

**Michał Obidziński**

Warszawa, dnia 05.12.22

Nr albumu: 3651

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

Wydział Filozofii Chrześcijańskiej

Instytut Psychologii

### **Streszczenie rozprawy doktorskiej**

pt. *Funkcjonowanie pamięci u osób z dysleksją rozwojową z perspektywy teorii rozmytego śladu i teorii podwójnego przypomnienia*

napisanej pod kierunkiem dr. hab. Marka Nieznańskiego, prof. uczelni

Celem prezentowanej pracy doktorskiej było zbadanie specyfiki funkcjonowania pamięci długotrwałej osób z dysleksją rozwojową w ujęciu teorii pamięci do tej pory rzadko lub wcale nie wykorzystywanych jako podstawa dla badań poruszanego zagadnienia. Są nimi teoria rozmytego śladu (np. Brainerd i Reyna, 1990; Reyna i Brainerd, 1995; Obidziński, 2017; Reyna, 2012) oraz teoria podwójnego przypominania (np. Brainerd i in., 2014, 2015; Nieznański, 2020). Przegląd literatury dotyczącej funkcjonowania pamięci w dysleksji wskazuje, iż dotychczasowe badania – skupiając się przede wszystkim na pamięci roboczej/krótkotrwałej – zaniedbały poznanie specyfiki pamięci długotrwałej (por. Krasowicz-Kupis, 2009; Snowling, 2019). Ta jednak jest istotna dla procesów czytania (np. Nowak, 2011; Peng i in. 2022), stanowiących centralne zaburzenie w dysleksji. Teorie, stanowiące podstawę teoretyczną dla prezentowanej pracy, zostały dobrane tak, aby być jak najlepiej dopasowane do specyfiki pamięci długotrwałej w dysleksji.

Teoria rozmytego śladu zakłada istnienie dwóch, równoległych typów śladów pamięciowych, są nimi: ślad formy, stanowiący precyzyjny zapis informacji płytkiej/percepcyjnej oraz ślad treści, będący zapisem informacji głębokiej/znaczenia, czyli informacji charakteryzującej się mniejszą precyzją/rozmyciem. Względna niezależność tych

śladów pozwala na to, aby pamięć jednego z nich była osłabiona przy jednoczesnym zachowaniu (lub nawet wzmocnieniu) pamięci drugiego. Z kolei próba interpretacja objawów dysleksji – w terminologii teorii rozmytego śladu – uwidacznia fakt, iż problemy dotyczące osoby z tym zaburzeniem neurorozwojowym scharakteryzować można jako zaburzenia „formy” czytania, przy względnym zachowaniu „treści” czytania. W dysleksji obserwujemy bowiem problemy z płynnością i dokładnością czytania, zaś trudności z czytaniem ze zrozumieniem nie należą do obrazu zaburzenia (por. APA, 2013; WHO, 2022).

Z kolei teoria podwójnego przypominania (Brainerd i in., 2014, 2015) pozwala na oddzielenie procesów przypominania dla informacji o samym bodźcu i o jego kontekście (które w klasycznych ujęciach traktowane były jako jeden proces przypominania). Pozwala to uchwycić zmiany i różnice w prawdopodobieństwie zajścia każdego z tych procesów z osobna. Te założenia modelu, podobnie jak w przypadku teorii rozmytego śladu, otwierają możliwość zaobserwowania specyfiki funkcjonowania pamięci w dysleksji. Jako że proces czytania opiera się na pamięci, rodzaj trudności z czytaniem obserwowany w dysleksji może zostać powiązany z pamięcią bodźca – jej osłabieniem. Ponadto pamięć ta odpowiada procesom wydobywania śladu formy. Tym samym obserwacja różnic o podobnym wzorcu jak w eksperymencie opartym na teorii rozmytego śladu może wzmocnić argumentację na rzecz tej specyfiki funkcjonowania pamięci w dysleksji, dla której występuje zbieżność wyników. Wydobywanie śladu kontekstowego powiązane może zostać z procesami przetwarzania informacji kontekstowej. To zaś wykorzystywane jest przez dorosłych dyslektyków do facylitacji czytania tekstu (jako proces kompensacji trudności) znacząco częściej niż przez dorosłych bez trudności z czytaniem.

