

AGNIESZKA PLUTA

MECHANIZMY POZNAWCZE
TEORII UMYSŁU

Celem artykułu jest zapoznanie polskiego czytelnika ze stanem wiedzy dotyczącym mechanizmów poznawczych leżących u podstaw teorii umysłu. W artykule omówiono zarówno koncepcje teoretyczne będące podstawą rozumienia zdolności do dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób, jak i najnowsze badania wykorzystujące metody neuroobrazowania mózgu (funkcjonalny rezonans magnetyczny, przezczaszkową stymulację magnetyczną) oraz badania pacjentów z uszkodzonym mózgiem. Dyskutowane są kolejno wyniki badań odnoszące się do: a) mózgowej lokalizacji teorii umysłu, b) relacji między teorią umysłu a funkcjami wykonawczymi oraz językiem, c) dysocjacji między poznawczym a emocjonalnym komponentem teorii umysłu. Na podstawie przeglądu literatury przedmiotu opisano również wyzwania i trudności metodologiczne, które towarzyszą badaniom nad mózgowym podłożem teorii umysłu w normie i w patologii.

Słowa kluczowe: teoria umysłu, funkcjonalny rezonans magnetyczny, przezczaszkowa stymulacja magnetyczna, funkcje wykonawcze, funkcje językowe, uszkodzenie mózgu.

Zachowania społeczne należą do najbardziej skomplikowanych typów zachowań będących wytworem człowieka. Uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego, skutkujące dezorganizacją złożonych mechanizmów mózgowych, mogą wywołać zaburzenia w sferze funkcjonowania interpersonalnego. Rosnące zainteresowanie mechanizmami sterującymi zachowaniami społecznymi sprawiło, że spośród wielu dziedzin psychologii wyodrębniono neuropsychologię

MGR AGNIESZKA PLUTA, Wydział Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Stawki 5/7, 01-183 Warszawa; e-mail: apluta@psych.uw.edu.pl

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2011 jako projekt badawczy.

Serdecznie dziękuję Pani Profesor Emilii Łojek za cenne wskazówki udzielone podczas pisania artykułu.

społeczną, której podstawowym pojęciem jest poznanie społeczne. Pojęcie to odnosi się do zastosowania szerokiego spektrum umiejętności do interpretacji sygnałów o charakterze społecznym oraz do regulacji własnego zachowania w kontekście tego typu interakcji (Domańska, Borkowska, 2008).

Jeden z dominujących kierunków badań nad poznaniem społecznym stanowi obecnie problematyka teorii umysłu (*theory of mind*). Zainteresowanie teorią umysłu (ToM) zostało zapoczątkowane przez Premacka i Woodruffa, którzy trzydzieści lat temu zasugerowali, że szympansy mają zdolność do przypisywania stanów mentalnych innym osobnikom swojego lub innego gatunku w celu formułowania przewidywań dotyczących ich zachowania (Premack, Woodruff, 1978). Ta zdolność została nazwana przez badaczy teorią umysłu. Obecnie naukowcy przyjmują, że ToM jest zdolnością do przypisywania oraz dokonywania atrybucji nieobserwowalnych stanów mentalnych (stanów poznawczych, takich jak przekonania, oraz stanów emocjonalnych, takich jak pragnienia, emocje) w celu przewidywania oraz wyjaśniania zachowań innych osób (Astington, Dack, 2008). W literaturze przedmiotu termin „teoria umysłu” traktowany jest jako bliskoznaczny dla pojęć: „mentalizowanie” (Morton, 1983 – za: Białecka-Pikul, 2002), „umysłowa atrybucja” (Cheney, Seyfarth, 1990 – za: Białecka-Pikul, 2002), „wnioskowanie dotyczące stanów mentalnych” (Baron-Cohen i in., 2000; Frith, Frith, 2003), „wiedza o umyśle” (Białecka-Pikul, 2002), „dokonywanie atrybucji dotyczących stanów mentalnych innych osób”, „naiwne teorie umysłu” (Haman, 2002). W niniejszym artykule także przyjęto powyższą nomenklaturę.

Ze względu na przystosowawczy charakter tej umiejętności uważa się, że rozwinęła się ona w odpowiedzi na powstanie złożonego środowiska społecznego, w którym podstawowa dla przetrwania była zdolność do przewidywania działań innych osobników, np. wykrywanie oszustwa, podejmowania decyzji, z kim warto kooperować itp. (Brune, Brune-Cohrs, 2006). Badania nad ontogenezą ToM sugerują, że trajektoria rozwoju teorii umysłu jest podobna w różnych kulturach i mimo że czynniki środowiskowe mogą modyfikować szybkość pojawiania się kolejnych etapów rozwoju ToM (Liu i in., 2008), to jednak większość badań prowadzonych na dzieciach wychowanych w zachodnim kręgu kulturowym wskazuje, że około czwartego roku życia zaczynają one rozumieć, że stany mentalne drugiej osoby mogą się różnić nie tylko od ich własnych, ale również od stanu rzeczywistości (Baron-Cohen i in., 2000). Większość badaczy przyjmuje również, że rozumienie przez dziecko lub osobę dorosłą, że druga osoba może mieć fałszywe przekonania, jest przejawem posiadania teorii umysłu (Białecka-Pikul, 2002, s. 21). Nabycie tej bardzo ważnej zdolności umożliwia póź-

niej dziecka efektywne uczestniczenie we wszystkich sferach życia społecznego (Gopnik, Astington, 1988; Gopnik, Wellman, 1992).

Badania dotyczące poznania społecznego wskazują, że uszkodzenie mózgu u dorosłej osoby może skutkować obniżeniem empatii (Shamay-Tsoory i in., 2003), izolacją społeczną (Lezak, 1995), trudnościami w rozumieniu sarkazmu i ironii (Martin, McDonald, 2005; Channon i in., 2005), obniżeniem kompetencji społecznych (Spatt i in., 1997). Każda z wymienionych powyżej dysfunkcji może wynikać z zaburzenia w zakresie przetwarzania informacji o charakterze społecznym. Część naukowców uważa, że powyższe zaburzenia wynikają z dysfunkcji teorii umysłu (Milders i in., 2003). Naukowcy nie są zgodni, czy zaburzenie ToM u osób dorosłych wynika z uszkodzenia specyficznej zdolności do dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób, czy raczej jest konsekwencją dysfunkcji innych procesów poznawczych.

Trzy dekady badań dotyczących ToM nie pozwoliły na sformułowanie wyczerpujących wniosków na temat mechanizmów poznawczych leżących u podstaw teorii umysłu. W Polsce liczba prac nad zagadnieniem teorii umysłu nadal jest stosunkowo niewielka i koncentruje się na badaniach rozwoju ToM (Haman, 2002; Hernik, 2007; Putko, 2004a) oraz relacji ToM i innych funkcji poznawczych u zdrowych dzieci (Białecka-Pikul, 2002; Putko, 2009) i w populacji klinicznej (dzieci chorych na autyzm – Pisula, 2000). Brakuje prac, które integrują wyniki badań prowadzonych w nurcie psychologii rozwojowej z aktualnym stanem wiedzy z zakresu neuropsychologii poznawczej (w tym badań z udziałem pacjentów z uszkodzonym mózgiem oraz badań z zastosowaniem technik neuroobrazowania mózgu), co mogłoby się przyczynić do wskazania dalszych obszarów badań, które mogą być realizowane na gruncie neuropsychologii.

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie: 1) współczesnego stanu wiedzy dotyczącego procesów poznawczych zaangażowanych w tworzenie reprezentacji nieobserwowalnych stanów mentalnych drugiej osoby; 2) korelatów neuronalnych ToM.

Ze względu na cel oraz objętość prezentowanego artykułu, treści w nim przedstawione należy traktować jako przegląd najważniejszych badań (nie wyczerpujących bynajmniej zagadnienia), które mogą wyznaczyć kierunek dalszych analiz dotyczących funkcjonalnej architektury ToM (rozumianej jako rodzaje reprezentacji umysłowych oraz procesy poznawcze zaangażowane w realizowanie tych reprezentacji, a także ich wzajemne relacje).

MODELE TEORETYCZNE WYJAŚNIAJĄCE ToM

Punktem wyjścia dla przedstawienia badań dotyczących mechanizmów ToM jest prezentacja dwóch konkurencyjnych modeli teoretycznych ToM, które wywarły największy wpływ na sposób prowadzenia badań oraz interpretację wyników na gruncie neuropsychologii poznawczej (Brune, Brune-Cohrs, 2006).

W literaturze przedmiotu toczy się ożywiona dyskusja, czy ToM jest: (1) selektywną zdolnością poznawczą, wyspecjalizowaną w przetwarzaniu informacji o stanach mentalnych (*domain specific processes*) (Brune, Brune-Cohrs, 2006; Frith, Frith, 2003; Leslie, Thaiss, 1992); czy raczej (2) uczestniczy w tworzenia metareprezentacji różnego typu i zależy od innych procesów poznawczych, np. funkcji wykonawczych, języka (*domain-general processes*) (Astington, Jenkins, 1999; Carlson i in., 2004).

