

SWPS Uniwersytet Humanistycznospołeczny

Wydział Psychologii

Maria Matuszkiewicz (1037/D)

*Rola niewyhamowanych odruchów pierwotnych jako istotnych
predyktorów rozwojowych zaburzeń mowy i języka oraz czytania
i pisanania*

Słowa kluczowe: odruchy pierwotne, rozwój motoryczny, rozwojowe zaburzenia mowy
i języka, trudności szkolne w zakresie czytania i pisanania

Promotor: prof. dr hab. Grzegorz Sędek

Promotor pomocniczy: dr Anna Orylska

Warszawa 2022

Spis treści

Streszczenie	5
Abstract.....	6
Wprowadzenie teoretyczne.....	7
Zaburzenia neurorozwojowe ze szczególnym uwzględnieniem zaburzeń mowy i języka oraz czytania i pisania w kontekście rozwoju motorycznego dziecka.....	7
Odruchy pierwotne i ich znaczenie.....	13
Związek DSLD, TSz i rozwoju motorycznego a rola rodzinnego ryzyka dysleksji	23
Opis problemu badawczego i hipotezy badawcze	32
Badanie 1.....	33
Badanie 2.....	35
Badanie 1 – DSLD a niewyhamowane odruchy pierwotne.....	39
Metoda.....	40
Uczestnicy badania	40
Narzędzia.....	42
Przetwarzanie fonologiczne badane testem powtarzania pseudosłów	42
Próby odruchów pierwotnych.....	43
Analiza statystyczna	43
Wyniki badania 1	44
Opis statystyczny.....	44
Wyniki analizy czynnikowej.....	45
Współwystępowanie odruchów pierwotnych.....	46
DSLD i płeć a przetwarzanie fonologiczne (TPP) i odruchy pierwotne	48

Przetwarzanie fonologiczne.....	49
Odruchy pierwotne.....	50
Odruch Moro.....	50
Toniczny odruch błędnikowy	51
Asymetryczny toniczny odruch szyjny	52
Symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu.....	53
Symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście	54
Analizy w podziale na trzy grupy.....	55
Wiek a poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych	57
Analiza regresji.....	58
Dyskusja badania 1.....	58
Ograniczenia badania 1	66
Badanie 2	67
Metoda.....	68
Uczestnicy badania	68
Narzędzia.....	70
Analiza statystyczna	71
Wyniki	71
Statystyki opisowe	71
Wyniki analizy czynnikowej.....	75
Wyniki analizy regresji hierarchicznej	76
Wyniki analizy mediacji	78

Dyskusja badania 2.....	86
Ograniczenia badania 2.....	97
Dyskusja ogólna.....	98
Bibliografia.....	114
Załącznik A. Próby odruchów pierwotnych.....	141
Załącznik B. Próby koordynacji dużej motoryki, funkcjonowania mózdzka i odruchów pierwotnych.....	143
Załącznik C. Odruch Galanta a rozwojowe zaburzenia mowy i języka oraz trudności szkolne w zakresie czytania i pisanie.....	150
Badanie 1.....	150
Badanie 2.....	152

Streszczenie

Celem rozprawy doktorskiej była analiza powiązań zaburzeń rozwoju motorycznego na najbardziej podstawowym poziomie, jakim jest obecność niewyhamowanych odruchów pierwotnych, u dzieci w wieku powyżej 3,5 lat, z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka (DSLDD) oraz z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania (TSz).

W pierwszym badaniu wzięło udział 174 dzieci w wieku 4,2–10,6 lat z czego 75 ze zdiagnozowanym DSLDD. Dzieci wykonywały serię prób motorycznych sprawdzających obecność 6 odruchów (odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruchu Galanta) oraz powtarzały pseudosłowa, na podstawie których oceniane było ich przetwarzanie fonologiczne. W drugim badaniu wzięło udział 626 dzieci w wieku 4,0–17,9 lat. Poza próbami odruchów dzieci wykonywały zadania motoryczne oceniające koordynację dużej motoryki oraz funkcjonowanie mózdzka, a rodzice badanych odpowiadali na pytania dotyczące wczesnego rozwoju mowy (WZM), rodzinnego ryzyka dysleksji (RRDysl.) i TSz. Wyniki pierwszego badania wykazały związek DSLDD z niewyhamowanymi odruchami pierwotnymi oraz zależność przetwarzania fonologicznego od rozwoju motorycznego. W drugim badaniu testowano dwa główne modele statystyczne poszukujące predyktorów TSz. Model hierarchiczny wykazał zależność TSz od wszystkich analizowanych zmiennych, jednak funkcjonowanie mózdzka przestało być istotne statystycznie po wprowadzeniu do modelu odruchów pierwotnych. Model mediacji ze współzmiennymi wykazał zależność TSz od odruchów pierwotnych (częściowo mediowaną przez koordynację), koordynacji, WZM i RRDysl. oraz zależność koordynacji od funkcjonowania mózdzka. Analizowane zmienne wyjaśniały 20,3% wariacji TSz.

Wyniki wskazują na znaczenie rozwoju motorycznego, w tym odruchów pierwotnych, dla zrozumienia znaczenia zaburzeń rozwoju poznawczego w zakresie komunikacji werbalnej i pisemnej.

Abstract

The purpose of the dissertation was to analyse relationships between motor development disorders at the most basic level, which is the presence of uninhibited primitive reflexes, in children over the age of 3.5 years and developmental speech and language disorders (DSLDD) and with school difficulties in reading and writing (SD). The first study involved 174 children aged 4.2–10.6 of whom 75 were diagnosed with DSLDD. The children performed a series of motor tests to check the presence of 6 reflexes (Moro reflex, TLR, ATNR, STNR-F, STNR-E and Galant reflex) and repeated nonwords, on the basis of which their phonological processing was assessed. The second study included 626 children aged 4.0–17.9. In addition to the reflex tasks, the children performed motor tasks that assessed their gross motor coordination and cerebellar functioning. Moreover, the subjects' parents answered questions about early speech development (ESD), familial dyslexia risk (FR) and SD. The results of the first study showed a relationship between DSLDD and uninhibited primitive reflexes as well as a relationship between phonological processing and motor development. In the second study, two main statistical models were examined looking for predictors of SD. The hierarchical model showed a dependence of SD on all the analysed variables, but the functioning of the cerebellum was no longer statistically significant after introducing primitive reflexes into the model. The mediation model with co-variables demonstrated the dependence of SD on primitive reflexes (partially mediated by coordination), coordination, ESD and FR, and the dependence of coordination on cerebellar functioning. The analysed variables explained 20.3% of the SD variance. The results indicate the importance of motor development (including primitive reflexes) for understanding cognitive development disorders in verbal and written communication.

Key words: primitive reflexes, motor development, developmental speech and language disorders, school difficulties in reading and writing

Wprowadzenie teoretyczne

Zaburzenia neurorozwojowe ze szczególnym uwzględnieniem zaburzeń mowy i języka oraz czytania i pisania w kontekście rozwoju motorycznego dziecka

Zgodnie z najnowszą klasyfikacją chorób ICD-11 (*World Health Organization*, 2022) zaburzenia neurorozwojowe definiowane są jako zaburzenia, które powstają w okresie rozwojowym i wiążą się ze znacznymi trudnościami behawioralnymi i poznawczymi (intelektualnymi, językowymi, społecznymi lub motorycznymi). W klasyfikacji przyjęto, że etiologia tej grupy zaburzeń jest złożona i w większości przypadków nieznana. Charakteryzujące się trudnościami w komunikacji werbalnej, rozumieniu lub ekspresji mowy i języka rozwojowe zaburzenia mowy i języka (DSLD; *6A01 Developmental speech or language disorders*) nie wynikają z rozwoju intelektualnego ani nieprawidłowości anatomicznych lub neurologicznych. Podobnie trudności szkolne (TSz; *6A03 Developmental learning disorder*), które charakteryzują się znacznymi i trwałymi trudnościami w nabywaniu i wykorzystywaniu umiejętności szkolnych w zakresie czytania i pisania, także nie wynikają z rozwoju intelektualnego i zaburzeń neurologicznych, ani upośledzenia zmysłów (wzroku lub słuchu) lub motorycznego, ani czynników społecznych (braku dostępu do edukacji, braku znajomości języka nauczania, złych warunków psychospołecznych). Do zaburzeń neurorozwojowych zalicza się między innymi także zespół nadpobudliwości psychoruchowej (ADHD, *Attention deficit hyperactivity disorder*), zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD, *Autism spectrum disorder*), czy rozwojowe zaburzenia koordynacji ruchowej (DCD, *Developmental co-ordination disorder*). Związki tych zaburzeń są nie tylko formalne, wynikające z tego, że tworzą wspólną kategorię, ale także funkcjonalne, ponieważ liczne badania wskazują na ich współwystępowanie: ADHD + ASD (Harkins i in., 2022; Higashionna i in., 2017), ADHD + DSLD (Bauermeister i in., 2007; Cohen

i in., 2000), ADHD + DCD (Dewey i in., 2007; Lino i Chieffo, 2022), ADHD + TSz (Caldani i in., 2022; Higashionna i in., 2017), ASD + DSLD (Félix i in., 2022; Leonard i Hill, 2014), ASD + DCD (Bhat, 2020; Hudry i in., 2020; Odeh i in., 2020), ASD + TSz (Brimo i in., 2021; Higashionna i in., 2017), DSLD + DCD (Cheng i in., 2009; Hill, 2001), DSLD + TSz (Brookman i in., 2013; Fisher, 2017), DCD + TSz (Lino i Chieffo, 2022; Maziero i in., 2020). Współwystępowanie tak różnych typów zaburzeń wynika z faktu, że rozwój dziecka już od jego poczęcia przebiega na wielu płaszczyznach, które łączą się i przeplatają ze sobą. Szczególnie interesujące wydają się związki rozwoju poznawczego i emocjonalnego dziecka z jego rozwojem motorycznym, które jednak w dotychczasowych badaniach nie zostały wystarczająco wyjaśnione. Zdaniem Piageta (1966) aż trzy fazy rozwoju poznawczego z sześciu ściśle wiążą się z rozwojem motorycznym dziecka i realizowane są w ciągu pierwszych dwóch lat życia: faza odruchowa, faza organizacji nawyków ruchowych, spostrzeżeń i zróżnicowanych uczuć oraz faza inteligencji sensoryczno-motorycznej. Kolejne fazy przebiegają dzięki występowaniu i związanymi z tym doświadczeniami wcześniejszych faz. Według Diamond (2000) zaburzenia rozwoju motorycznego i dysfunkcje poznawcze mają często wspólną etiologię związaną z rozwojem mózdzka i kory przedczołowej, dlatego często są one zaburzone jednocześnie, a nie tylko jedno lub drugie. Jak przekonują Rosenbaum i in. (2001) umiejętności percepcyjno-motoryczne mają wiele wspólnych cech z umiejętnościami intelektualnymi: nabywane są w podobny sposób, mają charakter performatywny, czyli zależny od aktywności percepcyjno-ruchowej, a także, choć zależą od odrębnych obwodów mózgowych, ich sekwencje są planowane na poziomie mózdzka. Badania wykazały związek zdolności motorycznych z rozwojem poznawczym (Bushnell i Boudreau, 1993; Veldman i in., 2019), społecznym oraz występowaniem zaburzeń neurorozwojowych (Hudry i in., 2020).

Rozwój neuromotoryczny dziecka zależy zarówno od jego wrodzonych cech, jak i środowiska, w którym dziecko się wychowuje (Malina, 2004). Podejście systemów dynamicznych (*dynamic systems approach*) stworzone przez Thelèn i Smith (1994) zakłada, że cały rozwój dziecka, obejmujący jego rozwój motoryczny, jest wynikiem złożonych i powiązanych ze sobą procesów dotyczących umiejętności fizycznych dziecka, jego celów i doświadczeń. Zdaniem autorek rozwój poznawczy i motoryczny niemowlęcia polegają na pojawieniu się nowych wzorców zachowań wynikających ze złożonych interakcji. Badając wczesny rozwój poznawczy niemowląt Smith i in. (1999) zaobserwowali, że pozornie oddzielne domeny rozwoju dziecka są ze sobą nierozzerwalnie związane, a na pojedynczy akt działania składają się jednoczesne wewnętrzne procesy czuciowe, percepcyjne, motoryczne i poznawcze jednostki, na których przebieg mają wpływ zarówno bodźce zewnętrzne, czas realizacji, jak i bieżąca realizacja zadania. Zdaniem badaczy umysł i poznanie są nierozzerwalne z ciałem i działaniem, a każdy pojedynczy akt poznawczy jest podsumowaniem wielu indywidualnych momentów, które składają się na złożony system współdziałających ze sobą procesów postrzegania, działania i zapamiętywania. Thelèn (1995) twierdzi wręcz, że rozważając rozwój nie da się jego składników interpretować w kategoriach przyczyn i produktów, ponieważ każdy element pełni obie te funkcje.

Dobrym przykładem przenikania się rozwoju poznawczego z motorycznym jest współwystępowanie DSLD i zaburzeń rozwoju motorycznego. Prowadzone od ponad czterdziestu lat badania wykazały, że dzieci z DSLD różnią się od dzieci typowo rozwijających się w zakresie umiejętności motorycznych. Na przykład różnice ilościowe występują w obszarach rozwoju motorycznego, takich jak mała motoryka (Chuang i in., 2011; Zelaznik i Goffman, 2010), duża motoryka (Brumbach i Goffman, 2014; Cheng i in., 2009), równowaga (Estil i in., 2003; Fernell i in., 2002), obustronna koordynacja (Vukovic

i in., 2010; Vuolo i in., 2017), imitacja pozycji i ruchów (Marton, 2009) oraz ogólnie niskie zdolności motoryczne i niezdarność ruchowa (Diepeveen i in., 2018).

Systematyczny przegląd badań (Ullman i Pierpont, 2005) wykazał, że dzieci z DSLD – oprócz deficytów w próbach małej i dużej motoryki, ruchomości kończyn, koordynacji i równowagi – wykazały zaburzenia złożonych sekwencyjnych zdolności motorycznych, a także nie były w stanie wykonywać niektórych zadań motorycznych tak dokładnie, jak dzieci z typowym rozwojem. Co więcej, badania jakościowe wykazały, że dzieci z DSLD różnią się od dzieci typowo rozwijających się pod względem tempa wykonywania zadań, ich precyzji, złożoności błędów, zdolności do skupienia się na zadaniach motorycznych oraz związku między dokładnością wykonywania zadań a stopniem złożoności zadań (Marton, 2009; Sanjeevan i Mainela-Arnold, 2017). Badania (Cheng i in., 2009; Hill, 2001) wskazują, że dzieci z DCD są trzy razy bardziej narażone na rozpoznanie DSLD niż inne dzieci. Zdaniem Hill (2001) rozwój układu ruchowego odzwierciedla regularne zmiany rozwojowe ośrodkowego układu nerwowego (OUN), co oznacza, że zarówno deficyty językowe, jak i motoryczne wynikają z ogólnego opóźnionego rozwoju.

Deficyty motoryczne występują również u dzieci z TSz (Wolff i in., 1990), a TSz współwystępują z DSLD (Koutsoftas, 2016). W badaniu podłużnym (Hayiou-Thomas i in., 2010) zbadano etiologię związku między mową i językiem w wieku przedszkolnym a późniejszymi umiejętnościami szkolnymi. Wykazano, że zarówno czynniki genetyczne, jak i środowiskowe wpływają na związek między wczesnymi umiejętnościami językowymi i czytaniem. W przeciwieństwie do tego, związek między wczesną mową a czytaniem zależy głównie od czynników genetycznych. Największe problemy z czytaniem mają dzieci z historią zaburzeń artykulacyjnych oraz zaburzeń języka ekspresyjnego i receptywnego (DeThorne i in., 2006). Brookman i in. (2013) porównali pod kątem rozwoju motorycznego dzieci z DSLD, typowym rozwojem, z TSz i dzieci

z DSLD i TSz jednocześnie i stwierdzili, że związek między TSz a zaburzeniem motorycznym może być w dużej mierze wynikiem współwystępowania DSLD.

Badanie podłużne (Gaysina i in., 2010) nad związkiem rozwoju mowy i motorycznego z TSz wykazało, że istnieją różnice w zależności od etapu rozwoju ruchowego i rodzaju badanych funkcji. Opóźnione stawanie i chodzenie we wczesnym wieku wiązało się ze zwiększonym ryzykiem problemów z czytaniem w wieku 11 lat, jednak opóźnione siadanie już takiego związku nie wykazało. W wieku 6–7 lat wystąpił istotny związek pomiędzy zaburzeniami mowy a trudnościami w czytaniu, jednak w wieku 15 lat już takiego związku nie obserwowano (podobnie jak nie było związku ze sprawnością motoryczną). Wyniki te wskazują, że mogą być okresy w życiu dziecka, w których związek rozwoju motorycznego z rozwojem mowy, języka i edukacją szkolną jest istotny, oraz takie, w których rozwój motoryczny przestaje mieć znaczenie.

Związek zaburzeń rozwoju motorycznego z trudnościami w uczeniu się okazał się być różny w zależności od płci badanych dzieci w wieku od 7 do 10 lat (Silva i Beltrame, 2011). Chłopcy niemający trudności w nauce okazali się istotnie bardziej sprawni fizycznie niż chłopcy z trudnościami, u których znaleziono związek pomiędzy problemami motorycznymi a trudnościami szkolnymi w zakresie czytania, pisania i liczenia. Natomiast dziewczynki niemające trudności w nauce nie różniły się w zakresie sprawności motorycznej od dziewczynek z problemami, znaleziono jedynie korelację między problemami motorycznymi a umiejętnością czytania. Za to u dziewczynek w wieku od 12 do 16 lat zdrowie psychiczne i dobrostan psychospołeczny, zwłaszcza problemy z zachowaniem, okazały się być bardzo silnie związane z umiejętnościami motorycznymi (Viholainen i in., 2014). Autorzy doszli do wniosku, że ogólna aktywność fizyczna jest dobrą strategią wspierającą zdrowie psychiczne i funkcjonowanie społeczne dorastających dziewczynek.

Okazało się także, że jeszcze inne czynniki mogą być istotne w ocenie związku pomiędzy trudnościami szkolnymi a sprawnością motoryczną. Westendorp i in. (2011) zaobserwowali, że choć większość badanych dzieci z trudnościami w uczeniu się miała obniżoną sprawność motoryczną w zakresie dużej motoryki, to związki pomiędzy różnymi rodzajami sprawności motorycznej i różnymi umiejętnościami szkolnymi nie są identyczne. W porównaniu z dziećmi typowo rozwijającymi się dzieci z trudnościami w zakresie czytania i literowania w wieku 7–12 lat mają niższe umiejętności motoryczne w zakresie lokomocji, natomiast dzieci z trudnościami w nauce matematyki mają niższe motoryczne umiejętności kontrolowania obiektów. Zdaniem autorów różnica może wynikać z większej automatyzacji zarówno zadań lokomocyjnych, jak i umiejętności związanych z czytaniem i literowaniem, w przeciwieństwie do większej złożoności zadań matematycznych oraz czynności wymagających motorycznej kontroli obiektów. Inne badanie (Son i Meisels, 2006) wykazało, że zdolności motoryczne dzieci zaczynających zerówkę są jednym z predyktorów ich osiągnięć edukacyjnych w zakresie czytania, pisania i matematyki pod koniec pierwszej klasy. Autorzy uważają, że siła predykcyjna wyników w zadaniach ruchowych nie jest wystarczająca do przewidywania późniejszych osiągnięć szkolnych lub identyfikowania dzieci zagrożonych trudnościami, ale włączenie oceny umiejętności motorycznych dzieci przed rozpoczęciem lub na początku edukacji może wspomóc wczesne identyfikowanie dzieci zagrożonych niepowodzeniem szkolnym. Badania wskazują, że niezależnie od stopnia nasilenia obniżona sprawność motoryczna i zaburzenia koordynacji u dzieci predysponują je do uzyskiwania słabszych wyników w miarach uwagi i uczenia się (czytanie, pisanie i ortografia), a także podwyższonego poziomu problemów społecznych (nadpobudliwość, problemy z przystosowaniem społecznym) oraz dolegliwości somatycznych (Dewey i in., 2002; Tseng i in., 2007).

Badanie z udziałem dzieci ze znacznymi TSz wykazało, że ponad 50% z nich ma znaczne trudności w zakresie koordynacji ruchowej (poniżej 5 centyla) (Iversen i in., 2005).

Odruchy pierwotne i ich znaczenie

Objawem zaburzeń rozwoju motorycznego na najbardziej podstawowym poziomie jest niedojrzałość neuromotoryczna objawiająca się obecnością niewyhamowanych odruchów pierwotnych u dzieci w wieku od drugiej połowy czwartego roku życia. Do niedawna sądzono, że jest to objaw patologii mózgu i może występować wyłącznie w przypadku wyraźnych uszkodzeń OUN (Borkowska, 2001). Jednak coraz więcej badań pokazuje, że taki rodzaj niedojrzałości występuje również w populacji ogólnej w wieku przedszkolnym i szkolnym (Gieysztor i in., 2017, 2018) oraz u dorosłych (Bruijn i in., 2013). Według Maliny (2004) aktywność ruchowa noworodka opiera się właśnie na odruchach pierwotnych. Ich przedłużona obecność wskazuje na brak hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki nerwowe. W okresie niemowlęcym i wczesnodziecięcym OUN stopniowo dojrzewa, w tym czasie odruchy pierwotne są stopniowo hamowane przez wyższe ośrodki mózgu i włączane do rozwijających się wzorców motorycznych dziecka (Capute i in., 1982; Malina, 2004). Odruchy pierwotne są narzędziem oceny procesów dojrzewania nerwowo-mięśniowego we wczesnym okresie życia, ponieważ są objawem niedojrzałości rozwijającego się OUN. Są to zautomatyzowane i złożone wzorce motoryczne, w których pośredniczy pień mózgu, które rozwijają się w czasie ciąży i są bardzo przydatne do wykrywania odchyłań motorycznych w pierwszym roku życia ze względu na ich szybkie zmiany (Capute i in., 1982, 1984; Futagi i in., 2013; Kiliç i Yildiz, 2018; Salandy i in., 2019; Zafeiriou, 2004). W okresie noworodkowym zarówno nieprawidłowa obecność w postaci nadmiernego nasilenia lub nieprawidłowego schematu, jak i brak odruchów pierwotnych mogą być

czynnikiem prognostycznym niekorzystnych wyników rozwojowych (Hamer i Hadders-Algra, 2016), zwłaszcza porażenia mózgowego (Handryastuti i in., 2018), a także niepełnosprawności intelektualnej (Futagi i in., 1992). Zdaniem Berne (2006), jeśli odruchy pierwotne utrzymują się dłużej niż przez pierwsze 12 miesięcy po urodzeniu, mogą zakłócać przetwarzanie korowe i utrudniać normalny rozwój, taki jak koordynacja dużej i małej motoryki, percepcja sensoryczna, funkcje poznawcze, słuch, koordynacja wzrokowo-ruchowa i pamięć wzrokowa, sprawność ruchowa i wyniki w nauce.

Zmiany patologiczne w obszarach motorycznych innych niż pierwszorzędowe w dorosłym mózgu mogą za pośrednictwem interneuronów rdzeniowych zablokować kontrolę hamującą i doprowadzić do ponownego pojawienia się odruchów pierwotnych (Futagi i Suzuki, 2010). Mogą również pojawić się ponownie w wyniku uszkodzenia mózgu (Capute i in., 1984) lub chorób mózgu, szczególnie tych dotyczących płatów czołowych (Schott i Rossor, 2003). Badania wskazują, że niewyhamowane odruchy pierwotne mogą występować również u zdrowych starszych dzieci i dorosłych z różnego rodzaju problemami motorycznymi: słabymi zdolnościami fizycznymi (Alibakhshi i in., 2018; Chinello i in., 2018), zaburzeniami psychomotorycznymi (Pecuch i in., 2018), DCD (Niklasson i in., 2018), zaburzeniami integracji sensomotorycznej (Pecuch i in., 2020). Dzieci w wieku 1–5 lat z podejrzeniem problemów neurorozwojowych w przesiewowym kwestionariuszu rozwoju dla rodziców miały 10,5 razy większą szansę na niewyhamowanie odruchów pierwotnych niż dzieci zdrowe (Calvin i Ramli, 2020). Potwierdzają to badania, które pokazują, że nieprawidłowości w zakresie dojrzewania systemu odruchów pierwotnych występują u dzieci z różnymi zaburzeniami neurorozwojowymi, trudnościami szkolnymi i behawioralnymi: ADHD (Bob i in., 2021; Melillo i in., 2020), ASD (Chinello i in., 2018; Teitelbaum i in., 2004), deficytem umiejętności wzrokowych (Andrich i in., 2018; González i in., 2008), TSz (Ivanović i in.,

2019; McPhillips i in., 2000; Taylor i in.; 2004), słabym przetwarzaniem fonologicznym (Matuszkiewicz, 2016), nieprzystosowaniem społecznym (Taylor i in., 2020). Zdaniem Grzywniak (2016) dzieci w wieku szkolnym z TSz mają niewyhamowane odruchy pierwotne, których poziom nasilenia nie zmniejsza się z czasem, ale raczej wzrasta. Jednak po stosowaniu specyficznych programów ćwiczeń ruchowych opracowanych w celu obniżenia poziomu niewyhamowania odruchów pierwotnych spada nie tylko poziom odruchów, ale także poprawiają się umiejętności szkolne (Goddard Blythe, 2005; Grzywniak, 2017; McPhillips i in., 2000; Wahlberg i Ireland, 2005). Ponadto Gieysztor i in. (2017) wykazały, że także niektóre zdrowe dzieci mają niewyhamowane odruchy pierwotne, co skłania do prowadzenia dalszych badań nad wyjaśnieniem ich rzeczywistego związku z zaburzeniami rozwojowymi.

Wczesne rozpoznanie zaburzeń neurorozwojowych u dzieci wydaje się być szczególnie istotne, a ocena poziomu niewyhamowania odruchów pierwotnych daje szansę na wczesną identyfikację deficytów rozwojowych. Małe dzieci, które doświadczają opóźnień w rozwoju mowy i języka, często mają znaczne trudności z koordynacją, ale często pozostają one niezauważone aż do wieku przedszkolnego, kiedy deficyty motoryczne zaczynają wpływać na samoobsługę i zadania szkolne (Gaines i Missiuna, 2007). Ponieważ różne typy zaburzeń neurorozwojowych współwystępują, dzieci z uporczywymi trudnościami w mowie i języku są bardziej narażone na rozwinięcie się zaburzeń psychicznych i trudności psychospołecznych w okresie dojrzewania (Snowling i in., 2006). Warto zauważyć, że dzieci w wieku przedszkolnym osiągają istotnie gorsze wyniki w integracji odruchowej niż dzieci w wieku wczesnoszkolnym (Gieysztor i in., 2017), co wskazuje, że hamowanie odruchów pierwotnych jest związane z rozwojem OUN (samoistnym lub wynikającym z oddziaływania środowiska). Co więcej, wykazano, że niewyhamowane odruchy pierwotne są istotnym wskaźnikiem niższego poziomu

inteligencji werbalnej i trudności w nauce (Goddard Blythe, 2005; Jordan-Black, 2005; McPhillips i Jordan-Black, 2007), zwłaszcza u dzieci z najwyższym poziomem niewyhamowanych odruchów (McPhillips i Sheehy, 2004).

Jednocześnie doniesienia naukowe wykazały, że obniżeniu poziomu odruchów pierwotnych towarzyszy poprawa wyników edukacyjnych w szkole (Goddard Blythe, 2005; Grzywniak, 2017; McPhillips i in., 2000; Wahlberg i Ireland, 2005) lub wyników na obiektywnej skali pomiaru IQ (test Wechslera na skali arytmetyki i rozumienia) (Melillo i in., 2020), co jest zgodne z wynikami badań dotyczących interwencji opartych na ogólnej stymulacji motorycznej (Tomporowski i in., 2011), które wykazują pozytywny wpływ aktywności fizycznej na funkcje poznawcze i edukację. Jednak okazuje się, że największe postępy w czytaniu, pisaniu i matematyce po zastosowaniu interwencji ogólnomotorycznej mają dzieci, których rozwój motoryczny był na najniższym poziomie (McClelland i in., 2015), a postępy edukacyjne po obniżeniu poziomu odruchów pierwotnych są istotne u dzieci, które przed interwencją motoryczną skierowaną na obniżanie odruchów pierwotnych wykazywały deficyt rozwojowy w obu sferach: motorycznej i poznawczej (Goddard Blythe, 2005). McPhillips i Sheehy (2004) wykazali korelację między niewyhamowanymi odruchami i deficytami w zakresie umiejętności czytania w grupie dzieci z największymi problemami z czytaniem niezależnie od tego, czy dzieci spełniały warunki diagnozy TSz w zakresie czytania (czyli czy miały rozbieżność pomiędzy umiejętnością czytania z poziomem IQ), czy nie. Dodatkowo badanie Grzywniak (2017) wykazało, że interwencja motoryczna skierowana na hamowanie odruchów pierwotnych jest szczególnie korzystna u dzieci, u których występują różnego rodzaju trudności: edukacyjne, problemy z koncentracją, słaba kontrola emocji, słaby rozwój motoryczny i koordynacja ruchowa, nieprawidłowe napięcie mięśniowe.

