

JAN ROSTOWSKI

Wydział Psychologii, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Warszawie
Faculty of Psychology, University of Finance and Management in Warsaw

TERESA ROSTOWSKA

Instytut Psychologii, Uniwersytet Gdański, Gdańsk
Institute of Psychology, University of Gdansk, Gdańsk
e-mail: t.rost@wp.pl

Rola systemu lustrzanych neuronów w rozwoju języka i komunikacji interpersonalnej

The role of the mirror neuron system in development of language and interpersonal communication

Abstract. The aim of the article is to present information – based on a review of the literature – concerning the mirror-neuron systems (MNS). In particular, the article is to describe the role of mirror neurons in the development and functioning of language, both in the verbal and the non-verbal form of interpersonal communication. The aim of the present work is to stress the role of MNS in the process of the formation of language brain structures, first in prenatal stage and then in postnatal life. Functions of MNS activity in non-verbal interpersonal communication in such processes as imitation, intuition, empathy, processes of theories of mind (ToM), mentalisation, and intersubjectivity are discussed in greater detail.

Key words: brain, mirror neurons, language, speech, interpersonal communication

Słowa kluczowe: mózg, neurony lustrzane, język, mowa, komunikacja interpersonalna

WPROWADZENIE

Jednym z bardzo ważnych osiągnięć neuro-nauki było odkrycie w 1996 roku przez Giacomo Rizzolattiego i współpracowników (Rizzolatti i in., 1996) systemu lustrzanych neuronów (MNS), stanowiących zespół specyficznych neuronów, które aktywizują się zarówno podczas procesów postrzegania, jak i wykonywania czynności. Odkrycie to dostarczyło argumentów wyjaśniających działanie mechanizmu, który w świetle współczesnych badań może leżeć u podłoża bardzo wielu, jak mogło-

by się wydawać tylko pozornie niepozostających ze sobą w związku, czy też nieodnoszących się do siebie, ruchowych, poznawczych i społecznych zdolności występujących łącznie, jak to się dzieje w przypadku procesów dotyczących: mowy, naśladowania, empatii, teorii umysłu i innych. Nic dziwnego, że odkrycie i zainteresowanie systemem lustrzanych neuronów przez wielu badaczy jest rozpatrywane jako *zeitgeist* – „znak czasu”. To niezwykle zainteresowanie systemem lustrzanych neuronów wynika z ich wielorakich i bardzo ważnych funkcjonalnych właściwości.

FUNKCJE SYSTEMU LUSTRZANYCH NEURONÓW

Aktywność systemu lustrzanych neuronów odgrywa kluczową rolę w zakresie społecznego poznania oraz interpersonalnej komunikacji. Ludzka zdolność bowiem do rozpoznawania działań i gestów innych jednostek ma podstawowe znaczenie dla społecznego spostrzegania, komunikacji i społecznego zachowania. Zdolność ta jest podtrzymywana przez system lustrzanych neuronów, których pierwszorzędną funkcją jest umysłowe symulowanie czy odzwierciedlanie spostrzeganych działań.

O procesie odzwierciedlania (*mirroring process*), dokonującym się przy udziale systemu lustrzanych neuronów, można mówić zarówno wtedy gdy stymulacja aktywizująca system lustrzanych neuronów pochodzi ze środowiska zewnętrznego (efekt kameleona: np. zakładanie nogi na nogę, kiwanie głową), jak i w sytuacjach gdy system lustrzanych neuronów jest wewnętrznie (endogennie) aktywizowany, tzn. przy współdziałaniu innych neuronalnych ośrodków nerwowych (np. ocena spotkania znajomej osoby z punktu widzenia jej zadowolenia z tego spotkania). W sposób szczególnie odzwierciedlająca aktywność systemu lustrzanych neuronów dokonuje się w następstwie uwzględnienia i syntetyzowania przez ten system stanów aktywności innych struktur mózgu związanych z procesami spostrzegania, emocji, poznania, pamięci, oceny i in., jak to się dzieje przede wszystkim w przypadku nie tylko języka, ale także intuicji, empatii, mentalizacji, procesów związanych z teorią umysłu (Lyons, 2009; Oberman i Ramachandran, 2009; Filimon i in., 2007).

Dzięki aktywności lustrzanych neuronów możliwe jest uwzględnienie kontekstu w zakresie obserwowanych działań i społecznego poznania, i tym samym staje się też możliwe dwustronne, wzajemne połączenie działania z informacją o nim. Tego rodzaju wzajemne powiązania mogą mieć istotne znaczenie w kierowaniu realizowanym zachowaniem, pozwalając systemowi lustrzanych neuronów na uaktywnienie procesu adaptacji do współwystępujących wymogów realizowanego za-

dania albo też hamowanie wykonywania nieodpowiednich do tego zadania gestów czy innych form zachowania (Pineda i in., 2009; Chong i Mattindley, 2009; Rostowski, 2012). Okazuje się, że istotna rola dotycząca systemu lustrzanych neuronów polega przede wszystkim na tym, że umożliwiają one i usprawniają komunikację interpersonalną. Dzięki bowiem lustrzanym neuronom dokonuje się niejako w sposób bezpośredni, ale często nieświadomy czy podświadomy i automatyczny, komunikacja między dwoma lub większą liczbą ludzkich mózgów. Stwierdzono, że człowiek dysponuje zdolnością rozumienia działania innych ludzi poprzez swoiste doświadczanie tego, co ktoś może w danej chwili czuć, zamierzać oraz jakie może mieć intencje podejmowania wykonania podobnego działania czy też zachowania. Jest to możliwe przez aktywizację tych samych neuronalnych struktur mózgu u pozostających w interakcji podmiotów. System lustrzanych neuronów stanowi neuronalny mechanizm wielu procesów poznawczych wyższego rzędu, takich jak odczytywanie i rozumienie myśli, intencji, zamierzeń, uczuć innych osób jako „nadawców” przez aktywację w mózgu odbiorców tych samych struktur mózgowych, które w danym momencie są aktywne u „nadawców”. Ten neuronalny mechanizm stanowi również możliwość uczenia się różnych form aktywności ruchowej, w tym także związanych z mową.

Dzięki lustrzanym neuronom procesy odbioru i wytwarzania wypowiedzi są ściśle powiązane ze sobą. Ważną okolicznością jest uniwersalność języka jako atrybutu *homo sapiens* i używania języka w celu porozumienia się oraz możliwość opanowania innych języków oprócz ojczystego. Nie bez znaczenia jest też tzw. język ciała (gesty, mimika, wyraz oczu, wyraz twarzy), który wspomaga właściwe zrozumienie nadawanych komunikatów. Lustrzane neurony dostarczają względnie prostego neuronalnego mechanizmu rozumienia działań czy aktywności innych osób, umożliwiają bowiem nabywanie społecznych zachowań, w tym przede wszystkim interpersonalnej komunikacji (Beauchamp i Anderson, 2010; Oberman i Ramachandran, 2009; Galle-

se, 2009; Rizzolatti i Craighero, 2004; Le Bell, Pineda i Sharma, 2009; Aboitiz i Garcia, 2009; Rostowski, 2012).

Wskazane jest zatem zarysowanie modelowego ujęcia podstawowych struktur mózgu, tworzących niejako „rdzeń systemu lustrzanych neuronów”, w skład którego wchodzi w głównej mierze: sensoryczno-motoryczna kora, obszar brzuszno-przedruchowy, obszar dolnego czołowego zakrętu, dolny płacik ciemieniowy, górna bruzda skroniowa, przyśrodkowy zakręt skroniowy a także wyspa (Pineda, 2008; Goldman, 2009; Cooper, 2006; Iacoboni, Mazziotta, 2007; Jacob, Jeannerod, 2005; Gallese, 2008; Filimon i in., 2007; Agnew, Bhakoo i Puri, 2007).