Badacze wspierający model 1 traktują ToM jako moduł funkcjonalny o konotacji bliskiej (lecz nie tożsamej) znaczeniu fodorowskiego (Fodor, 1983) modułu (Baron-Cohen, 1995; Happe, Frith, 1996; Leslie, 1991).

Na mocy tej koncepcji ToM jest specyficzną zdolnością poznawczą, niezależną od innych funkcji psychicznych, jak np. funkcje wykonawcze, pamięć, myślenie abstrakcyjne (Leslie, Thaiss, 1992). Istotą ToM, jako izolowanego modułu funkcjonalnego, jest specyfikacja treściowa (*domain-specificity*) i automatyczność działania. Oznacza to, że ToM jest aktywowany automatycznie w odpowiedzi na bodźce o charakterze intencjonalnym i nie przetwarza bodźców o innym charakterze niż wymienione. Ponadto proces poznawczy związany z ToM jest wrodzony i warunkowany przez rozwój odpowiednich struktur mózgowych (Leslie, Thaiss, 1992). Konsekwencją przyjęcia koncepcji modułowej jest wskazanie obszaru mózgu wyspecjalizowanego w przetwarzaniu informacji o stanach mentalnych innych osób.

Koncepcja modułowa znalazła zastosowanie m.in. w wyjaśnianiu deficytów poznawczych dzieci chorych na autyzm. Wydaje się, że dzieci z autyzmem wykazują izolowaną dysfunkcję w zakresie dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób przy jednoczesnym braku deficytów w zakresie myślenia abstrakcyjnego oraz samokontroli (Baron-Cohen, 1985, 1998; Baron-Cohen i in., 1995). Selektywność dysfunkcji ToM opisano również w przypadku osób dorosłych z uszkodzonym mózgiem, wskazując na występowanie dysocjacji między ToM a funkcjami wykonawczymi (Lough, Hodges, 2002) oraz między ToM a gramatyką (Apperly i in., 2006)

Przeciwnicy ujmowania ToM jako modułu funkcjonalnego podkreślają, że powyższy model nie uwzględnia:

– Wpływu uczenia. Wiadomo, że od chwili urodzenia dzieci uczestniczą w interakcjach społecznych, które mogą wpływać modyfikująco na rozwój ToM, np. zauważono, że posiadanie starszego rodzeństwa przyspiesza rozwój ToM (Putko, 2004a), a ograniczenie dostępu do ekspozycji językowej u dzieci głuchych mających słyszących rodziców może ten proces opóźnić (Peterson, Siegel, 1999);

– Złożoności funkcjonalnej ToM. Moduł funkcjonalny ToM może składać się w rzeczywistości z komponentów, z których każdy jest wyspecjalizowany w przetwarzaniu informacji określonego typu (por. Putko, 2004b). Ta problematyka szerzej została opisana w rozdziale pt. „Dwa komponenty teorii umysłu”.

Zgodnie z modelem 2, ToM jest złożonym procesem poznawczym, zależnym od interakcji bardziej podstawowych procesów poznawczych zaangażowanych w przetwarzanie informacji o charakterze społecznym: wspólnej uwagi, rozpoznawania twarzy, identyfikowania emocji, rozpoznawania prozodii, śledzenia kierunku patrzenia, identyfikowania celów i intencji (Stone, Gerrans, 2006). Procesy niższego rzędu (*lower-level mechanisms*) są niezbędnym, lecz niewystarczającym prekursorem ToM. Oprócz mechanizmów niższego rzędu w proces związany z dokonywaniem atrybucji stanów mentalnych innych osób mogą być również zaangażowane procesy uwagowe, kontrola wykonawcza (zob. Saxe i in., 2006c), funkcje językowe (Białecka-Pukul, 2002).

Zgodnie z prezentowanym podejściem, zaburzenie ToM może być wynikiem uszkodzenia procesów poznawczych zarówno wyższego, jak i niższego rzędu. Rozstrzygnięcie, który z tych teoretycznych modeli ma większą moc wyjaśniającą, staje się możliwe dzięki interdyscyplinarnej dyskusji między specjalistami zajmującymi się rozwojem ToM, zaburzeniami ToM w populacji klinicznej oraz badaniami z zastosowaniem neuroobrazowania mózgu.

NEURONALNE KORELATY ToM

Część badaczy przyjmuje, że poznanie neuronalnych korelatów ToM przyczyni się do większego zrozumienia mechanizmów poznawczych leżących u podstaw ToM (Saxe, Carey, Kanwisher, 2004). W celu zidentyfikowania korelatów neuronalnych ToM stosuje się techniki neuroobrazowania mózgu oraz techniki behawioralne polegające na badaniu pacjentów ze ściśle określoną lokalizacją lezji mózgowej.

Do najczęściej stosowanych metod neuroobrazowania mózgu należy funkcjonalny rezonans magnetyczny (*functional magnetic rezonanse*, fMRI). Mierzy

on zmiany w natlenowaniu krwi (*the blood oxygenation level dependent*) i tym samym umożliwia śledzenie zmian hemodynamicznych w mózgu, które są związane z procesami poznawczymi (Cabeza, Kingstone, 2009). W badaniach nad korelatami neuronalnymi ToM wykorzystuje się najczęściej różne wersje testu fałszywych przekonań (Saxe, 2006c). Test fałszywych przekonań (najpopularniejszą jego wersją jest test Sally-Ann) oryginalnie pochodzi z badań nad ontogenezą ToM i wymaga od badanych zrozumienia, że stan mentalny innych osób może różnić się zarówno od stanu ich wiedzy, jak i rzeczywistości (Haman, 2002; Wimmer, Perner, 1983). W klasycznym teście Sally-Ann dziecku prezentowane są dwie kukiełki: Sally i Ann, które bawią się piłką. Następnie wkładają piłkę do koszyczka i Sally opuszcza scenę wydarzeń. Podczas jej nieobecności Ann przekłada piłkę do pudełka. Kiedy Sally wraca po zabawę, dziecku zadaje się pytanie: „gdzie Sally będzie szukała piłki?” Aktywność mózgu podczas testu fałszywych przekonań jest porównywana z odpowiedzią hemodynamiczną podczas zadania kontrolnego. W badaniach fMRI jako zadanie kontrolne stosowany jest test fałszywych reprezentacji rzeczywistości, np. fotografii, map (Saxe, Kanwisher, 2003).

W celu przybliżenia polskiemu czytelnikowi narzędzi badawczych stosowanych w badaniach nad ToM, poniżej zamieszczono przykładowe zadanie wykorzystane podczas badania w skanerze MRI:

Zrobiono zdjęcia jabłka wiszącego na gałęzi drzewa. Nim zdjęcie zostało wywołane, silny wiatr strącił jabłko na ziemię. Gdzie znajduje się jabłko na fotografii? (Saxe, Kanwisher, 2003).

Badacze wykorzystujący powyższą metodologię przyjmują, że oba zadania są identyczne pod względem wykorzystania zasobów pamięciowych, funkcji wykonawczych oraz złożoności lingwistycznej. Różnią się jedynie procesem dokonywania atrybucji stanów mentalnych w pierwszym zadaniu, ale nie w drugim (Saxe, Kanwisher, 2003). Badania z wykorzystaniem metod neuroobrazowania mózgu wykazały, że podczas dokonywania atrybucji stanów mentalnych są aktywne następujące obszary mózgu: prawy i lewy styk skroniowo-ciemieniowy (*right, left temporal-parietal junction*), środkowy obszar kory przedczołowej (*medial prefrontal cortex*), tylna część zakrętu obręczy (*posterior cingulate*) oraz przedklinek (*preconeus*) (Saxe, 2009, 2006c). Te obszary mózgu są także nazywane zbiorczo „siecią ToM”.

Wskazanie „sieci ToM” jest jedynie pierwszym krokiem w wyjaśnieniu, jaka jest rola każdego ze wskazanych obszarów w dokonywaniu atrybucji stanów

mentalnych innych osób. Najnowsze badania wskazują, że kora przedczołowa jest zaangażowana w przetwarzanie ogólnych informacji o charakterze społecznym (np. wykazuje zwiększoną aktywność zarówno podczas analizowania cech wyglądu drugiej osoby, ogólnych cech charakteru, np. nieśmiały, towarzyski, jak i stanów mentalnych), tylna część zakrętu obręczy oraz przedklinek wykazują zwiększoną aktywność podczas zadań wymagających odróżniania perspektywy własnej od perspektywy innych osób (zarówno podczas zadań angażujących emocje, jak i działania) (Decety, Jackson, 2006), podczas gdy prawy styk skroniowo-ciemieniowy może być obszarem selektywnie zaangażowanym w myślenie o stanach mentalnych innych osób (Saxe, 2009, 2006c; Saxe i in., 2003).