Badania nad relacją między odruchami pierwotnymi a TSz (Bilbilaj i in., 2017; Goddard Blythe, 2005; Grzywniak, 2016, 2017; Jordan-Black, 2005; McClelland i in., 2015; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; Wahlberg i Ireland, 2005) uwzględniają pięć odruchów pierwotnych: toniczny odruch błędnikowy (TOB), asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS), symetryczny toniczny odruch szyjny (STOS), odruch Galanta i odruch Moro. W większości odruchy te są związane z funkcjami okoruchowymi i zmianami napięcia mięśni w różnych częściach ciała podczas ruchów głowy. Pierwsze trzy odruchy to odruchy toniczne, co oznacza, że przy zmianie pozycji głowy zmienia się również napięcie konkretnych części ciała. Według Goddard Blythe (2020), jeśli odruchy pierwotne wywołane w wyniku zgięcia, odgięcia lub rotacji głowy są niewyhamowane lub jeśli odruchy posturalne zależne od odruchów pierwotnych nie są w pełni rozwinięte, to będzie to miało wpływ na funkcjonowanie mózdzka, wpływając tym samym na rozwój i funkcjonowanie zdolności poznawczych (zob. Starowicz-Filip i in., 2013). Zgodnie z tą teorią, za pomocą odruchów posturalnych, które pojawiają się w pierwszym roku życia i są aktywne przez całe życie, mózdzek może skutecznie kontrolować postawę i zmiany pozycji. Niewyhamowane toniczne odruchy pierwotne mogą tymczasowo utrudniać tę kontrolę, w zależności od położenia głowy. Jest to szczególnie ważne w kontekście tego, że Highnam i Bleile (2011) wykazali w przeglądzie badań klinicznych, że mózdzek ma znaczny wpływ na przetwarzanie językowe i inne umiejętności poznawcze.

Przegląd literatury (Zielińska i Goddard Blythe, 2020) potwierdza silny związek między TSz (czytanie, pisanie, liczenie) a niewyhamowanymi odruchami pierwotnymi. Zdaniem Ivanović i in. (2019) niedojrzałość neuromotoryczna objawiająca się występowaniem niewyhamowanych odruchów pierwotnych u dzieci w wieku szkolnym jest czynnikiem negatywnie wpływającym na umiejętność przyswajania podstawowych

treści związanych z czytaniem, pisaniem i liczeniem. Wahlberg i Ireland (2005) wykazali, że dzieci w wieku 7–11 lat z diagnozą TSz mają podwyższony poziom niewyhamowanych tonicznych odruchów pierwotnych (ATOS, TOB i STOS), zaburzenia równowagi i koordynacji oraz trudności okoruchowe. Prowadzenie w szkole dziewięciomiesięcznego programu ruchowego (5–10 minut dziennie) mającego na celu hamowanie odruchów pierwotnych poprawiło funkcjonowanie we wszystkich sferach motorycznych i wzrokowych oraz wpłynęło na znacząco poprawę czytania w normalizowanych skalach. Choć wyniki badania są bardzo obiecujące, to słabą jego stroną jest mała grupa badawcza (tylko 22 dzieci) i brak grupy kontrolnej w próbach motorycznych (jedynie w próbach oceniających poziom czytania). McPhillips i in. (2000) badali wpływ programu motorycznego skierowanego na integrację niewyhamowanych odruchów pierwotnych na umiejętności szkolne dzieci z TSz. Grupa eksperymentalna wykonywała specyficzne ćwiczenia, grupa kontrolna nie ćwiczyła, a grupa kontrolna placebo wykonywała ogólnorozwojowe ćwiczenia fizyczne. Choć wszystkie grupy dzieci wykazały poprawę czytania i pisania, to jedynie wzrost w grupie eksperymentalnej okazał się istotnie wyższy niż w pozostałych grupach. Co szczególnie istotne tylko w tej grupie zmniejszyła się dysproporcja pomiędzy poziomem pisania a normą wieku.

Odruch Moro jest aktywowany, gdy niemowlęta mają szybko obniżaną głowę do poziomu poniżej linii kręgosłupa lub przez inne nagłe bodźce sensoryczne (Capute i in., 1984), co powoduje odwiedzenie rąk, nagły wdech i chwilowy bezruch, a na koniec przywiedzenie rąk i zwykle płacz (Rousseau i in., 2017). Odruch Moro powinien być hamowany między czwartym a szóstym miesiącem życia. Goddard Blythe (2020) zakłada, że hamowanie tego odruchu wiąże się z dojrzwaniem odruchu strzemiączkowego, który chroni narząd słuchu przed głośnymi dźwiękami. Odruch strzemiączkowy rozwija się w wieku od drugiego do czwartego miesiąca i polega na skurczu mięśnia

strzemiączkowego ucha środkowego w odpowiedzi na głośny dźwięk. Skurecz ten zmniejsza ruch strzemiączka i intensywność drgań, które są przenoszone do ślimaka, przez co zmniejsza intensywność odbieranego dźwięku. Słaby rozwój odruchu strzemiączkowego może powodować nadwrażliwość słuchową (zob. Saxena i in., 2020), która może łatwo wywołać odruch Moro za pomocą bodźców akustycznych. Wydaje się, że odruch Moro, gdy nie jest wyhamowany w odpowiednim czasie, może powodować trudności w rozwoju odruchu strzemiączkowego, a niedojrzały odruch strzemiączkowy blokuje dalsze hamowanie odruchu Moro (Goddard Blythe, 2018). Takie problemy z funkcjonowaniem odruchu Moro i odruchu strzemiączkowego mogą wpływać na przetwarzanie słuchowe, wpływając w ten sposób na rozwój mowy, języka i komunikacji, a w późniejszym czasie na naukę czytania i pisanie.

Ponadto, według Rousseau i in. (2017), odruch Moro jest rytualnym zachowaniem niewerbalnej komunikacji. Badacze zaobserwowali, że niemowlę wykonuje pewne gesty między fazą odwodzenia i przywodzenia kończyn. Na przykład dziecko obraca ciało, głowę i oczy w kierunku rodzica, aby szukać ochrony, co może być istotne dla wczesnego rozwoju komunikacji między niemowlęciem a rodzicem. Dodatkowo odruch Moro może mieć inny związek z mową. Na przykład, według Goddard Blythe (2018), niewyhamowany odruch Moro może powodować nieprawidłowości w oddychaniu, powodując tendencję do szybkiego płytkiego oddychania i prowadząc do oddychania ustami. Badanie przeprowadzone przez Junqueira i in. (2010) wykazało, że oddychanie ustami może powodować nawykowe otwieranie ust, wysuwanie języka do przodu i brak odpowiedniego napięcia mięśniowego, które mogą mieć wpływ na artykulację. Niewyhamowany odruch Moro zaobserwowano u dzieci z TSz (Bilbilaj i in., 2017; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018, 2020; González i in., 2008; Grzywniak, 2016) i z cechami ADHD (Taylor i in., 2004). Według Calvin i Ramli (2020) brak pełnego

wyhamowania odruchu Moro negatywnie wpływa na koncentrację i skupienie u dzieci, co może powodować nadpobudliwość i nadwrażliwość oraz może być wczesnym objawem przyszłego lęku. Brak hamowania odruchu Moro łączony jest również ze słabą koncentracją, wahaniami nastroju, niską wytrzymałością fizyczną, obniżonymi zdolnościami motorycznymi, obniżoną odpornością, nieśmiałością i niską samooceną (Desorbay, 2013).

Toniczny odruch błędnikowy (TOB) jest aktywowany przez opuszczenie lub odchylenie do tyłu głowy przez niemowlę (Capute i in., 1982). Odgięcie głowy do tyłu powoduje prostowanie wszystkich kończyn (TOB w wyproście), podczas gdy opuszczenie głowy do przodu powoduje zgięcie kończyn (TOB w zgięciu). Reakcja zgięciowa powinna być hamowana w wieku około czterech miesięcy, podczas gdy reakcja wyprostna stopniowo od szóstego tygodnia do połowy czwartego roku życia (Goddard Blythe, 2018). TOB jest uważany za prymitywną odpowiedź na działanie grawitacji obecnej w okresie zanim rozwiną się wyższe partie OUN zaangażowane w kontrolę postawy. Jego hamowanie umożliwia niemowlęciu przyjmowanie wyższych pozycji niż tylko leżąca (Trusewicz i Pogorzała, 2020). Silny TOB w wyproście może mieć negatywny wpływ na aspekty motoryczne karmienia i mowy (Goddard Blythe, 2020). Odchylenie głowy powoduje, że język wysuwa się do przodu, co utrudnia dziecku wciągnięcie brodawki do ust i ssanie, a także u starszego dziecka utrudnia połykanie i prawidłową artykulację. Podwyższony poziom TOB zaobserwowano również u dzieci z DSLD w wieku przedszkolnym (Motyka, 2020). Liczne badania wykazały związek niewyhamowanego TOB z TSz (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; González i in., 2008). Niewyhamowany TOB okazał się też być związany z cechami ADHD (Taylor i in., 2004).

Asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS) jest aktywowany przez obrócenie głowy w bok, co powoduje wyprost ramienia i nogi po stronie twarzowej oraz zgięcie

ramienia i nogi po stronie potylicznej (Zafeiriou, 2004). Odruch ten powinien być hamowany między czwartym a szóstym miesiącem życia (Goddard Blythe, 2018). Malak i in. (2021) wykazali, że u dzieci z problemami z jedzeniem w pierwszych tygodniach życia prawidłowo rozwinięty ATOS wiąże się z lepszym dotlenieniem dziecka. Ponieważ problemy z przyjmowaniem pokarmu u noworodka wskazują na problemy z integracją pracy mięśni artykulacyjnych oraz czynności oddychania, to może być to ważny wskaźnik późniejszych problemów artykulacyjnych. Oprócz wpływu na funkcjonowanie mózdzka poprzez utrudnioną kontrolę głowy, ATOS wiąże się z funkcjami mowy utrudniając wkładanie rąk i przedmiotów do ust, gdy głowa jest odwrócona w bok. Ogólnie rzecz biorąc, niemowlę z ATOS, który jest niewyhamowany w odpowiednim czasie, ma trudności z dotykową autostymulacją jamy ustnej. Taka autostymulacja potrzebna jest dziecku do zmniejszenia nadwrażliwości dotykowych w okolicy oralnej, a także do zwiększenia czucia położenia narządów artykulacyjnych, co ułatwia dziecku rozwój artykulacji. Niewyhamowany ATOS zaobserwowano również u dzieci w wieku przedszkolnym z DSLD (Motyka, 2020). Dodatkowo badania wykazały, że podwyższony poziom ATOS łączy się z cechami ADHD (Bob i in., 2021; Melillo i in., 2020; Taylor i in., 2004) oraz z nieprzystosowaniem społecznym (Taylor i in., 2020). Liczne badania wykazały związek niewyhamowanego ATOS z TSz (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; González i in., 2008; Jordan-Black, 2005; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; McPhillips i Sheehy, 2004). Zdaniem Goddard Blythe (2018, 2020) tak szeroki związek niewyhamowanego ATOS z trudnościami szkolnymi jest związany między innymi z jego negatywnym wpływem na poziome ruchy gałek ocznych (wodzenie z lewej do prawej i odwrotnie konieczne podczas czytania i pisanie), dostrzeganie symetryczności kształtów (konieczne przy rozpoznawaniu i kreśleniu liter) oraz koordynację ręka-oko (niezbędna podczas pisanie, rysowania i kopiowania).

Symetryczny toniczny odruch szyjny (STOS) jest obecny przez krótki okres po urodzeniu, pojawia się ponownie od około szóstego do ósmego miesiąca życia i zostaje wyhamowany około 11. miesiąca (Goddard Blythe, 2018). Ten odruch pomaga dziecku podnieść się z podłogi i przyjąć pozycję czworaczą. STOS jest aktywowany, gdy niemowlę podnosi lub opuszcza głowę (Capute i in., 1984). W tym przypadku opuszczenie głowy powoduje wyprostowanie nóg i zgięcie ramion, podczas gdy odgięcie głowy powoduje zgięcie nóg i wyprostowanie ramion. Uważa się, że STOS pomaga w integracji i hamowaniu TOB i stanowi podstawę do stabilnego utrzymania pozycji w środowisku, w którym oddziałuje grawitacja (Goddard Blythe, 2020). Dlatego STOS może odgrywać rolę w funkcjonowaniu mózdzka. Zaobserwowano, że niewyhamowany STOS wiąże się z nieprawidłową pozycją ciała podczas siedzenia i stania i ma negatywny wpływ na koordynację ręka-oko oraz zdolność skupiania wzroku (Gieysztor i in. 2018). Niewyhamowany STOS zaobserwowano również u dzieci w wieku przedszkolnym z DSLD (Motyka, 2020) oraz u dzieci z cechami ADHD (Bob i in., 2021; Taylor i in., 2004). Liczne badania wykazały związek niewyhamowanego STOS z TSz (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2005; González i in., 2008; Taylor i in., 2004).

Odruch Galanta jest aktywowany przez stymulację dotykową po jednej stronie kręgosłupa i powoduje rotację bioder w kierunku bodźca (Zafeiriou, 2004). Powinien być hamowany między trzecim a dziewiątym miesiącem życia (Berne, 2006). Według Goddard Blythe (2018) odruch Galanta może być prymitywnym przewodnikiem dźwięku w okresie prenatalnym. Podczas życia w macicy wibracje dźwiękowe stymulują skórę, a odruch Galanta pomaga przenosić wibracje ze skóry do ucha poprzez połączenie przewodnictwa skórniego i kostnego. Może także występować związek między infekcjami ucha środkowego i odruchem Galanta, na co wskazuje badanie, w którym uczestnicy brali udział

w treningu integracji słuchowej, który jest metodą terapii dźwiękowej mającą na celu poprawę przetwarzania słuchowego, oraz mieli kontrolowany poziom niewyhamowania odruchów pierwotnych (Goddard Blythe, 2018). Okazało się, że poziom odruchu Galanta obniżył się po zakończeniu stymulacji dźwiękiem. Takie powiązania z przetwarzaniem słuchowym wskazują również na możliwy związek między odruchem Galanta a rozwojem mowy i języka u dzieci. Nieliczne badania wykazały związek niewyhamowanego odruchu Galanta z TSz (Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018). Odruch Galanta jest wiązany ze wzmożoną potrzebą bycia w ruchu podczas siedzenia na krześle z oparciem, co może mieć negatywny wpływ na pamięć krótkoterminową (Grzywniak, 2016) oraz skupianie uwagi podczas zajęć w szkole i podczas odrabiania lekcji w domu (Bilbilaj i in., 2017; Calvin i Ramli, 2020; Goddard Blythe, 2018, 2020).

Związek DSLD, TSz i rozwoju motorycznego a rola rodzinnego ryzyka dysleksji

TSz to zespół zaburzeń, które mają zarówno liczne przyczyny, jak i objawy. Nawet najlepiej przebadany i opisany typ TSz nie został w pełni wyjaśniony, bo żadne podejście nie jest wystarczająco szerokie, żeby wyjaśnić wszystkie czynniki i interakcje pomiędzy nimi (Hendrickx, 2010), a wartość predykcyjna branych pod uwagę zmiennych może się zmieniać wraz z wiekiem (Giménez i in., 2017). Przegląd badań (Bowey, 2022) wykazał, że badania nad TSz są niespójne, a wyniki często są nadinterpretowane. Różnice znaczenia wybranych czynników mogą wynikać zarówno z ogólnych zdolności poznawczych badanych, jak i metod nauczania, które wykorzystano w ich edukacji. Ponadto rozwój czytania i pisanie jest współdeterminowany przez różne umiejętności, co powoduje, że w zależności od metody nauczania inne umiejętności i konieczność opanowania ich na progowym poziomie będą mieć znaczenie dla osiągnięcia sukcesu lub poniesienia porażki (Bowey, 2022). Dodatkowo zwrócono uwagę, że wykorzystywane w różnych

badaniach zadania nie zawsze są w stanie obiektywnie badać to, co zostało przyjęte, bo „badania są zwodnicze” (Ramus i Ahissar, 2012, s. 115), czyli niezależnie od swojej pozornej prostoty wiążą się z wieloma poziomami reprezentacji i równie wieloma typami przetwarzania. Również Phillips i Lonigan (2022) zwracają uwagę na znaczenie czynników środowiskowych dla rozwoju lub przeciwdziałania TSz, takich jak metoda edukacji na wczesnym etapie, status społeczno-ekonomiczny i stosunek do czytania i pisania w rodzinie, czy stymulacja językowa w środowisku domowym. Na znaczenie czynników istotnych przy ujawnianiu się TSz wpływ mają cechy języka i ortografii oraz związane z nimi metody edukacyjne i czynniki społeczno-kulturalne, przez co dominacja badań anglojęzycznych wprowadza dodatkowe utrudnienie rzetelnego wskazania czynników najważniejszych (Caravolas, 2022).

Zarówno TSz, jak i DSLD są zaburzeniami wieloczynnikowymi, a relacje pomiędzy nimi są złożone i nadal nie do końca wyjaśnione, do czego przyczynia się dominujący styl badania tych zaburzeń, jako odrębnych, z wyłączeniem przypadków łączących oba zaburzenia (Pennington i Bishop, 2009). W związku z licznymi sprzecznościami pomiędzy badaniami nad TSz oraz współwystępowaniem zaburzeń neurorozwojowych obecnie najczęściej przytaczany jest model wielu deficytów poznawczych zaburzeń rozwojowych Penningtona (2006), który zakłada, że zaburzenia rozwojowe nie mają pojedynczych przyczyn ani na poziomie etiologicznym, ani poznawczym. Co więcej również te czynniki ryzyka nie są charakterystyczne dla pojedynczych zaburzeń, co prowadzi do współwystępowania. Obok czynników ryzyka występują także czynniki ochronne i dopiero ich wzajemne oddziaływanie wpływa na rozwój dziecka i ewentualne ujawnianie się konkretnych zaburzeń rozwojowych. Podobnie Kaplan i in. (1998) uważają, że współwystępowanie zaburzeń rozwojowych (w tym związanych z rozwojem motorycznym) jest związane zarówno na poziomie

behawioralnym, jak i genetycznym, ze wspólną etiologią w postaci atypowego rozwoju mózgu.

Liczne badania dowodzą, że TSz w zakresie czytania i pisania są wynikiem zaburzeń przetwarzania fonologicznego i są zaburzeniem trwałym, a nie tylko opóźnieniem nabywania umiejętności czytania i pisania, bo deficyty świadomości fonemów występują w każdym wieku i choć niektóre z nich mogą się zmniejszać dzięki treningowi, to inne utrzymują się przez całe życie na poziomie nie przekraczającym umiejętności zdrowych dzieci na początku edukacji szkolnej (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999). Choć w edukacji czytania i pisania w językach trudniejszych ortograficznie (jak na przykład angielskim) deficyt fonologiczny odgrywa centralne znaczenie, a w innych językach mniejsze, to nie znaczy, że żadne, a model TSz jako zaburzenia zależnego od deficytu fonologicznego w połączeniu z brakiem zdolności do automatyzacji przez niektórych badaczy uznawany jest jako uniwersalny i pasujący do wszystkich języków (Grigorenko, 2001).

Natomiast zdaniem Snowling (2008) izolowane deficyty fonologiczne są niewystarczające do wystąpienia trudności w czytaniu i pisaniu, których ujawnienie się wymaga wystąpienia wielu deficytów (w tym problemów językowych). Dzieci, u których w starszym wieku ujawniły się TSz wykazują szerokie deficyty przetwarzania fonologicznego, ale najsilniejszym predyktorem w wieku przedszkolnym jest znajomość liter i nazw (Pennington i Lefly, 2001) oraz rozwój mowy i znajomość koncepcji druku (Murphy i in., 2016). Badania (Vandermosten i in., 2020) wykorzystujące neuroobrazowanie wykazały różnicę wzorców pobudzenia w korze skroniowej na bodźce fonemowe (lateralizacja vs pobudzenie obustronne) u dzieci z rodzinnym ryzykiem dysleksji (RRDysl.) w stosunku do dzieci bez tego ryzyka. Nie dostrzeżono jednak takich różnic, gdy porównywano dzieci ze zdiagnozowanymi TSz i bez zaburzeń uczenia się,

co powoduje, że reprezentacje neuronowe fonemów nie są czułą miarą do wczesnego wykrywania późniejszych trudności w nauce czytania.

Dlatego tylko część badań jest zgodnych z hipotezą podstawowych reprezentacji fonologicznych TSz w zakresie czytania i pisania, która zakłada, że występujące w TSz zaburzenia poznawcze odzwierciedlają deficyt reprezentacji i przetwarzania fonologicznego objawiający się zaburzoną zdolnością w zakresie reprezentacji i przetwarzania dźwięków mowy mający wpływ na przyswajanie i używanie nazw i dźwięków liter alfabetu. W językach o mniej skomplikowanej ortografii rola umiejętności fonologicznych nie jest tak kluczowa i ogranicza się tylko do początkowego etapu edukacji szkolnej, a u dzieci starszych znacznie spada współczynnik błędów ortograficznych w porównaniu do dzieci anglojęzycznych (Caravolas, 2022).

Wczesne zaburzenia rozwoju mowy są predyktorem TSz, choć nie wszystkie dzieci mają trudności pozwalające postawić diagnozę, to jednak te dzieci są narażone na ryzyko trudności czytania ze zrozumieniem (Thompson i in., 2015). Niektóre badania wykazują wysokie współwystępowanie TSz z DSLD – od 53% (McArthur i in., 2000) do aż 70% dzieci słabo czytających ma deficyty językowe w przedszkolu, a większość z nich dodatkowo deficyty przetwarzania fonologicznego (Catts i in., 1999). Wzorec związku TSz i DSLD zależny jest od charakterystyki zaburzeń rozwoju mowy i języka. Snowling i Bishop (2000) wykazały, że dzieci, których trudności polegają głównie na zaburzeniach ekspresji mowy mają zwiększone ryzyko trudności w czytaniu na początku edukacji, a dzieci z zaburzonym rozwojem językowym mają trudności w zakresie płynności czytania w starszym wieku. Snowling i Hulme (2022) uważają wręcz, że czytanie całkowicie opiera się na języku. Różne umiejętności językowe współdziałają i wchodzi w interakcje, żeby nauka czytania sprawnie przebiegała, a proces ten jest zależny od indywidualnych zdolności poznawczych modyfikowanych przez zastosowane metody nauczania

i indywidualne strategie uczenia się. Nie tylko sprawna fonologia, ale także składnia, semantyka i pragmatyka wspierają proces uczenia się czytania i późniejszego czytania ze zrozumieniem. Zarówno u dzieci z TSz, jak i u dzieci z DSLD występują zaburzenia zachowania, jednak okazało się, że w przypadku TSz związek jest bezpośredni, natomiast w przypadku DSLD mediowany przez TSz (Tomblin i in., 2000), co wskazuje na narastające problemy u dzieci, u których występują oba zaburzenia.

Przegląd badań (Pennington i Olson, 2022) nad odziedziczalnością TSz wykazał znaczny wpływ genetyczny oraz genetycznie uwarunkowane współwystępowanie TSz, zaburzeń mowy i ADHD. Choć związek rozwoju mowy i języka oraz późniejszych trudności w czytaniu i pisaniu został opisany w wielu badaniach (Hayiou i in., 2017), to okazuje się, że nie jest on prosty, a jego moderatorem jest rodzinne ryzyko dysleksji (RRDysl.) (Caglar-Ryeng i in., 2021). Wczesne zaburzenia rozwoju mowy w połączeniu z RRDysl. znacznie zwiększają ryzyko wystąpienia zarówno DSLD, jak i TSz, a szczególnie ryzyko problemów z czytaniem ze zrozumieniem. Różnice w przyswajaniu języka u dzieci zagrożonych TSz ze względu na posiadanie jednego rodzica z TSz widoczne są już u niemowląt, które wolniej uczą się nowych słów niż dzieci zdrowych rodziców (Kalashnikova i in., 2020). Jednak, czy będzie to miało związek z wykształceniem się w późniejszym czasie TSz, okazało się bardziej złożone. Van Viersen i in. (2017) wykazali, że dzieci z RRDysl. różnią się między sobą krzywą wzrostu słownictwa zarówno receptywnego, jak i ekspresyjnego w zależności od tego, czy w przyszłości będą miały TSz, czy nie. RRDysl. zwiększa ryzyko wystąpienia zarówno DSLD, jak i TSz (Nash i in., 2013). Związki między RRDysl., mową i językiem, czytaniem i zdolnościami fonologicznymi jest złożony (Snowling i in., 2003). Dzieci z RRDysl., u których później rozwinęły się TSz, mają powolny rozwój słownictwa i obniżone umiejętności językowe. W okresie wczesnodziecięcym (od wieku 2 i pół roku

do 5 lat) zaburzenia rozwoju mowy i języka u obciążonych ryzykiem dysleksji słabych czytelników mają charakter zmienny z wiekiem: w początkowym okresie jest to problem z mową (artykulacja, składnia, długość wypowiedzi), później pojawiają się problemy z ekspresją i recepcją leksykalną, a na koniec osłabiona świadomość fonologiczna i ubogie słownictwo (Scarborough, 1990). Za to dobry rozwój słownictwa zwiększający świadomość fonologiczną (Snowling i in., 2003) i niewerbalne IQ są czynnikami ochronnymi przed wystąpieniem TSz (van der Leij i in., 2013).

Zaburzeń czytania i pisania nie da się przewidzieć w oparciu o pojedyncze czynniki ryzyka, bo po pierwsze większość z nich jest niewystarczająca do wystąpienia objawu, a po drugie trudności narastają wraz z kumulacją czynników obciążających takich jak zaburzenie rozwoju mowy, zaburzenie rozwoju języka, czy RRDysl. (Hayiou i in., 2017). Choć RRDysl. jest prekursorem późniejszych TSz, to pełnoobjawowe TSz rozwija się u 42%–66% dzieci z RRDysl. (Snowling i in., 2003, 2007). Badanie Torppa i in. (2011) wykazało, że różnica ta wynika z nasilenia objawów TSz u rodziców. Rodzice z TSz, których dzieci także mają TSz mają większe problemy z czytaniem i ortografią niż rodzice z TSz dzieci zdrowych. Dodatkowo liczne badania (Dandache i in., 2014; Snowling i in., 2007; Snowling i Melby-Lervåg, 2016; van Bergen i in., 2012) wykazały, że pomimo braku diagnozy TSz we wczesnym wieku szkolnym, umiejętności czytania i ortografia w starszym wieku szkolnym nie są w tej grupie dzieci tak dobre, jak u dzieci bez obciążenia rodzinnego. Natomiast trudności dzieci z RRDysl. i zdiagnozowanymi TSz są długotrwałe i z wiekiem niezmiennie. Znaczenie RRDysl. dla późniejszych objawów TSz u dzieci zostało potwierdzone w badaniach na temat związków TSz z przetwarzaniem słuchowym. Choć Christmann i in. (2015) wykazali znaczne upośledzenie przetwarzania słuchowego w TSz, to jednak uwzględnienie dodatkowych czynników okazało się kluczowe. Badanie van der Leij i in. (2013) wykazało, że choć przetwarzanie słuchowe jest

wyraźnie związane z RRDysl. i koreluje z trudnościami osiągnięcia płynności czytania, to jednak nie jest bezpośrednio związane z TSz, bo dotyczy wszystkich dzieci z rodzinnym ryzykiem niezależnie od tego, czy mają TSz, czy nie. Dla rozwinięcia się TSz kluczowe wydają się ogólne zdolności poznawcze, ponieważ dzieci z rodzinnym obciążeniem dysleksją, u których w starszym wieku zdiagnozowano TSz w wieku 4 lat różnią się od grupy dzieci nieobciążonych zarówno werbalnym, jak i niewerbalnym IQ, natomiast obciążone rodzinnie dzieci bez TSz różnią się jedynie IQ werbalnym (van der Leij i in., 2013).