POCZĄTKI ROZWOJU SYSTEMU LUSTRZANYCH NEURONÓW I JĘZYKA

System lustrzanych neuronów rozwija się zgodnie z programem wyznaczonym przez czynniki genetyczne i zaczyna funkcjonować już w okresie płodowym (Watkins, 2011). Aktywność systemu lustrzanych neuronów leży u podłoża komunikacji między płodem a matką. Częstość oraz intensywność i złożoność form tej komunikacji wzrasta w okresie ciąży równoległe z rozwojem mózgu płodu. Noworodek tuż po urodzeniu przejawia pewne formy naśladownictwa i wzajemności, czyli rudymentalne formy komunikacji. Warto podkreślić, że sprawności ruchowe płodu dojrzewają znacznie wcześniej, niż dotąd sądzono. Wyniki badań dowodzą, że przestrzenne i czasowe właściwości ruchów płodu już w 22. tygodniu ciąży nie są chaotyczne, ale zgodne z kinematycznym schematem, uwzględniającym cel wykonywanych ruchów. Ruchy te już wtedy zdają się mieć charakter „intencjonalnego działania”. W późnym okresie ciąży tworzą się bowiem połączenia między ruchowymi okolicami mózgu a tymi, które umożliwiają odbiór bodźców wzrokowych. Stwarza to możliwość naśladowania przez noworodki ruchów wykonywanych przez dorosłych opiekunów. Zapoczątkowane wówczas przez sy-

stem lustrzanych neuronów mechanizmy odzwierciedlania również przestrzeni odgrywają także kluczową rolę w nawiązywaniu więzi noworodków i niemowląt ze światem społecznym. Więzy te, rozwijając się, będą stopniowo spełniały różne, ważne funkcje – będą służyły także różnicowaniu między „ja” i „inni”. Neurony lustrzane umożliwiają między innymi opanowanie przez dziecko języka (Zoia i in., 2007; Pineda i in., 2009; Iacoboni, 2009; Gallese, 2009; Le Bell, Pineda i Sharma, 2009; Lepage i Theoret, 2007; Uddin i in., 2006; Rostowski, 2012). W ostatnim trymestrze dokonuje się intensywny rozwój mózgu, szczególnie obszaru sensoryczno-motorycznego kory, o istotnym znaczeniu dla dalszego rozwoju mowy. Proces ten jest wiązany w pewnym stopniu z ruchami płodu w łonie matki. Ponadto stymulacja może pochodzić także z zewnątrz; funkcję taką może pełnić rozmowa matki z dzieckiem prenatalnym, kiedy to stan aktywacji językowych struktur mózgowych mówiącej matki uaktywnia rozwijające się obszary językowe płodu i ukierunkowuje w ten sposób ich dalszy rozwój. Współcześnie przyjmowany jest pogląd o wrodzonym charakterze języka, którego jeszcze wstępne formy pojawiają się tuż po urodzeniu, z czym pozostaje w zgodzie stwierdzenie o ukierunkowanym rozwoju językowych struktur w okresie płodowym. Badania procesu naśladowania u noworodków pokazują, że dotyczy on przede wszystkim ruchów mięśni twarzy, ruchów warg, policzków, ruchów wystawiania języka. Szczególnie zaskakujący jest fakt, że noworodek w niecałą godzinę (ok. 42 minuty) po urodzeniu inicjuje ruchy, które są zbliżone do ruchów wykonywanych przez osobę dorosłą (np. układ warg przy wokalizowaniu jakiegoś dźwięku). Przywołane zachowania noworodka zdają się wskazywać, jak ważną funkcję pełni rozwój lustrzanych neuronów w bardzo wczesnym okresie życia, a mianowicie już w 6.–7. miesiącu po urodzeniu. W okresie niemowlęctwa funkcjonowanie lustrzanych neuronów szczególnie wyraźnie zaznacza się w różnych formach naśladowania, nie tylko w zakresie motoryki, ale także w procesie socjalizacji, w tworzeniu pomostu mię-

dzy niemowłędem a innymi osobami, zwłaszcza matką. Po urodzeniu neuronalne podłoże aktywności językowej ciągle się rozwija. Zaburzenia procesu rozwoju języka są związane bądź z uszkodzeniami wynikającymi z wad rozwojowych albo są następstwem doznanych urazów mózgu we wczesnych okresach życia dziecka, często okołoporodowych, a szczególnie tych, które obejmują dolne czołowe i skroniowe okolice mózgu (Champoux i in., 2009; Falck-Ytter, Gredeback i von Hofsten, 2006; Friederici, 2006; Dapretto i in., 2006; Oberman i Ramachandran, 2007; Anisfeld, 1996; Anisfeld i in., 2001; Fontanie, 2004; Chen, Striaano i Rakoczy, 2004; Thompson, 2001; van der Meer, 1997; Hayes i Watson, 1981; Rostowski, 2012).

Należy podkreślić, że prawidłowy rozwój lustrzanych neuronów w okresie płodowym i niemowłęcym warunkuje zasadniczo prawidłowy rozwój wielu różnych sprawności, w tym językowych. Z kolei nieprawidłowy czy zubożony rozwój lustrzanych neuronów może stanowić podłoże wielu zaburzeń rozwojowych, między innymi autyzmu (Oberman i Ramachandran, 2009; Friederici, 2006, Wan i in., 2010). Dzieje się tak głównie dlatego, że lustrzane neurony pośredniczą w „mapowaniu” jednego wymiaru reprezentacji na inny.

W ten sposób na przykład lustrzane neurony przemapowują (*remapping*) wizualną reprezentację obserwowanych działań na reprezentację ruchową w mózgu obserwatora, stwarzając gotowość do wykonania obserwowanego działania. Natomiast niektóre, jeśli nie wszystkie, lustrzane neurony o właściwościach międzymodalnych, tj. obejmujących jednocześnie formy aktywności kilku modalności, dotyczą funkcji ważnych dla ujmowania celu czy intencji danej aktywności. Na przykład niektóre lustrzane neurony są uwrażliwione na dokładne odzwierciedlenie sposobu, w jaki dana czynność została dokonana, podczas gdy inne są uwrażliwione na ogólny cel lub intencje określonego działania. Wyniki badań sugerują, że u człowieka przedruchowe lustrzane neurony, które mieszczą się w tylnej części dolnego czołowego zakrętu (okolice Broki) i przyległej części brzusznej przed-

ruchowego obszaru są uwrażliwione na rozumienie intencji, która motywuje obserwatora do wykonania spostrzeganej czynności (Oberman i Ramachandran, 2009; Oberman i in., 2005; Le Bell, Pineda i Sharma, 2009; Rizzolatti i Craighero, 2004; Gallese, Keysters i Rizzolatti, 2004; Thompson, 2001).

MÓWIENIE A KOMUNIKACJA INTERPERSONALNA

U podłoża rozwoju mowy leży trójmodalny układ systemu lustrzanych neuronów, który reaguje na ruchowe, wzrokowe i słuchowe stymulacje, a więc wówczas, kiedy jakaś czynność jest wykonywana lub obserwowana. Ten trójmodalny układ stanowi odzwierciedlenie zintegrowanego przetwarzania informacji dotyczących ruchowo-słuchowo-wzrokowych aspektów w procesie nabywania mowy, umożliwiając w głównej mierze występowanie i przebieg procesów rozumienia i rozpoznawania. Wyniki badań wyraźnie dowodzą, że system ruchowy jest aktywizowany nie tylko w językowej produkcji, lecz także w procesie rozumienia wypowiedzi językowych. Tego rodzaju integracja ruchowo-słuchowo-wzrokowa może tworzyć podstawę dla wielu procesów związanych z językiem, takich jak naśladowanie, empatia, czytanie umysłu innej osoby. Chodzi więc o procesy o kluczowym znaczeniu dla prawidłowego rozwoju języka i komunikacji interpersonalnej, jak również o wskazanie na podłoże nieprawidłowości w rozwoju języka oraz na ryzyko występowania zaburzeń w zakresie komunikacji interpersonalnej w takich zaburzeniach rozwoju, jak: autyzm, dysleksja, jąkanie, zubożenie słuchu (Le Bell, Pineda i Sharma, 2009; Lepage i Theoret, 2007).

Problemem o podstawowym znaczeniu jest związek języka i komunikacji interpersonalnej. Należy podkreślić, że system lustrzanych neuronów dostarcza neuronalnego mechanizmu, który zdaje się stanowić wspólne podłoże dla społecznej natury języka i komunikacji interpersonalnej. Kluczową rolę w tym zakresie odgrywa okolica Broki, odpowie-