Mimo że fMRI pozwala na śledzenie pracy mózgu osób zdrowych i pomaga w udzielaniu odpowiedzi na pytania o przebieg określonych procesów poznawczych, nie jest techniką pozbawioną wad. Po pierwsze, skaner MRI stanowi sztuczne i nieprzyjazne warunki do badania mechanizmów mózgowych leżących u podstaw zachowań społecznych. Po drugie, dużym wyzwaniem w badaniu mechanizmów leżących u podstaw ToM jest fakt, że stany mentalne (przekonania, uczucia, intuicje) są bytami nieobserwowalnymi, co utrudnia eksperymentalne generowanie ich oraz pomiar. Co więcej, indukowanie stanu, w którym badany w skanerze MRI uruchamia procesy związane z ToM, powinno w sytuacji optymalnej w jak najmniejszy sposób aktywować obszary mózgu zaangażowane w inne procesy poznawcze (np. związane z przetwarzaniem informacji językowych, pamięcią itp.) (Saxe, 2006). Brak spełnienia tego założenia utrudnia analizowanie badań fMRI.

Dodatkowo, technika funkcjonalnego rezonansu magnetycznego pozwala jedynie na wnioskowanie o istnieniu korelacji, nie mówiąc nic o związku przyczynowo-skutkowym (Hautell i in., 2004). Wnioskowanie o istnieniu związku kausalnego jest możliwe m.in. na podstawie badań z wykorzystaniem przezczaszkowej stymulacji magnetycznej (*transcranial magnetic stimulation*, TMS).

TMS jest nieinwazyjną metodą pozwalającą na chwilowe zakłócenie przebiegu aktywności neuronalnej w wybranym miejscu kory mózgowej. Jeden z nielicznych eksperymentów z wykorzystaniem TMS w badaniu ToM u zdrowych dorosłych osób wykazał, że w wyniku zakłócenia aktywności neuronalnej prawego styku skroniowo-ciemieniowego badani byli mniej skłonni do brania pod uwagę stanów mentalnych drugiej osoby (intencji oraz stanu wiedzy) podczas oceny moralnej ich czynów (np. X dosypał trucizny do napoju Y przez przypadek lub celowo) (Young i in., 2010) w porównaniu z grupą kontrolną, która nie została poddana działaniu TMS.

W ostatnich latach zainteresowanie badaczy zaczęło skupiać się również na deficytach ToM u osób z uszkodzonym mózgiem. Celem badań pacjentów z uszkodzeniem mózgu jest wskazanie, jakie lokalizacje lezji skutkują zaburzeniem w zakresie ToM. Badania te obarczone są trudnościami metodologicznymi wynikającymi z faktu, że uszkodzenia mózgu często obejmują wiele struktur zarówno korowych, jak i podkorowych i w konsekwencji prowadzą do licznych zaburzeń w funkcjonowaniu poznawczym. Zatem wnioskowanie o relacji kauzalnej między daną lokalizacją lezji a zaburzeniem w zakresie ToM jest często trudne, ponieważ deficyty te mogą być wtórne względem dysfunkcji innych funkcji poznawczych, niezbędnych w procesie dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób. Wydaje się jednak, że w połączeniu z technikami neuroobrazowania mózgu, badania osób z uszkodzonym mózgiem mogą wnieść znaczący wkład w poznanie mechanizmów leżących u podstaw ToM.

Najnowsze wyniki badań pacjentów neurologicznych potwierdzają, że ToM może ulec zaburzeniu w wyniku lezji mózgowej (Apperly i in., 2004, 2005; Brune, Brune-Cohrs, 2006; Samson i in., 2004).

Zaburzenia w zakresie ToM zostały opisane u pacjentów z lezjami m.in.: lewego styku skroniowo-ciemieniowego (Samson i in., 2004), kory przedczołowej (Adolphs, 1999), czyli obszarów zidentyfikowanych za pomocą fMRI jako sieć ToM. Większość badaczy zajmujących się neuropsychologią kliniczną podkreśla dominację prawej półkuli mózgowej w realizacji ToM, co wspiera jednocześnie badania z zakresu neuroobrazowania wskazujące na kluczową rolę prawego styku skroniowo-ciemieniowego w ToM (Saxe, Wexler, 2005). Wyniki badań dowodzą, że uszkodzenie prawej półkuli może skutkować głębszym zaburzeniem w zakresie zdolności do rozumienia stanów mentalnych innych osób niż uszkodzenie lewej półkuli mózgu (Bibby, McDonald, 2005; Champagne-Lavau, Joannette, 2009; Surian, Siegal, 2001). Deficyty w zakresie ToM obserwowane u osób z uszkodzeniem prawej półkuli mózgu mogą stanowić jedną z ważniejszych przyczyn ich trudności z rozumieniem mowy nieliteralnej, co w konsekwencji prowadzi do problemów w porozumiewaniu się z innymi osobami (Surian, Siegal, 2001). Niemniej jednak dotychczasowe badania pacjentów nie pozwoliły na wskazanie kluczowego obszaru mózgu, którego uszkodzenie skutkuje zaburzeniami ToM.

Nadal nie jest też jasne, czy deficyt w zakresie ToM u osób z uszkodzonym mózgiem można traktować jako zaburzenie izolowane, czy jest raczej skutkiem zaburzenia innych procesów poznawczych: hamowania reakcji, samokontroli, funkcji językowych, percepcji twarzy, percepcji emocji, wspólnej uwagi, prze-

szukiwania wzrokowego (Stone, Gerrans, 2006). Dalsze interdyscyplinarne badania mogą pomóc we wskazaniu roli każdego z tych procesów w ToM.

TEORIA UMYŚLU A INNE WYŻSZE FUNKCJE POZNAWCZE

Do najważniejszych pytań stawianych na gruncie szeroko rozumianych neuronauk społecznych zajmujących się ToM należą następujące zagadnienia:

1. Jaka jest relacja między ToM a innymi funkcjami poznawczymi?
2. Czy ToM jest funkcją prostą, czy złożoną z subsystemów wyspecjalizowanych w przetwarzaniu informacji o charakterze społecznym?

Część naukowców zajmujących się relacją między ToM a innymi procesami poznawczymi podkreśla kluczową rolę procesów językowych (Astington, Jenkins, 1999; Białecka-Pikul, 2002; Plaut, Karmiloff-Smith, 1993) oraz funkcji wykonawczych (Carlson i in., 2006; Henry i in., 2006) w dokonywaniu atrybucji stanów mentalnych innych osób; prezentacja tej relacji stanowi oś kolejnych dwóch podrozdziałów.

TEORIA UMYŚLU A FUNKCJE JĘZYKOWE

Język stanowi narzędzie do przekazywania wiedzy dotyczącej stanów mentalnych innych osób, z kolei skuteczna komunikacja wymaga monitorowania stanów mentalnych słuchacza (Doherty, 2009). W świetle powyższej tezy nasuwa się pytanie o relację między ToM a procesami językowymi. Poznanie natury tej relacji jest możliwe poprzez integrację wyników badań prowadzonych na gruncie psychologii rozwojowej oraz neuropsychologii klinicznej i poznawczej.

Badania nad ontogenezą ToM w większości wskazują na pozytywną korelację między zdolnością do rozwiązania testu fałszywych przekonań a rozwojem zdolności językowych dzieci (Astington, Jenkins, 1996). Część badaczy zajmujących się procesami językowymi oraz ToM podkreśla, że ważną rolę w tworzeniu atrybucji stanów mentalnych innych osób może odgrywać semantyka. Podstawowe wytłumaczenie związku między semantyką a ToM opiera się na założeniu, że aby prawidłowo rozwiązać test fałszywych przekonań, dziecko musi znać słowa odnoszące się do stanów mentalnych, np. „wiedzieć”, „myśleć”, „sądzić” itp. Znajomość znaczenia tych słów nakierowuje uwagę na własne i cudze stany mentalne oraz wpływa stymulująco na rozwój ToM (Astington, Jenkins,

1999) lub wręcz jest konieczna do tworzenia reprezentacji stanów mentalnych innych osób (Moore i in., 1989). Co więcej, zauważono, że istnieje dodatnia korelacja między rozumieniem słów odnoszących się do stanów mentalnych a wykonaniem testów fałszywych przekonań (Astington, Jenkins, 1999). Badania dotyczące stylu konwersacyjnego opiekunów oraz rozwoju ToM u dzieci wykazały, że dzieci matek, które często posługują się czasownikami mentalnymi podczas tłumaczenia zachowań innych osób, szybciej rozwiązują Test Fałszywych Przekonań w porównaniu z dziećmi matek, które preferują argumentację mechanistyczną (Peterson, 2003).