Metaanaliza badań nad rozwojem dzieci z RRDysl. wykazała opóźniony rozwój językowy w niemowlęctwie i wczesnym dzieciństwie oraz zaburzenia przetwarzania fonologicznego, umiejętności językowych i wczesnego nabywania umiejętności związanych z czytaniem w wieku przedszkolnym (Snowling i Melby-Lervåg, 2016). Publikacja wykazała także, że zagadnienie rozwoju motorycznego tych dzieci jest do tej pory bardzo słabo przebadane, bo tylko 2 badania z 95 uwzględniły to zagadnienie. Liczni badacze podkreślają, że nadal przyczyny związków zaburzeń rozwoju motorycznego z TSz nie zostały wyjaśnione i wymagają dalszych badań (Estil i in., 2003; Ramus, White i in., 2003; Viholainen i in., 2006). Związki pomiędzy rozwojem językowym, motorycznym i ryzykiem rozwoju TSz wymagają szerszych badań, gdyż wyniki nie są spójne. Francks i in. (2003) porównywali rozwój językowy i motoryczny dzieci w wieku 18 i 24 miesięcy z RRDysl. z rozwojem dzieci bez RRDysl. Wyniki wskazują na związek między powolnym rozwojem motorycznym w zakresie dużej i małej motoryki a rozwojem językowym (zakres słownictwa i długość budowanych wypowiedzi), ale tylko w grupie dzieci z RRDysl. Zaburzenia rozwoju motorycznego występują we wszystkich trzech grupach: u 71% dzieci z DSLD (Rintala i in., 1998), 37% dzieci z RRDysl. i u około 60% dzieci z TSz (Kaplan i in., 1998; Ramus, Pidgeon i Frith, 2003),

a procent ten wzrasta u dzieci, które mają współwystępujące zaburzenia neurorozwojowe, takie jak ADHD (Ramus, Pidgeon i Frith, 2003). Współwystępowanie TSz z zaburzeniami motorycznymi okazało się być dziedziczne, bo dzieci, u których takie współwystępowanie występuje lub nie występuje, spokrewnione są z osobami o takim samym typie trudności (Regehr i Kaplan, 1988; Wolff i in., 1995). Podobnie badania genetyczne na grupach bliźniąt wykazały współdziedziczenie DSLD i zaburzeń rozwoju motorycznego, która najsilniej uwidaczniała się u dzieci z zaburzeniami ekspresji mowy (Bishop, 2002).

Shapiro i in. (1990) wykazali, że zarówno wczesny rozwój ruchowy, jak i rozwój mowy są predyktorami późniejszego opóźnienia w czytaniu. Jak wykazali Viholainen i in. (2002; 2006) opóźniony rozwój motoryczny dzieci z RRDysl. jest związany z zaburzeniami mowy i języka zarówno w początkowej fazie rozwoju mowy, jak i w późniejszym okresie, ale nie zaobserwowano tej samej tendencji u dzieci bez rodzinnego obciążenia dysleksją. Ta sama grupa dzieci wykazuje późniejsze trudności w nauce czytania. Zdaniem autorów dlatego tak ważna jest wczesna obserwacja dzieci pod kątem wczesnego rozwoju motorycznego, bo może być wczesnym wskaźnikiem konieczności podjęcia dodatkowych działań w celu stymulacji rozwoju mowy i języka oraz przeciwdziałania późniejszym trudnościom edukacyjnym. Co więcej badacze (Viholainen i in., 2002) wykazali inny schemat opóźnień rozwoju motorycznego u dzieci obciążonych i nieobciążonych RRDysl. Dzieci bez ryzyka rozwijały się prawidłowo motorycznie lub miały zaburzony rozwój w zakresie małej lub dużej motoryki, natomiast dzieci z RRDysl., jeśli nie rozwijały się prawidłowo motorycznie, to miały deficyty zarówno w zakresie małej, jak i dużej motoryki.

Zdaniem Goorhuis-Brouwer i Wijnberg-Williams (1996) zaburzenia motoryczne są wtórne w stosunku do rozwoju mowy i języka, a u dzieci w wieku przedszkolnym z diagnozą DSLD początkowo widoczne są tylko problemy językowe, do których

z wiekiem dochodzą inne problemy, takie jak zaburzenia uwagi, obniżona sprawność motoryczna i problemy edukacyjne (czytanie, ortografia i liczenie). Zaś zdaniem Snowling i in. (2019) status rozwoju ruchowego jako czynnika ryzyka TSz lub DSLD nie jest jasny, ponieważ w badaniu dzieci z DSLD miały deficyty motoryczne, ale nie dotyczyło to wszystkich dzieci z TSz, co zdaniem autorów prowadzi do wniosku, że deficyty motoryczne mogą być wskaźnikiem szerszych deficytów neuronalnych, a nie predyktorem rozwoju językowego lub TSz.

Dysfunkcje motoryczne w TSz często tłumaczone są teorią mózdkową, ponieważ mózdek pełni ważną rolę nie tylko podczas kontroli i synchronizacji motoryki, ale także umożliwia samoregulację i przewidywanie rytmów (Tanaka i in., 2021) oraz inne zadania (percepcyjne i poznawcze) zależne od czasu (Ivry i Keele, 1989). W zadaniach mózdkowych dzieci z TSz wypadają słabiej zarówno względem zdrowych rówieśników, jak i względem dzieci, których czytanie jest osłabione a poziom IQ obniżony (nie przekracza 90) (Fawcett i in., 2001), oraz względem dzieci dobranych na podstawie poziomu czytania (Fawcett i in., 1996). Badania wykazały biochemiczne różnice w prawym mózdku i lewym płacie skroniowo-ciemieniowym między osobami z TSz a grupą kontrolną (Rae i in., 1998). Przy użyciu pozytronowej tomografii emisyjnej Nicolson i in. (1999) wykazali różnice aktywacji mózgu podczas wykonywania świeżo wyuczonych sekwencji ruchów (prawy mózdek i lewy zakręt obręczy) oraz podczas uczenia się zupełnie nowych sekwencji (prawy mózdek), co zdaniem badaczy jest dowodem na łagodną dysfunkcję mózdzka jako przyczynę TSz. Nicolson i Fawcett (2006) twierdzą, że u znacznej części dzieci z TSz współwystępują problemy z fonologią, równowagą oraz tempem wykonywania zadań, co wskazuje na deficyt mózdzka, jako najbardziej prawdopodobną przyczynę.

Teorię tę podważyli Ramus, Pidgeon i Frith (2003) i Ramus, White i in. (2003), którzy wykazali zaburzenia motoryczne u dzieci z TSz, jednak bez trudności w zadanych szacowania czasu, które potwierdzałyby związek TSz i zaburzeń fonologicznych z dysfunkcją mózdzka. Co więcej badacze zauważyli, że niskie zdolności motoryczne wiążą się ze współwystępowaniem innych zaburzeń neurorozwojowych (np. ADHD). Różnice w opiniach badaczy można wyjaśnić dzięki szerszej analizie związku TSz z zaburzeniami funkcjonowania mózdzka przeprowadzonej przez Stoodley i Stein (2013), którzy doszli do wniosku, że dysfunkcja mózdzka nie może być wyłączną przyczyną TSz. Choć często osoby z TSz wykazują objawy dysfunkcji mózdzka (motoryczne, okoruchowe i poznawcze), a badania neuroobrazowania to potwierdzają (asymetria, objętość istoty szarej), to ani nie wszyscy z TSz prezentują takie trudności, ani nie wszyscy pacjenci z uszkodzeniem mózdzka mają trudności z czytaniem, a różnice w budowie i funkcjonowaniu mózgu pomiędzy dziećmi z TSz i typowo rozwijającymi się są bardziej rozległe (sieć neuronalna wspierająca czytanie jest szersza niż tylko mózdzek). Potwierdza to obserwacja pacjentów z pourazowymi zaburzeniami czytania i pisania, które wiążą się z korowymi i transkorowymi typami afazji wynikającymi z uszkodzeń w obrębie kory w płacie czołowym i skroniowym (Herzyk, 1997) oraz w obrębie kory wzrokowej w płacie potylicznym (Pąchalska, 2012).

Opis problemu badawczego i hipotezy badawcze

Prezentowany program doktorski składa się z dwóch powiązanych badań. Głównym celem badania pierwszego była ocena związku rozwoju motorycznego z komunikacją werbalną, a badania drugiego z komunikacją pisemną.

Badanie 1

Ważne jest, żeby ocenić związek między rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka (DSLID) a rozwojem motorycznym, ponieważ wcześniejsze badania nie dostarczyły spójnych wyników. Dodatkowo badań nad związkiem tych zaburzeń z podstawowym poziomem rozwoju motorycznego, jakim są odruchy pierwotne, niemal nie ma wcale. Postawiono dziewięć hipotez badawczych. Dwie pierwsze hipotezy określiły wstępne założenia, których potwierdzenie pozwala na stawianie kolejnych hipotez. Hipoteza 1 zakłada, że odruchy pierwotne współwystępują i tworzą jeden czynnik, ponieważ wszystkie są wskaźnikiem braku hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki nerwowe (Capute i in., 1982; Malina, 2004). Hipoteza 2 natomiast odnosi się do przetwarzania fonologicznego i zakłada, że dzieci z grupy DSLID mają w tym zakresie niższe kompetencje niż dzieci typowo rozwijające się (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999).

Przyjęto, że głównym celem badania 1 jest ocena, czy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych różni się w grupie dzieci z DSLID i w grupie dzieci typowo rozwijających się. Założono, że dzieci z DSLID będą miały więcej niewyhamowanych odruchów pierwotnych i wyższy ich poziom (zbiorowo i indywidualnie) niż dzieci z typowym rozwojem, co oznacza, że dzieci z DSLID będą miały większą niedojrzałość neuromotoryczną niż typowo rozwijający się rówieśnicy (Goddard Blythe, 2020; Motyka, 2020; Rousseau i in., 2017). Na tej podstawie postawiono hipotezę 3, że dzieci z DSLID mają wyższy zbiorczy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych niż dzieci typowo rozwijające się, oraz hipotezę 4, że każdy odruch oddzielnie (odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta) także ma wyższy poziom u dzieci z DSLID niż u dzieci typowo rozwijających się.

Oczekiwane są również pewne różnice w wynikach poziomów odruchów chłopców i dziewczynek. Badanie Gieysztor i in. (2018) wykazało, że rozwój neuromotoryczny i poziom wyhamowania odruchów był wyższy u dziewczynek niż u chłopców. Choć różnica ta okazała się statystycznie nieistotna, oczekiwany jest ten sam trend. Także McPhillips i Sheehy (2004) stwierdzili wyższy poziom ATOS u chłopców niż u dziewczynek w grupie dzieci z trudnościami w czytaniu. Ponadto DSLD występuje 1,5–3 razy częściej u chłopców niż u dziewczynek (Broomfield i Dodd, 2004). Na tej podstawie postawiono hipotezę 5, że chłopcy mają wyższy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych niż dziewczynki.

Interesujące jest także, czy poziom rozwoju neuromotorycznego różni się w zależności od poziomu rozwoju językowego. Autorka założyła, że zarówno poziom rozwoju mowy i języka, jak i poziom rozwoju motorycznego zależą od stopnia dojrzałości układu nerwowego (Capute i in., 1982, 1984; Kaplan i in., 1998; Malina, 2004). Dlatego postawiono hipotezę 6, że dzieci z cięższymi objawami DSLD mają większe nieprawidłowości w zakresie zbiorczego hamowania odruchów pierwotnych niż dzieci z łagodniejszymi objawami DSLD, oraz hipotezę 7, że wszystkie badane odruchy pierwotne (odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta) statystycznie różnią się poziomami w grupach dzieci z DSLD wydzielonych na podstawie ciężkości zaburzenia mowy i języka.

Także dotychczasowe badania dotyczące poziomu niewyhamowanych odruchów u dzieci w różnym wieku nie są spójne. Z jednej strony dzieci w wieku przedszkolnym osiągają istotnie gorsze wyniki w integracji odruchowej niż dzieci w wieku wczesnoszkolnym (Gieysztor i in., 2017), co wskazuje, że hamowanie odruchów pierwotnych jest związane z rozwojem OUN. Z drugiej strony Grzywniak (2016) wykazała, że dzieci w wieku szkolnym z trudnościami szkolnymi mają niewyhamowane

odruchy pierwotne, a ich poziom nasilenia nie zmniejsza się z czasem, ale raczej wzrasta. Jednak wzrost poziomu odruchów z wiekiem wydaje się niezgodny z założeniem, że odruchy odzwierciedlają stopień dojrzałości OUN (Capute i in., 1982; Malina, 2004). Dlatego na tej podstawie postawiono hipotezę 8, że u dzieci typowo rozwijających się poziom nasilenia odruchów obniża się z wiekiem, a w grupach dzieci z DSLD (ciężkie i umiarkowane) pozostaje niezmienny.

Dodatkowo w badaniu 1 postawiono pytanie, czy niewyhamowane odruchy pierwotne mogą być predyktorem trudności w zakresie przetwarzania fonologicznego, które jest jednym z predyktorów zarówno zaburzeń rozwoju mowy i języka (Snowling i in., 2003), jak i późniejszych trudności szkolnych (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999). Postawiono hipotezę 9, że podwyższony poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych jest istotnym predyktorem trudności w zakresie przetwarzania fonologicznego badanego testem powtarzania pseudosłów (TPP).

Badanie 2

Na podstawie wyników badania 1 w badaniu 2 skupiono się na zależności trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania od rozwoju motorycznego oraz od jego najbardziej podstawowej formy, jaką są odruchy pierwotne. Przyjęto analogiczną hipotezę 1, że odruchy pierwotne współwystępują i tworzą jeden czynnik, ponieważ wszystkie są wskaźnikiem braku hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki nerwowe (Capute i in., 1982; Malina, 2004).

Podobnie jak w przypadku związku DLSD z rozwojem motorycznym, tak i w przypadku trudności szkolnych przegląd literatury wykazał, że badania nie są jednoznaczne. Choć zagadnienie rozwoju motorycznego u dzieci z trudnościami szkolnymi pojawia się w wielu badaniach, to jednak nadal jest to zagadnienie niewystarczająco

przebadane, bo badania wykazują znaczne różnice w zależności od sposobu prowadzenia badania oraz innych zmiennych branych pod uwagę (Dewey i in., 2002; Iversen i in., 2005; Silva i Beltrame, 2011; Son i Meisels, 2006; Tseng i in., 2007; Viholainen i in., 2014; Westendorp i in., 2011). Ponadto tylko nieliczne z tych badań analizują predykcyjną funkcję rozwoju motorycznego dla przewidywania dalszych trudności szkolnych (Son i Meisels, 2006). Z kolei niewyhamowane odruchy pierwotne jeszcze do niedawna uważane były za cechę znacznego uszkodzenia OUN (Borkowska, 2001), przez co badań na populacji dzieci uczęszczających do szkół powszechnych jest stosunkowo niewiele (zob. Gieysztor i in., 2017, 2018). Przybywa badań dotyczących tego zagadnienia, jednak jak do tej pory żadne z nich nie analizowało odruchów, jako wskaźnika pozwalającego przewidywać, czy dzieci będą miały trudności szkolne w zakresie czytania i pisania, czy nie. W badaniu 2 założono, że rozwój motoryczny badany zarówno sprawnością w zakresie dużej motoryki, jak i poziomem niewyhamowanych odruchów pierwotnych, ma znaczenie dla pojawienia się trudności szkolnych. Wzięto pod uwagę dodatkowe zmienne, na których znaczenie wskazuje przegląd literatury: wczesne zaburzenia mowy i rodzinne ryzyko dysleksji. Dodatkowo włączono próby badające funkcjonowanie mózdzka, żeby mieć pewność, że nie została pominięta ta część rozwoju motorycznego, tym bardziej, że istnieje wiele kontrowersji na ten temat (zob. Ramus, Pidgeon i Frith, 2003; Ramus, White i in., 2003; Stoodley i Stein, 2013).

Na podstawie powyższego stworzono model regresji hierarchicznej, w którym przyjęto hipotezę 2, że uwzględniane kolejno zmienne mierzące funkcjonowanie motoryczne (koordynacja dużej motoryki, funkcjonowanie mózdzka i nasilenie niewyhamowanych odruchów pierwotnych) są niezależnymi i istotnymi predyktorami trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania pomimo wcześniejszego uwzględnienia wczesnych zaburzeń mowy i rodzinnego ryzyka dysleksji. Wczesne zaburzenia mowy

w literaturze przedmiotu są szeroko omawiane i podawane jako ważny predyktor późniejszych trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania u od 53% (McArthur i in., 2000) do aż 70% dzieci z trudnościami szkolnymi (Catts i in., 1999). Podobnie uwzględnienie rodzinnego ryzyka dysleksji ma uzasadnienie w literaturze przedmiotu i wiąże się zarówno z zaburzeniami rozwoju mowy, jak i późniejszymi trudnościami szkolnymi, które rozwijają się pełnoobjawowo u 42%–66% dzieci z rodzinnym ryzykiem dysleksji (Snowling i in., 2003, 2007).

Celem badania 2 jest dalsze analizowanie zależności niewyhamowanych odruchów pierwotnych z komunikacją dziecka. Aby zgłębić tę zależność stworzono model mediacji, w którym niewyhamowane odruchy pierwotne analizowano jako główny predyktor trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. Na podstawie przeglądu literatury (zob. Zielińska i Goddard Blythe, 2020) postawiono hipotezę 3, że niewyhamowane odruchy pierwotne przewidują bezpośrednio i pośrednio (poprzez pośredniczącą rolę koordynacji dużej motoryki) trudności szkolne w zakresie czytania i pisania. Ponieważ odruchy pierwotne są najbardziej podstawowym etapem rozwoju motorycznego dziecka (Capute i in., 1982) przyjęto założenie, że koordynacja dużej motoryki, która w badaniach wykazała istotne związki z trudnościami szkolnymi (Iversen i in., 2005; Lino i Chieffo, 2022; Maziero i in., 2020), jest mediatorem zależności między odruchami a trudnościami szkolnymi. Kierunek zależności został określony na podstawie literatury podającej, że niewyhamowane odruchy pierwotne wiążą się z obniżonym ogólnym rozwojem motorycznym dziecka (Gieysztor i in., 2018). Przyjęto hipotezę 4, że koordynacja dużej motoryki jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. W stworzonym modelu mediacyjnym przyjęto, że poza głównym predyktorem w postaci odruchów pierwotnych i mediatorem w postaci koordynacji dużej motoryki dodatkowo istotną rolę odgrywają współzmiennie wynikające z przeglądu badań, czyli wczesne

zaburzenia mowy (Catts i in., 1999; McArthur i in., 2000), funkcjonowanie mózdzka (Fawcett i in., 2001; Nicolson i in., 1999; Rae i in., 1998) i rodzinne ryzyko dysleksji (Snowling i in., 2003, 2007), które mogą być predyktorami zarówno mediatora (koordynacji dużej motoryki), jak i zmiennej wyjaśnianej (trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania). Na tej podstawie postawiono dodatkowo trzy hipotezy. Hipoteza 5 zakłada, że wczesne zaburzenia mowy są istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki. Hipoteza 6 zakłada, że funkcjonowanie mózdzka jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki. Podobnie hipoteza 7 zakłada, że rodzinne ryzyko dysleksji jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki.

W celu sprawdzenia, czy indywidualne niewyhamowane odruchy pierwotne tworzą analogiczne zależności z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania, stworzono dodatkowe modele mediacyjne z każdym odruchem oddzielnie jako głównym predyktorem trudności szkolnych: odruchem Moro (Bilbilaj i in., 2017; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018, 2020; González i in., 2008; Grzywniak, 2016), TOB (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; González i in., 2008), ATOS (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; González i in., 2008; Jordan-Black, 2005; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; McPhillips i Sheehy, 2004), STOS-Z i STOS-W (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2005; González i in., 2008; Taylor i in., 2004) oraz odruchem Galanta (Bilbilaj i in., 2017; Calvin i Ramli, 2020; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018; Grzywniak, 2016). Postawiono hipotezę 8, że odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta przewidują bezpośrednio i pośrednio (poprzez pośredniczącą rolę koordynacji dużej motoryki) trudności szkolne w zakresie czytania i pisania.

Badanie 1 – DSLD a niewyhamowane odruchy pierwotne

Głównym celem tego badania było testowanie, czy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych różni się w grupie dzieci z DSLD i w grupie dzieci typowo rozwijających się. Przyjęto dwie wstępne hipotezy, że odruchy pierwotne współwystępują i tworzą jeden czynnik oraz że dzieci z grupy DSLD mają niższy poziom przetwarzania fonologicznego niż dzieci typowo rozwijające się. Dwie główne hipotezy badania zakładają, że dzieci z DSLD mają wyższy zbiorczy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych niż dzieci typowo rozwijające się, oraz że każdy odruch oddzielnie (odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta) także ma wyższy poziom niewyhamowania u dzieci z DSLD niż u dzieci typowo rozwijających się.

Dodatkowo przyjęto hipotezy o różnicach wynikających z płci badanych, ich poziomu rozwoju językowego oraz wieku. Założono, że chłopcy mają wyższy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych niż dziewczynki. Przyjęto także, że dzieci z cięższymi objawami DSLD mają większe nieprawidłowości w zakresie zbiorczego hamowania odruchów pierwotnych niż dzieci z łagodniejszymi objawami DSLD, oraz że wszystkie badane odruchy pierwotne (odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta) statystycznie różnią się poziomami w grupach dzieci z DSLD wydzielonych na podstawie ciężkości zaburzenia mowy i języka. Założono także, że u dzieci typowo rozwijających się poziom nasilenia odruchów obniża się z wiekiem, a w grupach dzieci z DSLD (ciężkie i umiarkowane) pozostaje niezmienny.

Dodatkowo, w celu wykonania wstępnych analiz przed badaniem 2, przyjęto hipotezę, że podwyższony poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych jest istotnym predyktorem trudności w zakresie przetwarzania fonologicznego badanego testem powtarzania pseudosłów.

Metoda

Uczestnicy badania

W badaniu wzięło udział łącznie 174 dzieci (132 chłopców i 42 dziewczynki; średni wiek = 7,2 lata; zakres = 4,2–10,6). W grupie DSLD było 75 dzieci (77% chłopcy, 23% dziewczynki), a w grupie z typowym rozwojem (TR) 99 dzieci (75% chłopcy, 25% dziewczynki). Zgodnie ze wstępnymi oświadczeniami rodziców wszystkie dzieci biorące udział w badaniu miały intelekt i słuch w normie, nie miały rozpoznania zaburzeń ze spektrum autyzmu ani urazów mózgu oraz były wyłącznie polskojęzyczne. Wszyscy uczestnicy byli polskiego pochodzenia (rasa kaukaska). Cechy demograficzne, takie jak status społeczno-ekonomiczny i orientacja seksualna, nie były kontrolowane. Badanie prowadzono od września 2018 do czerwca 2019 roku.

Grupa DSLD obejmowała dzieci z rozpoznaniem specyficznego zaburzenia językowego (SLI) lub afazji rozwojowej, które zostało dokonane przez logopedę, ale po wcześniejszej diagnozie medycznej zgodnej z Międzynarodową Klasyfikacją Chorób (ICD-10) (*World Health Organization*, 2009) – ekspresyjne zaburzenie językowe (F80.1) lub mieszane receptywno-ekspresyjne zaburzenie językowe (F80.2). W Polsce trudno jest zdiagnozować dzieci z DSLD ze względu na uwarunkowania prawne dotyczące dodatkowego wsparcia dla dzieci z DSLD w szkole. U dzieci ze znacznymi zaburzeniami mowy i języka diagnozuje się afazję rozwojową, ponieważ jest to jedyna diagnoza dotycząca zaburzeń rozwoju mowy i języka, która pozwala dzieciom uzyskać indywidualny program nauczania i wsparcie terapeutyczne w szkole (nomenklatura zawarta w ustawie oświatowej jest niezgodna z obowiązującą nomenklaturą medyczną). Natomiast u dzieci z łagodniejszymi zaburzeniami rozwojowymi mowy i języka diagnozuje się SLI (termin ten nadal funkcjonuje w polskiej nomenklaturze, choć w literaturze światowej został już wycofany). Zazwyczaj tego typu diagnozy są stawiane

przez logopedów pracujących w państwowych poradniach psychologiczno-pedagogicznych. W obecnym badaniu grupa DSLD obejmowała dzieci z rozpoznaniem afazji rozwojowej, a także SLI. Przydzielenie do grupy DSLD opierało się na dokumentach dostarczonych przez rodziców, jednak nie było możliwe zweryfikowanie profilu zaburzeń mowy i języka konkretnego dziecka. Diagnozy dziecięce nie zawierały wspólnej formuły i nie zawsze przedstawiały poziom funkcjonowania dziecka we wszystkich aspektach rozwoju mowy i języka. W większości przypadków były to tylko zaświadczenia o postawionej diagnozie bez spisu i wyników prób, na podstawie których diagnoza została postawiona.

Dzieci z DSLD były rekrutowane przez logopedów oraz za pośrednictwem postów na Facebooku na grupach wsparcia dla rodziców dzieci z poważnymi deficytami rozwoju mowy i języka. Dzieci te były testowane w obecności rodziców w swoich domach lub w innych miejscach (tj. gabinetach, salach na uniwersytecie SWPS lub w klasach w szkołach) z zapewnieniem warunków chroniących prywatność dziecka. Dzieci typowo rozwijające się były rekrutowane w szkołach i przedszkolach, a ich testy były wykonywane w placówce bez rodziców, również w miejscach gwarantujących prywatność. Procedura testowa zajmowała około 30 minut. Pisemna zgoda rodziców i ustna zgoda dzieci zostały uzyskane przed rozpoczęciem badania każdego z uczestników. Badanie zatwierdziła Komisja ds. Etyki Badań Naukowych Wydziału Psychologii Uniwersytetu Humanistycznospołecznego SWPS w Warszawie (wniosek nr 42/2018). Wszystkie procedury testowe badań zostały przeprowadzone przez autorkę.

Narzędzia

Przetwarzanie fonologiczne badane testem powtarzania pseudosłów

Testy powtarzania pseudosłów (TPP) są czułymi markerami DSLD i trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. Dzieci z DSLD uzyskują słabsze wyniki zarówno w porównaniu z dziećmi typowo rozwijającymi się, jak i młodszymi dziećmi z dopasowanymi umiejętnościami językowymi (Archibald i Gathercole, 2006; Dispaldro i in., 2013; Graf Estes i in., 2007; le Clercq i in., 2017). Testy TPP oceniają interakcje między reprezentacjami fonologicznymi, układem słuchowym, artykulacją, słownictwem i umiejętnościami czytania i pisania (Archibald i Gathercole, 2006). Pseudosłowa to serie fonemów, które nie są identyczne z żadnym słowem w danym języku, ale przypominają je pod względem strukturalnym. Ogólnie rzecz biorąc, im bardziej dana osoba zna typową strukturę słów w danym języku, tym łatwiej jest jej powtarzać sztucznie stworzone słowa.

W niniejszym badaniu zastosowano polski TPP (Szewczyk i in., 2015).

Uczestnikom prezentowano werbalnie 27 bodźców (dwu-, trzy- i czterosylabowe pseudosłowa) jeden po drugim i proszono o ich powtórzenie: TOMNY, NADEK, LICHOĆ, SKFITE, GODZIENIE, DŁONIŁA, PLACKIEMNICH, WYSOKOJEJ, POZUMIONCY, CIONOWISKO, JECHAMOGNIE, ZGOTATKE, BOBYTUFKA, TRUWNYM, POCZYŁ, MOŻONT, RAMEGO, KRUCISKU, TYTECZNIE, PIERAWOWIE, ARAGNIENIA, OTPARASTAK, STRASUPEŁA, DLATECZNYCHY, SZFAŁYMACHAJ, OCZYNUCI, UPSZEDZIEFCZYCH. Badany uzyskiwał 1 punkt za poprawnie powtórzone pseudosłowo i 0 punktów za brak odpowiedzi lub nieprawidłowe powtórzenie. Łącznie można było uzyskać 27 punktów (wynik surowy). Wyniki surowe zostały później przekształcone na staniny odpowiednie dla wieku badanego i to ta miara została wykorzystana w analizach.

