

Utajone uczenie się w chorobie Parkinsona

Implicit learning in Parkinson's disease

Radosława Herzog-Krzywoszańska¹, Łukasz Krzywoszański²

¹Zakład Psychologii Zdrowia, Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

²Katedra Psychologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie

Neuropsychiatria i Neuropsychologia 2013; 8, 3–4: 110–117

Adres do korespondencji:

dr Radosława Herzog-Krzywoszańska

Zakład Psychologii Zdrowia

Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński

al. Mickiewicza 3, 31-120 Kraków

e-mail: r.herzog-krzywoszanska@uj.edu.pl

Streszczenie

Choroba Parkinsona jest drugą co do częstości występowania w populacji chorobą neurodegeneracyjną, która dotyka głównie osoby starsze. Schorzenie jest następstwem zaniku neuronów dopaminergicznych istoty czarnej śródmózgowia, co powoduje zmniejszenie stężenia dopaminy w prążkowiu i jego stopniową degenerację. Do osiowych objawów choroby zalicza się symptomy motoryczne, szczególnie spowolnienie ruchowe, wzmożone napięcie mięśniowe i drżenie spoczynkowe, oraz symptomy wegetatywne, poznawcze i emocjonalne. Jedną z form zaburzeń poznawczych występujących w chorobie Parkinsona są zaburzenia utajonego uczenia się polegającego na nabywaniu złożonej wiedzy w sposób mimowolny, bez kontroli nad przebiegiem procesu. Ponieważ wiedza utajona jest trudna bądź niemożliwa do zwerbalizowania, o zachodzącym uczeniu wnioskuje się na podstawie stopniowo rosnącej dokładności lub szybkości wykonania zadania. Do uczenia utajonego zalicza się różne w wielu aspektach formy nabywania wiedzy, które wiąże niezależność od jawnego systemu pamięci i uczenia się, oceniana m.in. na podstawie prawidłowości ich funkcjonowania po uszkodzeniu przyśrodkowej części płata skroniowego i hipokampa. Pozostają one niezakłócone, mimo występowania u badanych poważnych zaburzeń jawnej pamięci i uczenia się w przebiegu choroby Alzheimera i w amnezji skroniowej. Przedstawiony w artykule przegląd badań nad utajonym uczeniem się w chorobie Parkinsona pokazuje, że zaburzenia u pacjentów ujawniają się głównie w zadaniach z komponentą motoryczną, podczas gdy większość zadań niemotorycznych wykonywana jest prawidłowo. Zaburzenia utajonego motorycznego uczenia się u osób z chorobą Parkinsona wydają się tematem wartym dalszej eksploracji i włączenia w praktykę kliniczną, ponieważ mogą znacząco wpływać na codzienne funkcjonowanie chorych, utrudniać rehabilitację i obniżać jakość ich życia.

Słowa kluczowe: utajone uczenie się, choroba Parkinsona.

Abstract

Parkinson's disease is the second most common neurodegenerative disease in the population, which mainly affects older people. The disease is a result of loss of dopaminergic input to the striatum due to a reduction in dopamine neurons in the substantia nigra compacta. The core symptoms of the disease include motor symptoms, especially resting tremor, rigidity and bradykinesia as well as vegetative, cognitive and emotional symptoms. One of the cognitive dysfunctions in Parkinson's disease is impairment in implicit learning involving the acquisition of complex knowledge in an involuntary manner, without control of the process. The results of implicit learning are difficult or impossible to verbalize but can be observed in progressive, gradual improvement across many trials in performance on implicit learning tasks. The medial temporal lobe and the hippocampus although critical for many kinds of learning probably are not necessary for implicit learning. Amnesic patients exhibit impaired explicit (fact-and-event) learning and memory but various forms of implicit learning and memory remain intact. The review of research on implicit learning in Parkinson's disease presented in the article shows performance deficits of the tasks with motor component, while performance of most of the implicit non-motor tasks is not disrupted in patients with PD. Implicit motor learning impairment in patients with Parkinson's disease is a subject worthy of exploration and inclusion in clinical practice because it can significantly affect the daily functioning of patients, impede rehabilitation and reduce their quality of life.

Key words: implicit learning, Parkinson's disease.

Choroba Parkinsona (ChP, drżączka porażna) jest postępującym schorzeniem ośrodkowego układu nerwowego, przejawiającym się objawami ruchowymi, wegetatywnymi, poznawczymi i emocjonalnymi. Choroba jest następstwem zaniku neuronów dopaminergicznych istoty czarnej śródmózgowia.

Najczęściej występującą formą parkinsonizmu jest idiopatyczna postać ChP o nieznanym etiologii. Częstość jej występowania wśród osób od 65. do 69. roku życia wynosi ok. 0,5–1%, natomiast w populacji ludzi 80-letnich i starszych wzrasta do 1–3%. Choroba Parkinsona stanowi drugą co do częstości występowania w populacji, po chorobie Alzheimera, chorobą neurodegeneracyjną (Tanner i Goldman 1996).

Średni wiek zachorowania na ChP wynosi 58 lat. W części przypadków zachorowanie następuje przed 40. rokiem życia i taka postać choroby określana jest jako parkinsonizm o wczesnym początku.