Powszechnie uważa się, że znajomość reguł gramatycznych wspiera wnioskowanie dotyczące przekonań, które nie są zgodne z rzeczywistością, tzn. wyrażanie sądów dotyczących stanów mentalnych zakłada umiejętność połączenia w całość zdania dotyczącego rzeczywistości oraz terminów odnoszących się do stanów mentalnych, np. Jan myśli, że czekolada jest w szafie, a w rzeczywistości jest ona w lodówce (Plaut, Karmiloff-Smith, 1993). Silna wersja tej argumentacji zakłada, że rozumienie przez dzieci wyrażen dopełnieniowych (*complement construction*) jest kauzalnie związane z rozumieniem testu fałszywych przekonań (de Villiers, 2002), ponieważ gramatyka dostarcza narzędzi do rozumienia zdań typu: „Kasia myśli, że Tomek jest smutny, ale on w rzeczywistości jest wesoły”. W takich wyrażeniach, prawdziwość twierdzenia zagnieżdżonego „Tomek jest smutny” jest nieistotna w wyznaczaniu wartości logicznej całego wyrażenia z powodu obecności czasownika mentalnego. Tego typu zdania wymagają rozróżnienia, jakie rzeczy są w rzeczywistości, od tego, jak się jawią w umyśle. Dalszych danych pomocnych w wyjaśnieniu roli procesów językowych w rozwoju ToM dostarczają badania z udziałem dzieci z diagnozą Specyficznego Zaburzenia Rozwoju Językowego (*Specific Language Impairment, SLI*)¹. Wyniki badań dotyczących rozwoju ToM u dzieci z SLI nie są spójne, ale większość badaczy sugeruje opóźnienie rozwoju ToM w tej populacji klinicznej (Farrant i in., 2006) i podkreśla, że problemy w zakresie ToM są związane z nieprawidłowym rozwojem języka, a w szczególności wiedzy gramatycznej oraz zakresu słownika (Farrar i in., 2009).

Dane pochodzące z badań z udziałem dzieci dostarczają wielu informacji o relacji między ToM a procesami językowymi, ale kierunek tej relacji nadal jest przedmiotem dyskusji. Część badaczy postuluje, że to ToM jest niezbędnym prekursorem dla rozwoju kompetencji komunikacyjnej (Haman, 1992). Nato-

¹ SLI charakteryzuje się opóźnionym rozwojem w zakresie morfologii, fonologii, składni przy braku zaburzeń słuchu oraz normalnym poziomie inteligencji.

miast inni uważają, że kierunek tej relacji jest odwrotny i to język dostarcza narzędzi do rozwoju ToM (Białecka-Pikul, 2002).

Kolejna trudność w interpretowaniu badań dotyczących relacji między ToM a procesami językowymi jest związana z dojrzwaniem procesów poznawczych (Temple, 1997). W przypadku badań z udziałem dzieci analizowane funkcje poznawcze podlegają zmianom rozwojowym, więc formułowanie ostatecznych wniosków o roli języka w tworzeniu atrybucji stanów mentalnych innych osób jest dyskusyjne. Jest możliwe, że: 1) język jest nierozzerwalnie związany w tworzeniu reprezentacji stanów mentalnych zarówno u dzieci, jak i u dorosłych; 2) język jest kluczowy tylko podczas nabywania zdolności do tworzenia atrybucji stanów mentalnych innych osób, a u osób dorosłych oba procesy funkcjonują niezależnie.

Wyniki badań na pacjentach dorosłych, którzy na skutek urazu mózgu cierpią na afazję, przybliżyły badaczy do wyjaśnienia relacji między ToM a językiem (Apperly i in., 2006). Pierwsze doniesienia o relacji języka i ToM u pacjentów dorosłych z uszkodzonym mózgiem pochodzą z badań Varleya i Siegala (2000). Opisali oni przypadek pacjenta SA, który mimo głębokich deficytów językowych obejmujących zaburzenia w zakresie gramatyki, nazywania, fluencji słownej, nie miał problemów z testami fałszywych przekonań w wersji „zwodnicze pudełko” (*Deceptive Container/Contents False-Belief Task*)². Powyższy wynik, według badaczy, sugeruje, że zdolności gramatyczne nie są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania ToM u osób dorosłych (Siegal, 2000 – za: Apperly i in., 2006).

Kolejne dowody na niezależne funkcjonowanie obu systemów u osób dorosłych pochodzą z badań zespołu Apperly’ego (2006), który opisał przypadek pacjenta PH. Pacjent ten w wyniku udaru lewej półkuli mózgu (leżąc objęta bruzdą skroniową górną oraz środkową bruzdą czołową) cierpiał na głębokie zaburzenia językowe, objawiające się anomią, dysleksją, dysgrafią, problemami z gramatyką, zaburzeniami w zakresie rozumienia czasowników oraz przymiotników. Do diagnozy fluencji słownej oraz rozumienia zastosowano standardowy test do diagnozy afazji. Do diagnozy zdolności gramatycznych wykorzystano próby eksperymentalne zawierające krótkie filmy wideo, obrazujące zdania

² W tym teście badanemu przedstawia się zamknięty pojemnik/pudełko, którego wygląd sugeruje zawartość, np. pudełko cukierków, opakowanie pizzy itp. Po otwarciu pudełka okazuje się, że w środku znajduje się inny przedmiot, np. kredki. Po ponownym zamknięciu pudełka badanemu zadaje się pytanie, co według osoby, która nie miała okazji zajrzeć do środka, znajduje się w pudełku. Prawidłowe rozwiązanie testu wymaga zrozumienia, że druga osoba może mieć przekonania niezgodne ze stanem rzeczywistości, co jest interpretowane przez badaczy jako dowód na posiadanie teorii umysłu (Perner i in., 1987).

złożone o następującej formie: „Jan myśli, że...; Kobieta popchnęła mężczyznę, który otworzył okno...; Piotr jeździ na koniu, który...”. Zadanie pacjenta polegało na dopasowaniu zdań do desygnujących je filmów. Wyniki badań ujawniły u niego głębokie zaburzenia w zakresie gramatyki. Ponadto badacze postanowili sprawdzić, jak PF radzi sobie ze zdaniem złożonym, zawierającym czasowniki odnoszące się do stanów mentalnych. W tym celu opracowano zestaw zdań o następującej strukturze: „Jan myśli, że w pudełku znajduje się książka, lecz w rzeczywistości znajduje się w nim jabłko. Co według Jana znajduje się w pudełku?” W badaniu sprawdzono również zakres rozumienia przez pacjenta PH słów odnoszących się do stanów mentalnych, np. różnicy między wypowiedziami: „wiem, co znajduje się w pudełku; zgaduję, co znajduje się w pudełku; nie jestem pewien, co znajduje się w pudełku”. PH nie miał problemu z przyporządkowaniem wypowiedzi wyrażanych przez bohatera prezentowanych historyjek do sytuacji, w których się znajdował. W celu zbadania relacji między gramatyką a ToM wykorzystano werbalną oraz niewerbalną wersję testu fałszywych przekonań pierwszego (odnoszących się do przekonań osoby X) i drugiego rzędu (odnoszących się do wiedzy X o stanach mentalnych Y). Wyniki badania wykazały, że pacjent PH nie miał problemów z dokonywaniem atrybucji stanów mentalnych pierwszego i drugiego rzędu.

Badania Apperly'ego i współpracowników (2006) sugerują, że u dorosłych osób zdolność do dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób nie jest zależna od dostępu do systemu gramatycznego. Powyższe wyniki są także wspierane przez badania z zastosowaniem techniki fMRI, które pokazały, że podczas rozwiązywania werbalnej oraz niewerbalnej wersji testu fałszywych przekonań są aktywowane obszary mózgu zdefiniowane przez badaczy jako „sieć ToM”. Żaden ze wskazanych obszarów mózgu nie jest zaangażowany w procesy językowe (Saxe, 2009).

Ostatnio badacze zajmujący się uszkodzeniami prawej półkuli mózgu i towarzyszącymi jej zaburzeniami językowymi zaczęli wiązać deficyty w zakresie kompetencji pragmatycznej³ z deficytami ToM (Champagne-Levau, Joanne, 2009). Uszkodzenie prawej półkuli skutkuje często problemami ze zrozumieniem mowy nieliteralnej (metafor, sarkazmu), której właściwe odniesienie zależy nie tylko od kontekstu, lecz także od zrozumienia intencji nadawcy komunikatu. Wyniki badań sugerują, że za problemy pragmatyczne w dużym stopniu odpo-

³ Kompetencja pragmatyczna to „umiejętność porozumiewania się za pomocą języka” (Hymes, 1972 – za: Kurcz, Okuniewska, 2011, s. 35) w oparciu o „wiedzę dotyczącą społecznie adekwatnych zasad użycia form językowych” (Herzyk, 2005, s. 215).

wiedzialne są zaburzenia w zakresie ToM, czyli właśnie upośledzonej zdolności do rozumienia intencji drugiej osoby (Champagne-Levau, Joanne, 2009).