Próby odruchów pierwotnych

Aby sprawdzić stopień niewyhamowania odruchów pierwotnych zastosowano próby w oparciu o propozycję Goddard Blythe (2015, 2018). Badany mógł uzyskać od 0 do 4 punktów za każdą próbę, a wyższy wynik wskazywał na silniejszą reakcję odruchową. Testowano sześć odruchów pierwotnych: odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta. Wszystkie próby były zadaniami motorycznymi polegającymi na przyjęciu przez badanego określonej pozycji (stojącej bądź czworaczej) i utrzymaniu ciała w bezruchu podczas trwania procedury zadania. W przypadku odruchów ATOS, STOS-Z i STOS-W był to ruch głowy wykonywany biernie przez badającego, w przypadku TOB ruch głowy czynny wykonywany przez badanego, w przypadku odruchu Moro odchylenie całego ciała do tyłu, a w przypadku odruchu Galanta stymulacja taktylna odcinka lędźwiowego pleców. Opisy procedur oraz punktacja opisane zostały w załączniku A.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu SPSS w wersji 28. Statystyki opisowe zostały obliczone dla wszystkich zmiennych: przetwarzania fonologicznego (TPP), odruchów pierwotnych, odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruchu Galanta. Analizy przeprowadzono w dwóch grupach testowych: dzieci z typowym rozwojem (TR) i dzieci z DSLD, a dodatkowe analizy w trzech grupach: dzieci z typowym rozwojem (TR), dzieci z DSLD (ciężkie) i dzieci z DSLD (umiarkowane). Aby zbadać, czy uzyskane rozkłady różniły się od teoretycznego rozkładu normalnego, przeprowadzono testy Kołmogorowa-Smirnowa. Przeprowadzono analizę korelacji w celu określenia powiązań między zmiennymi. Zastosowano nieparametryczną miarę korelacji rang Spearmana, ponieważ nadaje się ona do stosowania ze zmiennymi, których rozkład

znacznie odbiega od rozkładu normalnego. W celu redukcji wymiarów przeprowadzono analizę czynnikową. Porównując grupy TR i DSLD przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA) w schemacie 2 (Płeć) \times 2 (Grupa). Oceniono efekty główne i interakcje. Poziom istotności ustalono na poziomie $p < 0,05$. Porównania *post hoc* przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego. W ostatnim etapie przeprowadzono analizę regresji związku przetwarzania fonologicznego badanego testem powtarzania pseudosłów (TPP) i odruchów pierwotnych.

Wyniki badania 1

Opis statystyczny

W pierwszym kroku analizy danych obliczone zostały statystyki opisowe wskaźników przetwarzania fonologicznego (TPP), odruchów pierwotnych (odruców) oraz sześciu indywidualnych odruchów pierwotnych: odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruchu Galanta. Obliczono całe spektrum statystyk opisowych: zakres (min-maks), miary tendencji centralnej (średnia) i rozproszenia (odchylenie standardowe), miary położenia (skośność, kurtoza) (tabela 1).

Dodatkowo, aby sprawdzić czy uzyskane rozkłady różnią się od teoretycznego rozkładu normalnego obliczono testy Kołmogorow-Smirnowa, sugerowane w sytuacji prób o relatywnie dużej liczebności (Bedyńska i Książek, 2012). Otrzymane wartości statystyk wykazały, że we wszystkich przypadkach zmienne wykazały istotne rozbieżności od rozkładu normalnego. Statystyka kurtozy obliczona dla wskaźnika przetwarzania fonologicznego i odruchu Moro, wskazała wyraźną platykurtyczność, czyli duże rozproszenie wyników względem średniej. Nie zaobserwowano natomiast cech wyraźnej skośności.

Tabela 1

Statystyki opisowe TPP, odruchów pierwotnych, odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W oraz odruchu Galanta (N = 174)

	<i>R</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Sk</i>	<i>Kurt</i>
TPP	1–9	4,40	2,47	0,06	–1,15
Odruchy	–2,08–2,09	0,00	1,00	0,09	–0,81
Moro	0–4	2,22	1,43	–0,05	–10,35
TOB	0–4	1,86	1,08	0,34	–0,58
ATOS	0–4	1,87	1,04	0,04	–0,87
STOS-Z	0–4	1,69	1,01	–0,07	–0,59
STOS-W	0–4	1,42	1,00	0,60	0,10
Galanta	0–4	1,09	1,28	0,95	–0,33

Adnotacja. *R* = zakres; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *Sk* = skośność; *Kurt* = kurtoza; TPP = przetwarzanie fonologiczne; Odruchy = odruchy pierwotne; Moro = odruch Moro; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS = asymetryczny toniczny odruch szyjny; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście; Galanta = odruch Galanta.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Wyniki analizy czynnikowej

Odruch Galanta został wyłączony z dalszych analiz, ponieważ okazał się najslabiej skorelowany z przetwarzaniem fonologicznym (TPP), $r = 0,249$, $p < 0,001$, oraz pozostałymi odruchami. W celu redukcji wymiarów odruchów pierwotnych i określenia wewnętrznej struktury skali przeprowadzono eksploracyjną analizę czynnikową metodą głównych składowych analizowanych odruchów: odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W. Do określenia liczby czynników użyto kryterium Kaisera, na podstawie którego ustalono, że należy wyodrębnić jeden czynnik, który wyjaśnia 62,1% wariacji

wyników, i który silnie ładują wszystkie uwzględnione odruchy (tabela 2). Wskaźnik powstałej zmiennej odruchy pierwotne (odrucho) został przygotowany za pomocą metody regresyjnej uwzględniającej ładunki czynnikowe poszczególnych odruchów pierwotnych. Wskaźnik może przyjmować zarówno wartości ujemne, jak i dodatnie. Wartości ujemne wskazują, że osoba badana ma wynik poniżej średniej w zakresie poziomu niewyhamowania odruchów, wartości bliskie zero oznaczają wyniki przeciętne, a wartości dodatnie wskazują na wysoki poziom niewyhamowania odruchów.

Tabela 2

Macierz składowych czynnika odruchy pierwotne

Odruch	Ładunek
ATOS	0,830
TOB	0,828
STOS-Z	0,799
STOS-W	0,782
Moro	0,691

Adnotacja. ATOS = asymetryczny toniczny odruch szyjny; TOB = toniczny odruch błędnikowy; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście, Moro = odruch Moro.

Współwystępowanie odruchów pierwotnych

W celu odpowiedzi na pytanie czy istnieje współwystępowanie badanych zmiennych przeprowadzono analizę korelacji (tabela 3). Zastosowano nieparametryczny test korelacji rho Spearmana oparty na rangach, którego właściwości pozwalają na dobre oszacowanie współczynników korelacji w przypadku rozkładów odbiegających w sposób istotny od rozkładu normalnego (Brzeziński, 2001).

Tabela 3

Korelacja przetwarzania fonologicznego (TPP), odruchów pierwotnych, odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruchu Galanta (N = 174)

	1	2	3	4	5	6	7
1 TPP	--						
2 Odruchy	-0,43**	--					
3 Moro	-0,31**	0,69**	--				
4 TOB	-0,33**	0,81**	0,46**	--			
5 ATOS	-0,38**	0,84**	0,55**	0,61**	--		
6 STOS-Z	-0,38**	0,81**	0,39**	0,55**	0,59**	--	
7 STOS-W	-0,34**	0,79**	0,39**	0,62**	0,55**	0,63**	--
8 Galanta	-0,25**	0,42**	0,23**	0,35**	0,35**	0,32**	0,39**

Adnotacja. TPP = przetwarzanie fonologiczne; Odruchy = odruchy pierwotne; Moro = odruch Moro; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS = asymetryczny toniczny odruch szyjny; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście; Galanta = odruch Galanta.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Macierz korelacji wskazuje, że wszystkie wskaźniki były ze sobą skorelowane. Otrzymane współczynniki pokazały, że wraz ze wzrostem sprawności przetwarzania fonologicznego (TPP) umiarkowanie spada poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych, STOS-Z, ATOS, STOS-W, TOB, odruch Moro, a na poziomie słabym również odruch Galanta. Poza opisanymi ujemnymi związkami, wszystkie pozostałe wskaźniki korelowały ze sobą dodatnio, przy czym relatywnie najslabsze współczynniki korelacji ujawniły się pomiędzy nasileniem odruchu Galanta a pozostałymi odruchami.

DSLD i płeć a przetwarzanie fonologiczne (TPP) i odruchy pierwotne

Aby ocenić, czy uczestnicy grup z typowym rozwojem (TR) i z DSLD różnili się pod względem poszczególnych zmiennych (tj. TPP, odruchy pierwotne, odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W), obliczono serię analiz wariancji w schemacie 2 (Grupa) \times 2 (Płeć), co zbiorczo zilustrowano w tabeli 4.

Tabela 4

DSLD i płeć a wszystkie zmienne (TPP, odruchy pierwotne, odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W)

	Efekt główny grupy	Efekt główny płci	Efekt interakcji
TPP	TR > DSLD**	n.i.	n.i.
Odruchy	DSLD > TR**	n.i.	n.i.
Moro	DSLD > TR**	n.i.	n.i.
TOB	DSLD > TR**	n.i.	DSLD (M) > DSLD (K)*** DSLD (M) > TR (M)** DSLD (K) > TR (K)*
ATOS	DSLD > TR**	n.i.	DSLD (M) > TR (M)** TR (K) > TR (M)* DSLD (K) > TR (K)***
STOS-Z	DSLD > TR**	n.i.	DSLD (M) > TR (M)**
STOS-W	DSLD > TR**	n.i.	n.i.

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M =

chłopcy; K = dziewczynki; TPP = przetwarzanie fonologiczne; Odruchy = odruchy

pierwotne; Moro = odruch Moro; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS =

asymetryczny toniczny odruch szyjny; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny

w zgięciu; STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście; n.i. = nie istotne.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,099$.

Szczegółowy opis tych analiz jest przedstawiony w publikacji Matuszkiewicz i Gałkowski (2021), różni się jednak przyjętą wcześniej zbiorczą zmienną niedojrzałość neuromotoryczna, która była sumą wszystkich badanych odruchów, a w obecnej analizie została zastąpiona wyłonionym czynnikiem odruchy pierwotne (odruchy), oraz poszerzona jest o analizy dotyczące odruchu Galanta, które obecnie umieszczono w załączniku C.

Przetwarzanie fonologiczne

Analiza czynnikowa ANOVA porównująca wyniki przetwarzania fonologicznego (TPP) w grupie kontrolnej (TR) i grupie DSLD wykazała istotny efekt główny grupy (tabela 5). Oznacza to, że dzieci w grupie TR miały wyższe wyniki TPP w porównaniu z grupą DSLD ($p < 0,001$). Jednak nie stwierdzono istotnego efektu głównego płci ani efektu interakcji.

Tabela 5

DSLD i płeć a przetwarzanie fonologiczne (TPP)

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	4,30	2,51	0,78	0,380	0,002	n.i.
B	K	4,69	2,32				
I	DSLD	2,27	1,61	161,35	< 0,001	0,486	I < II
II	TR	6,01	1,64				
IA	DSLD (M)	2,21	1,68	0,00	0,987	0,000	n.i.
IB	DSLD (K)	2,47	1,38				
IIA	TR (M)	5,95	1,70				
IIB	TR (K)	6,20	1,44				

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* =

poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego.

Odruchy pierwotne

W analizie różnic międzygrupowych w wynikach odruchów pierwotnych (tabela 6) nie stwierdzono istotnego efektu głównego płci ani efektu interakcji. Jednak dzieci w grupie TR miały istotnie niższe wyniki niż grupa DSLD ($p < 0,001$).

Tabela 6

DSLD i płeć a odruchy pierwotne

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	-0,01	1,02	0,07	0,787	0,000	n.i.
B	K	0,03	0,94				
I	DSLD	0,65	0,87	47,67	< 0,001	0,219	I > II
II	TR	-0,49	0,79				
IA	DSLD (M)	0,69	0,88	2,23	0,137	0,013	n.i.
IB	DSLD (K)	0,51	0,87				
IIA	TR (M)	-0,56	0,76				
IIB	TR (K)	-0,30	0,86				

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego.

Odruch Moro

Identyczny wynik zaobserwowano w pomiarze intensywności odruchu Moro (tabela 7), gdzie poziom odruchu u dzieci w grupie TR był niższy niż w grupie DSLD

($p < 0,001$). Nie stwierdzono istotnego efektu głównego płci ani efektu interakcji obu zmiennych.

Tabela 7

DSLD i płęć a odruch Moro

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	2,20	1,45	0,39	0,536	0,002	n.i.
B	K	2,31	1,35				
I	DSLD	2,83	1,30	19,50	< 0,001	0,103	I > II
II	TR	1,77	1,35				
IA	DSLD (M)	2,79	1,32	0,00	0,996	< 0,001	n.i.
IB	DSLD (K)	2,94	1,25				
IIA	TR (M)	1,73	1,39				
IIB	TR (K)	1,88	1,27				

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego.

Toniczny odruch błędnikowy

Kolejna analiza dotyczyła TOB (tabela 8). W tym przypadku zaobserwowano istotny statystycznie efekt główny grupy, gdzie poziom odruchu u dzieci w grupie TR był niższy niż w grupie DSLD ($p < 0,001$) oraz efekt interakcji. Okazało się, że chłopcy z DSLD uzyskiwali istotnie statystycznie wyżej wyniki w porównaniu do dziewczynek z DSLD ($p = 0,098$ efekt istotny na poziomie trendu) oraz do grupy chłopców typowo rozwijających się ($p < 0,001$). Ponadto, poziom wyników dziewczynek z DSLD był

istotnie statystycznie wyższy w stosunku do dziewczynek z grupy kontrolnej ($p = 0,046$).

Jednak nie stwierdzono istotnego efektu głównego płci.

Tabela 8

DSLD i płęć a toniczny odruch błędnikowy (TOB)

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	1,89	1,13	0,74	0,391	0,004	n.i.
B	K	1,76	0,91				
I	DSLD	2,45	1,00	27,11	< 0,001	0,135	I > II
II	TR	1,41	0,90				
IA	DSLD (M)	2,55	0,99	2,87	0,092	0,014	IA > IB
IB	DSLD (K)	2,12	0,99				IA > IIA
IIA	TR (M)	1,38	0,95				IB > IIB
IIB	TR (K)	1,52	0,77				

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego.

Asymetryczny toniczny odruch szyjny

Kolejna analiza ujawniła istotny statystycznie efekt interakcji płci i grupy w zakresie ATOS (tabela 9). Różnice polegały na tym, że zarówno chłopcy z DSLD, jak i dziewczynki TR, uzyskiwali wyższy poziom niewyhamowanego ATOS w porównaniu do chłopców TR (odpowiednio: $p = 0,031$; $p < 0,001$), a dziewczynki z DSLD uzyskiwały również wyższe średnie wartości w porównaniu do dziewczynek TR ($p = 0,057$ – różnica istotna na poziomie trendu). Jednak nie było istotnego efektu głównego płci.

Tabela 9*DSLSD i płeć a asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS)*

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	1,83	1,06	1,24	0,268	0,006	n.i.
B	K	2,02	0,97				
I	DSLSD	2,43	0,99	25,42	< 0,001	0,127	I > II
II	TR	1,45	0,87				
IA	DSLSD (M)	2,45	1,01	2,86	0,093	0,014	IIA < IIB
IB	DSLSD (K)	2,35	0,93				IA > IIA
IIA	TR (M)	1,34	0,82				IB > IIB
IIB	TR (K)	1,80	0,96				

Adnotacja. DSLSD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą testu Bonferroniego.

Symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu

W celu sprawdzenia wpływu grupy i płci na STOS-Z przeprowadzono kolejną dwuczynnikową analizę wariancji (tabela 10). Rezultat analizy wskazuje na wystąpienie istotnego statystycznie efektu głównego grupy i efektu interakcji. Poziom STOS-Z u dzieci w grupie TR był niższy niż w grupie DSLSD ($p < 0,001$). Testy porównań parami wskazują, że poziom STOS-Z był wyższy u chłopców z DSLSD w porównaniu do chłopców TR ($p < 0,001$). Jednak nie było znaczącego efektu głównego płci.

Tabela 10*DSLD i płeć a symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu (STOS-Z)*

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	1,68	1,01	0,00	0,996	< 0,001	n.i.
B	K	1,71	1,02				
I	DSLD	2,15	0,95	14,23	< 0,001	0,075	I > II
II	TR	1,34	0,91				
IA	DSLD (M)	2,22	0,92	4,28	0,040	0,023	IA > IIA
IB	DSLD (K)	1,88	1,05				
IIA	TR (M)	1,26	0,86				
IIB	TR (K)	1,60	1,00				

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego.

Symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście

Analiza porównująca STOS-W (tabela 11) wykazała istotny statystycznie efekt główny grupy, ale nie wystąpił efekt interakcji ani efekt główny płci. Dzieci z DSLD uzyskiwały wyższe wyniki STOS-W niż dzieci z grupy TR ($p < 0,001$).

Tabela 11*DSLD i płeć a symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście (STOS-W)*

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
A	M	1,42	0,97	0,02	0,883	0,000	n.i.
B	K	1,40	1,11				
I	DSLD	2,01	0,98	46,38	< 0,001	0,214	I > II
II	TR	0,97	0,76				
IA	DSLD (M)	2,00	0,92	0,05	0,818	0,000	n.i.
IB	DSLD (K)	2,06	1,20				
IIA	TR (M)	0,97	0,76				
IIB	TR (K)	0,96	0,79				

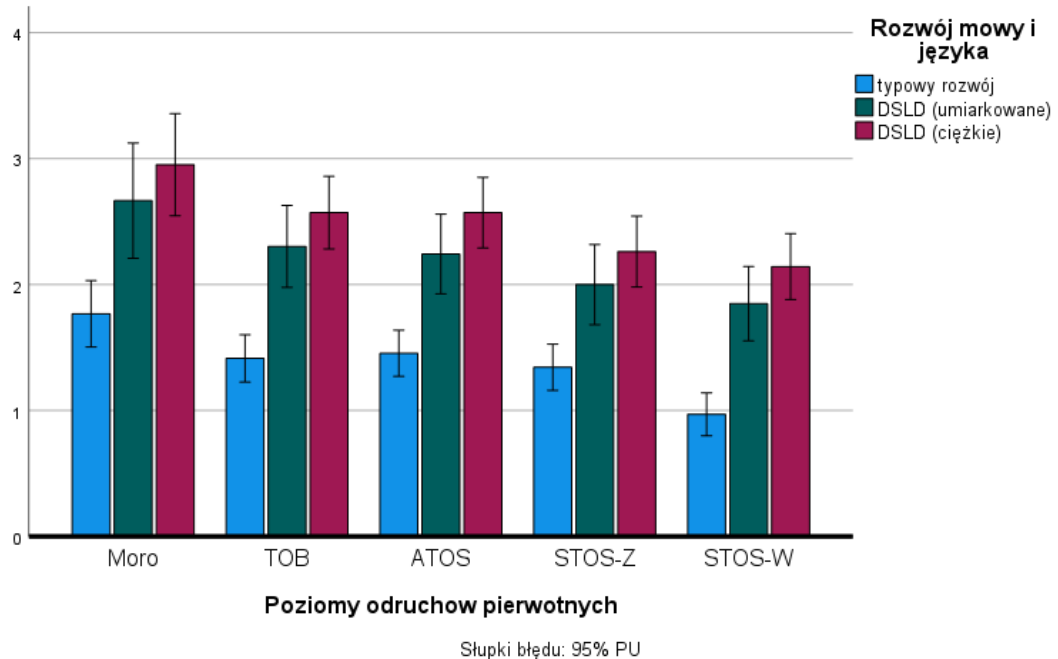
Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne. Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą poprawki Bonferroniego.

Analizy w podziale na trzy grupy

Przeprowadzono dodatkowe analizy, które nie zostały uwzględnione we wcześniejszej publikacji. Wykorzystując ogólny model liniowy (GLM) testowano różnice poziomu odruchów pierwotnych w podziale na trzy grupy: dzieci z DSLD (ciężkie) ($n = 42$), dzieci z DSLD (umiarkowane) ($n = 33$) i dzieci z typowym rozwojem (TR) ($n = 99$).

Rysunek 1

Poziomy niewyhamowanych odruchów pierwotnych w podziale na trzy grupy badawcze: dzieci z typowym rozwojem, dzieci z DSLD (umiarkowane) i dzieci z DSLD (ciężkie)



Test Sidaka wykazał, że na poziomie istotności $p < 0,001$ grupa z TR różni się zarówno od grupy z umiarkowanym, jak i ciężkim DSLD $F(2, 168) = 31,68; p < 0,001; \eta^2 = 0,274$. Nie było istotnych różnic między dwiema grupami dzieci z DSLD. Zaobserwowano natomiast różnice nasilenia poszczególnych odruchów pierwotnych. Przy poprawce Huynh-Feldt $F(5, 840) = 20,82; p < 0,001; \eta^2 = 0,110$. Najsilniejszy jest odruch Moro ($M = 2,22$), który różni się istotnie od trzech odruchów: STOS-Z ($p < 0,001$), STOS-W ($p < 0,001$) i TOB ($p = 0,017$) oraz na poziomie trendu statystycznego od jednego: ATOS ($p = 0,084$). Wszędzie wykazano istotne efekty, ale najsilniejszy okazał się STOS-W $F(2, 168) = 24,94; p < 0,001; \eta^2 = 0,229$, dalej: TOB $F(2, 168) = 15,20; p < 0,001; \eta^2 = 0,153$, ATOS $F(2, 168) = 14,95; p < 0,001; \eta^2 = 0,151$, odruch Moro $F(2, 168) = 10,43; p < 0,001; \eta^2 = 0,110$, STOS-Z $F(2, 168) = 8,41; p < 0,001; \eta^2 = 0,091$.

Wiek a poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych

Aby sprawdzić, czy występują jeszcze inne różnice między dwiema grupami dzieci z DSLD o różnym nasileniu objawów zaburzeń mowy i języka, dokonano pomiaru zależności między wiekiem a odruchami pierwotnymi (odruchy) i poszczególnymi odruchami w podziale na trzy grupy. Jak wynika z tabeli 12, wyliczone statystyki pokazują, że wraz z wiekiem poziom TOB i STOS-W u dzieci z typowym rozwojem nieznacznie obniża się. U dzieci z DSLD (ciężkie) i DSLD (umiarkowane) poziom odruchów pierwotnych i odruchu Moro zmniejszają się wraz z wiekiem, natomiast u dzieci z DSLD (umiarkowane) dodatkowo umiarkowanie obniża się poziom TOB, ATOS i STOS-W.

Tabela 12

Korelacje między wiekiem a odruchem Moro, TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W

	TR	DSLD (ciężkie)	DSLD (umiarkowane)
	Wiek		
Odruchy	-0,16	-0,47**	-0,32*
Moro	0,02	-0,37*	-0,41*
TOB	-0,28**	-0,23	-0,42*
ATOS	0,05	-0,05	-0,47**
STOS-Z	0,01	-0,16	-0,31
STOS-W	-0,25*	-0,18	-0,35*

Adnotacja. DLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój; Odruchy = odruchy pierwotne; Moro = odruch Moro; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS = asymetryczny toniczny odruch szyjny; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Analiza regresji

Wykazano, że grupa dzieci z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka różni się od dzieci z typowym rozwojem pod względem poziomu niewyhamowania odruchów pierwotnych, jednak dodatkowo chciano sprawdzić, czy odruchy mają także związek z przetwarzaniem fonologicznym, które przez niektórych badaczy podawane jest za główną przyczynę trudności szkolnych (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999). W celu sprawdzenia możliwości przewidywania przetwarzania fonologicznego na podstawie występowania niewyhamowanych odruchów pierwotnych przeprowadzono analizę regresji. Zaproponowany model liniowy okazał się być istotny, $F(1, 172) = 43,74$; $p < 0,01$; wyjaśnia on 20% wariacji przetwarzania fonologicznego. Wartość współczynnika b_1 wyniosła $-1,111$; $t(172) = -6,613$; $p < 0,01$. Oznacza to, że wraz ze wzrostem wskaźnika niewyhamowania odruchów pierwotnych przetwarzanie fonologiczne spada na skali znormalizowanej dla wieku dziecka. Przewidywania oparte o linię regresji zakładają przetwarzanie fonologiczne u dziecka bez odruchów pierwotnych na poziomie 4 stanina, czyli na poziomie wyników przeciętnych $t(172) = 26,24$; $p < 0,001$.

Dyskusja badania 1

W pierwszym badaniu programu doktorskiego przyjęto dziewięć hipotez, z czego pięć została potwierdzona, a cztery nie. Potwierdzono dwa wstępne założenia. Pierwsze, że odruchy pierwotne współwystępują i tworzą jeden czynnik, ponieważ wszystkie są wskaźnikiem braku hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki nerwowe (Capute i in., 1982; Malina, 2004). Drugie, że przetwarzanie fonologiczne w grupie dzieci z DSLD jest na niższym poziomie niż w grupie dzieci typowo rozwijających się (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999). Potwierdzono również dwie główne hipotezy badania dotyczące różnicy poziomu niewyhamowanych odruchów pierwotnych

pomiędzy grupą dzieci z DSLD i grupą dzieci typowo rozwijających się. Potwierdzona pierwsza główna hipoteza zakłada, że dzieci z DSLD mają wyższy zbiorczy poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych niż dzieci typowo rozwijające się, a druga główna hipoteza, że taka sama tendencja występuje w przypadku każdego odruchu oddzielnie: odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruchu Galanta.

Dodatkowo potwierdzono hipotezę, że podwyższony poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych jest istotnym predyktorem trudności w zakresie przetwarzania fonologicznego badanego testem powtarzania pseudosłów. Uzyskany wynik pozwolił połączyć bieżące badanie z badaniem 2, ponieważ trudności w zakresie przetwarzania fonologicznego są jednym z predyktorów zarówno zaburzeń rozwoju mowy i języka (Snowling i in., 2003), jak i późniejszych trudności szkolnych (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999).

Nie udało się natomiast potwierdzić hipotez dotyczących różnic pomiędzy chłopcami i dziewczynkami, których spodziewano się na podstawie nielicznych badań dotyczących tego zagadnienia (Gieysztor i in., 2018; McPhillips i Sheehy, 2004), ani różnic pomiędzy dziećmi z DSLD ciężkim i umiarkowanym, które przyjęto na podstawie założenia, że niewyhamowane odruchy pierwotne odzwierciedlają stopień dojrzałości układu nerwowego (Capute i in., 1982, 1984; Goddard-Blythe, 2018, 2020; Malina, 2004). Nie została potwierdzona, ale znacznie zmodyfikowana, hipoteza, że u dzieci typowo rozwijających się poziom nasilenia odruchów obniża się z wiekiem, a w grupach dzieci z DSLD (ciężkie i umiarkowane) pozostaje niezmienny.

Wczesna diagnoza i podjęcie interwencji u dzieci z DSLD ma ogromne znaczenie. Badania wskazują, że jeśli objawy opóźnienia rozwoju mowy i języka nie są osłabione przed wejściem w wiek szkolny, to częściej występują zaburzenia koncentracji uwagi i trudności społeczne (Snowling i in., 2006). Podobnie Marschik i in. (2007) wykazali, że

kompetencje słownikowe w wieku 24 miesięcy są skorelowane z kompetencjami społecznymi. Według Gaines i Missiuna (2007) znaczne deficyty koordynacji u małych dzieci z DSLD nie są niestety łatwo zauważalne aż do wieku przedszkolnego, kiedy to deficyty motoryczne zaczynają wpływać na czynności samoobsługowe i zadania edukacyjne dzieci. Dlatego potwierdzony związek między rozwojem mowy i języka a procesem hamowania odruchów pierwotnych będzie przydatny do wczesnego wykrywania ryzyka DSLD u dzieci, ponieważ nieprawidłowy rozwój motoryczny może być już zaobserwowany we wczesnych miesiącach życia. Tak więc obecność niewyhamowanych odruchów pierwotnych w drugim roku życia powinna być już wyraźną wskazówką, że dziecko wymaga dokładnej diagnozy i zindywidualizowanego dodatkowego wsparcia.

Ponadto badanie wykazało związek między DSLD a deficytami motorycznymi w postaci niewyhamowanych odruchów pierwotnych. Wynik ten potwierdza to, co stwierdzono w licznych wcześniejszych badaniach dotyczących dzieci z DSLD i ich deficytów w różnych zadaniach motorycznych. W badaniu Rintala i in. (1998) 71% dzieci z DSLD spełniało kryteria rozwojowego zaburzenia koordynacji, w porównaniu do zaledwie 5% dzieci z typowym rozwojem. W obecnym badaniu nie udało się jednak potwierdzić motorycznych różnic pomiędzy dziećmi z różnymi nasileniami DSLD. Choć dzieci z typowym rozwojem różniły się zarówno od grupy z umiarkowanym, jak i ciężkim DSLD (z wyjątkiem odruchu Galanta), to dzieci z tych grup nie różniły się między sobą. Wynik ten można interpretować jako umiarkowaną siłę predykcyjną odruchów dla DSLD, które wyjaśniają tylko 20% wariacji przetwarzania fonologicznego, więc nie pozwalają przewidywać tego, czy zaburzenie mowy i języka rozwinie się do ciężkiego poziomu, czy pozostanie umiarkowane. Z drugiej strony według Ross i in. (2018) tylko ekspresyjny język można przewidzieć na istotnym statystycznie poziomie, niezależnie od poziomu

sprawności motorycznej dziecka. Natomiast język receptywny różni się tylko w przypadku umiarkowanych i poważnych opóźnień motorycznych, a nie łagodnych. Ponieważ poziom rozwoju mowy i języka badanej grupy oceniany był na podstawie dostarczonych dokumentów ogólnych, a nie dokładnej analizy, to istnieje prawdopodobieństwo, że różnice dotyczące poziomów odruchów pomiędzy grupami dzieci z DSLD nie zostały zaobserwowane z powodu braku możliwości podzielenia grup na bardziej specyficzne. W związku z tym w przyszłych badaniach należy uwzględnić głębszą analizę zjawiska niewyhamowanych odruchów u dzieci z DSLD, obejmującą szeroki zakres kompetencji językowych dzieci (tj. ekspresji i recepcji).