W ChP dochodzi do obumierania neuronów dopaminergicznych w istocie czarnej i innych rejonach dopaminergicznych śródmózgowia, co powoduje zmniejszenie stężenia dopaminy w prążkowie i postępującą degenerację składających się na nie struktur. We wczesnych etapach choroby uszkodzeniu ulega skorupa, część prążkowie, do której dochodzą głównie projekcje z motorycznych obszarów kory, w kolejnych fazach choroby uszkodzeniu ulega jądro ogoniaste, zaangażowane w procesy uczenia, pamięci i uwagi (zob. Lieberman 2000).

Kliniczne rozpoznanie ChP opiera się na stwierdzeniu przynajmniej dwu z trzech objawów parkinsonizmu: drżenia spoczynkowego, spowolnienia ruchowego, wzmożenia napięcia mięśniowego. Drżenie spoczynkowe jest widoczne, kiedy chory nie porusza drżącą kończyną, i ustępuje w trakcie ruchu. Oprócz drżenia kończyn w ChP może wystąpić także drżenie głowy i języka. Drżenie kończyn utrudnia chorem wykonywanie precyzyjnych czynności, a drżenie języka prawidłową wymowę.

Z powodu wzmożonego napięcia mięśniowego i sztywności u chorych utrudnione jest wykonywanie codziennych czynności oraz poruszanie się. Symptodem parkinsonizmu są charakterystyczne zaburzenia chodu: małe, szurające kroczki i brak balansowania kończyn górnych. Konsekwencją zaburzeń odruchów posturalnych są częste utraty równowagi i upadki.

U chorych może być widoczne spowolnienie ruchowe (bradykinezja), zmniejszenie amplitudy ruchu (hipokinezja) i/lub trudność w rozpoczynaniu ruchów dowolnych (akinezja).

U niektórych osób występuje mikrografia, polegająca na zmniejszaniu się wielkości liter w miarę pisania, zubożenie mimiki twarzy, rzadkie mruganie, trudności w przelicytaniu.

Oprócz zaburzeń ruchowych w ChP występują także zaburzenia funkcjonowania układu wegetatywnego, zaburzenia snu i czuwania, zaburzenia emocjonalne oraz poznawcze. Wśród zaburzeń wegetatywnych mogą wystąpić ślinotok, łojotok, zaburzenia termoregulacji i pocenia się, zaburzenia sercowo-naczyniowe i żółdkowo-jelitowe, trudności w oddawaniu moczu, zaburzenia czynności płciowych oraz ból (Chaudhuri i wsp. 2006).

Szacuje się, że ok. 40–60% osób z ChP cierpi na depresję, w tym u blisko połowy występuje postać średnia do głębokiej, a u pozostałej części lekkie zaburzenia nastroju i dystymia. W większości przypadków depresja w ChP ma charakter endogeny i wynika z zaburzeń neurotransmisji wywołanej uszkodzeniami neuronów dopaminergicznych, serotonergicznych i noradrenergicznych (Remy i wsp. 2005).

W przypadku długiego trwania ChP zwiększa się ryzyko wystąpienia otępienia. Ma ono zwykle łagodny lub umiarkowany charakter i należy do otępień podkorowych. Ten rodzaj demencji charakteryzuje się występowaniem apatii, spowolnienia psychoruchowego, trudności w przypominaniu sobie faktów i zdarzeń, zaburzeniami orientacji wzrokowo-przestrzennej, trudnościami w przypominaniu słów, trudnościami w koncentracji i podzielności uwagi, planowaniu przyszłości czy trudnościami w uczeniu się. Rzadko występują tu natomiast charakterystyczne objawy demencji korowej, takie jak zaburzenia mowy o charakterze afazji, zaburzenia w wykonywaniu czynności złożonych (apraksja) oraz zaburzenia czytania i pisania (aleksja, agrafia) (Emre 2003).

Do zaburzeń poznawczych najczęściej występujących u osób z ChP bez demencji zalicza się zaburzenia funkcji wykonawczych (Bodis-Wolner 2003), deficyty uwagi przejawiające się m.in. trudnościami w szybkim przenoszeniu uwagi (*set shifting*) i persewercjami (Lees i Smith 1983; Maddox i wsp. 1996), spowolnione przetwarzanie informacji (bradyfrenia), zaburzenia mowy oraz zaburzenia utajonej pamięci i uczenia się (Dubois i Pillon 1997).

Utajone uczenie się

Utajone uczenie się jest definiowane jako zjawisko nabywania złożonej wiedzy w sposób mimowolny, bez kontroli nad przebiegiem pro-

cesu (Reber 1989). Zachodzi ono w trakcie wielu prób, a jego efekty są trudne do zwerbalizowania, ale ujawniają się w zachowaniu. Możliwość zastosowania nabytej wiedzy w warunkach innych niż te, w których zachodził proces uczenia, jest ograniczona. W zakresie utajonego uczenia się różnice indywidualne pomiędzy uczącymi się są niewielkie, poziom inteligencji nie ma wpływu na efekty uczenia (Reber i wsp. 1991). Uważa się, że przynajmniej część form uczenia utajonego opiera się na strukturach, które powstały wcześniej w rozwoju filogenetycznym niż kora. Za struktury odgrywające ważną rolę w utajonym uczeniu się uważa się jądra podstawy i mózdzek.