Istotnym elementem prezentowanych badań jest metoda analizy danych. Obydwie teorie dostarczają modele obliczeniowe, wielomianowe drzewa przetwarzania, pozwalające na przeprowadzenie analiz bardziej zaawansowanych niż standardowe metody statystyczne.

Procedura uproszczonego modelu wspólnego rozpoznawania (*simplified conjoint recognition model*, omówionego m.in. w artykule stanowiącym część cyklu niniejszego doktoratu: Obidziński, 2019), po standardowej fazie uczenia się wykorzystuje w fazie testowej trzy typy bodźców (właściwe, podobne do właściwych oraz nowe niepodobne) oraz trzy możliwe odpowiedzi: *taki sam*, *podobny* i *nowy*. Dzięki temu model umożliwia estymację parametrów dla wydobycia śladu formy, śladu treści oraz parametrów zgadywania. Z kolei procedura modelu podwójnego przypominania polega na prezentacji bodźców do zapamiętania wraz z ich kontekstem (np. Nieznański, 2020). W fazie testu badani mają za zadanie udzielać odpowiedzi *tak* lub *nie* na stawiane pytania: czy bodziec był prezentowany wraz z kontekstem 1; Czy bodziec był prezentowany z kontekstem 2; czy bodziec był prezentowany z którymkolwiek z kontekstów. Prezentowane bodźce zaś są albo dystraktorami albo bodźcami właściwymi pochodzącymi z jednego z kontekstów. Pozwala to na estymowanie parametrów przypomnienia bodźca, jego kontekstu, procesu poczucia znajomości oraz parametrów zgadywania.

Celem pierwszego badania w cyklu (Obidziński i Nieznański, 2017) było przetestowanie różnic w funkcjonowaniu pamięci formy i treści (w warunkach ortograficznym i semantycznym) pomiędzy grupami młodzieży licealnej z dysleksją ( $n = 33$ ) i ich rówieśników bez zaburzeń uczenia się ( $n = 38$ ) w zakresie elementarnych procesów, które mogą zostać wyróżnione przy wykorzystaniu uproszczonego modelu wspólnego rozpoznawania Stahla i Klauera (2008). Odnosząc się do kilku badań opartych na teorii rozmytego śladu, poprzedzających opisywany eksperyment (Blau, 2013; Brainerd et al., 2006; Voss, 2013) oraz ogólnego obrazu zaburzenia, przewidywać można osłabienie procesów wydobywania śladu formy przy równoczesnym wzmocnieniu procesów wydobywania śladu treści. Badanie przeprowadzane było w dwóch warunkach eksperymentalnych, testujących pamięć w kontekście dystraktów podobnych, z których jeden wymagał odróżniania bodźców docelowych od dystraktorów podobnych semantycznie, a drugi od dystraktorów podobnych ortograficznie.

Pozwoliło to na wyciągnięcie następujących wniosków: 1) ślad formy w dysleksji jest osłabiony w obydwu warunkach eksperymentalnych, jednak tylko w przypadku odpowiedzi na bodziec podobny do bodźca docelowego (tzw. odrzucenie przez przypomnienie); 2) ślad treści w warunku podobieństwa semantycznego jest wzmocniony w przypadku odpowiedzi dla bodźca podobnego oraz osłabiony w przypadku odpowiedzi dla bodźca docelowego.