Od czasu kiedy Bishop i Edmudson (1987) jako pierwsi zauważyli, że dzieci z DSLD mają problemy motoryczne, przybywa coraz więcej dowodów na różnego rodzaju ograniczenia rozwoju motorycznego w tej grupie dzieci (Ullman i Pierpont, 2005; Vuolo i in., 2017; Zelaznik i Goffman, 2010). Autorka uważa, że odruchy pierwotne mogą być podstawową funkcją motoryczną, która łączy wcześniejsze obserwacje dotyczące DSLD i rozwoju motoryki. Wyniki omawianego badania pokazały, że większe nasilenie niewyhamowania odruchów pierwotnych jest związane z niższymi wynikami w teście powtarzania pseudosłów (TPP), czyli niższymi zdolnościami w zakresie przetwarzania fonologicznego. Sugeruje to, że niższy poziom umiejętności językowych wiąże się z większą liczbą niewyhamowanych odruchów pierwotnych, a w związku z tym z większą niedojrzałością neuromotoryczną. Ten związek został potwierdzony na umiarkowanym poziomie dla większości odruchów, czyli odruchu Moro, STOS-Z, STOS-W, ATOS i TOB, oraz na niskim poziomie dla odruchu Galanta. Związek między wynikami TPP i odruchami pierwotnymi jest silniejszy niż związek między wynikami TPP a wynikami każdego odruchu indywidualnie. Uzyskane przez autorkę wyniki sugerują, że zbiór

niewyhamowanych odruchów może być bardziej znaczący dla rozwoju mowy i języka niż pojedyncze nieprawidłowe odruchy.

Dzieci w grupie typowo rozwijającej się miały niższe wyniki w skali wszystkich odruchów, w porównaniu do dzieci z DSLD. Według Goddard Blythe (2018) niewyhamowany odruch Moro i związany z nim akustyczny odruch strzemiączkowy może prowadzić do nadwrażliwości słuchowej. Badanie Ralli i in. (2018) wykazało, że dzieci z nadwrażliwością na dźwięki mają trudności z przypominaniem sobie słów i wypowiadają krótsze zdania, które według Leonarda (2014) są dwiema wspólnymi cechami DSLD. Podobnie odruchy toniczne (TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W) mogą odgrywać ważną rolę w ogólnym rozwoju motorycznym (Goddard Blythe, 2020), co jest niezbędne dla sprawnego funkcjonowania obszarów zgłaszanych jako deficyty u dzieci z DSLD: równowaga (Estil i in., 2003; Fernell i in., 2002), koordynacja ruchowa (Cheng i in., 2009; Hill, 2001), dwustronna koordynacja (Estil i in., 2003; Vukovic i in., 2010; Vuolo i in., 2017) oraz przetwarzanie językowe (Drljan i Vuković, 2019). Inaczej niż w dotychczasowych doniesieniach naukowych, wykazano, że najsłabiej związany z przetwarzaniem fonologicznym jest odruch Galanta, który w literaturze łączony jest z umiejętnościami przetwarzania słuchowego (Goddard Blythe, 2018), które również mogą mieć wpływ na rozwój mowy i języka niektórych dzieci z DSLD (Victorino i Schwartz, 2015). Chociaż wcześniejsze badania wykazały, że dzieci z DSLD mają wyższy wskaźnik nieprawidłowości neurologicznych w porównaniu z rówieśnikami typowo rozwijającymi się (Trauner i in., 2000), to obecne badanie jest pierwszym, które identyfikuje specyficzne odruchy pierwotne, które pozostają niewyhamowane u dzieci z DSLD w porównaniu do ich rówieśników z typowym rozwojem, co może przyczyniać się do ich deficytów zarówno motorycznych, jak i językowych.

W przypadku niektórych odruchów zaobserwowano różnice międzypłciowe. Na przykład chłopcy z typowym rozwojem prezentowali niższe poziomy STOS-Z, TOB i ATOS niż chłopcy z DSLD, podczas gdy dziewczynki z typowym rozwojem różniły się od dziewczynek z DSLD tylko w zakresie TOB i ATOS. Dodatkowo zaobserwowano różnice płciowe w poziomach dwóch odruchów (tj. TOB i ATOS). TOB był wyższy w grupie chłopców z DSLD niż w grupie dziewczynek z DSLD. Odwrotny trend pojawił się w przypadku ATOS u dzieci typowo rozwijających się, to znaczy dziewczynki w tej grupie miały wyższy poziom odruchu niż chłopcy. Autorka spodziewała się, że niektóre odruchy będą wyższe u chłopców niż u dziewczynek. Zostało to jednak potwierdzone tylko w odniesieniu do jednego odruchu (tj. TOB) w grupie dzieci z DSLD i zaobserwowano dokładnie odwrotną tendencję w odniesieniu do jednego odruchu (tj. ATOS) u dzieci z typowym rozwojem, co jest sprzeczne z doniesieniami McPhillips i Sheehy (2004). Możliwe, że trend ten jest związany z częstszym udziałem chłopców niż dziewczynek w zajęciach sportowych (Deaner i in., 2016), co następnie wpływa na rozwój odruchów u dzieci z typowym rozwojem. Niemniej jednak kwestia ta wymaga dalszych badań.

Zgodnie z oczekiwaniami zaobserwowano znaczące różnice w teście powtarzania pseudosłów, który jest nie tylko wskaźnikiem funkcji motorycznych mowy, ale także pokazuje rozwój językowy w szerszej perspektywie uwzględniającej fonologię, słuch, słownictwo oraz umiejętności czytania i pisanie (Archibald i Gathercole, 2006). Dzieci w grupie typowo rozwijającej się osiągnęły wyższe wyniki niż dzieci z DSLD. Analizy wykazały, że dziewczynki i chłopcy nie różnili się w żadnej grupie pod względem przetwarzania fonologicznego badanego testem powtarzania pseudosłów (TPP). Niemniej jednak próba w obecnym badaniu była wyraźnie zmaskulinizowana (75,9% chłopców i 24,1% dziewczynek), co jest zgodne z założeniem, że DSLD częściej występuje

u chłopców niż u dziewczynek (Broomfield i Dodd, 2004). Obecne badanie potwierdziło wcześniejsze wyniki Matuszkiewicz (2016), że przetwarzanie fonologiczne jest ujemnie skorelowane z poziomem niewyhamowanych odruchów pierwotnych, a w analizie regresji odruchy okazały się być predyktorem przetwarzania fonologicznego. Ten wynik jest szczególnie ważny dla dzieci z DSLD. Niskie wyniki w teście powtarzania pseudosłów są wskaźnikiem przetwarzania fonologicznego, ale także są związane z wieloma aspektami rozwoju mowy i języka: fonologiczną pamięcią roboczą (Gathercole i in., 1994), słownictwem (Verhagen i in., 2019), przetwarzaniem słuchowym (Fox i in., 2012), wiedzą leksykalną i subleksyjną (Archibald i Gathercole, 2006).

Niewyhamowane odruchy pierwotne wydają się być ważne dla rozwoju mowy i języka. Badanie potwierdziło, że w grupie dzieci z DSLD poziom tych odruchów był wyższy niż w grupie dzieci typowo rozwijających się. Kwestia związku między mową a językiem oraz rozwojem motorycznym wydaje się tak rozległa i złożona, że obecnie niewiele wiadomo w tej dziedzinie. W związku z tym należy prowadzić dalsze badania w nowym podejściu, które może doprowadzić do znalezienia skutecznych terapii dla dzieci z DSLD. Z jednej strony proponowane badania powinny opierać się na badaniach przeprowadzonych w przeszłości, które wykazały, że dzieci z DSLD charakteryzują się obniżoną sprawnością motoryczną (Ullman i Pierpont, 2005; Vuolo i in., 2017; Zelaznik i Goffman, 2010). Jednak z drugiej strony badania te powinny uwzględnić wcześniejsze badania wskazujące, że specyficzne programy ruchowe wpływające na poziom odruchów pierwotnych są skuteczne we wspieraniu terapii czytania i pisania (McPhillips i in., 2000; Wahlberg i Ireland, 2005), które są umiejętnościami znacząco skorelowanymi z umiejętnościami językowymi. Takie podejście do trudności językowych jest nowatorskie, ponieważ może być okazją do wcześniejszego rozpoznania DSLD,

wcześniejszych interwencji u dzieci z DSLD oraz wdrożenia terapii ruchowej odruchów w celu poprawy funkcjonowania językowego dziecka.

Gdy dziecko dorasta, zauważalny jest statystycznie istotny spadek odruchów pierwotnych, jednak tylko w grupach dzieci z DSLD (ciężkie) i DSLD (umiarkowane), a nie w grupie dzieci z typowym rozwojem. Ponieważ odruchy pierwotne powinny być wyhamowane w pierwszym roku życia (Berne, 2006; Capute i in., 1982, 1984; Trusewicz i Pogorzała, 2020), to wykazany w badaniu brak ich hamowania w wieku przedszkolnym i szkolnym może wskazywać na zakończony proces dojrzewania w tym zakresie u dzieci z typowym rozwojem. Natomiast wyniki uzyskane u dzieci z DSLD mogą wskazywać, że dzieci z zaburzeniami rozwoju mowy i języka mają tendencję do wolniejszego rozwoju układu nerwowego. Podobnie z wiekiem poziomy pojedynczych odruchów dzieci obniżają się bardziej w grupach dzieci z DSLD niż w grupie dzieci typowo rozwijających się. Zauważono również różnice między podgrupami DSLD. Stwierdzono, że zmniejszenie obecności odruchów dotyczy raczej podgrupy dzieci z DSLD (umiarkowane) niż z DSLD (ciężkie). W grupie DSLD (umiarkowane) obecność czterech z pięciu odruchów zmniejszała się wraz z wiekiem dziecka (odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-W), a w grupie DSLD (ciężkie) tylko jeden z nich (odruch Moro). Wyższy poziom odruchów i ich mniejszy spadek w grupie dzieci z DSLD (ciężkie) w porównaniu z dziećmi z grupy DSLD (umiarkowane) może wskazywać nie tylko na wolniejszy rozwój układu nerwowego wśród dzieci w grupie cięższych zaburzeń mowy i języka, ale w rzeczywistości na jego ograniczenia w tym zakresie. Aby to wyjaśnić, konieczne są dalsze badania podłużne. Ta obserwacja jest zgodna z badaniem Houwen i in. (2016), które pokazuje silniejszą korelację między rozwojem motorycznym, poznawczym i językowym u dzieci z niepełnosprawnością rozwojową i intelektualną niż u dzieci z typowym rozwojem.

Ograniczenia badania 1

Ograniczeniem tego badania jest brak znormalizowanych baterii testowych do pomiaru odruchów pierwotnych. Chociaż wyniki dostarczają dowodów na to, że niewyhamowane odruchy pierwotne mogą być znaczącym czynnikiem u dzieci z DSLD, to grupa ta może nie być heterogeniczna pod względem rozwoju mowy i języka. Głównym ograniczeniem w tym badaniu jest brak jasnych kryteriów diagnostycznych i profili językowych dla uczestników. Dlatego konieczne jest prowadzenie dalszych badań nad poziomami odruchów pierwotnych u dzieci z DSLD, zwracając szczególną uwagę na wszystkie funkcje mowy i języka, zarówno ekspresyjne, jak i receptywne.

Celem badania było ustalenie, czy dzieci z DSLD wykazują podwyższony poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych, które mogą być predyktorem słabego przetwarzania fonologicznego, które istotne jest zarówno dla rozwoju mowy i języka, jak i dla nabywania umiejętności czytania i pisania. Polski system diagnozowania dzieci z DSLD nie jest doskonały, więc nie było możliwe wydzielenie podgrup ze względu na specyficzne trudności zgodne z obecnym systemem diagnostycznym. Tak więc, aby uzyskać profil rozwoju językowego dzieci, konieczne będzie przeprowadzenie szerszych testów językowych wszystkich dzieci, a nie tylko testu powtarzania pseudosłów, z którego korzystano. Pomimo tych ograniczeń autorka uważa, że te wykazane zależności są wyjątkowym i innowacyjnym dodatkiem do zrozumienia rozwoju dzieci z DSLD. Badanie przyniosło cenne wyniki dotyczące związku między DSLD a rozwojem motorycznym na najbardziej podstawowym poziomie. Potwierdzenie tych stwierdzeń w przyszłym badaniu z dokładną analizą wszystkich funkcji językowych przybliży głębsze zrozumienie zjawiska DSLD. Autorka ma również nadzieję, że pomoże to diagnozować i leczyć dzieci z tym zaburzeniem na wczesnym etapie.

Badanie 2

W oparciu o wyniki uzyskane w badaniu 1 w tym badaniu skupiono się na zależności trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania od rozwoju motorycznego oraz od jego najbardziej podstawowej formy, jaką są odruchy pierwotne. Na wstępie przyjęto analogiczną jak w badaniu 1 hipotezę, że odruchy pierwotne współwystępują i tworzą jeden czynnik. Następnie badano główne hipotezy.

W modelu regresji hierarchicznej przyjęto, że uwzględniane kolejno zmienne mierzące funkcjonowanie motoryczne (koordynacja dużej motoryki, funkcjonowanie mózdzka i nasilenie niewyhamowanych odruchów pierwotnych) są niezależnymi i istotnymi predyktorami trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania pomimo wcześniejszego uwzględnienia wczesnych zaburzeń mowy i rodzinnego ryzyka dysleksji.

W modelu mediacyjnym postawiono kilka hipotez. Dwie główne hipotezy zakładają, że niewyhamowane odruchy pierwotne przewidują bezpośrednio i pośrednio (poprzez pośredniczącą rolę koordynacji dużej motoryki) trudności szkolne w zakresie czytania i pisania, a koordynacja dużej motoryki jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. Dodatkowo przyjęto hipotezy, że wczesne zaburzenia mowy, funkcjonowanie mózdzka oraz rodzinne ryzyko dysleksji są istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki.

W celu testowania, czy indywidualne niewyhamowane odruchy pierwotne tworzą zależności z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania, postawiono hipotezę, że odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta przewidują bezpośrednio i pośrednio (poprzez pośredniczącą rolę koordynacji dużej motoryki) trudności szkolne w zakresie czytania i pisania.

Metoda

Uczestnicy badania

W badaniu wzięło udział łącznie 626 dzieci (61,2% chłopcy i 38,8% dziewczynki; średni wiek = 9,7 lata; zakres = 4,0–17,9). W tabeli 13 przedstawiono rozkład wieku, a w tabeli 14 rozkład rozwojowych zaburzeń poznawczych osób badanych.

Tabela 13

Wiek osób badanych

	Dziewczynki		Chłopcy		Ogółem	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
4,0–7,6	53	21,8	107	27,9	160	25,6
7,7–9,1	61	25,1	98	25,6	159	25,4
9,2–10,8	58	23,9	95	24,8	153	24,4
10,9–17,9	71	29,2	83	21,7	154	24,6
Ogółem	243	100,0	383	100,0	626	100,0

Adnotacja. *n* = liczba osób badanych; % = procent grupy.

Tabela 14

Rozwojowe zaburzenia poznawcze osób badanych

Zaburzenie	Płeć	<i>n</i>	%
WZM	Dziewczynki	45	18,5
	Chłopcy	130	34,1
	Ogółem	175	28,0
TSz	Dziewczynki	146	67,3
	Chłopcy	259	75,1
	Ogółem	405	72,1

Adnotacja. *n* = liczba osób badanych; % = procent próby; WZM = wczesne zaburzenia mowy; TSz = trudności szkolne w zakresie czytania i pisania.

Badanie prowadzono od października 2018 do lipca 2021 roku. Uczestnicy byli rekrutowani za pośrednictwem postów na Facebooku umieszczanych przez autorkę oraz współpracujących z nią terapeutów uczących się metody stymulacji i hamowania odruchów pierwotnych INPP. Wszystkie osoby współpracujące zostały przeszkolone przez autorkę z poprawnego oceniania zadań podczas czterodniowego szkolenia. W ramach treningu osoby współpracujące testowały dorosłych i dzieci, wspólnie oceniały wyniki, oglądały nagrania badanych dzieci i na ich podstawie uczyły się oceniać zadania.

Rodzice badanych w obecności badacza odpowiadali na pytania przesiewowego kwestionariusza INPP, natomiast dzieci wykonywały próby motoryczne, które zajmowały około jednej godziny. Badani i ich rodzice zostali poinformowani, że w każdej chwili mogą przerwać badanie w celu zaspokojenia potrzeb fizjologicznych lub odpoczynku, bądź mogą wycofać się z badania bez podawania przyczyny. Zgodnie z informacjami dostarczonymi przez rodziców, wszystkie dzieci miały intelekt w granicach normy, nie miały diagnozy ASD i nie miały nabytych urazów mózgu lub chorób neurologicznych. Wszyscy uczestnicy byli polskiego pochodzenia (rasa kaukaska). Cechy demograficzne, takie jak status społeczno-ekonomiczny i orientacja seksualna, nie były kontrolowane. Dzieci były badane w obecności rodziców w ich domach lub w innych miejscach (tj. gabinetach terapeutycznych lub w salach przedszkolnych lub szkolnych), przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony prywatności dziecka. Pisemna zgoda rodziców i ustna zgoda dzieci zostały uzyskane przed uczestnictwem w badaniu. Badanie zostało zatwierdzone przez Komisję ds. Etyki Badań Naukowych Wydziału Psychologii Uniwersytetu Humanistycznospołecznego SWPS w Warszawie (wniosek nr 41/2021).

Narzędzia

Rodzice badanych dzieci ustnie odpowiadali na pytania przesiewowego kwestionariusza INPP (pytania dotyczące wczesnego rozwoju oraz funkcjonowania w wieku szkolnym, z których wyselekcjonowano pytania, na których istotność dla TSz wskazywał przegląd literatury). Wyselekcjonowano sześć pytań do analizy w badaniu, które stworzyły trzy zmienne: trudności szkolne w zakresie czytania i pisania (TSz), wczesne zaburzenia mowy (WZM) i rodzinne ryzyko dysleksji (RRDysl.). Zmienną TSz utworzono z czterech pytań kwestionariusza: *Czy w ciągu pierwszych dwóch lat edukacji szkolnej dziecko miało trudności z nauką czytania?*; *Czy w ciągu pierwszych dwóch lat edukacji szkolnej dziecko miało trudności z nauką pisania lub miało trudności z nauką liter pisanych lub łączeniem liter?*; *Czy dziecko popełnia liczne błędy podczas przepisywania z książki lub tablicy?*; *Czy podczas pisania wypracowań lub robienia notatek dziecko sporadycznie odwraca litery albo opuszcza litery lub słowa?*

Rozwój motoryczny badano w trzech blokach: odruchy pierwotne (TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W, odruch Moro i odruch Galanta), koordynacja dużej motoryki (10 prób: Maszerowanie i obrót, Chodzenie na palcach do przodu, Chodzenie na palcach do tyłu, Chodzenie na zewnętrznych krawędziach stóp do przodu, Chodzenie na zewnętrznych krawędziach stóp do tyłu, Chodzenie slalomem do przodu, Chodzenie slalomem do tyłu, Chodzenie na piętach, Podskakiwanie na jednej nodze, Lajkonik) i funkcjonowanie mózdzka (6 prób: Pięta na goleni – lewa na prawej, Pięta na goleni – prawa na lewej, Zbliżanie koniuszków palców – oczy otwarte, Zbliżanie koniuszków palców – oczy zamknięte, Palec do nosa – oczy otwarte, Palec do nosa – oczy zamknięte). Próby motoryczne zaczerpnięto z Neurorozwojowej oceny diagnostycznej INPP, która jest nienormalizowaną baterią prób rozwojowych badającą funkcjonowanie wzrokowo-motoryczne dziecka. Opisy procedur oraz punktacja opisane zostały w załączniku B.

Analiza statystyczna

Analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu SPSS w wersji 28.0, mediacji przy użyciu SPSS w wersji 28.0 i makro Process w wersji 4.1 (Hayes, 2022) w modelu nr 4. Istotność statystyczną efektów mediacji analizowano w oparciu o metodę bootstrappingu przy 10 000 losowań. Poziom istotności ustalono na poziomie $p < 0,05$. Statystyki opisowe zostały obliczone dla wszystkich zmiennych. Aby zbadać, czy uzyskane rozkłady różniły się od teoretycznego rozkładu normalnego, przeprowadzono testy Kołmogorowa-Smirnowa. Przeprowadzono analizę korelacji w celu określenia powiązań między zmiennymi. Zastosowano nieparametryczną miarę korelacji rang Spearmana, ponieważ nadaje się ona do stosowania ze zmiennymi, których rozkład znacznie odbiega od rozkładu normalnego (Brzeziński, 2001). W celu redukcji wymiarów przeprowadzono analizę czynnikową. W celu oceny związku TSz z pozostałymi zmiennymi przeprowadzono hierarchiczną analizę regresji oraz analizę mediacji.

Wyniki

Statystyki opisowe

W pierwszym kroku analizy danych obliczone zostały statystyki opisowe analizowanych zmiennych: trudności szkolnych (TSz), wczesnych zaburzeń mowy (WZM), rodzinnego ryzyka dysleksji (RRDysl.), koordynacji dużej motoryki (koordynacja), funkcjonowania mózdzka (mózdzek), odruchów pierwotnych (odruchy), odruchu Moro (Moro), tonicznego odruchu błędnikowego (TOB), asymetrycznego tonicznego odruchu szyjnego (ATOS), symetrycznego tonicznego odruchu szyjnego w zgięciu (STOS-Z), symetrycznego tonicznego odruchu szyjnego w wyproście (STOS-W) i odruchu Galanta (Galanta). Obliczono całe spektrum statystyk opisowych:

zakres (min-maks), miary tendencji centralnej (średnia) i rozproszenia (odchylenie standardowe), miary położenia (skośność, kurtoza) (tabela 15).

Tabela 15

Statystyki opisowe trudności szkolnych, wczesnych zaburzeń mowy, rodzinnego ryzyka dysleksji, koordynacji dużej motoryki, funkcjonowania mózdzka, odruchów pierwotnych, odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruchu Galanta (N = 626)

	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Sk</i>	<i>Kurt</i>
TSz	562	0–5	1,95	1,56	0,06	–1,48
WZM	624	0–1	0,28	0,45	0,98	–1,04
RRDysl.	621	0–1	0,34	0,47	0,69	–1,52
Koordinacja	595	0–39	16,25	8,82	0,17	–0,77
Mózdzek	614	0–4	1,33	0,92	0,50	–0,54
Odruchy	610	–1,72–2,78	0,00	1,00	0,45	–0,47
Moro	616	0–4	2,21	1,5	–0,13	–1,49
TOB	624	0–4	1,17	0,91	0,52	–0,35
ATOS	621	0–4	1,53	0,98	0,32	–0,65
STOS-Z	625	0–4	1,26	1,10	0,62	–0,31
STOS-W	625	0–4	1,37	1,10	0,46	–0,58
Galanta	625	0–4	0,83	1,13	1,20	0,40

Adnotacja. *N* = liczba badanych; *R* = zakres; *M* = średnia; *SD* = odchylenie standardowe;

Sk = skośność; *Kurt* = kurtoza; TSz = trudności szkolne; WZM = wczesne zaburzenia

mowy; RRDysl. = rodzinne ryzyko dysleksji; koordynacja = koordynacja dużej motoryki;

mózdzek = funkcjonowanie mózdzka; odruchy = odruchy pierwotne; Moro = odruch

Moro; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS = asymetryczny toniczny odruch

szyjny; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; STOS-W =

symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście; Galanta = odruch Galanata.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Dodatkowo, aby sprawdzić czy uzyskane rozkłady różnią się od teoretycznego rozkładu normalnego obliczono testy Kołmogorow-Smirnowa, sugerowane w sytuacji prób o relatywnie dużej liczebności (Bedyńska i Książek, 2012). Otrzymane wartości statystyk wykazały, że we wszystkich przypadkach z wyjątkiem odruchu Galanta zmienne wykazały istotne rozbieżności od rozkładu normalnego. Statystyka kurtozy obliczona dla tych zmiennych, wskazała wyraźną platykurtyczność, czyli duże rozproszenie wyników względem średniej. Nie zaobserwowano natomiast cech wyraźnej skośności w przypadku wszystkich zmiennych z wyjątkiem odruchu Galanta, który wykazał rozkład dodatnio skośny, co oznacza, że większość wyników jest poniżej średniej dla badanej grupy.

W tabeli 16 przedstawiono wartości współczynników korelacji analizowanych zmiennych. Zastosowano nieparametryczną miarę korelacji rang Spearmana. Otrzymano istotne statystycznie dodatnie korelacje pomiędzy większością analizowanych zmiennych z wyjątkiem korelacji pomiędzy rodzinnym ryzykiem dysleksji (RRDysl.) a większością odruchów (odruchem Moro, STOS-Z, STOS-W i odruchem Galanta) oraz pomiędzy odruchem Galanta a wczesnymi zaburzeniami mowy (WZM), które były nieistotne statystycznie. Ponadto odruch Galanta został wyłączony z dalszych analiz, ponieważ okazał się najslabiej skorelowany z innymi ważnymi zmiennymi w modelu: z trudnościami szkolnymi (TSz), $r = 0,091$, $p = 0,032$, z koordynacją dużej motoryki (koordynacja), $r = 0,183$, $p < 0,001$, z funkcjonowaniem mózdzka (mózdzek), $r = 0,209$, $p < 0,001$. Analizy dotyczące odruchu Galanta umieszczono w Załączniku C.

Tabela 16

Statystyki opisowe dla analizowanych zmiennych przedziałowych oraz wartości współczynników korelacji

Zmienne	N	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. TSz	562	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. WZM	624	0,228**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. RRDysl.	621	0,303**	0,120**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Koordynacja	595	0,328**	0,296**	0,147**	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Mózdzek	614	0,220**	0,197**	0,116**	0,527**	-	-	-	-	-	-	-
6. Odruchy	609	0,265**	0,208**	0,094*	0,569**	0,508**	-	-	-	-	-	-
7. Moro	616	0,089*	0,111**	-0,025	0,319**	0,268**	0,486**	-	-	-	-	-
8. TOB	624	0,230**	0,192**	0,100*	0,485**	0,417**	0,771**	0,289**	-	-	-	-
9. ATOS	621	0,268**	0,180**	0,106**	0,517**	0,536**	0,764**	0,249**	0,530**	-	-	-
10. STOS-Z	625	0,209**	0,147**	0,074	0,367**	0,353**	0,851**	0,287**	0,521**	0,502**	-	-
11. STOS-W	625	0,194**	0,186**	0,059	0,429**	0,335**	0,852**	0,280**	0,522**	0,499**	0,762**	-
12. Galanta	625	0,091*	0,036	0,042	0,183**	0,209**	0,280**	0,083*	0,224**	0,239**	0,257**	0,191**

Adnotacja. M = wartość średnia; SD = odchylenie standardowe; TSz = trudności szkolne; WZM = wczesne zaburzenia mowy; RRDysl. = rodzinne ryzyko dysleksji; koordynacja = koordynacja dużej motoryki; mózdzek = funkcjonowanie mózdzka; odruchy = odruchy pierwotne; Moro = odruch Moro; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS = asymetryczny toniczny odruch szyjny; STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście; Galanta = odruch Galanta. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Wyniki analizy czynnikowej

W celu redukcji wymiarów odruchów pierwotnych i określenia wewnętrznej struktury skali przeprowadzono eksploracyjną analizę czynnikową metodą głównych składowych analizowanych odruchów: odruchu Moro, TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W. W celu ujednolicenia zmiennych wszystkie wyniki odruchów badanych więcej niż jedną próbą zostały zrekodowane na skalę pięciostopniową od 0 do 4. Do określenia liczby czynników użyto kryterium Kaisera, na podstawie którego ustalono, że należy wyodrębnić jeden czynnik, który wyjaśnia 57% wariacji wyników, i który silnie ładują wszystkie uwzględnione odruchy (tabela 17). Wskaźnik powstałej zmiennej odruchy pierwotne (odruchy) został przygotowany za pomocą metody regresyjnej uwzględniającej ładunki czynnikowe poszczególnych odruchów pierwotnych. Wskaźnik może przyjmować zarówno wartości ujemne, jak i dodatnie. Wartości ujemne wskazują, że osoba badana ma wynik poniżej średniej w zakresie poziomu niewyhamowania odruchów, wartości bliskie zero oznaczają wyniki przeciętne, a wartości dodatnie wskazują na wysoki poziom niewyhamowania odruchów.