Do uczenia utajonego zalicza się różne pod wieloma względami formy nabywania wiedzy, które nie zależą od jawnego systemu pamięci i uczenia się, wyodrębniane m.in. na podstawie prawidłowości ich funkcjonowania po uszkodzeniu kory skroniowej i hipokampa. Pozostają one niezakłócone, mimo występowania u badanych poważnych zaburzeń jawnej pamięci i uczenia się w przebiegu choroby Alzheimera, amnezji skroniowej i amnezji spowodowanej uszkodzeniami międzymózgowia (zob. Knowlton 1997). Innym istotnym kryterium określenia danej formy uczenia jako utajonej jest niezdolność podmiotu do zwerbalizowania nabytej wiedzy, mimo zdolności do posługiwania się nią.

Wśród zadań utajonego uczenia się występują zadania, do których prawidłowego wykonania niezbędne jest nabycie umiejętności o charakterze motorycznym albo percepcyjno-motorycznym. Wśród nich wymienia się zadanie adaptacji do używania szkieł pryzmatycznych, zadanie z wykorzystaniem pursuimetru (*pursuit rotor task*) oraz seryjny czas reakcji (*serial reaction time task* – SRTT). Oprócz tego uczenie utajone jest badane przy użyciu kilku podstawowych paradygmatów niewymagających nabywania umiejętności motorycznych, takich jak: sztuczne gramatyki (*artificial grammar learning*), uczenie współzależności, integracji informacji (*information-integration task*), kategoryzacja wzorów kropek (*dot pattern categorization*) oraz przewidywanie pogody (*weather prediction task*). Mimo różnic między zadaniami wynikających z rodzaju nabywanej wiedzy łączy je to, że w każdym z nich uczenie zachodzi stopniowo, podczas wielu prób, a wiedza zyskiwana jest w sposób mimowolny i jest trudna do zwerbalizowania.

Pacjenci z amnezją skroniową i amnezją spowodowaną uszkodzeniami międzymózgowia oraz pacjenci z chorobą Alzheimera prawidłowo wykonują zarówno zadania uczenia utajonego

z dominującą komponentą poznawczą (Knowlton i Squire 1993; Knowlton i wsp. 1994; Reber i wsp. 1996; Squire i Frambach 1990), jak i percepcyjną (Cohen i Squire 1980; Gabrieli i wsp. 1993; Schmidtke i wsp. 1996) i motoryczną (Curran 1997; Heindel i wsp. 1989; Heindel i wsp. 1991; Nissen i Bullemer 1987; Paulsen i wsp. 1993; Yamashita 1993).

Utajone uczenie się złożonych umiejętności motorycznych i percepcyjno-motorycznych w chorobie Parkinsona

Deficyty w utajonym nabywaniu umiejętności motorycznych ujawniają się u pacjentów z ChP w zadaniu z użyciem pursuimetru (Frith i wsp. 1986; Harrington i wsp. 1990; Heindel i wsp. 1989; Heindel i wsp. 1991; Sarazin i wsp. 2002). Pursuimetr to urządzenie złożone z tarczy, która może być wprawiona w ruch, i pręta, który musi być utrzymany w kontakcie z tarczą. Zadanie to wymaga nabycia umiejętności utrzymywania pręta na wirującej tarczy. W komputerowej wersji zadaniem badanego jest utrzymanie kursora jak najbliżej stale poruszającego się celu poprzez ruchy joystickiem lub myszką. Osoby z ChP wykazywały zaburzenia w wykonaniu tradycyjnej wersji tego zadania (Harrington i wsp. 1990; Sarazin i wsp. 2002), podczas gdy u chorych cierpiących na chorobę Alzheimera i osób z obustronnymi uszkodzeniami przyśrodkowych części płatów skroniowych uczenie przebiegało w sposób niezaburzony (Heindel i wsp. 1988; Heindel i wsp. 1989; Yamashita 1993). Gdy po tygodniu badani z uszkodzeniami przyśrodkowych części płatów skroniowych byli ponownie poddawani próbie, ich umiejętności pozostały na wysokim poziomie, mimo że nie pamiętali, że kiedykolwiek wykonywali to zadanie (Yamashita 1993).

Badania Heindla i wsp. (1989) pokazują jednak, że w niektórych przypadkach możliwe jest prawidłowe wykonanie zadania z użyciem pursuimetru przez pacjentów z ChP. Zaburzenia uczenia się w zadaniu wystąpiły u osób z ChP cierpiących na demencję, ale nie u pacjentów z ChP bez demencji. Deficyty w utajonym uczeniu się były istotnie powiązane ze stopniem otępienia, ale nie z poziomem zaburzeń ruchowych.

W badaniach Fritha i wsp. (1986) zaburzenia motorycznego utajonego uczenia się ujawniły się u pacjentów z ChP w dwóch odmiennych zadaniach wymagających podążania za celem na ekranie komputera. W pierwszym z nich badani uczyli się przewidywania, w którym miejscu

kolejno będzie się pojawiać poruszający się ze stałą prędkością cel. Bodziec przemieszczał się w poziomie według stałego wzorca, natomiast jego ruchy w pionie były nieprzewidywalne. W drugim zadaniu cel poruszał się w sposób całkowicie nieprzewidywalny, a ruchy kursora na ekranie stanowiły lustrzane odzwierciedlenie ruchów wykonywanych joystickiem.