Drugie badanie (Obidziński, 2021) korzystało z danych zebranych w poprzedzającym je badaniu, jednak w jego ramach analizy przeprowadzone zostały z wykorzystaniem algorytmów drzew decyzyjnych (metody *data mining*). Analizy te miały na celu 1) przetestować czy inna metoda modelowania niż modelowanie wielomianowe pozwoli zaobserwować schemat różnic w funkcjonowaniu pamięci między osobami z dysleksją i bez dysleksji zgodny z obserwacjami pierwszego badania; 2) zweryfikować istotność różnic funkcjonowania pamięci w obrazie dysleksji poprzez stworzenie modelu klasyfikacyjnego i sprawdzenie czy na bazie samego testu pamięciowego możliwe jest trafne klasyfikowanie osób badanych w zakresie występowania dysleksji i braku tego zaburzenia. Stworzony model wskazał, iż z spośród 18 kategorii odpowiedzi w teście pamięci cztery pozwalają na trafne przewidywanie dysleksji lub jej braku. Co istotne trzy ze wskazanych parametrów (częstości odpowiedzi) powiązane są z procesami pamięciowymi, dla których modelowanie wielomianowe wykazało istotne różnice w pierwszym badaniu, wskazując na spójność modelu predykcyjnego z wynikami modelu obliczeniowego.

Celem ostatniego z badań (Obidziński i Nieznański, 2022) było sprawdzenie występowania różnic w funkcjonowaniu pamięci bodźca i pamięci kontekstu, dla bodźców werbalnych i obrazowych, między młodymi dorosłymi z dysleksją ( $n = 41$ ) i bez zaburzeń uczenia się ( $n = 41$ ). Dotychczasowe badania pamięci w dysleksji nie podejmowały zagadnienia pamięci kontekstu, jednakowoż analiza mechanizmów zaburzeń i kompensacji w dysleksji sugeruje, iż przetwarzanie kontekstu odgrywa ważną rolę np. w facylitacji czytania tekstu (por.

Krasowicz-Kupis, 2009; Snowling, 2019). Wyniki eksperymentu wykazały, iż funkcjonowanie pamięci bodźca i kontekstu różnią się w grupie osób z dysleksją jedynie dla materiału werbalnego. W obydwu przypadkach istotne różnice zaobserwowane zostały jedynie dla kontekstu semantycznego a osoby z dysleksją uzyskiwały słabsze wyniki. W przypadku bodźców obrazowych zaobserwowana została tylko jedna istotna różnica, osoby z dysleksją charakteryzują się częstszym wykorzystywaniem strategii zgadywania na „tak” w sytuacji, gdy istotne jest tylko to, czy bodziec był prezentowany, a nie to w jakim kontekście. Otrzymane wyniki: 1) wskazują na istotne znaczenie modalności pamięci dla specyfiki jej funkcjonowania w dysleksji; 2) wspierają obserwację z pierwszego eksperymentu, dotyczącą osłabienia procesu odrzucenia przez przypomnienie; 3) wskazują na występowanie zaburzenia pamięci kontekstu w dysleksji, co może mieć istotne znaczenie dla codziennego funkcjonowania tych osób.

Badania prezentowane w niniejszej pracy doktorskiej uwidaczniają złożoność i specyfikę obrazu funkcjonowania procesów pamięciowych osób z dysleksją rozwojową w porównaniu do osób rozwijających się typowo. Ich wyniki sugerują, iż różnice te nie zawsze mają charakter deficytów w grupie z dysleksją i nie dotyczą każdego z elementarnych procesów pamięciowych, które są wyróżniane w teorii rozmytego śladu i teorii podwójnego przypominania. Tym samym, we wnioskach prezentowane są możliwe mechanizmy kompensacyjne dysleksji. Przejawiają się one w postaci wzmocnienia - w porównaniu do grupy kontrolnej - niektórych procesów pamięciowych. Proponowane są również potencjalne źródła niejednoznacznych wyników dotychczasowych badań wykorzystujących teorię rozmytego śladu. Ponadto, analiza z wykorzystaniem metody drzew decyzyjnych nie tylko wspiera obraz dysleksji wyłaniający się w badaniach z wykorzystaniem modeli wielomianowych, ale również sugeruje, iż wyniki testu pamięciowego mogą służyć trafnej klasyfikacji osób z i bez dysleksji rozwojowej – tym samym podkreślając istotność różnic w funkcjonowaniu pamięci dla obrazu dysleksji oraz dla procesu diagnostycznego.