Tabela 17

Macierz składowych czynnika odruchy pierwotne

Odruch	Ładunek
STOS-W	0,852
STOS-Z	0,851
TOB	0,771
ATOS	0,764
Moro	0,486

Adnotacja. STOS-W = symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście, STOS-Z = symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu; TOB = toniczny odruch błędnikowy; ATOS = asymetryczny toniczny odruch szyjny; Moro = odruch Moro.

Wyniki analizy regresji hierarchicznej

Przeprowadzono pięciostopniową hierarchiczną analizę regresji w celu zidentyfikowania czynników przewidujących trudności szkolne (TSz) (tabela 18).

Tabela 18

Wyniki analizy hierarchicznej analizy regresji TSz

		R2	R2-zmiana	F-zmiana	Beta_in	Beta_fin
1	WZM	0,055	0,055	30,12***	0,23***	0,13**
2	RRDysl.	0,136	0,081	48,26***	0,29***	0,25***
3	Móździek	0,161	0,025	15,42***	0,16***	0,02
4	Koordinacja	0,196	0,035	22,71***	0,23***	0,18***
5	Odruchy	0,203	0,007	4,69*	0,11*	0,11*

Adnotacja. R2 = współczynnik determinacji; R2-zmiana = zmiana procenta wyjaśnianej

wariancji po wprowadzeniu predyktora; F-zmiana = analiza wariancji zmiany

po wprowadzeniu nowego predyktora; Beta_in = wejściowy standaryzowany

współczynnik regresji; Beta_fin = standaryzowany współczynnik regresji

po wprowadzeniu wszystkich predyktorów; TSz = trudności szkolne; WZM = wczesne

zaburzenia mowy; RRDysl. = rodzinne ryzyko dysleksji; móździek = funkcjonowanie

móźdzka; koordynacja = koordynacja dużej motoryki; odruchy = odruchy pierwotne.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Predyktory wprowadzono w następujący sposób: krok 1 obejmował wczesne zaburzenia mowy (WZM), które w literaturze przedmiotu są szeroko omawiane i podawane jako predyktor późniejszych trudności szkolnych (TSz) w od 53% (McArthur i in., 2000) do aż 70% przypadków (Catts i in., 1999); krok 2 obejmował rodzinne ryzyko dysleksji (RRDysl.), które wiąże się zarówno z zaburzeniami rozwoju mowy, jak i późniejszymi trudnościami szkolnymi, które rozwijają się pełnoobjawowo u 42%–66%

dzieci z RRDysl. (Snowling i in., 2003, 2007); krok 3 obejmował funkcjonowanie mózdzka (mózdzek), którego łagodna dysfunkcja podawana są przez niektórych badaczy jako możliwa przyczyna trudności szkolnych (Fawcett i in., 1996, 2001; Nicolson i Fawcett, 2006; Nicolson i in., 1999), choć nie jako wyłączna przyczyna tych trudności (Stoodley i Stein, 2013), ponieważ ani nie wszystkie dzieci z trudnościami szkolnymi wykazują cechy dysfunkcji mózdzka, ani nie wszyscy pacjenci z uszkodzeniem mózdzka mają trudności w zakresie czytania i pisania; krok 4 obejmował koordynację dużej motoryki (koordynacja), której zaburzenia występują u około 60% dzieci z trudnościami szkolnymi (Kaplan i in., 1998; Ramus, Pidgeon i Frith, 2003); a krok 5 obejmował niewyhamowane odruchy pierwotne (odruchy). Odruchy wprowadzono na końcu, aby wykazać, że nawet jeśli uwzględnimy w poprzedzających krokach znane z literatury predyktory, to odruchy w sposób istotny będą dodatkowo przewidywać trudności szkolne. Wyniki analizy regresji związane ze zmiennymi niezależnymi przewidującymi TSz przedstawiono w tabeli 18. W pierwszej kolumnie jest sumaryczna proporcja wariancji wyjaśnionej przez dotychczas wprowadzone predyktory. W drugiej kolumnie jest proporcja dodatkowej wariancji wyjaśnionej (przy pomnożeniu przez 100 jest to procent wariancji) przez wprowadzenie dodatkowego predyktora. Trzecia kolumna (test F) wskazuje, czy nowo wprowadzony predyktor jest istotny w trakcie jego wprowadzania (każdy nowy predyktor dodaje jakąś wariancję wyjaśnioną, ale ta nowa wyjaśniona wariancja może być na tyle mała, że jest nieistotna). Czwarta kolumna zawiera standaryzowany współczynnik beta danego predyktora w momencie wprowadzania, zaś piąta kolumna zawiera współczynnik beta i jego istotność w końcowym rozwiązaniu po wprowadzeniu wszystkich predyktorów.

Pierwszy predyktor – WZM – istotnie wyjaśniał 5,5% wariancji w TSz ($F = 30,12$, $p < 0,001$). Drugi predyktor – RRDysl. – istotnie wyjaśnił dodatkowe 8,1% wariancji

w TSz ($F = 48,26, p < 0,001$). Trzeci predyktor – mózdzek – istotnie wyjaśnił dodatkowe 2,5% wariacji w TSz ($F = 15,42, p < 0,001$). Czwarty predyktor – koordynacja – istotnie wyjaśnił dodatkowe 3,5% wariacji w R2 ($F = 22,71, p < 0,01$). Natomiast piąty predyktor – odruchy – też dodatkowo objaśnił 0,9% wariacji w TSz ($F = 4,69, p = 0,031$).

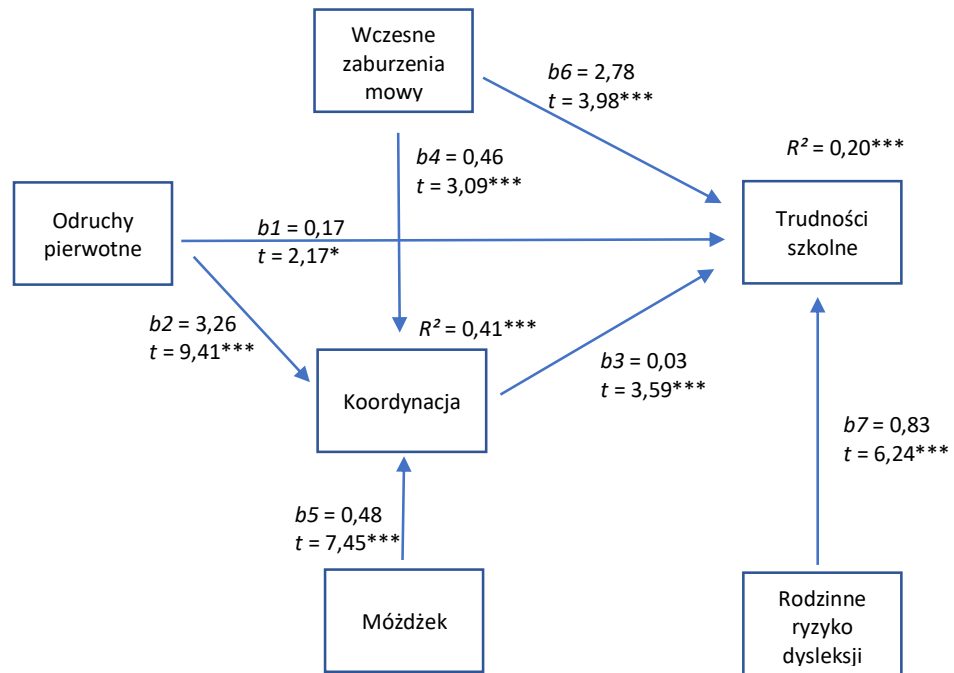
Ten przyrost wariacji poprzez wprowadzenie odruchów jest niewielki, lecz warto podkreślić, że jest on jednak istotny nawet po uprzednim uwzględnieniu czterech ważnych predyktorów TSz. Łącznie pięć wprowadzonych predyktorów objaśniło 20,3% wariacji w TSz. Jak widać z powyższego opisu wszystkie predyktory dodawały istotną wartość wariacji wyjaśnionej w momencie wprowadzania i tylko jeden predyktor (mózdzek) przestał być istotny po wprowadzeniu wszystkich predyktorów do modelu hierarchicznej analizy regresji.

Wyniki analizy mediacji

Aby zgłębić zależności pomiędzy zmiennymi istotnymi statystycznie w pięciostopniowym modelu regresji hierarchicznej analizowano je za pomocą analizy mediacji. Początkowo przeanalizowano główny model analizy mediacji ze współzmiennymi, w którym nasilenie trudności szkolnych (TSz) analizowano jako zmienną wyjaśnianą, odruchy pierwotne (odruchy), jako zmienną wyjaśniającą, trudności koordynacji dużej motoryki (koordynacja) analizowano jako mediator zależności pomiędzy odruchami a nasileniem TSz, a wczesne zaburzenia mowy (WZM), funkcjonowanie mózdzka (mózdzek) i rodzinne ryzyko dysleksji (RRDysl.) jako współzmiennie (rys. 2), który jest główną hipotezą mediacyjną badania (omówioną w części teoretycznej). W kolejnych modelach zamiast odruchów analizowano jako zmienną wyjaśniającą pojedyncze odruchy pierwotne (rys. 3–7).

Rysunek 2

Model 1 – schemat analizowanych zależności pomiędzy odruchami pierwotnymi a TSz mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.



Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

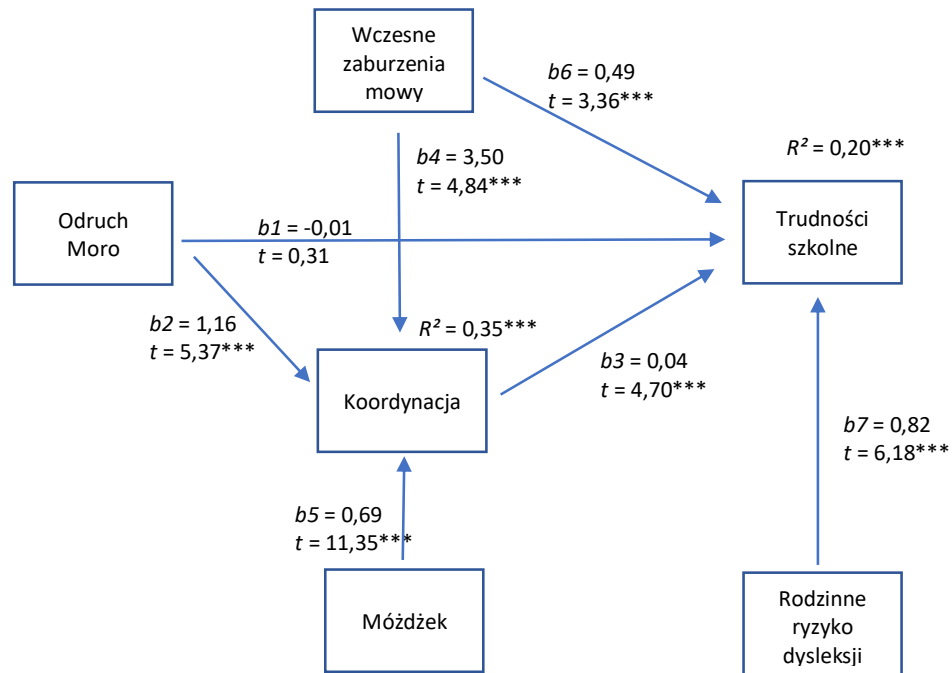
W modelu pierwszym stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy odruchami a nasileniem TSz, $95\%B=[0,13; 0,42]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy odruchami a nasileniem TSz, $95\%B=[0,05; 0,18]$. Wykazano istotną statystycznie zależność zarówno pomiędzy mediatorem – koordynacją dużej motoryki a głównym predyktorem – odruchami pierwotnymi ($B = 3,26$, $p < 0,001$, $[2,58; 3,94]$), jak i pomiędzy mediatorem – koordynacją a zmienną zależną – trudnościami szkolnymi ($B = 0,03$, $p < 0,001$, $[0,02; 0,05]$). Stwierdzono także istotne statystycznie zależności od współzmiennych. Mózdzek wykazał istotną statystycznie zależność z koordynacją, $95\%B=[0,35; 0,61]$, jednak brak takowej z TSz, $95\%B=[-0,02; 0,03]$, co potwierdza

doniesienia, że funkcjonowanie mózdzka nie może być bezpośrednią przyczyną TSz (zob. Stoodley i Stein, 2013). Zgodnie z oczekiwaniami wynikającymi z przeglądu literatury zaobserwowano istotne statystycznie zależności pomiędzy WZM a zarówno koordynacją, $95\%B=[1,41; 4,15]$, jak i nasileniem TSz, $95\%B=[0,17; 0,75]$ oraz pomiędzy RRDysl. a nasileniem TSz, $95\%B=[0,57; 1,09]$. Bezpośrednia zależność pomiędzy odruchami a TSz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych była istotna statystycznie, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji częściowej. Analizowane zmienne wyjaśniały 20,3% wariancji TSz.

W celu sprawdzenia, które konkretnie odruchy mają mediowaną przez koordynację zależność z TSz przeprowadzono analogiczne analizy, jak w pierwszym modelu, jednak w miejsce odruchów, jako predyktor analizowana indywidualne odruchy pierwotne. W modelu drugim jako predyktor analizowany był odruch Moro (rys. 3). Stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy odruchem Moro a nasileniem TSz, $95\%B=[0,02; 0,08]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy odruchem Moro a nasileniem TSz, $95\%B=[0,02; 0,06]$. Nie stwierdzono natomiast istotnej statystycznie bezpośredniej zależności pomiędzy odruchem Moro a nasileniem TSz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji całkowitej. Związki pomiędzy pozostałymi zmiennymi okazały się być analogiczne, jak w modelu pierwszym. Analizowane zmienne wyjaśniały 19,7% wariancji TSz.

Rysunek 3

Model 2 – schemat analizowanych zależności pomiędzy odruchem Moro a TSz mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.

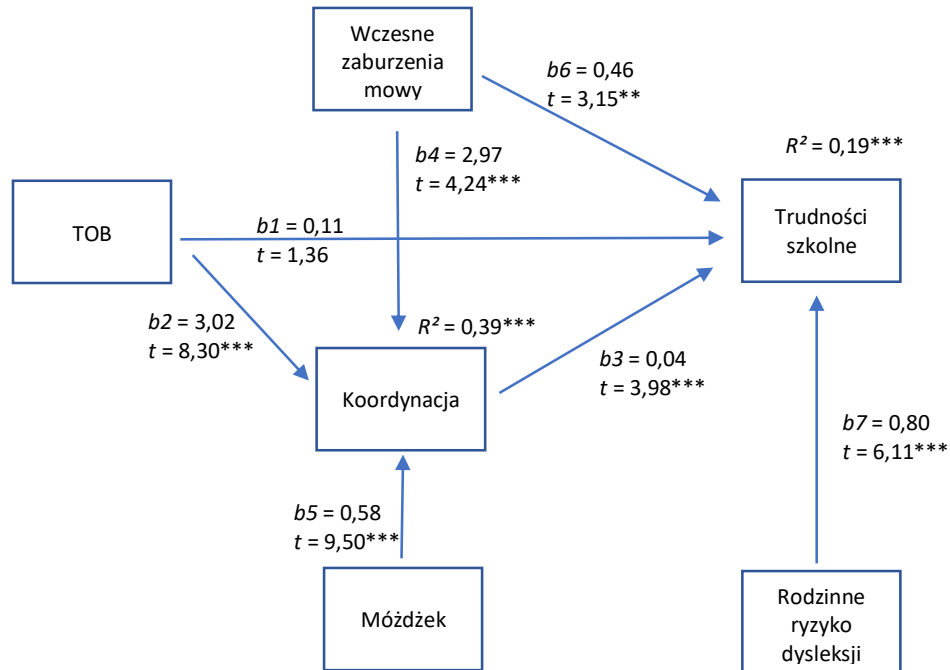


Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

W modelu trzecim jako predyktor analizowany był TOB (rys. 4). Stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy TOB a nasileniem Tsz, $95\%B=[0,05; 0,18]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy TOB a nasileniem Tsz, $95\%B=[0,02; 0,05]$. Nie stwierdzono natomiast istotnej statystycznie bezpośredniej zależności pomiędzy TOB a nasileniem Tsz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji całkowitej. Związki pomiędzy pozostałymi zmiennymi okazały się być analogiczne, jak we wcześniejszych modelach. Analizowane zmienne wyjaśniały 19,4% wariacji Tsz.

Rysunek 4

Model 3 – schemat analizowanych zależności pomiędzy TOB a TSz mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.

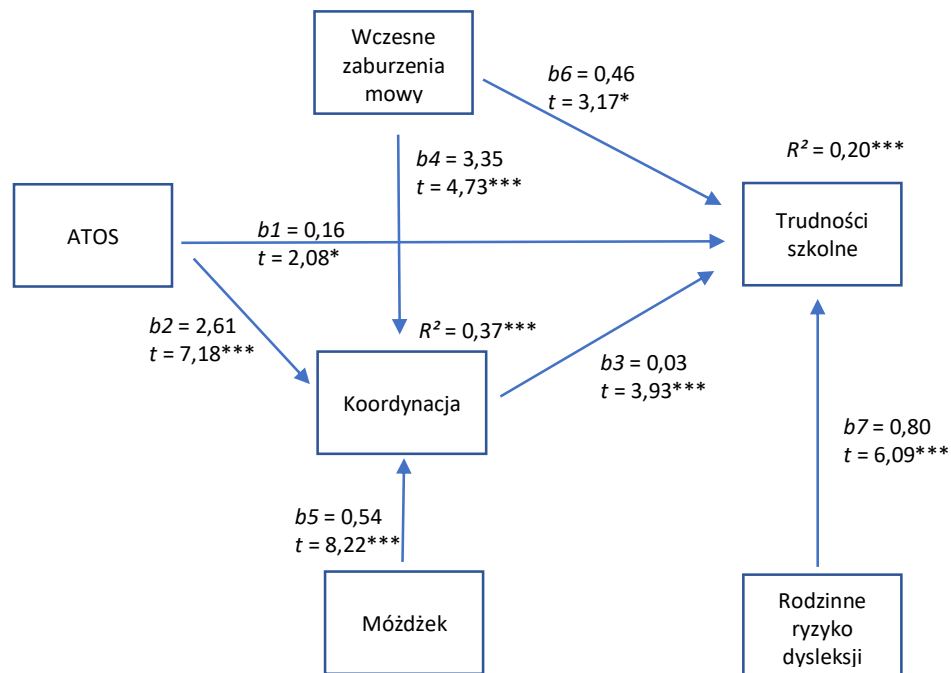


Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

W modelu czwartym jako predyktor analizowany był ATOS (rys. 5). Stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy ATOS a nasileniem TSz, $95\%B=[0,04; 0,15]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy ATOS a nasileniem TSz, $95\%B=[0,02; 0,05]$. Stwierdzono także istotną statystycznie bezpośrednią zależność pomiędzy ATOS a nasileniem TSz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych, $95\%B=[0,01; 0,31]$, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji częściowej. Związki pomiędzy pozostałymi zmiennymi okazały się być analogiczne, jak we wcześniejszych modelach. Analizowane zmienne wyjaśniały 19,9% wariancji TSz.

Rysunek 5

Model 4 – schemat analizowanych zależności pomiędzy ATOS a TSz, mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.

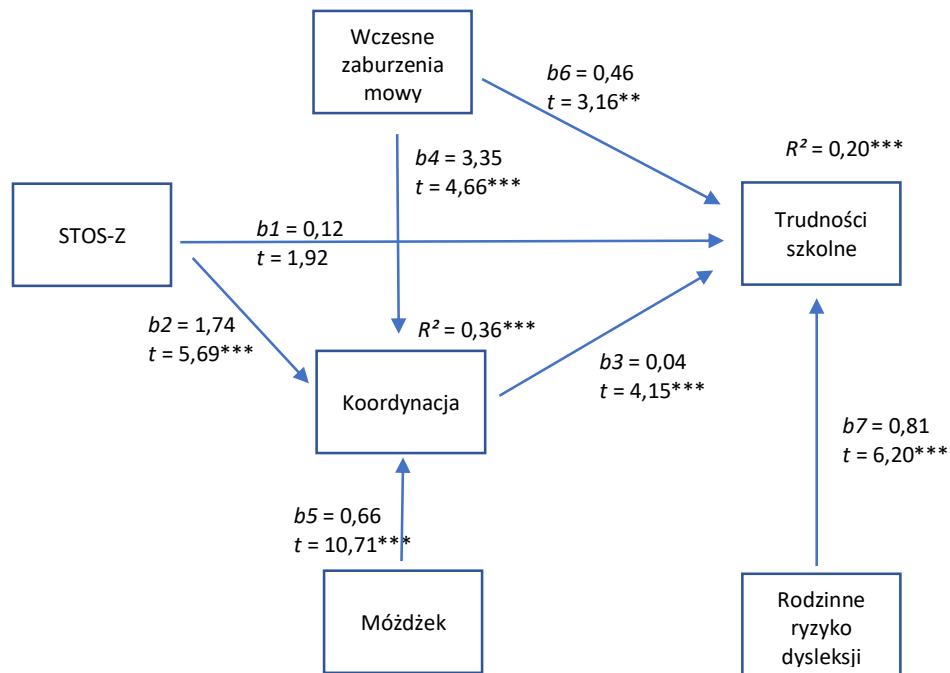


Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

W modelu piątym jako predyktor analizowany był STOS-Z (rys. 6). Stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy STOS-Z a nasileniem TSz, $95\%B=[0,03; 0,11]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy STOS-Z a nasileniem TSz, $95\%B=[0,02; 0,05]$. Nie stwierdzono natomiast istotnej statystycznie bezpośredniej zależności pomiędzy STOS-Z a nasileniem TSz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji całkowitej. Związki pomiędzy pozostałymi zmiennymi okazały się być analogiczne, jak we wcześniejszych modelach. Analizowane zmienne wyjaśniały 19,7% wariacji TSz.

Rysunek 6

Model 5 – schemat analizowanych zależności pomiędzy STOS-Z a TSz mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.

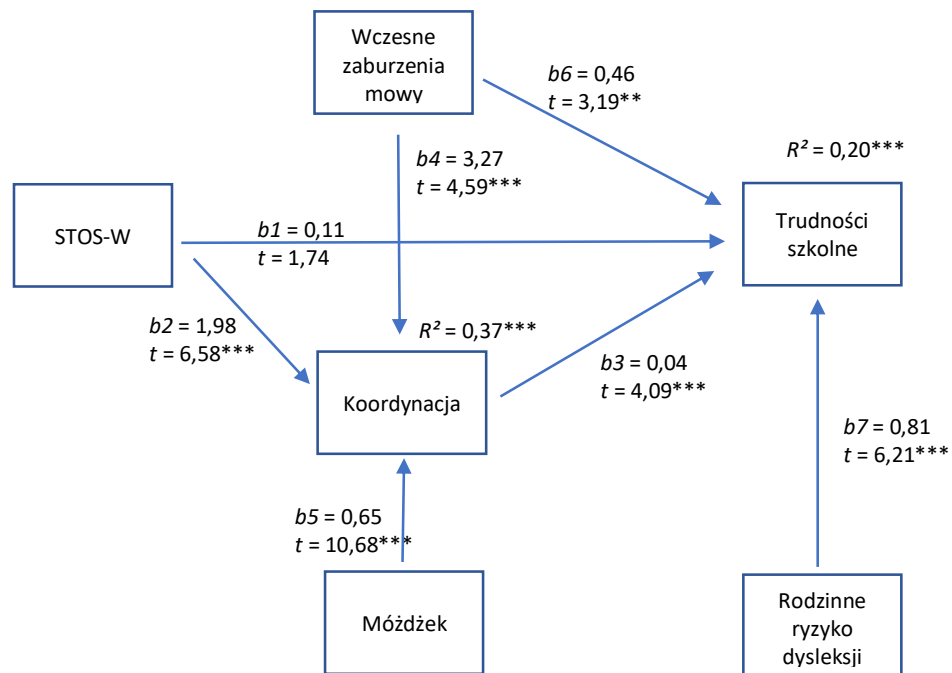


Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

W modelu szóstym jako predyktor analizowany był STOS-W (rys. 7). Stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy STOS-W a nasileniem TSz, $95\%B=[0,03; 0,12]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy STOS-W a nasileniem TSz, $95\%B=[0,02; 0,05]$. Nie stwierdzono natomiast istotnej statystycznie bezpośredniej zależności pomiędzy STOS-W a nasileniem TSz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji całkowitej. Związki pomiędzy pozostałymi zmiennymi okazały się być analogiczne, jak we wcześniejszych modelach. Analizowane zmienne wyjaśniały 19,6% wariancji TSz.

Rysunek 7

Model 6 – schemat analizowanych zależności pomiędzy STOS-W a TSz, mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.



Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Podsumowując, wszystkie indywidualnie analizowane odruchy pierwotne okazały się mieć istotną statystycznie zależność z TSz z pośrednictwem koordynacji. Jedynym odruchem, który wykazał zależność bezpośrednią okazał się ATOS, który w literaturze najczęściej łączony jest z TSz ze względu na negatywny wpływ na koordynację ręka-oko, poziome wodzenie wzrokiem i percepcję symetrycznych kształtów, które to umiejętności łączone są z umiejętnością czytania i pisanie. Natomiast brak bezpośredniego związku pozostałych odruchów z TSz jest nowatorskim stwierdzeniem bieżącego badania. Ponadto odruchy pierwotne analizowane zbiorczo w postaci czynnika również wykazały bezpośrednią zależność z TSz, co sugeruje, że ich

wpływ grupowy jest większy niż indywidualny, podobnie jak w przypadku związku z DSLD w badaniu 1.

Dyskusja badania 2

W drugim badaniu programu doktorskiego przyjęto osiem hipotez, z czego pięć została potwierdzona, a trzy zostały częściowo potwierdzone, a częściowo nie.

Potwierdzono wstępne założenie, które było analogiczne, jak w badaniu 1, czyli że odruchy pierwotne współwystępują i tworzą jeden czynnik, ponieważ wszystkie są wskaźnikiem braku hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki nerwowe (Capute i in., 1982; Malina, 2004). Potwierdzono także hipotezę postawioną do modelu regresji hierarchicznej, która zakłada, że uwzględniane kolejno zmienne mierzące funkcjonowanie motoryczne (koordynacja dużej motoryki, funkcjonowanie mózdzka i nasilenie niewyhamowanych odruchów pierwotnych) są niezależnymi i istotnymi predyktorami trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania pomimo wcześniejszego uwzględnienia wczesnych zaburzeń mowy i rodzinnego ryzyka dysleksji.

Głównym celem badania 2 była dalsza analiza zależności niewyhamowanych odruchów pierwotnych z komunikacją dziecka. Stworzono model mediacji, w którym niewyhamowane odruchy pierwotne analizowano jako główny predyktor trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania, a postawiona hipoteza, że niewyhamowane odruchy pierwotne przewidują bezpośrednio i pośrednio (poprzez pośredniczącą rolę koordynacji dużej motoryki) trudności szkolne w zakresie czytania i pisania została potwierdzona. Podobnie hipoteza, że koordynacja dużej motoryki jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania.

W stworzonym modelu mediacyjnym przyjęto, że poza głównym predyktorem w postaci odruchów pierwotnych i mediatorem w postaci koordynacji dużej motoryki

dotatkowo istotną rolę odgrywają współzmiennie wynikające z przeglądu badań, czyli wczesne zaburzenia mowy (Catts i in., 1999; McArthur i in., 2000), funkcjonowanie mózdzka (Fawcett i in., 2001; Nicolson i in., 1999; Rae i in., 1998) i rodzinne ryzyko dysleksji (Snowling i in., 2003, 2007), które mogą być predyktorami zarówno mediatora (koordynacji dużej motoryki), jak i zmiennej wyjaśnianej (trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania). Hipotezy dotyczące tych zmiennych zostały potwierdzone tylko częściowo. W pełni potwierdzono, że wczesne zaburzenia mowy są istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki. Natomiast hipoteza, że funkcjonowanie mózdzka jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki, potwierdziła się tylko w odniesieniu do zależności między funkcjonowaniem mózdzka i koordynacją dużej motoryki, a nie w odniesieniu do trudności szkolnych. Odwrotnie hipoteza, że rodzinne ryzyko dysleksji jest istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania oraz koordynacji dużej motoryki, która potwierdziła się tylko w odniesieniu do zależności między rodzinnym ryzykiem dysleksji i trudnościami szkolnymi, a nie w odniesieniu do koordynacji dużej motoryki.