Istnienie relacji między ToM i kompetencją pragmatyczną wspierają również wyniki badań z udziałem osób chorych na schizofrenię (Gavilan i in., 2011). Pacjenci mają problemy zarówno z zadaniami diagnostycznymi dla ToM (historijkami o charakterze konwersacyjnym i zadaniami niewerbalnymi), jak i rozumieniem języka figuratywnego. W badaniu kontrolowano poziom inteligencji, więc te trudności nie mogą być wytłumaczone istnieniem deficytów intelektualnych. Powyższe badania nie pozwalają jednak na ustalenie kierunku zależności ani na wskazanie mechanizmów poznawczych leżących o podstaw obu procesów (Mazza i in., 2003).

Jest także możliwe, że zdolność do dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób angażuje też inne procesy poznawcze. Większość badaczy podkreśla rolę funkcji wykonawczych w realizacji tego procesu (Perner, Lang, 1999; Putko, 2008).

TEORIA UMYSŁU A FUNKCJE WYKONAWCZE

Pojęcie funkcji wykonawczych (*executive functions*, EF) pojawia się często w praktyce klinicznej oraz psychologii poznawczej, jednak jego zakres jest bardzo szeroki (Herzyk, 2005; Jodzio, 2008), więc zdecydowano się na krótkie wprowadzenie terminologiczne. We współczesnej neuronauce termin „funkcje wykonawcze” jest odnoszony do takich funkcji poznawczych, jak: planowanie (związane z selektywnością uwagi, pamięcią prospektywną, pamięcią operacyjną, zdolnościami poznawczymi), inicjowanie działań, kontrola (związana z wygaszaniem reakcji, odraczaniem reakcji, monitorowaniem działania), nastawienie umysłowe (związane z elastycznością poznawczą). W kontekście badań relacji ToM i EF kluczowe jest sprecyzowanie, które komponenty EF pośredniczą w realizowaniu procesów związanych z dokonywaniem atrybucji stanów mentalnych innych osób.

Pierwsze badania wskazujące na istnienie związku między ToM a funkcjami wykonawczymi były prowadzone na gruncie psychologii rozwojowej. Badania nad rozwojem teorii umysłu u dzieci sugerują, że porażka w teście fałszywych przekonań może wynikać nie tylko z faktu, że architektura funkcjonalna systemu poznawczego dziecka nie pozwala na stworzenie reprezentacji myśli drugiej osoby *per se*, lecz z dużego zaangażowania w zadania funkcji wykonawczych, które u dzieci nie są w pełni rozwinięte (Perner, Lang, 1999). Klasyczny test

fałszywych przekonań wymaga stworzenia reprezentacji rzeczywistości oraz stanu mentalnego drugiej osoby. Następnie należy powstrzymać się od udzielenia odpowiedzi na podstawie stanu rzeczywistości na rzecz opisu „zawartości” myśli drugiej osoby. Badania z psychologii rozwojowej pokazały, że wyniki w teście fałszywych przekonań korelują u dzieci z umiejętnością do hamowania swoich reakcji (Carlson i in., 2006).

Analizy korelacyjne nie pozwalają na wskazanie kierunku relacji między ToM a EF. Badania z udziałem dzieci dostarczają danych wspierających dwie konkurencyjne hipotezy dotyczące relacji ToM i EF. Zdaniem Rotha i Lesliego (1998) już trzyletnie dzieci mają wystarczające zasoby poznawcze do tworzenia metareprezentacji (w tym również reprezentacji stanów mentalnych innych osób), ale brak odpowiednich zdolności poznawczych związanych z EF (nazwanym przez Lesliego procesorem selekcji) uniemożliwia im rozwiązywanie testu fałszywych przekonań. Hipoteza, zgodnie z którą funkcje wykonawcze są niezbędnym prekursorem rozwoju ToM, jest także wspierana przez badania Zatichik (1990), która wykazała, że dzieci trzyletnie lepiej radzą sobie z testem fałszywych przekonań, gdy forma testu nie wymaga dużego zaangażowania funkcji wykonawczych (np. badacze posługują się kolorowymi strzałkami w celu zobrażenia, gdzie aktualnie znajduje się przedmiot) (Zatichik, 1990). Co więcej, dzieci, które nie radzą sobie z testem fałszywych przekonań, nie radzą sobie również z zadaniami kontrolnymi (np. testem fałszywych fotografii), które w podobny sposób angażują kontrolę wykonawczą, ale nie wymagają dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób (Zatichik, 1990).

Niektórzy badacze uważają, że kierunek tej relacji jest odwrotny i ToM jest warunkiem rozwoju kontroli wykonawczej (Perner i in., 1987). Argumentują, że dostęp do własnych i cudzych stanów mentalnych wpływa na lepsze rozumienie związku przekonanie/emocja-czynność, co bezpośrednio wpływa na lepszą samokontrolę.

Badania z udziałem osób z uszkodzonym mózgiem oraz z wykorzystaniem technik neuroobrazowania mózgu wskazują, że u osób dorosłych zależności między omawianymi procesami poznawczymi mogą mieć odmienny charakter niż w przypadku dzieci. Jest to związane ze zmiennością organizacji funkcji poznawczych w wyniku rozwoju mózgu (Łuria, 1976 – za: Herzyk, 2005).

Niektóre badania z zakresu neuropsychologii klinicznej wskazują na istnienie podwójnej dysocjacji⁴ między ToM a funkcjami wykonawczymi. Samson

⁴ Zasada podwójnej dysocjacji funkcji jest spełniona, gdy u pacjenta X obserwuje się zaburzenie funkcji A, lecz brak dysfunkcji B, a u pacjenta Y obserwuje się odwrotną zależność. Powyższa zasada jest obciążona dodatkowym warunkiem: zadania użyte do pomiaru danej funkcji poznawczej

i współautorzy (2004) opisali dwóch pacjentów, z których jeden, z leżą zlokalizowaną w korze czołowej, wykazywał głębokie zaburzenia funkcji wykonawczych, ale nie miał problemów z rozumieniem stanów mentalnych innych osób, a drugi, z leżą zlokalizowaną w lewym styku skroniowo-ciemieniowym, miał problemy z rozwiązywaniem testów fałszywych przekonań, ale nie z testami diagnostycznymi dla funkcji wykonawczych.

Do podobnych wniosków doszli Bach i współautorzy (2000), którzy opisali przypadek pacjenta z obustronnym uszkodzeniem płatów czołowych. Badacze założyli, że leża spowodowała deficyt zarówno w zakresie ToM, jak i funkcji wykonawczych. Pacjent miał problemy ze zrozumieniem subtelnych wskazówek o charakterze społecznym, skracał dystans w kontakcie z innymi osobami, przejawiał głębokie zaburzenia pamięci świeżej, zdradzał oznaki urojeń o charakterze manii prześladowczej. Diagnoza neuropsychologiczna wykazała, że wystąpiły u niego także problemy z wnioskowaniem abstrakcyjnym, pamięcią wzrokową, giętkością umysłową, hamowaniem reakcji, kontrolowaniem reakcji, planowaniem, nie miał jednak problemów z zadaniami diagnostycznymi dla ToM. Autorzy uważają, że badania wskazują na niezależne funkcjonowanie obu procesów.

Ciekawe podejście w badaniu relacji między ToM a funkcjami wykonawczymi zaprezentowali Apperly i współpracownicy (2005), którzy opracowali zadania umożliwiające niezależną analizę funkcji poznawczych niezbędnych do rozwiązania testu fałszywych przekonań. W badaniu wziął udział pacjent WBA z leżą zlokalizowaną na styku czołowo-skroniowym prawej półkuli mózgu. Pacjentowi zaprezentowano cztery zadania:

1. Standardowy test fałszywych przekonań;
2. Standardowy test fałszywych fotografii;
3. Test fałszywych przekonań, w którym nieznana jest pierwotna lokalizacja obiektu i badany poznaje ją na podstawie zachowania bohaterów historyjek (Badany nie wie, w którym z dwóch pudełek znajduje się obiekt. Pomocnik eksperymentatora zagląda do pudełka, następnie wychodzi z pokoju. W tym czasie pudełka zostają zamienione miejscami. Pomocnik eksperymentatora wraca do pokoju i wskazuje na pudełko, w którym – zgodnie z jego wiedzą – znajduje się przedmiot. Badany musi posłużyć się wiedzą, że pomocnik eksperymentatora ma fałszywe przekonanie dotyczące zawartości pudełek, aby prawidłowo wskazać lokalizację obiektu);

wymagają udziału jednego mechanizmu mózgowego. Wskazanie takiego profilu zaburzeń uprawnia badacza do sformułowania wniosku o niezależnym funkcjonowaniu obu procesów mózgowych (Tauber; 1962 – za: Herzyk, 2005).