działna w głównej mierze za wypowiedanie się i inne formy komunikacji, przede wszystkim dlatego, że obejmuje neurony, które są aktywizowane przy wykonywaniu, obserwowaniu, naśladowaniu ruchów ustno-twarzowych oraz gestów rąk czy innych gestów, przy istotnym udziale systemu lustrzanych neuronów, obficie rozmieszczonych w tej okolicy. Procesy związane z przetwarzaniem informacji o języku, stanowiąc ucieleśnione (*embodied*) formy symulacji, aktywizują system ruchowy na licznych poziomach aktywności ruchowej, głównie tych, które dotyczą poziomu fonologiczno-artykulacyjnych aspektów języka. Współcześnie jednak mocno się podkreśla, że chodzi również o poziom semantycznej treści słów lub zdań, a w tym przypadku niezbędnym jest taki neuronalny układ, który umożliwia w pewnym zakresie ujęcie syntetyzujące, a nie tylko analityczne. Tę funkcję tworzenia syntezy w znacznej mierze pełni właśnie system lustrzanych neuronów. Należy dodać, że nie tylko odbiór wypowiedzi, lecz także ekspresja językowa aktywizują system ruchowy, przy wyraźnym jednak współdziałaniu lustrzanych neuronów. Okazuje się, że podczas mowy wewnętrznej są aktywizowane te same mięśnie języka (*tongue*) i warg, jak przy mowie zewnętrznej, głośnej. Tego rodzaju zbieżność między mową, czy też bezsłowną komunikacją, a aktywnością ruchową jest genetycznie uwarunkowana (Vargha-Khadem i in., 2006; Watkins, 2011). Nic dziwnego, że występuje dobrze udokumentowany empirycznie, ścisły związek między umiejętnościami ruchowymi rąk (*manual*) i ust (*oral*) już w okresie wczesnego dzieciństwa. W wieku 6–8 miesięcy procesowi gaworzenia towarzyszą rytmiczne ruchy rąk. Tak więc gesty rąk uprzedzają, niejako antycypują wczesny rozwój mowy u dzieci; ten sam związek między ruchami rąk oraz ruchami ustno-językowymi pozostaje zachowany i jest używany w okresie dorosłości, zwłaszcza w komunikacji bezsłownej. Okazuje się zatem, że nabywanie ruchowych sprawności wyposaża dziecko w możliwość i sposobność praktykowania umiejętności odnoszących się do posługiwania się kodem „bezsłownym” wcześniej, zanim wystąpi konieczność celowe-

go i niezbędnego wykorzystania tych sprawności ruchowych w procesie mówienia z użyciem języka fonicznego. Należy podkreślić, że wyłanianie się nowych sprawności ruchowych prowadzi do zmian w zakresie doświadczeń dziecka z przedmiotami i ludźmi w taki jednak sposób, że odnoszą się one zarówno do nabywania języka, jak i rozwoju ogólnych sprawności komunikacyjnych.

W świetle wyników badań okazuje się zasadne stwierdzenie, że mówione słowa i symboliczne komunikatywne gesty są kodowane jako pojedyncze sygnały przez pojedynczy komunikacyjny system w obrębie przedruchowej kory. Uważa się również, że proces symulacji związany z czynnościami języka jest specyficzny, automatyczny oraz ma czasową dynamikę zgodną z tego rodzaju funkcją, jaką pełni w ramach różnych nabywanych funkcji języka jako formy komunikacji, naturalnie w różnych okresach rozwojowych i w zależności od ogólnej sprawności układu nerwowego. Należy także dodać, że w przypadkach czołowego uszkodzenia obejmującego korę przedruchową występują deficyty w rozumieniu operacji językowych, zwłaszcza z użyciem czasowników (Watkins, 2011; Bernardis i Gentilucci, 2006; Vargha-Khadem i in., 2006; Rostowska, 2007; Iverson, 2010; Lepage i Theoret, 2007; Devilin i Watkins, 2007; Trevarthen i Aitken, 2001).

Rozwój ludzkiego języka, jak już wspomniano, jest genetycznie zaprogramowany i ma genetyczne podłoże. Niemniej normalne nabywanie języka jest procesem, który mimo że jest ramowo genetycznie zaprogramowany, rozwija się w środowisku dostarczającym odpowiedniej stymulacji, z zadziwiająco szybkością w pierwszych latach życia. Doskonalenie umiejętności językowych jest jednak procesem rozciągającym się w czasie do późnego dzieciństwa, częściowo też młodości, a nawet dorosłości. Ten wydłużający się okres doskonalenia sprawności językowych, a szczególnie procesów związanych z rozumieniem języka, jest w pewnym stopniu związany z procesem dojrzewania odpowiedzialnych za język struktur mózgu, jak również z przebiegiem oraz stabilizowaniem się procesu latera-

lizacji (Watkins, 2011; Vargha-Khadem i in., 2006; Trevarthen i Aitken, 2001). Wielu badaczy podkreśla, że neuronalnym aspektem o podstawowym znaczeniu dla rozpatrywania rozwoju języka i jego roli w komunikacji jest występowanie tzw. elokwentnych obszarów w ludzkim mózgu, a więc ściśle związanych nie tylko z językiem i komunikacją, ale także z ruchem. Chodzi przede wszystkim o takie struktury, jak: pierwszorzędowa kora ruchowa, przedruchowa kora, dodatkowa kora ruchowa i okolica Broki oraz obszary mowy, rozmieszczone zasadniczo we wszystkich płatach i w mózdku (Adhikary, Thiruvengatara-jan i Babu, 2011; Lidzba i in., 2011; Wingfield i Grossman, 2006; Burke i Barnes, 2006; Rostowski, 2012). W świetle wyników badań okazuje się, że ważny jest również związek między zdolnością używania narzędzi a językiem, który sprowadza się do założenia, iż używanie narzędzi może stanowić pomost między gestami a językiem w ujęciu ewolucyjno-rozwojowym, poprzez utworzenie integrującej sieci neuronalnej obejmującej ciemieniowe i nakrywkowe (*operculum*) struktury korowe. Jest to możliwe dzięki występowaniu w tych strukturach systemu lustrzanych neuronów oraz ich integracyjnemu działaniu (Iriki i Toaka, 2012; Le Bell, Pineda i Sharma, 2009; Moser, 2008).

ROLA SYSTEMU LUSTRZANYCH NEURONÓW W BEZSŁOWNEJ KOMUNIKACJI INTERPERSONALNEJ

W przypadku bezsłownej komunikacji interpersonalnej funkcje systemu lustrzanych neuronów należy rozpatrywać w kontekście takich procesów, jak: naśladowanie–symulacja–imitacja, empatia, intuicja, mentalizacja, procesy teorii umysłu, intersubiektywność.

System lustrzanych neuronów a procesy naśladowania (*simulation*)

Poza mową, czyli komunikacją słowną, współwystępująca bezsłowna komunikacja, czyli w ogólnym ujęciu „język ciała”, jest środkiem przekazu, transmisji informacji o praktycznie

bardzo dużej doniosłości. Dzięki niej komunikacja interpersonalna staje się nie tylko bardziej efektywna, lecz także, co ważniejsze, komunikacją afektywną, czego przykładem jest przede wszystkim naśladowanie czy empatia, intuicja. Naśladowanie, które ponad wszelką wątpliwość ma kluczowe znaczenie dla komunikacji interpersonalnej, jest procesem złożonym, a raczej wielce zróżnicowanym. W ogólnym, raczej opisowym ujęciu, naśladowanie można określić jako proces, który obejmuje w pewnym stopniu rozumienie ludzkich działań lub zachowań i wewnętrznych stanów oraz zdolności do naśladowania obserwowanych działań i wewnętrznych stanów innych ludzi. W tym ujęciu naśladowanie, czyli symulacja, może służyć do wnioskowania o koncepcji zachowania lub działania z wykorzystaniem pamięci, myślenia i języka. W tym zakresie szczególna rola przypada właśnie systemowi lustrzanych neuronów. W świetle wyników badań okazuje się, że lustrzane neurony nie tworzą tylko neuronalnego systemu uzgadniającego wykonywane czynności z czynnościami obserwowanymi. Lustrzane neurony mogą również dostarczać uszczegółowionego sposobu kodowania czynności innych ludzi, wykorzystując uprzednie informacje, w celu różnicowania znaczeń częściowo ukrytych (*occluded*) aspektów określonych działań, niedostępnych bezpośrednio obserwacji.

Tego rodzaju zróżnicowanie jest możliwe zasadniczo wtedy, gdy może być uwzględniona w jakimś stopniu uprzednia informacja, że w pewnych warunkach działanie może być ujęte w taką właśnie a nie inną kategorię działania (np. chwytanie filiżanki bądź to w celu picia z niej, bądź to jej umycia, bądź to przekazania do mycia) (Iacoboni, 2009). W związku z tym nasuwa się sugestia, że proces rozpoznawania działania wdrożony przez lustrzane neurony jest pewnego rodzaju symulacją lub wewnętrznym naśladowaniem działań innych ludzi i umożliwia rozumienie innych, kiedy obserwuje się ich działania. Okazuje się, że lustrzane neurony umożliwiają reaktywowanie w mózgu intencji innych ludzi, dzięki czemu dają możliwość głębszego zrozumienia i poznawania innych oraz lepszej komunikacji

z nimi. Możliwość ta ma przecież kluczowe znaczenie w procesie interpersonalnej komunikacji (Iacoboni i Mazziotta, 2007; Rostowski i Rostowska, 2012; Fogassi i in., 2005; Rostowski, 2012). Należy zatem podkreślić, że naśladowanie jest uwarunkowane przez liczne i różne okolice mózgu (głównie przez korę sensoryczno-motoryczną, korę przedruchową, ciemieniową, obszar Broki, czołową nakrywkę, przednią ciemieniową korę oraz górną skroniową bruzdę, dolny ciemieniowy płacik, jak również ciało migdałowe czy mózdzek [zębaty zakręt]), a przede wszystkim ze względu na rozmieszczone w nich lustrzane neurony. Konieczne jest zaznaczenie, iż naśladowanie staje się możliwe dzięki występowaniu systemu lustrzanych neuronów, ponieważ umożliwiają one niezbędną dla symulacji sytuacyjną konceptualizację czterech podstawowych komponentów kontekstu naśladowania, tj. ludzi, przedmiotów, działań i cielesnych stanów oraz tworzenie ponadmodalnych koncepcji niezbędnych dla funkcjonowania językowego w ogóle, a tym bardziej dla bezsłownej komunikacji interpersonalnej (Oberman i Ramachandran, 2009; Pineda i in., 2009; Oberman i Ramachandran, 2007; Iacoboni, 2005; Buccino i in., 2005; Heyes, 2012).