W celu sprawdzenia, czy indywidualne niewyhamowane odruchy pierwotne tworzą analogicznie jak zbiorczy czynnik odruchy pierwotne zależności z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania, stworzono dodatkowe modele mediacyjne z każdym odruchem oddzielnie jako głównym predyktorem trudności szkolnych. Hipoteza, że odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta przewidują bezpośrednio i pośrednio (poprzez pośredniczącą rolę koordynacji dużej motoryki) trudności szkolne w zakresie czytania i pisania została potwierdzona tylko częściowo. Wszystkie odruchy przewidują pośrednio trudności szkolne, jednak bezpośrednio przewiduje je tylko ATOS.

Trudności szkolne w zakresie czytania i pisania to nie pojedyncze zaburzenie o określonych przyczynach, ale zespół zaburzeń, które mają zarówno liczne przyczyny, jak i objawy (Hendrickx, 2010), które dodatkowo zmieniają się z wiekiem (Giménez i in., 2017) i są zależne od wielu czynników zarówno uwarunkowanych genetycznie, jak i środowiskowo (Bowey, 2022; Caravolas, 2022; Phillips i Lonigan, 2022). Dlatego uważa się, że trudności szkolne są zaburzeniem wieloczynnikowym (Pennington i Bishop, 2009) wynikającym z wielu deficytów poznawczych występujących w często współwystępujących zaburzeniach rozwojowych, które nie mają pojedynczych przyczyn ani na poziomie etiologicznym, ani poznawczym (Pennington, 2006). Dodatkowo na ujawnienie się, bądź nie, konkretnych zaburzeń rozwojowych, mają wpływ nie tylko czynniki ryzyka, ale także czynniki ochronne, i dopiero ich wzajemne oddziaływanie wpływa na rozwój dziecka i ewentualne ujawnianie się konkretnych zaburzeń rozwojowych.

Deficyt przetwarzania fonologicznego często podawany jest, jako podstawowa przyczyna trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania (Bruck, 1992; Shaywitz i in., 1999), jednak nie jest on wystarczającym czynnikiem, żeby trudności szkolne się ujawniły (Vandermosten i in., 2020; Snowling, 2008). Badania wykazują, że umiejętności w zakresie czytania i pisania zbudowane są również na innych aspektach języka, a nie tylko na fonologii (Murphy i in., 2016; Pennington i Lefly, 2001; Snowling i Hulme, 2022). Dzieci, u których wystąpiły wczesne zaburzenia rozwoju mowy są szczególnie narażone na ryzyko trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania, które wprawdzie nie muszą wystąpić na początku edukacji, ale mogą ujawnić się później w postaci trudności w czytaniu ze zrozumieniem (Thompson i in., 2015). Natomiast przedłużające się deficyty mowy i języka w niektórych badaniach wykazują aż 70% współwystępowania z trudnościami szkolnymi na różnych poziomach edukacji (Catts i in., 1999; Snowling

i Bishop, 2000). W bieżącym badaniu wczesne zaburzenia mowy okazały się być istotnym predyktorem trudności szkolnych, nawet przy uwzględnieniu innych zmiennych, okazały się również mieć wpływ na rozwój zaburzeń koordynacji, co jest zgodne z założeniem, że zaburzenia motoryczne są wtórne w stosunku do rozwoju mowy i języka (Goorhuis-Brouwer i Wijnberg-Williams, 1996). Wczesne identyfikowanie dzieci z zaburzeniami rozwoju mowy i języka, które zagrożone są rozwinięciem się trudności szkolnych, jest ważne nie tylko z powodu samych trudności związanych z edukacją, ale także ze względu na ich funkcjonowanie społeczne i emocjonalne. Badanie Tomblin i in. (2000) wykazało, że w grupie tej występują zaburzenia zachowania, które narastają, jeśli u dzieci występują zarówno zaburzenia mowy i języka, jak i trudności szkolne. Niestety jednak trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania nie da się przewidzieć w oparciu o pojedyncze czynniki ryzyka, które są niewystarczające do wystąpienia objawu i narastają wraz z kumulacją czynników obciążających takich jak zaburzenie rozwoju mowy i języka, czy rodzinne ryzyko dysleksji (Hayiou i in., 2017).

Obok zaburzeń rozwoju mowy i języka silnym predyktorem trudności szkolnych jest rodzinne ryzyko dysleksji (Caglar-Ryeng i in., 2021), które dodatkowo jest predyktorem zaburzeń rozwoju mowy i języka widocznych od okresu niemowlęcego aż do późnego okresu szkolnego (Kalashnikova i in., 2020; Nash i in., 2013; Scarborough, 1990; Snowling i Melby-Lervåg, 2016; Snowling i in., 2003). Za to dobry rozwój językowy jest czynnikiem ochronnym przed wystąpieniem trudności szkolnych u dzieci z rodzinnym ryzykiem dysleksji (Snowling i in., 2003; van der Leij i in., 2013). Liczne badania (Dandache i in., 2014; Snowling i Melby-Lervåg, 2016; Snowling i in., 2007; van Bergen i in., 2012) wykazały, że rodzinne ryzyko dysleksji jest obciążeniem długotrwałym i z wiekiem niezmiennym, które nie zawsze wywołuje łatwo identyfikowalne trudności szkolne, ale zawsze ma negatywny wpływ na umiejętności

czytania i ortografii w wieku szkolnym. Predykcyjna rola rodzinnego ryzyka dysleksji dla przewidywania wystąpienia trudności szkolnych została potwierdzona w bieżącym badaniu uwzględniającym również inne zmienne (wczesne zaburzenia mowy, koordynację dużej motoryki, odruchy pierwotne i funkcjonowanie mózdzka).

Badania dotyczące związków rozwoju motorycznego z edukacją szkolną nie są wystarczająco jednoznaczne. Z jednej strony zdolności motoryczne dzieci w wieku przed rozpoczęciem sformalizowanej edukacji są jednym z predyktorów ich osiągnięć szkolnych, ale siła predykcyjna sprawności ruchowej nie jest wystarczająca do pełnego identyfikowania dzieci zagrożonych trudnościami szkolnymi, a jedynie może wspomagać wczesną identyfikację (Son i Meisels, 2006). Z drugiej strony badania wskazują, że nawet nieznacznie obniżona sprawność motoryczna i zaburzenia koordynacji u dzieci predysponują je do uzyskiwania słabszych wyników w miarach uwagi i uczenia się (czytanie, pisanie i ortografia), do podwyższonego poziomu problemów społecznych (nadpobudliwość, problemy z przystosowaniem społecznym) oraz dolegliwości somatycznych (Dewey i in., 2002; Tseng i in., 2007). Zdaniem Kaplan i in. (1998) współwystępowanie zaburzeń rozwojowych takich jak trudności szkolne z zaburzeniami rozwoju motorycznego (czy ADHD) jest związane ze wspólną etiologią w postaci atypowego rozwoju mózgu, co ma wynikać z faktu, że nie dość, że zaburzenia współwystępują, to jeszcze żadne z nich nie ma potwierdzonych badaniami jednoznacznych obszarów mózgu odpowiedzialnych za powstawanie tych zaburzeń u każdego badanego. Znaczne trudności w zakresie koordynacji ruchowej ma ponad 50% dzieci ze znacznymi trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisanie (Iversen i in., 2005). Włączenie badania koordynacji dużej motoryki do badanych modeli w bieżącym badaniu potwierdziło, że koordynacja jest predyktorem trudności szkolnych nawet przy uwzględnieniu innych zmiennych.

Ponieważ związek trudności szkolnych z rozwojem motorycznym jest zależny zarówno od etapu rozwoju ruchowego, jak i rodzaju badanych funkcji (Gaysina i in., 2010; Westendorp i in., 2011), to sprowadzenie badania funkcji motorycznych do najbardziej podstawowych elementów, jakimi są odruchy pierwotne, których aktywność powinna być wyhamowana w pierwszym roku życia (Capute i in., 1982; Malina, 2004), daje możliwość ujednolicenia narzędzia badawczego niezależnie od wieku dziecka. Wątpliwe okazały się wcześniejsze założenia, że odruchy pierwotne mogą występować przy braku uszkodzeń OUN wyłącznie w populacji niemowląt (Borkowska, 2001), bo takie reakcje ruchowe występują również u dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym (Gieysztor i in., 2017, 2018) oraz u dorosłych (Bruijn i in., 2013). Odruchy pierwotne są więc narzędziem pozwalającym wykorzystać rozwój ruchowy, jako wskaźnik braku hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki nerwowe (Capute i in., 1982; Malina, 2004). Ma to szczególne znaczenie w świetle badań, które pokazują, że znaczne trudności z koordynacją, które występują u dzieci z rozwojowymi zaburzeniami są często niezauważone aż do wieku, w którym wymaga się od dziecka samoobsługi i sprawności w wykonywaniu zadań edukacyjnych (Gaines i Missiuna, 2007).

Taki rodzaj niedojrzałości OUN nie jest specyficzny dla żadnych konkretnych zaburzeń rozwojowych, bo niewyhamowane odruchy pierwotne zaobserwowano w różnych grupach dzieci i dorosłych: z zaburzeniami rozwoju motorycznego (Alibakhshi i in., 2018; Chinello i in., 2018; Niklasson i in., 2018; Pecuch i in., 2018), zaburzeniami integracji sensomotorycznej (Pecuch i in., 2020), ADHD (Bob i in., 2021; Melillo i in., 2020), ASD (Chinello i in., 2018; Teitelbaum i in., 2004), deficytem umiejętności wzrokowych (Andrich i in., 2018; González i in., 2008), trudnościami szkolnymi (Ivanović i in., 2019; McPhillips i in., 2000; Taylor i in., 2004), słabym przetwarzaniem fonologicznym (Matuszkiewicz, 2016), nieprzystosowaniem społecznym (Taylor i in.,

2020). Jednak badania nad związkiem z trudnościami szkolnymi są najbardziej zaawansowane i wykazują poprawę umiejętności szkolnych wraz ze spadkiem poziomu odruchów pierwotnych u dzieci, które brały udział w specyficznych programach ćwiczeń ruchowych opracowanych w celu obniżenia poziomu niewyhamowania odruchów pierwotnych (Goddard Blythe, 2005; Grzywniak, 2017; McClelland i in., 2015; McPhillips i Sheehy, 2004; McPhillips i in., 2000; Wahlberg i Ireland, 2005). Wprawdzie ogólna aktywność fizyczna także wywiera pozytywny wpływ na funkcje poznawcze i edukację (Tomporowski i in., 2011), to jednak porównanie wpływu interwencji ogólnomotorycznej z interwencją skierowaną na hamowanie odruchów na umiejętności szkolne dzieci z trudnościami szkolnymi wykazało, że poprawa czytania i pisania jest istotnie wyższa tylko w przypadku programu hamującego odruchy (McPhillips i in., 2000). Wczesne rozpoznanie zaburzeń neurorozwojowych u dzieci wydaje się być szczególnie istotne, a ocena poziomu niewyhamowania odruchów pierwotnych daje szansę na wczesną identyfikację odchyleń rozwojowych.

Dotychczasowe badania wykazały związek między trudnościami szkolnymi a niektórymi odruchami pierwotnymi: tonicznym odruchem błędnikowym (TOB) (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; González i in., 2008), asymetrycznym tonicznym odruchem szyjnym (ATOS) (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; González i in., 2008; Jordan-Black, 2005; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; McPhillips i Sheehy, 2004), symetrycznym tonicznym odruchem szyjnym (STOS) (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2005; González i in., 2008; Taylor i in., 2004), odruchem Galanta (Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018) i odruchem Moro (Bilbilaj i in., 2017; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018, 2020; González i in., 2008; Grzywniak, 2016). Najwięcej badań uwzględniło odruchy toniczne (TOB, ATOS i STOS), które wywołują zmiany napięcia mięśni w różnych częściach ciała

podczas specyficznych dla odruchu ruchów głowy. Uzasadnienie tego związku opiera się na teorii, że jeśli odruchy pierwotne wywołane w wyniku zgięcia, odgięcia lub rotacji głowy są niewyhamowane lub jeśli odruchy posturalne zależne od odruchów pierwotnych nie są w pełni rozwinięte, to będzie to miało wpływ na funkcjonowanie mózdzka i ogólne funkcjonowanie motoryczne (Goddard Blythe, 2020), wpływając w ten sposób na przetwarzanie językowe i inne umiejętności poznawcze (Highnam i Bleile, 2011). Pozostałe dwa odruchy, które uwzględniono w obecnym badaniu, a nie są odruchami tonicznymi, to odruch Moro i odruch Galanta, które również pojawiają się w badaniach wykazujących związek odruchów z trudnościami szkolnymi w czytaniu i pisaniu. Uzasadnienie tych związków sprowadza się głównie do łączenia niewyhamowania tych odruchów z zaburzeniami przetwarzania słuchowego (Goddard Blythe, 2018, 2020) oraz obniżoną koncentracją (Bilbilaj i in., 2017; Calvin i Ramli, 2020; Desorbay, 2013; Grzywniak, 2016). Bieżące badanie wykazało, że poszczególne odruchy w znacznej mierze występują w zbiorze, a nie pojedynczo. Odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z i STOS-W silnie ładują zbiorczą zmienną odruchy pierwotne, co może sugerować, że ich indywidualny wpływ opisywany w literaturze jest przeszacowany, a łączone z nimi trudności występują dopiero przy skumulowanym działaniu całego zbioru. Dodatkowo okazało się, że odruch Galanta nie jest, bądź jest słabo, skorelowany z trudnościami szkolnymi, koordynacją dużej motoryki, funkcjonowaniem mózdzka i rodzinnym ryzykiem dysleksji, dlatego został wyłączony z dalszych analiz.

W bieżącym badaniu w modelu regresji hierarchicznej analizowane zbiorczo odruchy pierwotne okazały się być istotnym predyktorem dodającym 0,9% wariancji trudności szkolnych. Choć ten przyrost wariancji trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania jest niewielki, to cały model objaśniła 20,3% wariancji trudności szkolnych, a odruchy pierwotne okazały się być istotne nawet po uprzednim uwzględnieniu czterech

ważnych predyktorów trudności szkolnych: wczesnych zaburzeń mowy, rodzinnego ryzyka dysleksji, koordynacji dużej motoryki i funkcjonowania mózdzka, który jednak przestał być istotny właśnie po wprowadzeniu odruchów do modelu, co potwierdza kontrowersje dotyczące związku funkcjonowanie mózdzka z trudnościami szkolnymi. Dysfunkcje motoryczne u dzieci z trudnościami szkolnymi często tłumaczone są zaburzeniami funkcjonowania mózdzka, ponieważ dzieci z trudnościami szkolnymi zarówno wypadają słabo w motorycznych zadaniach mózdkowych (Fawcett i in., 1996, 2001; Nicolson i Fawcett, 2006), jak i wykazują różnice aktywacji i biochemii między innymi w prawym mózdku (Nicolson i in., 1999; Rae i in., 1998). Jednak w niektórych zadaniach sprawdzających funkcjonowanie mózdzka dzieci z trudnościami szkolnymi radzą sobie równie dobrze jak dzieci bez trudności (Ramus, Pidgeon i Frith, 2003; Ramus, White i in., 2003), w innych radzą sobie gorzej, ale nie dotyczy to wszystkich dzieci z trudnościami szkolnymi (Stoodley i Stein, 2013), a sieć neuronalna wspierająca czytanie i pisanie jest szersza niż tylko mózdek (Herzyk, 1997; Pąchalska, 2012).

Związek trudności szkolnych z rozwojem motorycznym jest do tej pory bardzo słabo przebadany (Snowling i Melby-Lervåg, 2016) i wielu badaczy zgadza się, że konieczne jest prowadzenie dalszych badań z tej dziedziny (Estil i in., 2003; Ramus, White i in., 2003; Viholainen i in., 2006). Jeszcze mniej jasne są związki trudności szkolnych, rozwoju mowy i języka i rodzinnego ryzyka dysleksji z rozwojem motorycznym (Francks i in., 2003). Zaburzenia rozwoju motorycznego występują u 71% dzieci z zaburzeniami rozwoju mowy i języka (Rintala i in., 1998), u 60% dzieci z trudnościami szkolnymi (Kaplan i in., 1998; Ramus, Pidgeon i Frith, 2003) i u 37% dzieci z rodzinnym ryzykiem dysleksji, a procent ten wzrasta u dzieci ze współwystępującymi innymi zaburzeniami neurorozwojowymi (Ramus, Pidgeon i Frith, 2003). Badania wskazują na dziedziczne podstawy współwystępowania zaburzeń mowy i języka oraz trudności szkolnych

z zaburzeniami motorycznymi (Bishop, 2002; Brookman i in., 2013; Regehr i Kaplan, 1988; Wolff i in., 1995), a tendencja ta wzmocniana jest przez rodzinne ryzyko dysleksji (Viholainen i in., 2002, 2006). Dlatego obserwacja dzieci pod kątem wczesnego rozwoju motorycznego może być wczesnym wskaźnikiem konieczności podjęcia dodatkowych działań w celu stymulacji rozwoju mowy i języka oraz przeciwdziałania późniejszym trudnościom szkolnym w zakresie czytania i pisania (Viholainen i in., 2002, 2006). Choć nie u wszystkich dzieci z trudnościami szkolnymi występują zaburzenia rozwoju motorycznego, to warto kontrolować rozwój motoryczny, bo może być wskaźnikiem szerszych deficytów neuronalnych (Snowling i in., 2019).

W bieżącym badaniu stworzono model mediacji uwzględniający zależność nasilenia trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania od odruchów pierwotnych przy kontrolowaniu wszystkich omawianych czynników ryzyka: koordynacji dużej motoryki, wczesnych zaburzeń mowy, rodzinnego ryzyka dysleksji i funkcjonowania mózdzka. Odruchy pierwotne najpierw zbiorczo, a później indywidualnie, analizowano jako zmienną wyjaśniającą, a koordynację dużej motoryki jako mediator tej zależności. We wszystkich analizowanych modelach odruchy pierwotne okazały się mieć pośrednią zależność z trudnościami szkolnymi poprzez ich bezpośrednią zależność z koordynacją, która z kolei ma bezpośrednią zależność z trudnościami szkolnymi. Oznacza to, że niewyhamowane odruchy pierwotne są czynnikiem pogarszającym koordynację dużej motoryki, która z kolei wpływa na naukę czytania i pisania – czym lepsza koordynacja, tym mniejsze nasilenie trudności szkolnych u dzieci. Dodatkowo ATOS wykazał zależność bezpośrednią. W literaturze to właśnie związek trudności szkolnych z ATOS jest najszerszej opisywany (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018, 2020; González i in., 2008; Jordan-Black, 2005; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; McPhillips i Sheehy, 2004) ze względu na jego negatywny wpływ na funkcje

motoryczne i wzrokowo-motoryczne wspomagające proces nabywania umiejętności czytania i pisania: wodzenie z lewej do prawej i odwrotnie konieczne podczas czytania i pisania, dostrzeganie symetryczności kształtów konieczne przy rozpoznawaniu i kreśleniu liter oraz koordynację ręka-oko niezbędną podczas pisania, rysowania i kopiowania. Pozostałe odruchy (TOB, STOS-Z, STOS-W i odruch Moro) nie wykazały bezpośredniego związku z nasileniem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania, co jest nowatorskim stwierdzeniem bieżącego badania. Jednak zbiorcza zmienna odruchy pierwotne uzyskana w wyniku analizy czynnikowej już taką bezpośrednią zależność wykazała, co wskazuje na większe znaczenie zbioru niewyhamowanych odruchów pierwotnych dla rozwoju trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania niż pojedynczych odruchów występujących w izolacji.

Pozostałe analizowane czynniki ryzyka trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania także okazały się istotne. Zgodnie z oczekiwaniami wynikającymi z przeglądu literatury wczesne zaburzenia mowy wykazały istotne statystycznie zależności zarówno z koordynacją (zob. Goorhuis-Brouwer i Wijnberg-Williams, 1996), jak i nasileniem trudności szkolnych (zob. Thompson i in., 2015), a rodzinne ryzyko dysleksji istotną statystycznie zależność z trudnościami szkolnymi (zob. Caglar-Ryeng i in., 2021). Umieszczenie w modelu funkcjonowania mózdzka pozwala wyjaśnić dotychczasowe różnice w badaniach nad jego związkiem z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania. Funkcjonowanie mózdzka wykazało istotną statystycznie zależność z koordynacją dużej motoryki, która ma bezpośrednią zależność z trudnościami szkolnymi, jednak nie z nasileniem trudności szkolnych, co potwierdza doniesienia, że funkcjonowanie mózdzka nie może być bezpośrednią przyczyną trudności szkolnych (zob. Stoodley i Stein, 2013). Ponieważ analizowane zmienne wyjaśniały około 20% wariacji trudności szkolnych, to w przyszłych badaniach należałoby uwzględnić jeszcze więcej

potencjalnych predyktorów, takich jak iloraz inteligencji, szersze funkcje językowe czy funkcje wzrokowe. Niemniej jednak jest to pierwsze badanie, które potwierdza, że rozwój motoryczny i jego najbardziej podstawowy poziom jakim są odruchy pierwotne mają znaczenie dla edukacji szkolnej w zakresie czytania i pisania nawet przy kontroli współzmiennych, których znaczenie potwierdzono w licznych badaniach naukowych.

Ograniczenia badania 2

Podobnie, jak w przypadku badania 1, ograniczeniem badania 2 jest brak znormalizowanych baterii testowych do pomiaru odruchów pierwotnych, ale dodatkowo dotyczy to również koordynacji i funkcjonowania mózdzka. Wykorzystano próby z niepublikowanej baterii testów neurorozwojowych INPP (dostępne dla absolwentów szkolenia), które ze względu na brak normalizacji nie pozwalają na przeprowadzenie dokładniejszych analiz w podziale na grupy wiekowe. Chociaż wyniki dostarczają dowodów na to, że istnieje zależność pomiędzy niewyhamowanymi odruchami pierwotnymi a nasileniem trudności szkolnych, to badana grupa nie została wystarczająco szeroko zbadana pod kątem tych umiejętności, a klasyfikacja opierała się na relacji rodzicielskiej. Dlatego konieczne jest prowadzenie dalszych badań nad tymi zależnościami z uwzględnieniem kontroli umiejętności czytania i pisania bezpośrednio u dzieci. Przydatna byłaby także kontrola bieżących kompetencji językowych dzieci, bo uwzględnione w badaniu wczesne zaburzenia mowy nie zawsze przechodzą w późniejsze rozwojowe zaburzenia mowy i języka.

Pomimo tych ograniczeń autorka uważa, że te zależności są wartościowym i innowacyjnym dodatkiem do zrozumienia rozwoju dzieci z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania. Badanie przyniosło cenne wyniki dotyczące zależności trudności szkolnych od rozwoju motorycznego na najbardziej podstawowym poziomie

nawet przy uwzględnieniu czynników, które zostały wykazane jako istotne w wielu wcześniejszych badaniach. Potwierdzenie tych stwierdzeń w przyszłym badaniu z dokładną analizą umiejętności czytania i pisania przybliży głębsze zrozumienie zjawiska trudności szkolnych. Autorka ma również nadzieję, że pomoże to diagnozować i podejmować interwencje u dzieci z tym zaburzeniem na etapie przed wprowadzeniem sformalizowanej edukacji czytania i pisania, co pozwoliłoby uchronić dzieci przed niepowodzeniami na początkowym etapie kształcenia.

Dyskusja ogólna

Celem programu doktorskiego było badanie związków rozwoju motorycznego z zaburzeniami komunikacji u dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym. Skupiono się na podstawowym poziomie rozwoju ruchowego, jakim są odruchy pierwotne, które powinny być wyhamowane w pierwszym roku życia (Motyka, 2004). Zagadnienie wydaje się szczególnie ważne, bo jeszcze nie tak dawno uważano, że odruchy pierwotne muszą być wyhamowane u dzieci bez uszkodzenia OUN (Borkowska, 2001), a niedawne badania przyniosły odmienne obserwacje (Gieysztor i in., 2017, 2018). Przeprowadzono dwa badania i postawiono 17 hipotez, z czego potwierdzono 10, częściowo potwierdzono trzy i odrzucono cztery. W obu badaniach wykazano, że pojedyncze odruchy pierwotne tworzą wspólny czynnik, który ma większe znaczenie niż pojedyncze odruchy zarówno dla rozwoju mowy i języka, jak i dla nauki czytania i pisania. W obu badaniach wykazano, że odruchy pierwotne są predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania – w badaniu 1 poprzez zależność z przetwarzaniem fonologicznym, a w badaniu 2 zarówno bezpośrednio, jak i za pośrednictwem koordynacji dużej motoryki. Szczególnie cenne wydaje się potwierdzenie znaczenia niewyhamowanych odruchów i koordynacji dużej motoryki w kontekście uwzględnionych w badaniu 2 innych zmiennych, które są szeroko

opisywane w literaturze, jako predyktory trudności szkolnych: wczesne zaburzenia mowy (Catts i in., 1999; McArthur i in., 2000), funkcjonowanie mózdzka (Fawcett i in., 2001; Nicolson i in., 1999; Rae i in., 1998) i rodzinne ryzyko dysleksji (Snowling i in., 2003, 2007).

Zarówno rozwojowe zaburzenia mowy i języka, jak i trudności szkolne w zakresie czytania i pisanie są zaburzeniami neurorozwojowymi, które powstają w okresie rozwojowym i nie wynikają z określonych przyczyn medycznych, intelektualnych ani społecznych (*World Health Organization*, 2022). Oba zaburzenia dotyczą komunikacji – pierwsze komunikacji werbalnej, a drugie komunikacji pisemnej. W przypadku obu zaburzeń istnieje też podział na ekspresję i recepcję – w przypadku komunikacji werbalnej ekspresja związana jest z produkcją mowy zgodnej z normami językowymi, a recepcja z rozumieniem mowy, zaś w przypadku komunikacji pisemnej ekspresja związana jest z pisanie, a recepcja z czytaniem. Stąd też wysokie współwystępowanie tych zaburzeń i wręcz zależność komunikacji pisemnej od werbalnej (Brookman i in., 2013; Fisher, 2017). W klasyfikacji chorób ICD-11 (*World Health Organization*, 2022) przyjęto, że etiologia tych zaburzeń jest złożona i w większości przypadków nieznana. Potwierdzeniem tej złożoności są liczne badania, które ani nie są w stanie wyjaśnić wszystkiego, ani nie są spójne z innymi badaniami (Caravolas, 2022). Dodatkowym utrudnieniem w stawianiu hipotez etiologicznych jest częste współwystępowanie tych zaburzeń komunikacyjnych nie tylko między sobą, ale także z innymi zaburzeniami neurorozwojowymi, takimi jak zespół nadpobudliwości psychoruchowej (ADHD) (Bauermeister i in., 2007; Caldani i in., 2022; Cohen i in., 2000; Higashionna i in., 2017), zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD) (Brimo i in., 2021; Félix i in., 2022; Higashionna i in., 2017; Leonard i Hill, 2014) i rozwojowe zaburzenia koordynacji ruchowej (DCD) (Cheng i in., 2009; Hill, 2001; Lino i Chieffo, 2022; Maziero i in., 2020). Współwystępowanie tak różnych typów zaburzeń

tłumaczone jest faktem, że od początku do końca rozwój dziecka przebiega na wielu płaszczyznach, które łączą się i przeplatają ze sobą.