4. Test fałszywych fotografii, w których nieznana jest pierwotna lokalizacja obiektu.

Badacze założyli, że o zaburzeniu funkcji wykonawczych świadczą gorsze wyniki w testach niestandardowych (fałszywych przekonaniach oraz fałszywych fotografiach), ponieważ w większym stopniu angażują zdolność do hamowania reakcji oraz elastyczność poznawczą. Słabsze wyniki w testach fałszywych przekonań (standardowych i niestandardowych) w porównaniu z testami fałszywych fotografii odzwierciedlają problemy w zakresie ToM. Pacjent miał największe problemy z zadaniami, w których nieznana była pierwotna lokalizacja obiektu, a standardowe testy fałszywych przekonań oraz fotografii wykonał powyżej prawdopodobieństwa przypadku. WBA miał także problemy z innymi zadaniami, wymagającymi hamowania pragnień lub emocji w celu przyjęcia perspektywy drugiej osoby. Badanie wykazało, że trudności WBA z testem fałszywych przekonań wynikają głównie z zaburzenia funkcji wykonawczych, a nie z deficytu w zakresie ToM *per se* (Apperly i in., 2005). Powyższe badanie obrazuje częste problemy z diagnozą ToM u pacjentów z uszkodzeniem mózgu, które nie pozwalają na klarowne oddzielenie badanych funkcji poznawczych i jednocześnie pokazują, w jaki sposób można manipulować zadaniami eksperymentalnymi, aby badanie umożliwiło jasne kontrolowanie funkcji wykonawczych oraz ToM.

Nowe światło na charakter tych relacji rzucają badania z zastosowaniem techniki fMRI. Interesująca procedura badawcza została zaprezentowana przez Saxe i współpracowników (2006). W badaniu wykorzystano niewerbalną wersję testu fałszywych przekonań. Badacze manipulowali instrukcją zadania w taki sposób, aby wywołać w uczestnikach badania albo 1) procesy związane z atrybucją stanów mentalnych innych osób, albo 2) tendencję do hamowania reakcji. Podczas eksperymentów wymagających od badanych antycypacji stanów mentalnych szczególnie aktywne były obszary mózgu zdefiniowane wcześniej jako sieć ToM. Podczas zadań wymagających od badanych wyboru odpowiedzi bez konieczności antycypowania stanów mentalnych szczególnie aktywne były następujące regiony mózgu: mózgowy ośrodek okoruchowy obustronnie (*frontal eye field*), bruzda śródcieniowa obustronnie (*intraparietal sulcus*), zakręt czołowy środkowy, wieczko czołowe obustronnie, przednia część zakrętu obręczy.

Powyższe badania wykazały, że podczas dokonywania wnioskowań dotyczących stanów mentalnych aktywne były obszary mózgu odpowiedzialne zarówno za procesy uwagowe, kontrolę wykonawczą, inhibicję: obszary kory przedczołowej, jak i obszary selektywnie aktywowane podczas tworzenia reprezentacji dotyczących treści myśli innych osób: styk skroniowo-cieniowy. Wyniki te są spójne z najnowszym nurtem badań zajmujących się problematyką architek-

turey ToM i relacją tego procesu z innymi funkcjami poznawczymi. Funkcje wykonawcze pełnią ważną rolę w realizacji ToM u osób dorosłych, co znajduje swoje odzwierciedlenie zarówno w badaniach z zastosowaniem metod neuroobrazowania, jak w badaniach osób z uszkodzonym mózgiem. Nie są jednak procesem wystarczającym do dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób (Saxe, 2006).

DWA KOMPONENTY TEORII UMYSŁU

Najnowsze badania nad architekturą ToM wskazują, że jest możliwe wyodrębnienie przynajmniej dwóch względnie niezależnych komponentów ToM: poznawczego, rozumianego jako zdolność do dokonywania atrybucji stanów poznawczych (przekonań, wiedzy) drugiej osoby, oraz emocjonalnego, rozumianego jako zdolność do dokonywania atrybucji stanów emocjonalnych (Shamay-Tsoory i in., 2007). Hipotezy te znajdują potwierdzenie w badaniach nad rozwojem ToM u dzieci, które wcześniej dokonują atrybucji stanów emocjonalnych niż stanów wiedzy drugiej osoby (Saxe, 2006a; Saxe, Carey, Kanwisher, 2004), oraz częściowo w badaniach pacjentów z uszkodzonym mózgiem (Shamay-Tsoory i in., 2007). Zgodnie z prezentowaną powyżej koncepcją zdolność do dokonywania atrybucji stanu poznawczego jest prawdopodobnie realizowana przez szlak grzbietowy, łączący środkową korę przedczołową, przednią część zakrętu obręczy, bruzdę skroniową górną, a zdolność do dokonywania atrybucji stanów emocjonalnych jest realizowana przez szlak brzuszny, łączący okolicę ciała migdałowatego z korą orbitalną płatów czołowych (Frith, Frith, 1999). Istnienie dysocjacji między tymi procesami sugerują także badania z udziałem pacjentów z lezjami mózgu podkreślające, że uszkodzenia brzusznych i środkowych obszarów kory przedczołowej skutkują zaburzeniami emocjonalnymi, natomiast uszkodzenia obszarów grzbietowych upośledzają bardziej procesy związane z uwagą oraz pamięcią roboczą (Blair, 2005).

Hipotezę o istnieniu dwóch niezależnych od siebie komponentów ToM zostały częściowo potwierdzone w oryginalnym badaniu Shamay-Tsoory (2007). Wykorzystano w nim krótkie historyjki zawierające kłamstwo, ironię, fałszywe przekonania oraz fałszywe atrybucje. Każda z historyjek wymagała od badanych zrozumienia albo stanu emocjonalnego (komponent emocjonalny ToM), albo stanu poznawczego (komponent poznawczy ToM) prezentowanych postaci. Autorzy założyli, że prawidłowe zrozumienie opisanych w historyjkach sytuacji społecznych zakłada dwa rodzaje wnioskowań: poznawcze (odnoszące się do

przekonań) lub emocjonalne (odnoszące się do pragnień, stanów emocjonalnych). W badaniu wzięło udział 44 pacjentów z precyzyjnie opisaną lokalizacją lezji mózgu oraz 18 zdrowych osób z grupy kontrolnej. Pacjenci z lezjami przedczołowymi zostali podzieleni na grupy ze względu na: uszkodzenie grzbietowych obszarów kory czołowej, uszkodzenie brzusznych obszarów kory czołowej oraz uszkodzenia mieszane. Dodatkowo podczas badań wykonano diagnozę funkcjonowania poznawczego, obejmującą Test Matrycy Ravena, Test Sortowania Kart z Wisconsin oraz ocenę empatii. Badania wykazały, że pacjenci z lezjami brzusznych części kory czołowej gorzej radzą sobie z wnioskowaniem dotyczącym stanów emocjonalnych niż z wnioskowaniem odnoszącym się do poznawczego komponentu ToM. Wykonanie zadań tym bardziej odbiegało od normy, im większy ładunek emocjonalny zawierały prezentowane historyjki.

Hipoteza dotycząca istnienia niezależnych szlaków neuronalnych leżących u podłoża dwóch komponentów ToM znalazła swoje potwierdzenie również w badaniu z zastosowaniem TMS (Kalbe i in., 2010). Stymulacja polem magnetycznym o częstotliwości 1 Hz obszarów grzbietowo-bocznych kory przedczołowej prawej półkuli mózgu, przeprowadzona na zdrowych dorosłych, modyfikowała wyniki w zadaniach mierzących poznawczy komponent ToM, ale nie wpływała na wyniki zadań mierzących afektywny komponent ToM. Zaskakującym wynikiem cytowanego badania jest polepszenie wyników, mimo że autorzy spodziewali się przeciwnego efektu. Jest możliwe, że zastosowany protokół TMS działał pobudzająco na neurony, a nie – jak pierwotnie zakładali autorzy – hamująco.

Istnienie podwójnej dysocjacji między poznawczą empatią (definiowaną jako ToM) oraz afektywną empatią (rozumianą jako proces prowadzący do współodczuwania przez obserwatora stanu emocjonalnego, jaki odczuwa obserwowany) sugerują również badania na chorych na autyzm oraz psychopatię (Blair, 2005). Pacjenci chorzy na autyzm mają problemy z ToM, ale nie mają problemów z „emocjonalnym zarażeniem się”, podczas gdy chorzy na psychopatię przejawiają problemy z afektywną empatią, lecz nie poznawczą (Blair, 2005).

Te wyniki czekają na potwierdzenie w postaci badań fMRI, które umożliwią precyzyjne oddzielenie komponentu poznawczego od emocjonalnego oraz wskazanie obszarów selektywnie zaangażowanych w realizację obu procesów.