Innym z zadań wymagających uczenia percepcyjno-motorycznego, w którym u osób z ChP wystąpiły deficyty, jest zadanie adaptacji do używania szkieł pryzmatycznych dających efekt przesunięcia obrazu. Zdrowi badani zwykle w początkowej fazie noszenia szkieł popełniają błędy w ocenie położenia przedmiotów podczas sięgania po nie, ale po pewnym czasie program percepcyjno-motoryczny adaptuje się do zmiany i liczba błędów maleje. Po zdjęciu okularów osoby bez zaburzeń przez pewien czas popełniają błędy, sięgając zbyt daleko. Pacjenci z ChP, żeby prawidłowo sięgać po przedmioty podczas noszenia okularów, potrzebowali więcej prób w porównaniu ze zdrowymi osobami z grupy kontrolnej. Objawy motoryczne (drżenie, sztywność, akinezja) oraz czas trwania choroby nie miały wpływu na poziom wykonania zadania (Canavan i wsp. 1990).

W badaniach Sterna i wsp. (1988) u pacjentów z ChP adaptacja do szkieł przebiegała podobnie jak u osób zdrowych z grupy kontrolnej, ale po zdjęciu szkieł nie wystąpił u nich efekt przesunięcia obrazu i popełniali mniej błędów w sięganiu po przedmioty niż osoby z grupy kontrolnej. Zdaniem badaczy wyniki te pokazują, że zmiana programu motorycznego u chorych była ograniczona do sytuacji noszenia szkieł i nie utrzymywała się w innych warunkach.

U osób z ChP zaburzenia motorycznego utajonego uczenia się występują także w zadaniu „seryjny czas reakcji” (Nissen i Bullemer 1987). Zadaniem badanych jest reagowanie na serie kolejno prezentowanych graficznych elementów pojawiających się na ekranie. Bodźce prezentuje się w określonym porządku, o którego istnieniu badani nie są wcześniej informowani. Reakcja polega na jak najszybszym naciśnięciu klawisza znajdującego się pod miejscem, gdzie wyświetlony został symbol. W kolejnych próbach czas reakcji na bodźce pokazywane w sekwencjach zgodnych z regułą istotnie spada w porównaniu z sytuacją, kiedy bodźce prezentowane są w przypadkowym porządku. Spadek czasu reakcji nie jest wyłącznie efektem zyskiwania wprawy motorycznej, o czym świadczą znaczący wzrost czasów reakcji po zmianie reguły wyznaczającej porządek bodźców.

Wyniki badań z udziałem pacjentów z ChP w większości przypadków ujawniły zaburzenia wykonania zadania „seryjny czas reakcji” (Doyon i wsp. 1997; Doyon i wsp. 1998; Jackson i wsp. 1995; Muslimovic i wsp. 2007; Stefanova i wsp. 2000), podczas gdy pacjenci z amnezją następczą i chorobą Alzheimera wykonują zadanie uczenia sekwencji w sposób niezaburzony (Curran 1997; Nissen i Bullemer 1987; Knopman i Nissen 1987; Nissen i wsp. 1989). Jednak w badaniach Smitha i wsp. (2001) w zmodyfikowanej wersji zadania, w której reakcje były werbalne, a nie motoryczne, pacjenci z ChP nie wykazali zaburzeń uczenia się.

Zaburzenia utajonego uczenia się sekwencji motorycznych u pacjentów z ChP, widoczne w wykonaniu zadania „seryjny czas reakcji”, potwierdzają także badania Gobela i wsp. (2013) z zastosowaniem innego zadania – „seryjnego przechwytywania sekwencji bodźców” (*serial interception sequence learning task – SISL*). Zadanie SISL zastosowane w badaniu było zmodyfikowaną wersją zadania opisanego przez Sancheza i wsp. (2010). Trzy bodźce (koła) poruszają się równocześnie po ekranie komputera, a badany ma zareagować na bodziec, który znajduje się najwyżej. Ma nacisnąć klawisz dopiero wtedy, kiedy bodziec wejdzie w strefę celu, której kształt i wielkość odpowiadają kształtowi i wymiarom obiektu i która jest oznaczona przerywaną linią. Analogicznie jak w zadaniu „seryjny czas reakcji” badani nie są świadomi, że wskazówki pojawiają się na ekranie w określonym porządku. Konstrukcja zadania umożliwia badanie strategii uczenia się stosowanych przez poszczególnych badanych.

W badaniu osób z ChP nie wystąpiło utajone uczenie się sekwencji, jednak analiza danych wykazała, że niektórzy pacjenci z ChP przy wykonywaniu zadania posługują się kompensacyjnymi strategiami wykorzystującymi jawne uczenie się. Badani z zaburzeniami pamięci deklaratywnej spowodowanymi łagodnymi zaburzeniami poznawczymi (*mild cognitive impairment – MCI*) nie wykazywali zaburzeń utajonego uczenia się sekwencji w zadaniu SISL, co jest zgodne z wcześniejszymi wynikami badań nad pacjentami amnestycznymi przy użyciu zadania „seryjny czas reakcji” (Gobel i wsp. 2013).