**Michał Obidziński**

Warszawa, dnia 05.12.22

Album number: 3651

Cardinal Stefan Wyszyński University in Warsaw

Faculty of Christian Philosophy

Institute of Psychology

### **Abstract of the doctoral dissertation**

*Memory functioning in developmental dyslexia from the perspective of fuzzy-trace theory and dual recollection theory*

written under the supervision of dr hab. Marek Nieznański, prof. uczelni

The purpose of the presented dissertation was to study the specifics of long-term memory functioning of people with developmental dyslexia in terms of memory theories so far rarely or not at all used as a basis for the study of the issue at hand. These include fuzzy-trace theory (e.g., Brainerd and Reyna, 1990; Reyna and Brainerd, 1995; Obidziński, 2017; Reyna, 2012) and dual recollection theory (e.g., Brainerd et al, 2014, 2015; Nieznański, 2020). A review of the literature on memory functioning in dyslexia indicates that previous research - focusing primarily on working/short-term memory - has neglected to explore the specifics of long-term memory (cf. Krasowicz-Kupis, 2009; Snowling, 2019). This one, however, is relevant to reading processes (e.g., Nowak, 2011; Peng et al. 2022), a central disorder in dyslexia. The theories, which form the theoretical basis for the work presented here, were selected to be best suited to the specifics of long-term memory in dyslexia.

The fuzzy-trace theory assumes the existence of two, parallel types of memory traces, they are: the verbatim trace, which is a precise record of shallow/perceptual information, and the gist trace, which is a record of deep/semantic information, that is, information characterized by less precision/fuzziness. The relative independence of these traces allows the retrieval of one to be impaired while preserving (or even enhancing) the retrieval of the other. In turn, an attempt

to interpret the symptoms of dyslexia - in the terms of fuzzy-trace theory - highlights the fact that the problems affecting people with this neurodevelopmental disorder can be characterized as disorders of the "form/verbatim" of reading, with the relative preservation of the "content/gist" of reading. Indeed, in dyslexia we observe problems with reading fluency and accuracy, while difficulties with reading comprehension are not part of the picture of the disorder (cf. APA, 2013; WHO, 2022).

In turn, the dual recollection theory (Brainerd et al., 2014, 2015) makes it possible to separate the recollection processes for information about the target and its context (which in classical approaches were treated as a single recollection process). This allows us to capture changes and differences in the probability of each of these processes occurring separately. These assumptions of the model, as in the case of fuzzy trace theory, open up the possibility of observing the specificity of memory functioning in dyslexia. Since the reading process is based on memory, the type of reading difficulty observed in dyslexia can be linked to the target memory - its impairment. In addition, this memory corresponds to the processes of verbatim trace retrieval. Thus, the observation of differences with a similar pattern as in the experiment based on fuzzy-trace theory may strengthen the argument in favor of this specificity of memory functioning in dyslexia, for which there is a convergence of results. The retrieval of the context trace can be linked to the processing of contextual information. This, in turn, is used by dyslexic adults for text reading facilitation (as a process of compensating for difficulties) significantly more often than by adults without reading difficulties.

An important element of the presented research is the method of data analysis. Both theories provide measurement models, multinomial processing trees, allowing analyses more sophisticated than standard statistical methods. The procedure of the simplified conjoint recognition model (discussed, among others, in an article that is part of the series of this dissertation: Obidziński, 2019), after the standard learning phase, uses three stimulus types

(target, related new, and unrelated new) and three possible responses in the test phase: same, similar, and new. This allows the model to estimate the verbatim trace, gist trace and guessing parameters. The procedure of the dual recollection model, on the other hand, involves presenting the stimuli to be remembered along with their context (e.g., Nieznański, 2020). In the test phase, subjects are asked to give *yes* or *no* answers to the probes: was the stimulus presented with context 1; was the stimulus presented with context 2; was the stimulus presented with any of the contexts. In turn, the stimuli presented are either distractors or relevant stimuli from one of the contexts. This allows us to estimate the parameters of target recollection, context recollection, familiar, and guessing bias.