Rozwój systemu lustrzanych neuronów dokonuje się za pośrednictwem filogenetycznych mechanizmów, dotyczących sensoryczno-motorycznej aktywności. Stąd też rozwój systemu lustrzanych neuronów i naśladowania w pewnym stopniu zależy od specyfiki sensomotorycznego doświadczenia danego gatunku. W konsekwencji długotrwałe wystawienie jednostki na określoną aktywność, określone doświadczenia może sprzyjać pojawieniu się pewnej formy automatycznego naśladowania w jakiejś dziedzinie. A zatem automatyczne naśladowanie partnerów w codziennym życiu odgrywa ważną rolę w promowaniu współpracy między nimi. Tym bardziej jest to możliwe, bo automatyczne naśladowanie zdaje się proste z dwóch względów: (1) obserwator na ogół nie zamierza naśladować świadomie (a zwłaszcza z wysiłkiem), lecz raczej podświadomie dzięki systemowi lustrzanych neuronów działających zgodnie z genetycznym

programem, (2) naśladowane czynności czy zachowania są na ogół proste, znane, zwyczajne, niezwiązane prawie z wysiłkiem, a jeśli to tylko nieznacznie, są już bowiem genetyczno-neuronalnie przygotowane. Należy wyraźnie podkreślić, że tego rodzaju prawidłowość, a raczej możliwość łącząca się z naśladowaniem, ma istotne znaczenie w procesie mówienia, a szerzej w procesie komunikacji interpersonalnej, jak również w aktywności ruchowej. W późniejszych okresach życia naśladowanie przestaje być bezwysiłkowe, jest procesem wysoce interpretacyjnym, który wiąże się z dużym stopniem wnioskowania i poznawczego wynegocjowania określonej formy prezentacji działania czy zachowania spośród wielu możliwych do realizacji. Co więcej, naśladowanie może być nie tylko automatyczne czy mimowolne, lecz także racjonalne, irracjonalne, jak i selektywne, czy nawet może występować nadmierne naśladowanie (*overimitation*), czyli naśladowanie zbędnych, niepożądanych, a ponadto szkodliwych czynności obserwowanych u innych osób. Mocno należy podkreślić, że u podstawy wyżej rozpatrywanych procesów naśladowania leży właśnie system lustrzanych neuronów, ponieważ tylko on z uwagi na ich możliwość wspólnego kodowania, zarówno spostrzeganej czynności, jak i wykonywania tejsze czynności – stanowi neuronalne podłoże w ogóle ludzkiej zdolności do naśladowania możliwych i stale zmieniających się przejawów zachowań i działalności innych ludzi (Cook i in., 2010; Heyes, 2012; Gallagher, 2009; Oberman i Ramachandran, 2007; 2009; Lyons, 2009; Rostowska, 2007; Rostowski, 2008).

Imitacja (*imitation*) a proces komunikacji

Ważne jest odróżnienie procesu naśladowania (*simulation*) od procesu imitacji (*imitation*). Imitacja bowiem, jeśli jest naśladowaniem, to jednak bardziej świadomym, na wyższym poziomie poznawczym, związanym z wykorzystaniem standardów, w sposób zamierzony użytej wyobraźni i dowolnego wnioskowania, by osiągnąć cel zawarty w naśladowanej czynności czy zachowaniu. Proces ten wiąże

się z wykorzystaniem lustrzanych neuronów dla odzwierciedlenia czy kopiowania czynności lub stanów umysłowych innych osób. W tym wypadku imitacja obejmuje w pewnym stopniu udawanie (*pretence*), a nie tylko automatyczne naśladowanie jakiejś czynności. Imitacja ma charakter instrumentalny, zawiera pewien model i strategię manipulowania, a także pewien zakres kontroli nad tym procesem, zmierzając do realizacji wprawdzie w jakimś zakresie podobnego, lecz nie tożsamego zachowania. Jeśli w przypadku symulacji lustrzane neurony odgrywają podstawową rolę, to w wypadku imitacji system lustrzanych neuronów pełni funkcję czynności uzupełniającej, choć niezbędnej w ramach bardziej złożonego, bo już wielokomponentowego procesu naśladowania z wyraźnym wykorzystaniem procesów umysłowych (Cook i in., 2010; Heyes, 2012; Gallagher, 2009; Oberman i Ramachandran, 2007; 2009; Arbib, 2005; Lyons, 2009; Carpenter, Nagell i Tomasello, 2005).

Empatia a proces komunikacji

Empatię można rozpatrywać jako jedną z najbardziej znaczących społecznych sprawności człowieka, ponieważ nie tylko umożliwia i zapewnia występowanie silnych związków między ludźmi, lecz także usprawnia komunikację i nawiązywanie nowych relacji interpersonalnych. Empatia jest rozpatrywana w dwóch aspektach, a mianowicie: (1) jako empatia poznawcza, czyli zdolność do wyobrażenia sobie perspektywy innej osoby oraz tendencji do wyobrażenia siebie na miejscu fikcyjnych jednostek; oraz (2) jako empatia emocjonalna łącząca się z tendencją do koncentrowania się na emocjach innych i doświadczania intensywnie emocjonalnego reagowania także w związku z obserwowaniem kogoś przeżywającego silne emocje. Wyniki badań sugerują, że zdolność wyobrażania sobie perspektywy innej osoby wspierana przez aktywność lustrzanych neuronów zdaje się przedrefleksyjna i automatyczna. Należy podkreślić, że podstawowe makrokomponenty empatii mają specyficzne neuronalne podłoże w mózgu, obejmują-

ce w głównej mierze lustrzane neurony, co umożliwia na poziomie neuronalnym reprezentowanie informacji o sobie oraz innych na wielu poziomach oraz różnych modalnościach układu nerwowego (Decety i Jackson, 2004; Ochsner i in., 2004; Singer i in., 2004; Avenanti i in., 2005; Oberman i Ramachandran, 2007; Iacoboni, 2005; Champoux i in., 2009; Rostowski, 2008; 2009).

Dzięki udziałowi lustrzanych neuronów w procesie empatii uruchamiane są mechanizmy umożliwiające naśladowanie uczuć, przekonań lub intencji innych osób, a także wnioskowanie o intencjach i celach czy też afektach innych osób na podstawie zachowania lub mającego znaczenie działania. Jest to możliwe dzięki systemowi lustrzanych neuronów, szczególnie przy udziale tylnej części dolnego czołowego zakrętu i przyległej części brzuszno przedczołowego obszaru. W wypadku spostrzegania twarzy, a zwłaszcza ekspresji twarzy u innych, aktywowana jest podobna neuronalna sieć, jak przy naśladowaniu tych samych ekspresji czy mówieniu o nich (tzn. dolna czołowa kora, środkowa przedczołowa kora, przedczołowa kora, górna skroniowa kora, wyspa oraz ciało migdałowate). Okazuje się więc, że te same okolice mózgu, które są włączane w przedstawianie stanów umysłowych nas samych, są także włączane w procesie wnioskowania o stanach umysłowych innych osób. Aktywność kory przedczołowej, a ściślej obszarów lustrzanych neuronów w niej rozmieszczonych, nie tylko następuje podczas obserwacji ruchowych czynności, ale także jest związana z rozpoznaniem danej czynności, rozumieniem „dlaczego” ta czynność ma miejsce, czyli, inaczej mówiąc, rozpoznawaniem intencji skłaniającej do podjęcia tej czynności. Przy doświadczaniu i spostrzeganiu stanów umysłowych środkowa kora przedczołowa pełni kluczową funkcję, naturalnie przy jednoczesnej aktywacji neuronów lustrzanych, dzięki którym staje się możliwe tworzenie tej wspólnej reprezentacji doświadczania i spostrzegania. Na podkreślenie zasługuje jednak to, że w doświadczaniu i spostrzeganiu różnych stanów emocjonalnych ważną rolę odgrywają także niektóre okolice wyspy