Wyniki badań nad utajonym uczeniem motorycznym i percepcyjno-motorycznym u osób z ChP wskazują, że rezultatem choroby są nie tylko zaburzenia wykonywania ruchów i nabytych programów motorycznych, lecz także zaburzenia uczenia się. Obniżony poziom wykonania zadań w porównaniu z osobami

z grup kontrolnych nie jest prostą konsekwencją zaburzeń ruchowych stanowiących osiowe objawy choroby, w większości zadań poziom wykonania nie wykazywał związku z nasileniem zaburzeń motorycznych.

Uczenie utajone bez komponenty motorycznej

Jednym z najczęściej wykorzystywanych paradigmatów badawczych procesu uczenia utajonego są sztuczne gramatyki (Reber 1989; Dienes i wsp. 1991; Knowlton i wsp. 1992; Reber i wsp. 1996; Witt i wsp. 2002b). Zadanie składa się z fazy treningowej i eksperymentalnej. W pierwszej badanym prezentuje się serie 15–25 elementowych ciągów literowych utworzonych zgodnie z regułami określającymi możliwe porządki sekwencji. Zadaniem uczestników jest zapamiętywanie albo po prostu obserwacja ciągów. Grupa kontrolna wykonuje zadanie w taki sam sposób, ale prezentowane ciągi są przypadkowe. W fazie testowej informuje się badanych, że pokazany wcześniej materiał jest uporządkowany zgodnie z pewną regułą, i prosi o sklasyfikowanie nowych ciągów jako „gramatycznych”, czyli zgodnych z tą regułą, albo „niegramatycznych”, czyli niezgodnych z nią. Badani, którym prezentowane są ciągi „gramatyczne”, osiągają znacząco wyższy od przypadkowego poziom trafności szacowania, mimo że nie są w stanie powiedzieć, na jakiej podstawie dokonują klasyfikacji, ani podać reguły, zgodnie z którą konstruowane są ciągi.

Wyniki badań pokazują, że u osób z ChP wykonanie zadania przebiega w sposób niezaburzony. Pacjenci prawidłowo klasyfikowali ciągi w fazie testowej, a uczenie przebiegało w sposób niezaburzony także u osób w zaawansowanym stadium choroby (Witt i wsp. 2002b). Uczenie sztucznych gramatyk jest zachowane także u pacjentów z amnezją spowodowaną uszkodzeniami formacji hipokampa oraz u pacjentów amnestycznych z uszkodzeniami międzymózgowia (Knowlton i wsp. 1992; Knowlton i Squire 1996; Reber i wsp. 1996). Osoby amnestyczne w trakcie zadania nabywały umiejętność odróżniania ciągów utworzonych zgodnie z regułą od ciągów o przypadkowej kolejności liter, mimo że nie potrafiły określić, które z nich widziały we wcześniejszych próbach.

W badaniach uczenia utajonego wykorzystywane są także zadania kategoryzacji. Wśród nich można wyróżnić te, w których w sposób utajony nabywana jest wiedza nie o poszczególnych egzemplarzach danej kategorii, ale

o cechach charakteryzujących wszystkie elementy w grupie (*category-level knowledge*). Dzięki wiedzy wymagającej integracji kilku rodzajów informacji osoba, której prezentowany jest nowy element, potrafi określić, czy należy on do danej kategorii czy nie. Przykładem tego rodzaju zadania jest zadanie integracji informacji (Ashby i wsp. 2003), w którym badanym prezentuje się prostokątne bodźce różniące się kolorem tła oraz kształtem, kolorem i liczbą pokrywających je figur. Zadanie polega na klasyfikacji bodźca do jednej z dwu kategorii (np. A i B). Każdy z elementów wzoru bodźca z wyjątkiem jednego, różnego dla kategorii A i B, ma wartość równą 1. Jeśli suma wartości elementów przekracza wartość progową, bodziec należy do kategorii A, jeśli nie – do kategorii B. Po prezentacji bodźca badani dokonują kategoryzacji, za każdym razem otrzymując informację zwrotną o poprawności lub braku poprawności odpowiedzi. Reguła, zgodnie z którą bodziec można zaliczyć do jednej z kategorii, jest bardzo trudna do zwerbalizowania. W badaniach Ashby’ego i wsp. (2003) wykorzystano dwa zadania kategoryzacji, z których jedno (zadanie kierowane regułą) opierało się na regule jawnej, możliwej do zwerbalizowania, a drugie (zadanie integracji informacji) wymagało uczenia utajonego. W zadaniu integracji informacji nie występowała widoczna, łatwa w werbalizacji zasada, a dokonanie prawidłowej kategoryzacji było możliwe dzięki łączeniu informacji o trzech elementach bodźca, zachodzącego na poziomie przeddecyzyjnym. U badanych z ChP deficyty w wykonaniu zadania ujawniły się, kiedy konieczne było odkrycie jawnej reguły, natomiast wykonanie wersji wymagającej uczenia utajonego było niezaburzone (Ashby i wsp. 2003).

W zadaniu „kategoryzacja wzorów kropek” poziom wykonania zadania u osób z ChP również nie różni się od poziomu wykonania u osób zdrowych (Reber i Squire 1999). Podobnie osoby z amnezją spowodowaną uszkodzeniami przyśrodkowej części płata skroniowego oraz pacjenci amnestyczni z uszkodzeniami międzymózgowia prawidłowo klasyfikowali wzory, chociaż nie potrafili rozpoznać, które z nich widzieli wcześniej, podczas fazy treningowej (Knowlton i Squire 1993).

