure and correlates of anthropocentrism as a psychological construct”. *Current Psychology*, advance online publication, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01835-z>.

Kahneman, Daniel. *Pułapki myślenia: o myśleniu szybkim i wolnym*. Przetłumaczone przez Andrzej Czernik. Media Rodzina, 2012.

Łupkowski, Paweł. *Test Turinga. Perspektywa sędziego*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 2010.

Łupkowski, Paweł, i Aleksandra Wasielewska. „Nieoczywiste relacje z technologią. Przegląd badań na temat ludzkich postaw wobec robotów”. *Człowiek i Społeczeństwo* LI (2021): 165–87.

Mitnick, Kevin D., i William L. Simon. *Sztuka podstępu. Łamałem ludzi, nie hasła*. Przetłumaczone przez Jarosław Dobrzański. Helion, 2004.

„Moral Foundations Theory”. b.d. <https://moralfoundations.org>.

Mori, Masahiro. „The Uncanny Valley”. *IEEE Spectrum* 49, nr 6 (2012): 98–100.
<https://doi.org/10.1109/MSPEC.2012.6201072>.

Pochwatko, Grzegorz, Jean-Christophe Giger, Monika Róžańska-Walczyk, et al. „Polish Version of the Negative Attitude toward Robots Scale (NARS-PL)”. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems* 9, nr 3 (2015). https://doi.org/10.14313/JAMRIS_3-2015/25.

Ratajczyk, Dawid. „Shape of the Uncanny Valley and Emotional Attitudes Toward Robots Assessed by an Analysis of YouTube Comments”. *International Journal of Social Robotics* 14 (2022): 1787–803.
<https://doi.org/10.1007/s12369-022-00894-w>.

Ronald, Edmond, i Mark Snipper. „Intelligence is not Enough: On the Socialization of Talking Machines”. *Minds and Machines* 11, nr 4 (2001): 567–76. <https://doi.org/10.1023/A:1012079829015>.

Wasielawska, Aleksandra. „Expectations towards the Morality of Robots: An Overview of Empirical Studies”. *Ethics in Progress* 12, nr 1 (2021): 134–51. <https://doi.org/10.14746/eip.2021.1.8>.

Watt, Stuart. „Naive psychology and the inverted Turing test”. *Psychology* 7, nr 23 (1996).