i przedniej kory obręczy na takiej zasadzie, że im w większym zakresie uczestniczą w rozpatrywanych procesach te neuronalne struktury, tym jednostki są bardziej zdolne do intensywniejszego i bardziej adekwatnego empatyzowania z innymi. W takiej sytuacji szczególną funkcję pełni grzbietowa przednia kora obręczy. Nie bez znaczenia pod względem spostrzegania i zdolności empatyzowania z jednostkami doświadczającymi bólu jest również kora przedruchowa oraz zwoje podstawy. Ten wyraźnie wspólny relacyjny charakter na poziomie mózgu ma swoje podłoże, jakie tworzy wspólnie podzielana siatka lustrzanych neuronów. Te właśnie podzielane neuronalne lustrzane mechanizmy nadają wspólny charakter czynnościom, emocjom i wrażeniom, a więc tym najwcześniejszym elementom konstytutywnym ludzkiego społecznego życia oraz interpersonalnej komunikacji, umożliwiając intencjonalne dostrajanie własnych zachowań do zachowań innych. Zdolność ta ma niewątpliwie istotne znaczenie dla komunikacji interpersonalnej (Decety i Jackson, 2004; Decety i Grezes, 2006; Ochsner i in., 2004; Singer i in., 2004; Avenanti i in., 2005; Oberman i Ramachantran, 2007; Iacoboni, 2009; Gallese, 2009; Meltzoff, 2007; Rostowski i Rostowska, 2012; Rostowski, 2012). Należy jednak dodać, że w zakresie poznania społeczne bodźce mogą być zrozumiane na podstawie wyraźnego poznawczego opracowania ich kontekstualnych spostrzeżeniowych właściwości z wyraźnym wykorzystaniem uprzednio nabytej wiedzy dotyczącej odpowiednich aspektów sytuacji, będącej przedmiotem analizy, jak również zastosowaniem atrybucji, przypisującej innym prawdziwe lub fałszywe poglądy czy intencje. Okolicami mózgu, które w sposób szczególny, choć niewyłączny, obsługują powyższe procesy, są: kora przednia zakrętu obręczy, złącze skroniowo-ciemieniowe oraz czołowe środkowe struktury, a więc struktury, w których rozmieszczone są lustrzane neurony i struktury związane także z procesem mentalizacji. Uogólniając, można stwierdzić, że empatia stanowi podstawę zdolności interpersonalnych, a przy współdziałaniu lustrzanych neuronów nie tylko umożliwia

i wzbogaca społeczne poznanie, lecz także odzwierciedla bogactwo międzyosobowych interakcji, odgrywających główną rolę w ramach interpersonalnej komunikacji. Są nawet podstawy do stwierdzenia, że bez tak rozumianej empatii interpersonalna komunikacja nie byłaby możliwa (Decety i Jackson, 2004; Decety i Grezes, 2006; Ochsner i in., 2004; Singer i in., 2004; Avenanti i in., 2005; Oberman i Ramachantran, 2007; Iacoboni, 2009; Gallese, 2009; Meltzoff, 2007; Goldman, 2006; Rostowska, 2007; Rostowski, 2009). Empatia pozostaje w bliskim związku z procesami poznawczymi, a ściślej z teorią umysłu i z tego względu wyodrębnia się poznawczą empatię oprócz emocjonalnej. W tym kontekście empatia może być rozpatrywana jako nadrzędny konstrukt opierający się na systemie lustrzanych neuronów, obejmujący również poznawcze, ruchowe i afektywne komponenty, dzięki którym jest w stanie promować społeczną spójność, poczucie członkostwa grupy oraz wspólne dopasowanie, a nade wszystko zapewnić skuteczną interpersonalną komunikację. Ponadto emocjonalna świadomość, jako składnik empatii, ułatwia kształtowanie długotrwałych związków interpersonalnych, a także ewentualnie umożliwia pogodzenie się członków jakiejś grupy po odbytych dyskusjach, usprawniając ich wzajemną komunikację. Są zatem podstawy do traktowania empatii jako wartości umożliwiającej przetrwanie, a nawet przeżycie jednostki w grupie czy społeczeństwie, zachowanie członkostwa grupy oraz możliwość wspólnego dopasowania się; empatia wzmacnia więzi matki z dzieckiem, jak i członków rodziny między sobą. Należy jednak uwzględnić rozdzielność teorii umysłu od empatii. Okazuje się bowiem, że mimo nakładania się wielu procesów teorii umysłu i empatii, zachodzących w różnych strukturach mózgu, głównie w dolnej czołowej korze, korze przedruchowej, górnej skroniowej korze, wyspie czy nawet jądrze migdałowatym, a przede wszystkim środkowej przedczołowej korze, procesy te nie są tożsame. Empatyczna reakcja jest wielowymiarowa i nie tylko obejmuje emocjonalny wymiar charakteryzujący się wspólnym czy podzielanym emocjo-

nalnym doświadczeniem innej osoby, ale zawiera także wymiar poznawczy wyróżniający się zdolnością do uwzględnienia perspektywy innej osoby, jej zdolności, cech osobowości, postaw i zrozumienia jej doświadczenia, przy założeniu, że wymiar „ja–inny” obejmuje też zdolność dostrzegania różnic między „ja” oraz „inny”. Rezultaty niektórych badań dowodzą, że w przypadku empatii jest bardziej zaangażowana prawa półkula niż lewa. Występuje również zgodność co do tego, iż nie zachodzi prosta dychotomia między półkulami, a komponenty zadań dotyczących empatii decydują o lewo-prawej aktywacji określonych struktur mózgu, a dopiero pośrednio półkul mózgu. Prawdopodobnie ta dotyczy także wielu innych procesów nawiązujących czy odwołujących się do lateralizacji (Pineda i in., 2009; Decety i Grezes, 2006; Oberman i Ramachandran, 2009; Ochsner i in., 2004; Decety i Jackson, 2004; Rostowska 2001; 2008; Rostowski, 2012).

Rola intuicji w procesie komunikacji

Wychodząc z założenia, że system lustrzanych neuronów przyczynia się do intuicyjnego rozumienia, co inni ludzie robią, jakie są ich intencje, można oczekiwać, iż te jednostki, które są nie tylko bardziej empatyczne, lecz także bardziej obdarzone intuicją, cechują się silniejszą aktywizacją swojego systemu lustrzanych neuronów. Wyniki wielu badań upoważniają do stwierdzenia, że u tych jednostek wyższy jest poziom aktywacji w obszarach przedruchowych, ciemieniowych i somatosensorycznych przy ekspozycji i słuchaniu bodźców dźwiękowych o charakterze interpersonalnym czy postrzeganiu wyrazu twarzy, wskazując na występowanie około 40% różnic indywidualnych między jednostkami wysoko i nisko empatyczno-intuicyjnymi. Rezultaty tych i podobnych badań dowodzą słuszności koncepcji, że system lustrzanych neuronów przyczynia się do intuicyjnego rozumienia czynności innych ludzi, jak również celów innych jednostek, co niewątpliwie odgrywa podstawową rolę w przebiegu komunikacji interpersonalnej. Okazuje się, iż sieć

lustrzanych neuronów okolicy skroniowej, tylnociemieniowej, przedruchowej, wyspowej kory, a także ciała migdałowatego jest wyraźnie aktywizowana w ekspresji twarzy z przejawami różnych emocji. Są argumenty przemawiające za stwierdzeniem, że ludzki system lustrzanych neuronów, pozostając w korelacji z empatyzowaniem z innymi ludźmi, stanowi czynnik o kluczowym znaczeniu w zakresie społecznych kompetencji oraz interpersonalnej komunikacji, a w pewnym sensie także tworzy neurobiologiczny mechanizm moralności, czyli ogólnoludzkich norm postępowania, dostarczając podstawy do uwzględniania, a nawet przewidywania, co może być dla innych nieprzyjemne, a tym bardziej szkodliwe (Keysers i Gazzola, 2009; Iacoboni, 2009; Rostowski, 2008; 2009).