Zadanie składa się z fazy treningowej i eksperymentalnej. W fazie treningowej prezentowane są wzory kropek należące do tej samej kategorii wyznaczonej przez prototypowy, nieznanymi badanym wzorzec, a zadanie polega na wskazaniu kropki znajdującej się najbliższej cen-

trum obrazka. W części eksperymentalnej badani mają klasyfikować nowe wzory do kategorii wzorów podobnych do wcześniej poznanych lub odmiennych od nich.

Paradygmatem badawczym uczenia utajonego jest także „zadanie przewidywania pogody” (Knowlton i wsp. 1994; Knowlton i wsp. 1996; Reber i wsp. 1996). Badanym prezentowane są zestawy kart z wzorami figur geometrycznych (koła, trójkąty, kwadraty i romby), z których każdy z określonym prawdopodobieństwem wskazuje na wystąpienie słońca lub deszczu. Zadanie polega na ocenie, czy dany zestaw prognozuje pogodę słoneczną czy deszczową. Po każdej odpowiedzi prezentowana jest informacja zwrotna pokazująca, czy pogoda została przewidziana trafnie, czy też nie. Większość osób badanych w miarę nabywania wprawy jest w stanie coraz trafniej szacować, mimo że nie są w stanie zwerbalizować reguły, zgodnie z którą podejmują decyzje.

Wyniki badań, w których wykorzystano zadanie „przewidywanie pogody”, pokazują deficyty wykonania tego zadania u osób z ChP (Knowlton i wsp. 1996; Moody i wsp. 2004; Witt i wsp. 2002a). Część badań pokazuje, że przy wydłużonym treningu pacjenci z ChP zaczynają radzić sobie lepiej, prawdopodobnie dzięki jawnemu uczeniu się (Knowlton i wsp. 1996; Witt i wsp. 2002a). W badaniach Shohamy i wsp. (2004) pokazujących obniżony poziom wykonania zadania „przewidywanie pogody” przez osoby z ChP analizowano również indywidualne strategie rozwiązywania zadania. Pacjenci z ChP znacznie częściej niż osoby zdrowe z grupy kontrolnej stosowali nieoptymalną strategię uczenia się polegającą na próbach zapamiętania związku pomiędzy pojedynczą kartą a stanem pogody, na jaki wskazywała. Wyniki te są zgodne z doniesieniami z innych badań o stosowaniu przez pacjentów w zadaniach utajonego uczenia się strategii kompensacyjnych opartych na pamięci jawnej (Gobel i wsp. 2013).

U pacjentów z ChP zaburzenia ujawniły się także w innej wersji zadania probabilistycznej klasyfikacji – „Pan Ziemniakogłowy kupuje lody”, w której badani na podstawie kombinacji cech postaci (wąsy, kapelusz, okulary) przewidywali, jaki smak lodów ona wybierze. W badaniu wykorzystano także zadanie z odroczonej o 6 sekund informacją zwrotną, którego poziom wykonania u pacjentów z ChP nie odbiegał od normy (Foerde i Shohamy 2011).

U osób cierpiących na amnezję uczenie w zadaniu „przewidywanie pogody” przebiega-

ło prawidłowo w pierwszej części eksperymentu, jednak poziom wykonania pogarszał się w miarę trwania treningu (Knowlton Squire i wsp. 1996; Knowlton, i wsp. 1994). W badaniach Klimkowicz-Mrowiec i wsp. (2008, 2009) poziom wykonania zadania „przewidywanie pogody” był wyższy u pacjentów cierpiących na chorobę Alzheimera z poważnymi zaburzeniami pamięci deklaratywnej niż u pacjentów z łagodnymi zaburzeniami pamięci i niż w grupie kontrolnej złożonej z osób bez zaburzeń neurologicznych. W badaniach Knowlton, Squire’a i wsp. (1996) pacjenci amnestyczni z uszkodzeniami formacji hipokampa, a także pacjenci z amnezją spowodowaną uszkodzeniami międzymózgowia nie wykazywali deficytów w wykonaniu zadania, natomiast ich jawna pamięć dotycząca przebiegu eksperymentu była zaburzona. Odwrotny wzorzec wyników wystąpił u pacjentów z ChP. W grupie chorych nabywanie umiejętności było zaburzone w porównaniu ze zdrowymi osobami z grupy kontrolnej, mimo że jawna pamięć przebiegu eksperymentu była nienaruszona (Knowlton, Mangels i wsp. 1996).

Podsumowanie

Wyniki badań z użyciem pursuimetru, szkieł pryzmatycznych, SRTT i SISL wskazują na deficyty u osób z ChP w zakresie utajonego uczenia się złożonych umiejętności motorycznych i percepcyjno-motorycznych. Z kolei na podstawie wyników badań z wykorzystaniem sztucznych gramatyk oraz zadań „integracja informacji” i „kategoryzacja wzorów kropek” można przyjąć, że zdolność niemotorycznego utajonego uczenia się pozostaje w większości przypadków nienaruszona. Zaburzenia utajonego motorycznego uczenia się u pacjentów z ChP w połączeniu z osiowymi objawami choroby mogą dodatkowo niekorzystnie wpływać na poziom motorycznego funkcjonowania chorych. Deficyty nabywania nowych programów ruchowych, którymi mogliby zastąpić umiejętności utracone z powodu choroby, mogą znacząco utrudniać proces rehabilitacji i przyczyniać się do obniżenia jakości ich życia.