The goal of the first study in the series (Obidzinski & Nieznański, 2017) was to test differences in verbatim and gist memory functioning (in orthographic and semantic conditions) between groups of high school adolescents with dyslexia ( $n = 33$ ) and their peers without learning disabilities ( $n = 38$ ) in terms of elementary processes that can be distinguished using Stahl and Klauer's (2008, 2009) simplified model of conjoint recognition. Referring to several studies based on fuzzy trace theory, preceding the described experiment (Blau, 2013; Brainerd et al., 2006; Voss, 2013) and the general picture of the disorder, a weakening of the processes of verbatim trace retrieval while strengthening the processes of gist trace retrieval can be predicted. The study was conducted in two experimental conditions, testing memory in the context of similar distractors, one of which required distinguishing target stimuli from semantically similar distractors and the other from orthographically similar distractors. This allowed us to draw the following conclusions: 1) the verbatim trace in dyslexia is weakened in both experimental conditions, but only in the case of responses to a stimulus similar to the target stimulus (so-called recollection rejection); 2) the gist trace in the semantic similarity condition is strengthened in the case of responses for the similar stimulus and weakened in the case of responses for the target stimulus.

The second study (Obidziński, 2021) used data collected in the first study, but its analyses were conducted using decision tree algorithms (data mining methods). The analyses were designed to: 1) test whether a modeling method other than multinomial modeling would allow us to observe a pattern of differences in memory functioning between individuals with and without dyslexia consistent with the observations of the first study; 2) verify the relevance of differences in memory functioning in the picture of dyslexia by creating a classification model and testing whether, based on the memory test alone, it is possible to accurately classify subjects in terms of the presence and absence of dyslexia. The model created indicated that of the 18 response categories in the memory test, four allow the accurate prediction of dyslexia or its absence. Significantly, three of the indicated parameters (response frequencies) are related to memory processes, for which multinomial modeling showed significant differences in the first study, indicating that the predictive model is consistent with the results of the measurement model.

The goal of the last study (Obidziński & Nieznański, 2022) was to test the presence of differences in target memory and context memory functioning, for verbal and pictorial stimuli, between young adults with dyslexia ( $n = 41$ ) and without learning disorders ( $n = 41$ ). Previous studies of memory in dyslexia have not addressed the issue of context memory, but analysis of mechanisms of impairment and compensation in dyslexia suggests that contextual processing plays an important role, for example, in text reading facilitation (cf. Krasowicz-Kupis, 2009; Snowling, 2019). The results of the experiment showed that target and context memory functioning differed in the dyslexic group only for verbal material. In both cases, significant differences were observed only for semantic context and participants with dyslexia scored lower. In the case of pictorial stimuli, only one significant difference was observed, subjects with dyslexia are characterized by more frequent use of the "yes" guessing strategy when only whether the stimulus was presented is important, not in what context. The results obtained: 1)

indicate the importance of memory modality for the specificity of its functioning in dyslexia; 2) support the observation from the first experiment regarding the weakening of the process of recollection rejection; 3) indicate the occurrence of context memory impairment in dyslexia, which may have important implications for the daily functioning of these individuals.

The research presented in this dissertation highlights the complexity and specificity of the picture of the functioning of memory processes in developmental dyslexia compared to typically developing group. Their results suggest that these differences are not always in the nature of deficits in the dyslexic group and do not apply to each of the elementary memory processes that are distinguished in the fuzzy-trace theory and the dual recollection theory. Thus, possible compensatory mechanisms of dyslexia are presented in the conclusions. These manifest themselves in the form of strengthening - compared to the control group - of certain memory processes. Potential sources of inconclusive results of previous studies using fuzzy-trace theory are also proposed. In addition, the analysis using the decision tree method not only supports the picture of dyslexia emerging from studies using multinomial models, but also suggests that memory test results can serve to accurately classify individuals with and without developmental dyslexia - thereby highlighting the relevance of differences in memory functioning to the picture of dyslexia and to the diagnostic process.