Czytanie umysłu a proces komunikacji

Zdolnością wyraźnie wyodrębniającą człowieka spośród innych gatunków, która pełni kluczową funkcję w poznaniu i zachowaniu społecznym, a zwłaszcza w komunikacji interpersonalnej, jest zdolność do czytania umysłu innych osób (*mind reading*), nazwana również mentalizacją. Zdolność ta jest obecnie przedmiotem empirycznych badań, szczególnie w związku z rozwojem technologii funkcjonalnego obrazowego badania mózgu (fMRI), która umożliwiła bezpośredni wgląd w to, co dzieje się wewnątrz ludzkiego mózgu wówczas, kiedy zaangażowany jest w realizację różnorodnych poznawczych i wykonawczych zadań oraz emocjonalno-afektywnych stanów, niekiedy związanych z atrybucją intencji, a często z przewidywaniem działania czy zachowania. Na ogół rozumienie zachowania innych osób zachodzi bezpośrednio, automatycznie, jakby odruchowo i nie zawsze brane są pod uwagę ich przypuszczalne postawy, intencje, przekonania czy pragnienia. Należy podkreślić, że znaczącą, choć nie zawsze rzetelną, a często destruktywną rolę odgrywa atrybucja nie tylko w poznaniu społecznym, ale przede wszystkim w komunikacji interpersonalnej. Zagrożenie to szczególnie dotyczy atrybucji emocji, a ściślej zaburzenia

procesu selektywnej atrybucji tej samej emocji w odniesieniu do różnych osób. Tego typu błąd często się zdarza, będąc następstwem różnych uwarunkowań, między innymi deficytów funkcjonalnych określonych struktur mózgu (np. niektórych obszarów wyspy, obręczy i zwojów podstawy) czy też głęboko zakotwiczonych neuronalnie intencjonalnych uprzedzeń (z udziałem okolic przedczołowych) lub braku pełnego odzwierciedlenia jakiejś emocji w sobie samym podczas obserwowania jej ekspresji u kogoś innego. Brak ten może stanowić przeszkodę w rzetelnym przekazie atrybucyjnym tej emocji innej osobie. Dotyczy to wszystkich podstawowych emocji, a także uczuć i afektów, na przykład miłości czy nienawiści. Zatem posiadany przez jednostkę substrat (może być rzetelny lub zafałszowany) jakiejś emocji ma istotne znaczenie dla przebiegu dokładnej i rzetelnej atrybucji tej emocji. Określając rolę systemu lustrzanych neuronów jako specyficznej struktury całego mózgu w procesie mentalizacji, można się ograniczyć do stwierdzenia, że stanowią one konieczne, lecz niewystarczające uwarunkowanie dla przebiegu procesu mentalizacji. Udział języka w procesie mentalizacji stanowi kolejne zagadnienie. Okazuje się, że pewne formy mentalizacji rozwijają się (na niższym poziomie) już w okresie późnego niemowlęctwa, jeszcze przed pojawieniem się językowych kompetencji, a nawet bez konieczności użycia języka. Kolejną kwestią jest ewentualność popełnienia błędu związanego z procesem mentalizacji, bazującej na neuronalnym mechanizmie odzwierciedlania. Wśród badaczy panuje przekonanie, że mentalizacja oparta na odzwierciedlaniu jest raczej odporna na błędy. Niemniej jednak występują typy mentalizacji, które są podatne na różnego rodzaju błędy, na przykład (wspomniane wyżej) w przypadku atrybucji, a w szczególności na tzw. egocentryczne błędy, polegające w głównej mierze na nieuwzględnianiu perspektywy w podejściu do rozpatrywanych kwestii czy też szerszego ich kontekstu. Zwłaszcza dzieci są podatne na tego rodzaju błąd, ale może też występować u dorosłych (Iacoboni, 2005; 2009; Oberman i Ramachandran, 2009; Gold-

man, 2009; Keysers i Gazzola, 2009; Avenanti i in., 2005; Rostowski, 2012).

Teoria umysłu (ToM) a proces komunikacji

Teoria umysłu jest jednym z dostępnych człowiekowi złożonych procesów umysłowych, o istotnym znaczeniu dla społecznego poznania i społecznej komunikacji. Obejmuje rozumienie nie tylko nas samych, lecz także innych. Okazuje się, że poprawne myślenie o sobie samym, jak również poprawne myślenie o innych, tzn. pojmowanie siebie z uwzględnieniem punktu widzenia innych oraz pojmowanie innych jak siebie samego, dostarcza podstawy dla procesów: symulacji, empatii i innych, o kluczowym znaczeniu dla społecznego myślenia, w tym też dla intersubiektywnej komunikacji, i ogólniej, interakcji z innymi ludźmi. Teoria umysłu wychodzi z założeń empirycznie potwierdzonych, że ludzie wyciągają wnioski oraz interpretują zachowania innych w kategoriach właśnie swych własnych stanów umysłowych, a także znaczeń nadawanych swym emocjom, pragnieniom, celom, intencjom, uwadze, wiedzy czy przekonaniom, które przecież odgrywają podstawową rolę w przebiegu procesu interpersonalnej komunikacji. Ta zdolność do prezentowania własnych myśli, przekonań, wiedzy oraz wewnętrznych procesów może pozostawać w związku z ludzką potrzebą pomagania innym i przyczyniać się do wyłaniania się przejawów empatii (Cacioppo i Hakley, 2009; Beauchamp i Andersen, 2010; Rostowski, 2012). W przypadku teorii umysłu okolice mózgu, które stanowią jej neuronalne podłoże, są określane jako „korowe środkowe struktury” (*cortical midline structures*). Obejmują one: środkową czołową korę, przyległą korę przedniej obręczy, skroniowo-ciemieniowe złącze, górną skroniową bruzdę, skroniowe bieguny, również częściowo związane z procesami mentalizacji i symulacji. Symulacja odgrywa centralną rolę zarówno w różnych zakresach mentalizacji, jak i teorii umysłu, a system lustrzanych neuronów ma określony udział o bardzo podstawowym znaczeniu dla procesów mentalizacji oraz teorii umysłu. W ujęciu bardziej szczegółowym,

neuropsychologicznym strukturami mózgowymi stanowiącymi podłoże przejawiania zdolności objętych teorią umysłu jest współdziałanie środkowej przedczołowej kory płata czołowego, tylnej obręczy, lewego i prawego złącza skroniowo-ciemieniowego. Ważną funkcję we wszystkich formach autoprojektacji procesów łączących się z teorią umysłu czy mentalizacją pełnią czołowo-środkowe i ciemieniowe systemy, które są związane z planowaniem i epizodyczną pamięcią; w ujęciu ogólniejszym związane z wiedzą proceduralną i deklaratywną. Jednostki z uszkodzeniami kory czołowej często wykonują normalnie dobrze ustalone, rutynowe zadania i mogą nawet wykazywać wysoki poziom intelektualnego funkcjonowania, przy konfrontacji z nowymi wyzwaniami wykazują jednak brak zdolności do planowania, przewidywania i elastycznego dostosowania zachowania do nowych, zmienionych reguł. Należy podkreślić, że kora przedczołowa odgrywa kluczową rolę w zakresie zdolności różnych transpozycji efektywnego punktu odniesienia, to jest takich jak: „od siebie do innych; z teraz na potem; od tego do innego”. Uszkodzenie natomiast środkowego płata skroniowego wiąże się z amnezją i utratą zdolności wybiegania w przyszłość i rozpatrywania siebie w przyszłości, co pozostaje w związku ze zniekształceniem naśladowania innych i uwzględniania perspektywy innych; w sposób istotny może rzutować na zakłócony przebieg interpersonalnej komunikacji. Tak więc środkowokorowe struktury pełnią ważne unifikujące funkcje w procesie interakcji oraz interpersonalnej komunikacji. Okazuje się także, że z teorią umysłu ściśle są związane funkcje wykonawcze, przede wszystkim: utrzymanie uwagi, orientacja, pamięć robocza, planowanie, hamująca kontrola reakcji, elastyczność dokonania zmian po stwierdzeniu nieprawidłowości w odniesieniu do celu (Cacioppo i Hawkley, 2009; Goldman, 2009; Schneider, Rittle-Johnson i Star, 2011; Ross i Olson, 2010; Uddin i in., 2007; Greene i in., 2008; Wingfield i Grossman, 2006; Rostowski, 2008; 2012).