Ważnym kierunkiem dalszego rozwoju opieki medycznej nad osobami z ChP wydaje się zatem rozszerzenie stosowanych standardowo procedur diagnostycznych o testy motorycznego utajonego uczenia się. Uzyskane dzięki temu dane diagnostyczne mogłyby umożliwić bardziej precyzyjne monitorowanie zmian w przebiegu choroby. Dokładniejsza ocena poziomu zachowanych zdolności do utajonego uczenia się

programów ruchowych może mieć istotne znaczenie także dla procesu rehabilitacji. W związku z tym potrzebne wydaje się opracowanie metod i standardów diagnostycznych w zakresie procesów utajonego uczenia się dla pacjentów z ChP. Opracowane do celów badań eksperymentalnych zadania utajonego uczenia się i wyniki uzyskane w badaniach z ich zastosowaniem mogą stanowić punkt wyjścia do projektowania metod diagnozy klinicznej i nowych programów rehabilitacji neuropsychologicznej dla osób cierpiących na to schorzenie.

Piśmiennictwo

- Ashby FG, Noble S, Filoteo JV, et al. Category learning deficits in Parkinson's disease. *Neuropsychology* 2003; 17: 115-124.
- Bodis-Wollner I. Neuropsychological and perceptual defects in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2003; 9: 83-89.
- Canavan AG, Passingham RE, Marsden CD, et al. Prism adaptation and other tasks involving spatial abilities in patients with Parkinson's disease, patients with frontal lobe lesions and patients with unilateral temporal lobectomies. *Neuropsychologia* 1990; 28: 969-984.
- Chaudhuri KR, Healy DG, Schapira AH. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: diagnosis and management. *Lancet Neurol* 2006; 5: 235-245.
- Cohen NJ, Squire LR. Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: dissociation of knowing how and knowing that. *Science* 1980; 210: 207-210.
- Curran T. Higher-order associative learning in amnesia: evidence from the serial reaction time task. *J Cogn Neurosci* 1997; 9: 522-533.
- Dienes Z, Broadbent D, Berry D. Implicit and explicit knowledge bases in artificial grammar learning. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1991; 17: 875-882.
- Doyon J, Gaudreau D, Laforce R Jr, et al. Role of the striatum, cerebellum, and frontal lobes in the learning of a visual sequence. *Brain Cogn* 1997; 34: 218-245.
- Doyon J, Laforce R Jr, Bouchard G, et al. Role of the striatum, cerebellum and frontal lobes in the automatization of a repeated visuomotor sequence of movements. *Neuropsychologia* 1998; 36: 625-641.
- Dubois B, Pillon B. Cognitive deficits in Parkinson's disease. *J Neurol* 1997; 244: 2-8.
- Emre M. Dementia associated with Parkinson's disease. *Lancet Neurol* 2003; 2: 229-237.
- Foerde K, Shohamy D. The role of the basal ganglia in learning and memory: insight from Parkinson's disease. *Neurobiol Learn Mem* 2011; 96: 624-636.
- Frith CD, Bloxham CA, Carpenter KN. Impairments in the learning and performance of a new manual skill in patients with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986; 49: 661-668.
- Gabrieli JD, Corkin S, Mickel SF, Growdon JH. Intact acquisition and long-term retention of mirror tracing skill in Alzheimer's disease and in global amnesia. *Behav Neurosci* 1993; 107: 899-910.
- Gobel EW, Blomeke K, Zadikoff C, et al. Implicit perceptual-motor skill learning in mild cognitive impairment and Parkinson's disease. *Neuropsychology* 2013; 27: 314-321.
- Harrington DL, Haaland KY, Yeo RA, Marder E. Procedural memory in Parkinson's disease: impaired motor but not visuo-perceptual learning. *J Clin Exp Neuropsychol* 1990; 12: 323-339.
- Heindel WC, Salmon DP, Shults CW, et al. Neuropsychological evidence for multiple implicit memory systems: a comparison of Alzheimer's, Huntington's and Parkinson's disease patients. *J Neurosci* 1989; 9: 582-587.
- Heindel WC, Salmon DP, Butters N. The biasing of weight judgments in Alzheimer's and Huntington's disease: a priming or programming phenomenon? *J Clin Exp Neuropsychol* 1991; 13: 189-203.
- Jackson GM, Jackson SR, Harrison J, et al. Serial reaction time learning and Parkinson's disease: evidence for a procedural learning deficit. *Neuropsychologia* 1995; 33: 577-593.
- Klimkowicz-Mrowiec A, Herzog-Krzywoszańska R, Krzywoszański Ł i wsp. Facylitacja utajonego uczenia się przy zaburzeniach pamięci jawnej. *Studia Psychologiczne* 2009; 47: 93-104.
- Klimkowicz-Mrowiec A, Slowik A, Krzywoszański L, et al. Severity of explicit memory impairment due to Alzheimer's disease improves effectiveness of implicit learning. *J Neurol* 2008; 255: 502-509.
- Knopman DS, Nissen MJ. Implicit learning in patients with probable Alzheimer's disease. *Neurology* 1987; 37: 784-788.
- Knowlton BJ. Declarative and nondeclarative knowledge: insights from cognitive science. W: Lamberts K, Shanks D (red.). *Knowledge, concepts, and categories*. Psychology Press, London 1997; 215-246.
- Knowlton BJ, Mangels JA, Squire LR. A neostriatal habit learning system in humans. *Science* 1996; 273: 1399-1402.
- Knowlton BJ, Ramus SJ, Squire LR. Intact artificial grammar learning in amnesia: Dissociation of classification learning and explicit memory for specific instances. *Psychological Science* 1992; 3: 172-179.
- Knowlton BJ, Squire LR. Artificial grammar depends on implicit acquisition of both abstract and exemplar-specific information. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1996; 22: 169-181.
- Knowlton BJ, Squire LR. The learning of categories: parallel brain systems for item memory and category knowledge. *Science* 1993; 262: 1747-1749.
- Knowlton BJ, Squire LR, Gluck MA. Probabilistic classification learning in amnesia. *Learn Mem* 1994; 1: 106-120.
- Knowlton BJ, Squire LR, Paulsen JS, et al. Dissociations within nondeclarative memory in Huntington's disease. *Neuropsychology* 1996; 1: 10.
- Lees AJ, Smith E. Cognitive deficits in the early stages of Parkinson's disease. *Brain* 1983; 106: 257-270.
- Lieberman MD. Intuition: a social cognitive neuroscience approach. *Psychological Bulletin* 2000; 1: 126.
- Maddox WT, Filoteo JV, Delis DC, et al. Visual selective attention deficits in patients with Parkinson's disease: a quantitative model-based approach. *Neuropsychology* 1996; 10: 197-218.
- Moody TD, Bookheimer SY, Vanek Z, Knowlton BJ. An implicit learning task activates medial temporal lobe in patients with Parkinson's disease. *Behav Neurosci* 2004; 118: 438-442.
- Muslimovic D, Post B, Speelman JD, Schmand B. Motor procedural learning in Parkinson's disease. *Brain* 2007; 130: 2887-2897.
- Nissen MJ, Bullemer P. Attentional requirements of learning: evidence from performance measures. *Cogn Psychol* 1987; 19: 1-32.
- Nissen MJ, Willingham D i Hartman M. Explicit and implicit remembering: When is learning preserved in amnesia? *Neuropsychologia* 1989; 27: 341-352.