*

Celem artykułu było przybliżenie polskiemu czytelnikowi najnowszych badań dotyczących mechanizmów leżących u podstaw teorii umysłu. Badania z psychologii rozwojowej umożliwiły przynajmniej częściowe poznanie ontogenezy ToM i obecnie wiadomo, że dzieci około czwartego roku życia zaczynają rozumieć, że druga osoba może mieć fałszywe przekonania. Badania na populacji klinicznej wykazały, że zdolność do dokonywania atrybucji stanów mentalnych innych osób może zostać selektywnie zaburzona w wyniku uszkodzenia mózgu (u osób dorosłych) lub nigdy się prawidłowo nie rozwinąć w wyniku choroby neurorozwojowej (np. autyzmu).

Dzięki wykorzystaniu najnowszych metod neuroobrazowania mózgu udało się zidentyfikować korelaty mózgowie teorii umysłu u osób dorosłych (styku skroniowo-ciemieniowego prawej i lewej półkuli mózgu, przedklinka, kory przedczołowej), ale wnioski z badań nie są jednoznaczne i wymagają dalszych interdyscyplinarnych prac.

Nadal trwają intensywne prace nad opisaniem architektury funkcjonalnej teorii umysłu oraz wyróżnieniem komponentów ToM. Badania sugerują, że mimo relacji między ToM a funkcjami wykonawczymi oraz językiem, zdolność do dokonywania atrybucji stanów mentalnych nie może zostać sprowadzona do procesów niższego rzędu lub nawet innych wyższych funkcji poznawczych. Zaprezentowany powyżej stan badań wskazuje, że ToM nie jest procesem homogenicznym, lecz scala przynajmniej dwa rodzaje wnioskowań: poznawcze oraz emocjonalne, co wydaje się ciekawym kierunkiem dalszych poszukiwań.

Opisując mechanizmy mózgowie ToM, należy pamiętać również o trudnościach metodologicznych towarzyszących badaniom. Po pierwsze, mimo że test fałszywych przekonań służy do diagnozy ToM, rozwiązanie go angażuje też funkcje językowe, pamięć operacyjną, kontrolę wykonawczą (Carlson, Moses, 2001). Zatem trudności w teście fałszywych przekonań mogą odzwierciedlać faktyczne problemy z ToM lub wynikać z zaburzenia innych funkcji poznawczych. Po drugie, w przypadku badań z zastosowaniem techniki fMRI większość badaczy tworzy własne narzędzia badawcze, co utrudnia porównywanie wyników pochodzących z różnych ośrodków badawczych.

Przedstawiony przegląd badań nie wyczerpuje oczywiście aspektów teorii umysłu, prezentuje jednak jej ogólny obraz oraz umożliwia orientację w najnowszych trendach oraz kierunkach dalszych poszukiwań.

W literaturze przedmiotu brakuje badań, których celem byłaby analiza profilu zaburzeń ToM u osób dorosłych z uszkodzonym mózgiem. Większość analiz

koncentruje się na wskazaniu relacji między ToM a zaburzeniem wybranej funkcji poznawczej (przeważnie EF lub procesów językowych), a także jest prowadzona z udziałem pojedynczych pacjentów lub małych grup (15 osób), co uniemożliwia przeprowadzenie zaawansowanych analiz statystycznych.

Takie podejście dostarcza cennych informacji o związku badanych procesów poznawczych, nie pozwala jednak na zbudowanie modelu architektury funkcjonalnej ToM, w którym byłyby dokładnie opisane zależności między ToM a innymi procesami poznawczymi: procesami językowymi, funkcjami wykonawczymi, pamięcią, procesami uwagowymi, inteligencją. Ponadto istniejący stan wiedzy dotyczącej ToM nie pozwala na wskazanie procesów poznawczych leżących u podstaw emocjonalnego i poznawczego komponentu teorii umysłu.

Opisanie mechanizmów ToM ma również implikacje praktyczne, ponieważ wydaje się warunkiem koniecznym do zrozumienia natury zaburzeń w funkcjonowaniu społecznym w populacjach, które przejawiają deficyty w tym zakresie, i tym samym może przyczynić się do opracowania skutecznych narzędzi diagnostycznych oraz programów służących do rehabilitacji deficytów ToM.

BIBLIOGRAFIA

- Adolphs, R. (1999). Social cognition and the human brain. *Trends in Cognitive Science*, 3, 469-479.
- Apperly, I. A., Samson, D., Carroll, N., Hussain, S., Humphreys, G. W. (2006). Intact first and second-order false belief reasoning in a patient with severely impaired grammar. *Social Neuroscience*, 1, 3-4, 334-348.
- Apperly, I. A., Samson, D., Chiavarino, C., Humphreys, G. W. (2004). Frontal and temporo-parietal lobe contribution to Theory of Mind: Neuropsychological evidence from a false belief task with reduced language and executive demands. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 10, 1773-1784.
- Apperly, I. A., Samson, D., Humphreys, G. W. (2005). Domain-specificity and theory of mind: Evaluating evidence from neuropsychology. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 12, 572-577.
- Astington, J. W., Dack, L. A. (2008). Theory of Mind. W: M. M. Haith, J. B. Benson (red.), *Encyclopedia of infant and early childhood development* (vol. 3, s. 343-356). San Diego, CA: Academic Press.
- Astington, J. W., Jenkins, J. M. (1999). A longitudinal study of the relation between language and theory-of-mind development. *Developmental Psychology*, 35, 1311-1320.
- Bach, L. J., Happé, F., Fleming, S. Powell, J. (2000). Theory of mind: Independence of executive function and the role of the frontal cortex in acquired brain injury. *Cognitive Neuropsychiatry*, 5, 175-192.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge: Brandford/MIT Press.
- Baron-Cohen, S. (1998). Does the study of autism justify minimalist innate modularity. *Learning and Individual Differences*, 10, 3, 179-191.

- Baron-Cohen, S., Leslie, A., Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S., Tager-Flusberg, H., Cohen, D. (2000). *Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience*. Oxford: University Press.
- Białecka-Pikul, M. (2002). *Co dzieci wiedzą o umyśle i myśleniu*. Kraków: Wydawnictwo UJ.
- Bibby, H., McDonald, S. (2005). Theory of mind after traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 43, 99-114.
- Blair, R. J. R. (2005). Responding to the emotions of others: Dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations. *Consciousness and Cognition*, 14, 698-718.
- Brune, M., Brune-Cohrs, U. (2006). Theory of mind-evolution, ontogeny, brain mechanisms and psychopathology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 437-455.
- Cabeza, R., Kingstone, A. (2009). *Handbook of functional neuroimaging of cognition*. Cambridge: The MIT Press.
- Carlson, S. M., Moses, L. J., Claxton, L. J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal Experimental Child Psychology*, 87, 299-319.
- Champagne-Lavau, M., Joannette, Y. (2009). Pragmatics, theory of mind and executive functions after a right-hemisphere lesion: Different patterns of deficits. *Journal of Neurolinguistics*, 22, 5, 413-426.
- Channon, S., Pellijeff, A., Rule, A. (2005). Social cognition after head injury: Sarcasm and theory of mind. *Brain and Language*, 93, 2, 123-134.
- Decety, J., Jackson, P. L. (2006). A social neuroscience perspective of empathy. *Current Directions in Psychological Science*, 15, 54-58.
- De Villiers, J. (2002). Complements to cognition: A longitudinal study of the relationship between complex syntax and false-belief-understanding. *Cognitive Development*, 17, 1, 1037-1060.
- Doherty, M. J. (2009). *Theory of mind: How children understand others' thoughts and feelings*. Hove, UK: Psychology Press.
- Domańska, Ł., Borkowska, A. (2008). *Podstawy neuropsychologii klinicznej*. Lublin: UMCS.
- Farrant, A., Morris, R. G., Russell, T., Elwes, R., Akanuma, N., Alarcón, G., Koutroumanidis, M. (2005). Social cognition in frontal lobe epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, 7, 3, 506-516.
- Farrar, M. J., Johnson, B., Tompkins, V., Easters, M., Zilisi-Medus, A., Benigno, J. P. (2009). Language and theory of mind in preschool children with specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, 42, 6, 428-441.
- Fodor, J. A. (1983). *Modularity of mind: An essay on faculty psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Frith, U., Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of Royal Society of London (Series B: Biological Sciences)*, 358, 459-473.
- Gavilán, J. M., García-Albea, J. E. (2011). Theory of mind and language comprehension in schizophrenia: Poor mindreading affects figurative language comprehension beyond intelligence deficits. *Journal of Neurolinguistics*, 24, 1, 54-69.
- Gopnik, A., Astington, J. W. (1988). Children's understanding of representational change and its relation to the understanding of false belief and the appearance-reality distinction. *Child Development*, 59, 26-37.
- Gopnik, A., Wellman, H. (1992). Why the child's theory of mind really is a theory. *Mind and Language*, 7, 145-171.