Intersubiektywność a komunikacja

Zakłada się obecnie, iż wiedza semantyczna stanowi podstawę niemal wszelkiej wyższego rzędu umysłowej aktywności, a zatem także wyższego rzędu komunikacji, w tym intersubiektywności. Współcześnie jej neurobiologiczne podłoże jest stopniowo coraz bardziej rozpoznawane. W świetle wyników współczesnych badań z wykorzystaniem funkcjonalnego obrazowania mózgu (fMRI) ważne pod tym względem jest występowanie dużych okolic mózgu, które wprawdzie uczestniczą w procesie rozumienia wielu zadań związanych ściśle z myśleniem i językiem, lecz nie mają charakteru modalnego (tzn. że nie ograniczają się do jednej kategorii właściwości bodźców, np. koloru). Takie właśnie są obszary czołowo-środkowe i ciemieniowe oraz okolice zlokalizowane w dolnym płacie ciemieniowym, a jeszcze bardziej w skroniowym płacie mieszczące się przy zbiegu czy ściślej złączach licznych ośrodków przetwarzania wielu spostrzeżeń informacyjnych. Dzięki tym złączom i możliwej w ten sposób kumulacji licznych informacji o różnych modalnościach pojawiają się wzrastające możliwości abstrakcyjnego i ponadmodalnego przedstawiania spostrzeżeń doświadczeń, które wspierają różnorodność pojęciowo-konceptualnych funkcji, łącznie z rozpoznawaniem przedmiotów i społecznego poznania, a zwłaszcza języka. Natomiast pełniejszy, wyższy poziom intersubiektywności obejmuje podzielenie intencji, umożliwiając rozumienie czynności innych ludzi w kategoriach pragmatycznych i społecznych kontekstów codziennego życia; podzielenie oczekiwań związanych z kulturowo określonymi rolami; ciągłe wzbogacanie interpretacyjnych procesów związanych z narracyjnymi kompetencjami, które prowadzą do bardziej subtelnych form rozumienia relacji interpersonalnych, jako bardziej uniwersalnych, dotyczących nie tylko poszczególnych jednostek, lecz także całej ludzkości. Dzięki wyłącznie ludzkiej zdolności zapamiętywania przeszłości i wyobrażania sobie przyszłości oraz tworzenia koncepcji zarówno o charakterze międzyosobniczym, jak i międzypoko-

leniowym i międzyludzkim, staje się możliwe pojawienie się i występowanie właśnie intersubiektywności. Uwzględniając również ogólnoludzkie doświadczenia, intersubiektywność nadaje im pełniejszy sens i znaczenie, takie jakimi są na przykład ludzkość, religia, duchowość, zjawiska nadnaturalne. W tym ujęciu język nie tylko pełni funkcję środka czy narzędzia komunikacji, lecz także określonej formy życia, a ściślej pełniejszej ludzkiej egzystencji (Binder i Desai, 2011; Gallagher, 2009; Ribes-Inesta, 2006; Goldman, 2009; Gallagher i Frith, 2003; Gallese, 2008; Iaconi i Mazziotta, 2007; Rostowska, 1995).

ZAKOŃCZENIE

Przedstawione wyżej informacje mogą się przyczynić do pełniejszego zrozumienia tego bardzo złożonego procesu, jakim niewątpliwie jest ludzka mowa, jako podstawowa intersubiektywna komunikacja rozpatrywana w kontekście aktywności systemu lustrzanych neuronów. W sposób szczególniejszy aktywność neuronów lustrzanych przyczynia się do roz-

woju języka, który to rozwój początkami sięga zarówno stadium prenatalnego, a zwłaszcza trzeciego trymestru tego stadium, jak i w różnym zakresie i kierunku całego stadium postnatalnego, a już wyraziście w okresie niemowlęctwa i dzieciństwa. Ważne jest też podkreślenie dużej roli systemu ruchowego nie tylko w ekspresji językowej, lecz także w procesie rozumienia wypowiedzi dzięki udziałowi systemu lustrzanych neuronów. Chodzi również o wskazanie na ważny udział tego systemu w, jak mogłoby się wydawać, spontanicznym, automatycznym rozwoju składni, syntaksy, gramatyki już w okresie wczesnego, częściowo średniego dzieciństwa, a więc jeszcze bez udziału i wpływu formalnej edukacji. Należy też podkreślić kluczową rolę, jaką odgrywa system lustrzanych neuronów w rozwoju podstawowych form intersubiektywnej komunikacji bezsłownej, a mianowicie w procesach naśladowania, imitacji, empatii, intuicji, mentalizacji (czyli możliwości czytania w myślach innych jednostek), a także w procesach wchodzących w skład teorii umysłu oraz w intersubiektywności.

BIBLIOGRAFIA

- Aboitiz F., Garcia R. (2009), Merging of phonological and gestural circuits in early language. *Reviews in the Neurosciences*, 20, 71–84.
- Adhikary S., Thiruvengadarajan V., Babu K. (2011), The effects of anaesthetic agents on cortical mapping during neurosurgical procedures involving eloquent areas of the brain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, 11.
- Agnew Z., Bhakoo K., Puri B. (2007), The human mirror: A motor resonance theory of mind-reading. *Brain Research Reviews*, 54, 286–293.
- Anisfeld M. (1996), Only tongue protrusion modeling is matched by neonates. *Developmental Review*, 16, 149–161.
- Anisfeld M., Turkewitz G., Rose S., Rosenberg F., Sheiber F., Couturier-Fagan D. (2001), No compelling evidence that newborns imitate oral gestures. *Infancy*, 2, 111–122.
- Arbib M. (2005), From monkey-like action recognition to human language: An evolutionary framework for neurolinguistics. *Behavioral Brain Sciences*, 28, 105–167.
- Avenanti A., Buetti D., Galati G., Aglioti S. (2005), Transcranial magnetic stimulation highlights the sensorimotor side of empathy for pain. *Nature Neuroscience*, 8, 955–1060.
- Beauchamp M., Anderson V. (2010), Social: An integrative framework for the development of social skills. *Psychological Bulletin*, 136, 39–64.
- Bernardis P., Gentilucci M. (2006), Speech and gesture share the same communication system. *Neuropsychologia*, 44, 178–190.

- Binder J., Desai R. (2011), The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Science*, 15, 527–536.
- Bookheimer S. (2002), Functional MRI of language: New approaches to understanding the cortical organizations of semantic processing. *Annual Review of Neuroscience*, 25, 151–188.
- Buccino G., Reggion T., Melli G., Binkofski F., Gallese V., Rizzolatti G. (2005), Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: A combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 24, 355–363.
- Burke S., Barnes C. (2006), Neural plasticity in the ageing brain. *Natural Review of Neuroscience*, 7, 30–40.
- Cacioppo J., Hawley L. (2009), Perceived social isolation and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 447–454.
- Carpenter M., Nagell K., Tomasello M. (2005), Twelve- and 18-month-olds copy actions in terms of goals. *Developmental Science*, 8, F1–F8.
- Champoux F., Lapage J.-F., Desy M.-C., Lortie M., Theoret H. (2009), The neurophysiology of early motor resonance [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 63–76. New York: Humana Press
- Chen X, Striaano T., Rakoczy H. (2004), Auditory-oral matching behavior in newborn. *Developmental Sciences*, 7, 42–47.
- Chong T., Mattingley J. (2009), Automatic and Controlled Processing within the Mirror Neuron System [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 213–231. New York: Humana Press.
- Cook R., Press C., Dickinson A., Heyes C. (2010), Acquisition of automatic imitation is sensitive to sensory-motor contingency. *Journal of Experimental Psychology*, 36, 840–852.
- Cooper D. (2006), Broca's arrow: evolution, prediction, and language in the brain. *Anatomical Record. Part B. New Anatomist*, 289, 9–24.
- Dapretto M., Davies M., Pfeifer J., Scott A, Sigman M., Brookheimer S. et al. (2006), Understanding emotion in others: Mirrors neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 9, 28–30.
- Decety L., Grezes J. (2006), Multiple perspectives on the psychological and neural bases of understanding other people's behavior. *Brain Research*, 1079, 4–14.
- Decety L., Jackson P. (2004), The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3, 71–100.
- Devilin J., Watkins K. (2007), Stimulating language: insights from TMS. *Brain: A Journal of Neurology*, 130, 610–622.
- Falck-Ytter T., Gredeback G., von Hofsten C. (2006), Infants predict other people's action goals. *Nature Neuroscience*, 9, 878–879.
- Filimon F., Nelson J., Hagler D., Sereno M. (2007), Human cortical representations for reaching mirror neurons for execution, observation, and imagery. *NeuroImage*, 37, 1315–1326.
- Fontanie R. (2004), Imitative skills between birth and six months. *Infant Behavior and Development*, 7, 323–333.
- Fogassi L., Ferrari P., Gieserich B., Rozzi S., Chersi F., Rizzolatti G. (2005), Parietal lobe: From action organization to intention understanding. *Science*, 308, 662–667.
- Friederici A. (2006), The neural basis of language development and its impairment. *Neuron*, 52, 941–952.
- Gallagher S. (2009), Neural simulation and social cognition [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 355–370. New York: Humana Press.
- Gallagher H., Frith C. (2003), Functional imaging of "Theory of Mind". *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 77–83.
- Gallese V. (2008), Mirror neurons and the social nature of language: The neural exploitation hypothesis. *Social Neuroscience*, 3, 317–333.
- Gallese V. (2009), Mirror neurons and the neural exploitation hypothesis: From embodied simulation to social cognition [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 163–186. New York: Humana Press.
- Gallese V., Keysters C., Rizzolatti G. (2004), A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Science*, 8, 396–403.