37. Paulsen JS, Butters N, Salmon DP, et al. Prism adaptation in Alzheimer's and Huntington's disease. *Neuropsychologia* 1993; 7: 73-81.
38. Reber AS. Implicit learning and tacit knowledge. *J Exp Psychol General* 1989; 118: 219-235.
39. Reber PJ, Knowlton BJ, Squire LR. Dissociable properties of memory systems: differences in the flexibility of declarative and nondeclarative knowledge. *Behav Neurosci* 1996; 110: 861-871.
40. Reber PJ, Squire LR. Intact learning of artificial grammars and intact category learning by patients with Parkinson's disease. *Behav Neurosci* 1999; 113: 235-242.
41. Reber AS, Walkenfeld FF, Hernstadt R. Implicit and explicit learning individual differences and IQ. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1991; 17: 888-896.
42. Remy P, Doder M, Lees A, et al. Depression in Parkinson's disease: loss of dopamine and noradrenaline innervation in the limbic system. *Brain* 2005; 128: 1314-1322.
43. Sarazin M, Deweer B, Merkl A, et al. Procedural learning and striatofrontal dysfunction in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2002; 17: 265-273.
44. Sanchez DJ, Gobel EW, Reber PJ. Performing the unexplainable: implicit task performance reveals individually reliable sequence learning without explicit knowledge. *Psychon Bull Rev* 2010; 17: 790-796.
45. Schmidtke K, Handschu R, Vollmer H. Cognitive procedural learning in amnesia. *Brain Cogn* 1996; 32: 441-467.
46. Shohamy D, Myers CE, Onlaor S, Gluck MA. The role of the basal ganglia in category learning: how do patients with Parkinson's disease learn? *Behav Neurosci* 2004; 118: 676-686.
47. Smith J, Siegert RJ, McDowall J, Abernethy D. Preserved implicit learning on both the serial reaction time task and artificial grammar in patients with Parkinson's disease. *Brain Cogn* 2001; 45: 378-391.
48. Squire LR, Frombach M. Cognitive skill learning in amnesia. *Psychobiology* 1990; 18: 109-117.
49. Stefanova ED, Kostic VS, Ziropadja L, et al. Visuomotor skill learning on serial reaction time task in patients with early Parkinson's disease. *Mov Disord* 2000; 15: 1095-1103.
50. Tanner CM, Goldman SM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Neurol Clin* 1996; 14: 317-335.
51. Witt K, Nühsman A, Deuschl G. Dissociation of habit-learning in Parkinson's and cerebellar disease. *J Cogn Neurosci* 2002a; 14: 493-499.
52. Witt K, Nühsman A, Deuschl G. Intact artificial grammar learning in patients with cerebellar degeneration and advanced Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2002b; 40: 1534-1540.
53. Yamashita H. Perceptual-motor learning in amnesic patients with medial temporal lobe lesions. *Percept Mot Skills* 1993; 77: 1311-1314.