- Haman, M. (1992). Dziecięca „teoria umysłu” a kompetencja komunikacyjna dziecka w wieku przedszkolnym. W: B. Bokus, M. Haman (red.), *Z badań nad kompetencją komunikacyjną dzieci* (s. 229-253). Warszawa: Wydawnictwo Energeia.
- Haman, M. (2002). *Pojęcia i ich rozwój. Percepcja, doświadczenie i naiwne teorie*. Warszawa: Matrix.
- Happé, F. (1995). The role of age and verbal ability in the theory of mind task performance of subjects with autism. *Child Development*, 66, 843-855.
- Happé, F., Frith, U. (1996). The neuropsychology of autism. *Brain*, 19, 1377-1400.
- Henry, J. D., Phillips, L. H., Crawford, J. R., Ietswaart, M., Summers, F. (2006a). Theory of mind following traumatic brain injury: The role of emotion recognition and executive dysfunction. *Neuropsychologia*, 44, 10, 1623-1628.
- Hernik, M. (2007). *Pojęcie zamiaru w rozwoju teorii umysłu i teorii wytworów człowieka* (mps pracy doktorskiej, Wydział Psychologii UW).
- Herzyk A. (2005). *Wprowadzenie do neuropsychologii klinicznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Huettel, S., Song, A., McCarthy, G. (2004). *Functional magnetic resonance imaging*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.
- Jenkins, J. M., Astington, J. W. (1996). Cognitive factors and family structure associated with theory of mind development in young children. *Developmental Psychology*, 32, 70-78.
- Kalbe, E., Schlegel, M., Sack, A. T., Nowak, D. A., Dafotakis, M., Bangard, C., Brand, M. [i in.] (2010). Dissociating cognitive from affective theory of mind: A TMS study. *Cortex*, 46, 6, 769-780.
- Kurcz, I., H. Okuniewska, H. (2011). *Język jako przedmiot badań psychologicznych*. Warszawa: Wydawnictwo SWPS Academica.
- Leslie, A. (1991). The theory of mind impairment in autism: Evidence for a modular mechanism of development? W: A. Whiten (red.), *Natural theories of mind* (s. 63-78). Oxford: Basil Blackwell.
- Leslie, A. M., Thaiss, L. (1992). Domain specificity in conceptual development: Neuropsychological evidence from autism. *Cognition*, 43, 225-251.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3). New York: Oxford University Press.
- Liu, D., Henry, M., Wellman, H., Tardif, T., Sabbagh, M. (2008). Theory of mind development in Chinese children: A meta-analysis of false-belief understanding across cultures and languages. *Developmental Psychology*, 44, 2, 523-531.
- Lough, S., Hodges, J. R. (2002). Measuring and modifying abnormal social cognition in frontal variant frontotemporal dementia. *Journal of Psychosomatic Research*, 53, 639-646.
- Martin, I., McDonald, S. (2003). Weak coherence, no theory of mind, or executive dysfunction? Solving the puzzle of pragmatic language disorders. *Brain and Language*, 85, 3, 451-466.
- Milders, M., Fuchs, S., Crawford, J. R. (2003). Neuropsychological impairments and changes in emotional and social behaviour following severe traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* (Section A: Neuropsychology, Development and Cognition), 25, 2, 157-172.
- Moore, C., Bryant, D., Furrow, D. (1989). Mental terms and the development of certainty. *Child Development*, 60, 167-171.
- Perner, J., Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 337-344.
- Perner, J., Leekam, S. R., Wimmer, H. (1987). Three-year olds' difficulty with false belief: The case for a conceptual deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, 5, 125-137.

- Peterson, C. (2003). Opening windows into the mind: Mothers' preferences for mental state explanations and children's theory of mind. *Cognitive Development*, 18, 3, 399-429.
- Peterson, C. C., Siegal, M. (1999). Representing inner worlds: Theory of mind in autistic, deaf, and normal hearing children. *Psychological Science*, 10, 126-129.
- Pisula, E. (2000). *Autyzm: diagnoza, klasyfikacja, etiologia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Plaut, D. C., Karmiloff-Smith, A. (1993). Representational development and theory-of-mind computations. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 1, 70-71.
- Putko, A. (2004a). Teoria umysłu a zakres efektu starszego rodzeństwa oraz jego związki z zabawą w udawanie i kontrolą hamowania. *Studia Psychologiczne*, 42, 2, 69-80.
- Putko, A. (2004b). Kognitywny i percepcyjny komponent teorii umysłu: jak silne są powiązania? *Studia Psychologiczne*, 42, 4, 107-118.
- Premack, D. G., Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 515-526.
- Samson, D., Apperly, I., Chiavarino C., Humphreys, G. (2004). Left temporoparietal junction is necessary for representing someone else's belief. *Nature Neuroscience*, 7, 499-500.
- Saxe, R. (2006a). Why and how to study theory of mind with fMRI. *Brain Research*, 1079, 1, 57-65.
- Saxe, R. (2006b). Uniquely human social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 235-239.
- Saxe, R. (2008). The happiness of the fish: Evidence for a common theory of one's own and others' actions. W: K. Markman, W. Klein, J. Suhr (red.), *The handbook of imagination and mental simulation*. New York: Psychology Press.
- Saxe, R. (2009). Theory of mind (neural basis). *Encyclopedia of Consciousness*. Oxford, UK: Academic Press.
- Saxe, R., Kanwisher, N. (2003). People thinking about thinking people: The role of the temporoparietal junction in "theory of mind". *Neuroimage*, 19, 1835-1842.
- Saxe, R., Schulz, L., Jiang, Y. (2006c). Reading minds versus following rules social. *Neuroscience*, 1, 3-4, 284-298.
- Saxe, R., Wexler, A. (2005). Making sense of another mind: The role of the right temporo-parietal junction. *Neuropsychologia*, 43, 10, 1391-1399.
- Saxe, R., Xiao, D. K., Kovacs, G., Perrett, D. I., Kanwisher, N. (2004). A region of right posterior superior temporal sulcus responds to observed intentional actions. *Neuropsychologia*, 42, 11, 1435-1446.
- Shamay-Tsoory, S. G., Aharon-Peretz, J. (2007). Dissociable prefrontal networks for cognitive and affective theory of mind: A lesion study. *Neuropsychologia*, 45, 13, 3054-3067.
- Shamay-Tsoory, S. G., Tomer, R., Berger, B. D., Aharon-Peretz, J. (2003). Characterization of empathy deficits following prefrontal brain damage: The role of the right ventromedial prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 3, 324-337.
- Shamay-Tsoory, S. G., Tomer, R., Berger, B. D., Goldsher, D. (2005). Impaired „affective theory of mind” is associated with right ventromedial prefrontal damage. *Cognition and Behavioral Neurology*, 18, 55-67.
- Spatt, J., Zebenholzer, K., Oder, W. (1997). Psychosocial longterm outcome of severe head injury as perceived by patients, relatives, and professionals. *Acta Neurologica Scandinavica*, 95, 3, 173-179.
- Stone, V., Gerrans, P. (2006). Does the normal brain have a theory of mind? *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 1, 3-4.
- Surian, L., Siegal, M. (2001). Sources of performance on theory of minds tasks in right hemisphere-damaged patients. *Brain and Language*, 78, 224-232.

- Temple, C. (1997). *Developmental cognitive neuropsychology*. East Sussex, UK: Psychology Press Hove.
- Tirassa, M., Bosco, F. M., Colle, L. (2006). Rethinking the ontogeny of mindreading. *Consciousness and Cognition*, 15, 197-217.
- Young, L., Camprodon, J., Hauser, M., Pascual-Leone, A., Saxe, R. (2010). Disruption of the right temporo-parietal junction with transcranial magnetic stimulation reduces the role of beliefs in moral judgment. *PNAS*, 107, 6753-6758.
- Verley, R., Siegal, M. (2000). Evidence for cognition without grammar from causal reasoning and "theory of mind" in an agrammatic aphasic patient. *Current Biology*, 10, 723-726.
- Wimmer, H., Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128.
- Zatichik, D. (1990). When representations conflict with reality: The preschooler's problem with false beliefs and "false" photographs. *Cognition*, 35, 41-68.

COGNITIVE MECHANISMS OF THEORY OF MIND

S u m m a r y

The goal of the article is to familiarize Polish reader with the current state of knowledge about cognitive mechanisms of theory of mind. In the article, the author presents theoretical framework underlying capacity to understand mental states of others as well as the most recent neuroimaging methods (functional magnetic resonance, transcranial magnetic stimulation) and studies of patients with brain impairments. The author discusses: brain localization of theory of mind, relation between theory of mind and executive functions and language, dissociation between cognitive and affective theory of mind. On the basis of literature review, the author indicates methodological challenges and difficulties pertaining to research on brain mechanisms underlying theory of mind in norm and pathology.

Key words: theory of mind, functional magnetic resonance, transcranial magnetic stimulation, executive functions, language, brain impairment.