- Gentilucci M., Stefanini S., Roy A., Santunione P. (2004), Action observation and speech production: Study on children and adults. *Neuropsychologia*, 42, 1554–1567.
- Goldman A. (2009), Mirroring, Mindreading, and Simulation. *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 311–330. New York: Humana Press.
- Greene C., Braet W., Johnson K., Bellgrove M. (2008), Imaging the genetics of executive function. *Biological Psychology*, 79, 30–42.
- Heyes C. (2012), What's social about social learning? *Journal of Comparative Psychology*, 126, 193–302.
- Hayes L., Watson J. (1981), Neonatal imitation: Fact or artifact. *Developmental Psychology*, 177, 660–665.
- Iacoboni M. (2005), Understanding others: Imitation, language, empathy [w:] S. Hurley, N. Chater (eds.), *Perspectives on imitation: From cognitive neuroscience to social science*, 77–99. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Iacoboni M. (2009), The problem of other minds is not a problem: Mirror neurons and intersubjectivity [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 121–133. New York: Humana Press.
- Iacoboni M., Mazziotta J. (2007), Mirror neuron system: Basic findings and clinical applications. *Annals of Neurology*, 62, 213–218
- Irak D., Menz M., Buccino G., Borghi A., Binkofski F. (2010), Grasping language – a short story on embodiment. *Consciousness and Cognition*, 19, 711–720.
- Iriki A., Toaka M. (2012), Triadic (ecological, neural, cognitive) niche construction: a scenario of human brain evolution extrapolating tool use and language from the control of reaching actions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B Biological Science*, 2012, 10–23.
- Iverson J. (2010), Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, 37, 229–261.
- Jacob P., Jeannerod M. (2005), The motor theory of social cognition: a critique. *Trends in Cognitive Science*, 9, 21–25.
- Keyser C., Gazzola V. (2009), Unifying social cognition [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 3–37. New York: Humana Press.
- Le Bel R., Pineda J., Sharma A. (2009), Motor-auditory-visual integration: The role of the human mirror neuron system in communication and communication disorders. *Journal of Communication Disorders*, 42, 299–304.
- Lepage J., Theoret H. (2007), The mirror system; grasping others' action from birth? *Developmental Science*, 10, 513–523.
- Lidzba K., Schwilimng E., Grodd W., Kaegloh-Mann I., Wilke M. (2011), Language comprehension vs. language production: Age effects on fMRI activation. *Brain and Language*, 119, 6–15.
- Lyons D. (2009), The rational continuum of human imitation [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 77–103. New York: Humana Press.
- Meltzoff A. (2007), "Like me": Foundation for social cognition. *Developmental Science*, 10, 126–134.
- Morgan A., Vogel A. (2008), Intervention for childhood apraxia of speech. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 16, 3–5.
- Moser D. (2008), Neural recruitment for the production of native and novel speech sounds. *Dissertation Abstracts International Section B: The Sciences and Engineering*, 68, 51–82.
- Oberman L., Hubbard E., McCleery J., Altschuler E., Ramachandran V., Pineda J. (2005), EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Brain Research and Cognitive Brain Research*, 24, 190–198.
- Oberman L., Ramachandran V. (2007), The simulating social mind: The role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. *Psychological Bulletin*, 133, 310–327.
- Oberman L., Ramachandran V. (2009), Reflections on the mirror neuron system: Their evolutionary functions beyond motor representation [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 39–59. New York: Humana Press.

- Ochsner K., Knierim K., Lodiow D., Hanelin J., Ramachantran T., Mackey S. (2004), Reflecting upon feelings. An fMRI study of neuronal systems supporting the attribution of emotion to self and other. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1746–1772.
- Pineda J. (2008), Sensorimotor cortex as a critical component of an extended mirror neuron system: Does it solve the development correspondence, and control problems in mirroring? *Behavioral and Brain Functions*, 4, 1–16.
- Pineda J., Moore R., Elfenbein H., Cox R. (2009), Hierarchically organized mirroring processes in social cognition: The functional neuroanatomy of empathy [w:] J. Pineda (ed.), *Mirror neuron systems. The role of mirroring processes in social cognition*, 135–160. New York: Humana Press.
- Ribes-Inesta E. (2006), Human behavior as language: some thoughts on Wittgenstein. *Behavior and Philosophy*, 34, 109–121.
- Rizzolatti G., Craighero L. (2004), The mirror neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169–192.
- Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. (1996), Premotor cortex and recognition of motor actions. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 3, 2, 131–141.
- Rizzolatti G., Fogassi L., Gallese V. (2001), Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 661–670.
- Ross L., Olson I. (2010), Social cognition and the anterior temporal lobes. *NeuroImage*, 49, 3452–3462.
- Rostowska T. (1995), *Transmisja międzypokoleniowa w rodzinie w zakresie wybranych wymiarów osobowości*. Łódź: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego.
- Rostowska T. (2001), *Konflikt międzypokoleniowy w rodzinie. Analiza psychologiczna*. Łódź: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego.
- Rostowska T. (2007), Komunikacja w rodzinie jako uwarunkowanie jakości życia [w:] M. Płopa (red.), *Człowiek u progu trzeciego tysiąclecia. Zagrożenia i wyzwania*, t. 2, 277–299. Elbląg: Wydawnictwo Naukowe EUH-E.
- Rostowska T. (2008), *Małżeństwo, rodzina, praca a jakość życia*. Kraków: Wydawnictwo IMPULS.
- Rostowski J. (2008), The neuropsychological basis of social intelligence. *Polish Journal of Social Science*, 3, 59–80.
- Rostowski J. (2009), Selected aspects of the neuropsychology of love. *Acta Neuropsychologica*, 7, 4, 225–249.
- Rostowski J. (2012), *Rozwój mózgu człowieka w cyklu życia. Aspekty bioneuropsychologiczne*. Warszawa: Difin SA.
- Rostowski J., Rostowska T. (2012), Neuropsychological context of marital functioning [w:] Th. Heinbockel (ed.), *Neuroscience*, 51–66. Rijeka: INTECH.
- Schneider M., Rittle-Johnson B., Star J. (2011), Relations among conceptual knowledge, procedural knowledge, and procedural flexibility in two samples differing in prior knowledge. *Developmental Psychology*, 47, 1–14.
- Singer T., Seymour B., O'Doherty J., Kaube H., Dolan R., Frith C. (2004), Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303, 1157–1162.
- Thompson R. (2001), Development in the first years of life. *The Future of Children*, 11, 20–33.
- Trevarthen C., Aitken K. (2001), Infant intersubjectivity: research, theory, and clinical applications. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 3–48.
- Tyler L., Shafto M., Randall B., Wright P., Marslen-Wilson W., Stamatakis E. (2010), Preserving syntactic processing cross the adult life span: the modulation of frontotemporal language system In the context of age-related atrophy. *Cerebral Cortex*, 20, 352–364.
- Uddin L., Iacoboni M., Lange C., Keenan J. (2007), The self and social cognition: the role of cortical midline structures and mirror neurons. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 153–157.
- Uddin L., Molnaer-Szakacs I., Zeidel E., Iacoboni M. (2006), tTMS to the right inferior parietal lobe disrupts self-other discrimination. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1, 65–71.
- Ullman M. (2001), A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 717–726.
- Van der Meer A. (1997), Keeping the arm in the limelight: Advanced visual control of arm movements in neonates. *European Journal of Pediatric Neurology*, 1, 103–108.

- Vargha-Khadem F., Gadian D., Copp A., Mishkin M. (2006), FOXP2 and neuroanatomy of speech and language. *Nature Reviews, Neuroscience*, 6, 131–138.
- Wan C., Demaine K., Zipse L., Norton A., Schlaug G. (2010), From music making to speaking: engaging the mirror neuron system in autism. *Brain Research Bulletin*, 82, 161–168.
- Watkins K. (2011), Developmental disorders of speech and language from genes to brain structure and function. *Progress in Brain Research*, 189, 225–238.
- Wingfield A., Grossman M. (2006), Language and the aging brain: patterns of neural compensation revealed by functional brain imaging. *Journal of Neurophysiology*, 96, 2830–2839.
- Zoia S., Blason L., D’Ottavio G., Gulgheroni M., Pezzetta E., Scabar A., Castiello U. (2007), Evidence of early development of action planning in the human foetus: A 29 kinematic study. *Experimental Brain Research*, 176, 217–226.