Dla autorki szczególnie interesujące się związki rozwoju poznawczego związanego z komunikacją z rozwojem motorycznym ze względu na obserwacje dzieci w terapii komunikacji. Dodatkowo związki rozwoju poznawczego i motorycznego nie zostały wystarczająco wyjaśnione, a dotychczasowe badania często przynoszą sprzeczne wnioski. Z jednej strony są teorie, które ściśle łączą rozwój motoryczny z rozwojem poznawczym i stawiają tezę, że zaburzenia rozwoju motorycznego i dysfunkcje poznawcze mają często wspólną etiologię związaną z rozwojem OUN (Diamond; 2000; Kaplan i in., 1998; Piaget, 1966; Rosenbaum i in., 2001) oraz badania, które potwierdzają ten związek (Bushnell i Boudreau, 1993; Hudry i in., 2020; Veldman i in., 2019), ale z drugiej strony są również takie teorie, które zakładają, że deficyty motoryczne są wskaźnikiem szerszych deficytów neuronalnych (Snowling i in., 2019) oraz badania wskazujące na znaczne różnice indywidualne, które wynikają między innymi z różnic płciowych, wieku badanych oraz wyboru badanych funkcji motorycznych i poznawczych (Gaysina i in., 2010; Silva i Beltrame, 2011; Viholainen i in., 2014; Westendorp i in., 2011). Silny związek rozwoju poznawczego z motorycznym podkreśla podejście systemów dynamicznych (*dynamic systems approach*), które zakłada, że rozwój motoryczny pełni ważną rolę w całościowym rozwoju dziecka i nie da się go ani rozdzielić z rozwojem poznawczym, ani wskazać, który z systemów wpływa na który, bo związki są wielokierunkowe, a każdy składnik rozwoju może pełnić zarówno funkcję przyczyny, jak i skutku (Smith i in., 1999; Thelèn, 1995; Thelèn i Smith, 1994).

Liczne badania wykazały, że zaburzenia komunikacji werbalnej i pisemnej często współwystępują (DeThorne i in., 2006; Hayiou-Thomas i in., 2010; Koutsoftas, 2016), a obie grupy dzieci – z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka oraz z trudnościami

szkolnymi w zakresie czytania i pisania – różnią się od dzieci typowo rozwijających się w zakresie umiejętności motorycznych (Brumbach i Goffman, 2014; Cheng i in., 2009; Chuang i in., 2011; Diepeveen i in., 2018; Estil i in., 2003; Fernell i in., 2002; Marton, 2009; Ullman i Pierpont, 2005; Vukovic i in., 2010; Vuolo i in., 2017; Wolff i in., 1990; Zelaznik i Goffman, 2010). Zdolności motoryczne są umiarkowanie silnym predyktorem osiągnięć edukacyjnych w zakresie czytania i pisania (Dewey i in., 2002; Son i Meisels, 2006; Tseng i in., 2007), a ich siła predykcyjna może w znacznym stopniu zależeć od tego, czy dzieci mają zaburzenia rozwoju mowy i języka, czy nie (Brookman i in., 2013). Są jednak i takie badania, które wskazują, że aż ponad 50% dzieci ze znacznymi trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania ma także znaczne trudności w zakresie koordynacji ruchowej (Iversen i in., 2005), a nawet nieznacznie obniżona sprawność motoryczna i zaburzenia koordynacji u dzieci predysponują je do uzyskiwania słabszych wyników edukacyjnych (Dewey i in., 2002; Tseng i in., 2007). Choć wspomniane wcześniej badania wskazują na umiarkowaną siłę predykcyjną sprawności motorycznej dla identyfikowania dzieci zagrożonych trudnościami szkolnymi, to jednocześnie podkreślają, że badanie rozwoju motorycznego dzieci może wspomagać wczesną identyfikację dzieci zagrożonych takimi trudnościami (Son i Meisels, 2006).

Wobec powyższego jednym z pytań badawczych obecnych badań było pytanie o to, czy funkcje motoryczne są predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. W badaniu 2 uwzględniono trzy domeny rozwoju motorycznego: koordynację dużej motoryki, funkcjonowanie mózdzka oraz niewyhamowane odruchy pierwotne, zaś w badaniu 1 tylko niewyhamowane odruchy pierwotne. Koordynacja dużej motoryki rzeczywiście okazała się być istotnym predyktorem trudności szkolnych zarówno w modelu regresji hierarchicznej, w którym była wprowadzana po wczesnych zaburzeniach mowy i rodzinnym ryzyku dysleksji, a przed funkcjonowaniem mózdzka

i niewyhamowanymi odruchami, jak i w modelu mediacji, w którym analizowana była jako mediator zależność pomiędzy niewyhamowanymi odruchami pierwotnymi a trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania. Na podstawie zebranych danych od 626 badanych wykazano, że koordynacja dużej motoryki jest predyktorem trudności szkolnych i wyjaśnia 3,5% wariacji trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania.

Inne wyniki uzyskano w badaniu pozostałych domen rozwoju motorycznego, co jest pewnym wyjaśnieniem, dlaczego wyniki badań nad związkami rozwoju motorycznego i poznawczego są tak niespójne – funkcje motoryczne mogą być badane na wiele sposobów, a wyniki różnią się w zależności od tego, które aspekty rozwoju motorycznego bierze się pod uwagę. Szczególnie ciekawe wyniki wykazało badanie znaczenia funkcjonowania mózdzka dla rozwinięcia się trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. Problemy motoryczne zarówno u dzieci z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka (Highnam i Bleile, 2011), jak i trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania (Fawcett i in., 1996, 2001; Nicolson i Fawcett, 2006) łączone są z zaburzeniami funkcjonowania mózdzka, które miałyby być przyczyną obserwowanych trudności motorycznych. Potwierdzenie tej teorii przynoszą zarówno badania neuroobrazowe (Nicolson i in., 1999), jak i behawioralne (Fawcett i in., 1996, 2001; Nicolson i Fawcett, 2006), jednak niektóre badania jej przeczą, ponieważ w części zadań sprawdzających funkcjonowanie mózdzka dzieci z trudnościami szkolnymi nie radzą sobie gorzej niż dzieci bez trudności szkolnych (Ramus, Pidgeon i Frith, 2003; Ramus, White i in., 2003) lub występują duże różnice indywidualne wśród dzieci z trudnościami szkolnymi (Stoodley i Stein, 2013). W badaniu 2 przeprowadzono dwie analizy z uwzględnieniem funkcjonowania mózdzka i obie potwierdziły, że jego wpływ na trudności szkolne w zakresie czytania i pisania nie jest bezpośredni (zob. Stoodley i Stein, 2013). W analizie regresji hierarchicznej poszukującej predyktorów trudności szkolnych funkcjonowanie

mózdzka zostało wprowadzone jako czwarty element, który był istotny do czasu wprowadzenia kolejnego, czyli niewyhamowanych odruchów pierwotnych, przez co hipoteza o predykcyjnej roli funkcjonowania mózdzka dla przewidywania trudności szkolnych została podważona, natomiast pogłębiona analiza mediacji wykazała, że choć funkcjonowanie mózdzka nie ma bezpośredniej zależności z nasileniem trudności szkolnych, to ma istotną statystycznie zależność z koordynacją dużej motoryki, która z kolei ma bezpośrednią zależność z trudnościami szkolnymi. Wyniki badania wskazują, że funkcjonowanie mózdzka jest istotne dla dalszego rozwoju motorycznego w postaci koordynacji dużej motoryki, która jest bezpośrednim predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania.

Jeszcze inny schemat zależności z trudnościami szkolnymi wykazała trzecia badana domena rozwoju motorycznego, czyli niewyhamowane odruchy pierwotne. Zjawisku niewyhamowania odruchów pierwotnych u dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym poświęcono w obecnych badaniach szczególnie dużo uwagi. Autorkę szczególnie interesuje to zagadnienie za względu na świeżość tego tematu i brak wystarczających dowodów, że odruchy mogą mieć znaczenie dla innego niż motoryczny rozwój dziecka. Jeszcze nie tak dawno uważano, że występowanie reakcji odruchów pierwotnych jest wyłącznie możliwe u niemowląt lub u starszych dzieci z patologią OUN (Borkowska, 2001). Doniesienia o tym, że jest to także możliwe u zdrowych starszych dzieci i u dorosłych pojawiły się początkowo w literaturze popularnonaukowej (zob. Goddard-Blythe, 2018, 2020), a dopiero później zostały potwierdzone w publikacjach naukowych (Bruijn i in., 2013; Gieysztor i in., 2017, 2018; Grzywniak, 2016, 2017). Odruchy pierwotne, jako narzędzie pozwalające wykorzystać podstawowy poziom rozwoju ruchowego do oceny dojrzałości OUN (ze względu na to, że są wskaźnikiem braku hamowania aktywności dolnych ośrodków OUN przez wyższe ośrodki

nerwowe) (Capute i in., 1982; Malina, 2004), okazały się być związane z różnymi zaburzeniami rozwojowymi (Alibakhshi i in., 2018; Bob i in., 2021; Chinello i in., 2018; Ivanović i in., 2019; McPhillips i in., 2000; Melillo i in., 2020; Niklasson i in., 2018; Pecuch i in., 2018, 2020; Taylor i in.; 2004; Teitelbaum i in., 2004). Jednak w większości przypadków dotychczasowe badania wskazują tylko na wyższy poziom niewyhamowania odruchów u dzieci z grup obciążonych zaburzeniami, co nie pozwala wyciągać szerszych wniosków. Wprawdzie kilka badań wykazało poprawę umiejętności szkolnych związanych z czytaniem i pisanem po przeprowadzeniu ćwiczeń hamujących odruchy pierwotne (Goddard Blythe, 2005; Grzywniak, 2017; McClelland i in., 2015; McPhillips i Sheehy, 2004; McPhillips i in., 2000; Wahlberg i Ireland, 2005), jednak brak kontroli dodatkowych zmiennych motorycznych nie pozwala z całą pewnością stwierdzić, że to poziom odruchów miał znaczenie, a nie ogólna sprawność fizyczna, która poprawiała się po tych konkretnych ćwiczeniach.

Dlatego w obecnych badaniach poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych był najważniejszą analizowaną zmienną. W badaniu 1 potwierdzono, że dzieci z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka także są grupą dzieci z wyższym poziomem odruchów niż dzieci z typowym rozwojem, co potwierdziło jedną z hipotez. Jednak różnice pomiędzy podgrupami wydzielonymi ze względu na nasilenie zaburzeń mowy i języka okazały się nieistotne, co z kolei podważyło kolejną hipotezę badania 1, choć wszystkie odruchy (z wyjątkiem odruchu Galanta) miały istotnie wyższy poziom w obu grupach z zaburzeniami w porównaniu do grupy dzieci typowo rozwijających się. Za to analizy poziomu odruchów w zależności od wieku dzieci przyniosły ciekawe obserwacje, które wprowadziły niespodziewane i nieprzewidywane w hipotezach różnice między dziećmi z cięższymi i lżejszymi zaburzeniami mowy i języka. Okazało się mianowicie, że poziom odruchów niemal nie spada w grupie dzieci z typowym rozwojem, co pozwala zakładać, że

jest to grupa dzieci, u których wyhamowanie następuje zgodnie z kalendarzem rozwojowym, czyli w pierwszym roku życia lub niewiele później (Capute i in., 1982; Futagi i in., 1992; Malina, 2004). Natomiast w grupie dzieci z umiarkowanymi zaburzeniami mowy i języka wraz z wiekiem spada poziom kilku odruchów pierwotnych. Autorka stawia hipotezę, którą warto zweryfikować w kolejnych badaniach, że dzieci z mniej poważnymi zaburzeniami neurorozwojowymi mogą mieć opóźniony, ale stale postępujący proces dojrzewania OUN. Istnieje także inne wytłumaczenie – że są to dzieci, których ogólne deficyty motoryczne są mniejsze, więc chętniej podejmują się aktywności fizycznych, co ma pozytywny wpływ na dalsze dojrzewanie motoryczne.

Aby zweryfikować, czy którakolwiek z tych hipotez jest prawdziwa, należałoby przeprowadzić badanie podłużne z kontrolą częstotliwości aktywności fizycznej dzieci. Jeszcze inaczej sytuacja wygląda w grupie dzieci z ciężkimi zaburzeniami mowy i języka, bo w tej grupie z wiekiem spada tylko poziom odruchu Moro. Wprawdzie różnica poziomu odruchów między obiema grupami dzieci z zaburzeniami mowy i języka okazała się nieistotna statystycznie, ale w połączeniu z faktem, że spadek poziomu odruchów jest różny w obu grupach, można przewidywać, że gdyby badanie objęło większą liczbę starszych dzieci, to różnica mogłaby okazać się już istotna statystycznie. Spadek poziomu tylko jednego odruchu w grupie z ciężkimi zaburzeniami mowy i języka może wskazywać nie tylko na wolniejszy rozwój układu nerwowego wśród dzieci w tej grupie, ale na ograniczenia w tym zakresie, co jest zgodne z obserwacjami, że rozwój motoryczny odgrywa większą rolę dla rozwoju poznawczego i językowego u dzieci z głębszymi zaburzeniami rozwojowymi (Houwen i in., 2016).

Na podstawie przeglądu literatury w obu badaniach postawiono hipotezy dotyczące wszystkich badanych odruchów pierwotnych: odruchu Moro, tonicznego odruchu błędnikowego (TOB), asymetrycznego tonicznego odruchu szyjnego (ATOS),

symetrycznego tonicznego odruchu szyjnego w zgięciu i w wyproście (STOS-Z i STOS-W) oraz odruchu Galanta. Ponieważ odruch Galanta okazał się być najniżej niewyhamowanym odruchem i wykazał niskie korelacje z innymi zmiennymi został wykluczony z dalszych analiz głównych. Jednak w analizach dodatkowych wykazał zbliżone tendencje, jak pozostałe odruchy, tylko na nieco niższym poziomie. W obu badaniach pozostałe odruchy okazały się tworzyć jeden czynnik, co wskazuje na ich znaczne współwystępowanie. Co więcej czynnik odruchy pierwotne w obu badaniach wykazywał silniejsze związki i zależności z zaburzeniami komunikacji werbalnej i pisemnej niż każdy odruch oddzielnie. Może to sugerować, że indywidualny wpływ odruchów opisywany w literaturze (Andrich i in., 2018; Bilbilaj i in., 2017; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2005, 2018, 2020; González i in., 2008; Grzywniak, 2016; Jordan-Black, 2005; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; McPhillips i Sheehy, 2004; Taylor i in., 2004) jest przeszacowany, a łączone z nimi trudności występują dopiero przy skumulowanym działaniu całego zbioru. Aby zweryfikować tę tezę planowane są reanalizy zebranej bazy danych badania 2. Indywidualnie w obu badaniach wszystkie odruchy okazały się być istotne. W badaniu 1 poziom każdego z odruchów różnicował grupę dzieci z zaburzeniami mowy i języka od dzieci z typowym rozwojem, a w badaniu 2 każdy odruch wykazał pośrednią zależność z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania. Dodatkowo wspólny czynnik odruchy pierwotne wykazał zależność bezpośrednią, co potwierdza wcześniejszy wniosek, że większe znaczenie ma zbiór niewyhamowanych odruchów niż pojedyncze odruchy. Podczas analizy pośredniej i bezpośredniej zależności trudności szkolnych od pojedynczych odruchów zaobserwowano jedno odstępstwo. Okazało się, że niewyhamowany ATOS oprócz zależności pośredniej wykazuje także zależność bezpośrednią, podobnie jak cały zbiór odruchów. Wynik ten jest potwierdzeniem szeregu badań wykazujących związek

niewyhamowanego ATOS z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania (Andrich i in., 2018; Feldhacker i in., 2021; Goddard Blythe, 2018, 2020; González i in., 2008; Jordan-Black, 2005; McPhillips i in., 2000; McPhillips i Jordan-Black, 2007; McPhillips i Sheehy, 2004), który prawdopodobnie wynika ze zmian napięcia mięśniowego w obrębie kończyn oraz zaburzeń przenoszenia wzroku, które pojawiają się przy aktywnym ATOS. Może mieć to negatywny wpływ na umiejętności konieczne podczas czytania i pisania: wodzenie wzrokiem z lewej do prawej i odwrotnie, dostrzeżenie symetryczności kształtów oraz koordynacja ręka-oko.

Badanie 1 wykazało, że większe nasilenie niewyhamowania odruchów pierwotnych jest związane z niższymi zdolnościami w zakresie przetwarzania fonologicznego badanymi za pomocą testu powtarzania pseudosłów (TPP). Co więcej okazało się również, że poziom niewyhamowanych odruchów pozwala przewidywać poziom radzenia sobie z zadaniem polegającym na powtarzaniu sztucznie stworzonych słów. Choć w bieżącym badaniu przyjęto, że TPP jest wskaźnikiem zaburzeń przetwarzania fonologicznego i czułym markerem rozwojowych zaburzeń mowy i języka (Archibald i Gathercole, 2006; Dispaldro i in., 2013; Graf Estes i in., 2007; le Clercq i in., 2017) oraz trudności w zakresie czytania i pisania (Archibald i Gathercole, 2006), to jednak należy pamiętać, że jest to narzędzie, które ocenia nie tylko przetwarzanie fonologiczne, ale także interakcje między reprezentacjami fonologicznymi, układem słuchowym, artykulacją i słownictwem (Archibald i Gathercole, 2006). Ponieważ pseudosłowa to serie fonemów, które nie są identyczne z żadnym słowem w danym języku, ale przypominają je pod względem strukturalnym, to aby je prawidłowo powtarzać konieczna jest znajomość typowej struktury słów w danym języku. Podsumowując, TPP jest dobrym wskaźnikiem rozwoju mowy i języka oraz kompetencji językowych koniecznych do edukacji czytania i pisania. Dlatego nowatorskie stwierdzenia, że poziom niewyhamowanych odruchów pierwotnych

jest predyktorem wyniku w TPP jest bardzo ważne. Wczesna diagnoza i podjęcie interwencji u dzieci z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka ma ogromne znaczenie, ponieważ zaburzenia te mają związek z późniejszymi zaburzeniami koncentracji uwagi i niskimi kompetencjami społecznymi (Marschik i in., 2007; Snowling i in., 2006) oraz trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania (Brookman i in., 2013; Fisher, 2017). Dodatkowo udowodniono, że zaburzenia zachowania u dzieci z zaburzeniami mowy i języka narastają, jeśli u dziecka wystąpią także trudności szkolne w zakresie czytania i pisania (Tomblin i in., 2000), a współwystępowanie tych zaburzeń jest bardzo wysokie, bo aż 70% (Catts i in., 1999; Snowling i Bishop, 2000). Ponieważ aktywność odruchów pierwotnych w prawidłowym rozwoju powinna być wyhamowana już w pierwszym roku życia (Capute i in., 1982; Malina, 2004), to stosowanie tego narzędzia do obserwacji rozwoju dziecka daje możliwość przesiewowego wychwytywania dzieci zagrożonych zarówno nieprawidłowym rozwojem motorycznym, jak i poznawczym, już od drugiego roku życia. Ma to szczególne znaczenie w świetle badań, które pokazują, że znaczne trudności z koordynacją, które występują u dzieci z rozwojowymi zaburzeniami, są często niezauważone aż do wieku, w którym wymaga się od dziecka samoobsługi i sprawności w wykonywaniu zadań edukacyjnych (Gaines i Missiuna, 2007). Wczesne rozpoznanie zaburzeń neurorozwojowych u dzieci wydaje się być szczególnie istotne, a ocena poziomu niewyhamowania odruchów pierwotnych daje szansę na wczesną identyfikację deficytów rozwojowych.

W badaniu 2 szerzej przyglądano się predykcyjnym możliwościom niewyhamowanych odruchów, ale z uwzględnieniem dodatkowych zmiennych motorycznych oraz innych, na których istotność dla wystąpienia trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania wskazywał przegląd literatury: wczesnych zaburzeń mowy oraz rodzinnego ryzyka dysleksji. Uwzględnienie dodatkowych zmiennych uznano

za ważne ze względu na to, że trudności szkolne w zakresie czytania i pisania są zaburzeniem wieloczynnikowym o licznych przyczynach i z licznymi czynnikami zarówno ryzyka, jak i ochronnymi (Bowey, 2022; Caravolas, 2022; Giménez i in., 2017; Hendrickx, 2010; Pennington, 2006; Pennington i Bishop, 2009; Phillips i Lonigan, 2022). Wczesne zaburzenia mowy okazały się być istotnym predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania, co potwierdza wyniki licznych badań wskazujących, że zarówno wczesne, jak i późniejsze zaburzenia rozwoju mowy i języka są znacznym czynnikiem ryzyka trudności szkolnych (Murphy i in., 2016; Pennington i Lefly, 2001; Snowling i Hulme, 2022), które nie zawsze widoczne są na początku edukacji, ale w późniejszym okresie mogą ujawnić się w postaci trudności w czytaniu ze zrozumieniem (Thompson i in., 2015). W omawianym badaniu wczesne zaburzenia mowy okazały się być istotnym predyktorem trudności szkolnych w obu analizowanych modelach (regresji hierarchicznej i mediacji) uwzględniających pozostałe zmienne. Co ciekawe w modelu mediacji wczesne zaburzenia mowy okazały się również mieć wpływ na rozwój zaburzeń koordynacji, co jest zgodne z założeniem, że zaburzenia motoryczne są wtórne w stosunku do rozwoju mowy i języka (Goorhuis-Brouwer i Wijnberg-Williams, 1996). Podobnie rodzinne ryzyko dysleksji okazało się być predyktorem trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania w obu analizowanych modelach regresji uwzględniających szereg zmiennych. Wpływ tego ryzyka na trudności szkolne jest bezpośredni, jednak nie wykazano zależności z koordynacją dużej motoryki. Potwierdza to znaczenie rodzinnego ryzyka dysleksji dla rozwoju trudności szkolnych, które zostało wykazane w licznych dotychczasowych badaniach (Caglar-Ryeng i in., 2021; Dandache i in., 2014; Snowling i in., 2003, 2007; Snowling i Melby-Lervåg, 2016; van Bergen i in., 2012; van der Leij i in., 2013). Obie analizy regresji (hierarchicznej i mediacji) dotyczące niewyhamowanych odruchów pierwotnych przy kontrolowaniu pozostałych zmiennych wykazały, że jest to czynnik

istotny dla przewidywania wystąpienia trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania. W modelu regresji hierarchicznej analizowane zbiorczo odruchy pierwotne okazały się być istotnym predyktorem dodającym 0,9% wariancji trudności szkolnych. Choć ten przyrost wariancji trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania jest niewielki, to cały model objaśniła 20,3% wariancji trudności szkolnych, a odruchy pierwotne okazały się być istotne nawet po uprzednim uwzględnieniu czterech ważnych predyktorów trudności szkolnych: wczesnych zaburzeń mowy, rodzinnego ryzyka dysleksji, koordynacji dużej motoryki i funkcjonowania mózdzka. Natomiast w modelu mediacji odruchy pierwotne analizowano jako zmienną wyjaśniającą trudności szkolne w zakresie czytania i pisania, a koordynację dużej motoryki jako mediator tej zależności. Zbiorczy czynnik odruchy pierwotne okazał się mieć zarówno bezpośrednią, jak i pośrednią za pośrednictwem koordynacji, zależność z trudnościami szkolnymi, co oznacza, że odruchy pierwotne i poziom ich wyhamowania pozwalają przewidywać wystąpienie trudności szkolnych. W modelach analizujących zależność trudności szkolnych od indywidualnych odruchów pierwotnych wszystkie odruchy (tj. odruch Moro, TOB, ATOS, STOS-Z, STOS-W i odruch Galanta) okazały się mieć pośrednią zależność z trudnościami szkolnymi poprzez ich bezpośrednią zależność z koordynacją, która z kolei ma bezpośrednią zależność z trudnościami szkolnymi. Oznacza to, że niewyhamowane odruchy pierwotne są czynnikiem pogarszającym koordynację dużej motoryki, która z kolei wpływa na naukę czytania i pisania – czym lepsza koordynacja, tym mniejsze nasilenie trudności szkolnych u dzieci. W przyszłych badaniach należałoby uwzględnić jeszcze więcej potencjalnych predyktorów, takich jak iloraz inteligencji, szersze funkcje językowe czy funkcje wzrokowe, ponieważ analizowane w omawianym badaniu zmienne wyjaśniają około 20% wariancji trudności szkolnych. Nie umniejsza to jednak wagi obserwacji, że rozwój motoryczny na najbardziej podstawowym poziomie jakim są odruchy pierwotne daje

możliwość przewidywania trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania nawet przy kontroli współzmiennych, których znaczenie potwierdzono w licznych badaniach naukowych (koordynacja dużej motoryki, zob. Iversen i in., 2005; Lino i Chieffo, 2022; Maziero i in., 2020; wczesne zaburzenia mowy, zob. Catts i in., 1999; McArthur i in., 2000; funkcjonowanie mózdzka, zob. Fawcett i in., 2001; Nicolson i in., 1999; Rae i in., 1998; rodzinne ryzyko dysleksji, zob. Snowling i in., 2003, 2007).

Zależność wystąpienia trudności szkolnych od rozwoju motorycznego wymaga dalszych badań, bo do tej pory jest bardzo słabo przebadana (Estil i in., 2003; Ramus, White i in., 2003; Snowling i Melby-Lervåg, 2016; Viholainen i in., 2006). Jeszcze mniej jasne są wieloczynnikowe związki rozwoju motorycznego z pozostałymi zmiennymi uwzględnionymi w bieżących badaniach: trudnościami szkolnymi, rozwojem mowy i języka oraz rodzinnym ryzykiem dysleksji (Francks i in., 2003). Badania wskazują, że we wszystkich tych grupach występują zaburzenia rozwoju motorycznego, choć nie są tak samo nasilone w każdej z grup. Najczęściej zaburzenia motoryczne występują u dzieci z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka, bo aż u 71% dzieci (Rintala i in., 1998), rzadziej u dzieci z trudnościami szkolnymi, bo u 60% dzieci (Kaplan i in., 1998; Ramus, Pidgeon i Frith, 2003), a najrzadziej u dzieci z rodzinnym ryzykiem dysleksji, bo u 37% dzieci, ale procent ten wzrasta u dzieci, u których współwystępują zaburzenia neurorozwojowe (Ramus, Pidgeon i Frith, 2003). Zaburzenia rozwoju motorycznego współwystępują z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka oraz trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania (Bishop, 2002; Brookman i in., 2013; Regehr i Kaplan, 1988; Wolff i in., 1995), a tendencja ta wzmacniana jest przez rodzinne ryzyko dysleksji (Viholainen i in., 2002, 2006). Dlatego obserwacja dzieci (szczególnie dzieci z grup ryzyka) pod kątem wczesnego rozwoju motorycznego może być wczesnym wskaźnikiem konieczności podjęcia dodatkowych oddziaływań w celu stymulacji rozwoju mowy

i języka oraz przeciwdziałania późniejszym trudnościom szkolnym w zakresie czytania i pisania (Viholainen i in., 2002, 2006). Choć nie u wszystkich dzieci z rozwojowymi zaburzeniami mowy i języka lub z trudnościami szkolnymi w zakresie czytania i pisania występują zaburzenia rozwoju motorycznego, to warto kontrolować rozwój motoryczny, bo może być wskaźnikiem szerszych deficytów neurorozwojowych (Snowling i in., 2019). Bieżące badania potwierdziły znaczenie zarówno ogólnego rozwoju motorycznego w postaci koordynacji dużej motoryki, jak i podstawowego poziomu dojrzewania motorycznego w postaci niewyhamowanych odruchów pierwotnych oraz pośrednio funkcjonowania mózdzku, dla przewidywania wystąpienia u dzieci trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania.

Autorka jest zdania, że rozwój motoryczny dzieci w obecnych czasach jest niewystarczająco uwzględniany, a potwierdzają to badania wskazujące na obniżanie się sprawności motorycznej oraz wzrost otyłości u dzieci w wieku przedszkolnym w porównaniu do dzieci z wcześniejszych pokoleń (Sedlak i in., 2015). Ponieważ bieżące badania wykazały bezpośrednią zależność trudności szkolnych oraz rozwoju mowy i języka od rozwoju motorycznego, to autorka uważa, że zagadnienia rozwoju motorycznego dzieci powinny być szerzej uwzględniane w edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej dzieci. Obecny projekt doktorski otwiera drogę do prowadzenia dalszych badań z zakresu związku rozwoju motorycznego z rozwojem poznawczym. Wykazana zależność trudności szkolnych w zakresie czytania i pisania od podstawowego poziomu rozwoju motorycznego powinna prowadzić do przyszłych badań podłużnych polegających na obserwacji rozwoju motorycznego dzieci od pierwszego roku życia do czasu rozpoczęcia edukacji szkolnej. Niewyhamowane odruchy pierwotne są narzędziem, które można by wykorzystać do badania dzieci w każdym wieku, co pozwoliłoby ujednolicić wyniki dziecka pomimo jego zmian rozwojowych

wpływających na ogólną sprawność motoryczną. Podobnie badania dotyczące terapeutycznych programów ruchowych są szansą na rozwój wiedzy z zakresu rozwoju dzieci. Dotychczasowe badania z tej dziedziny nie uwzględniają szerokiego rozwoju motorycznego, przez co trudno ocenić, który element rozwoju motorycznego rzeczywiście ma znaczenie dla poprawy funkcji poznawczych (Goddard Blythe, 2005; Grzywniak, 2017; McClelland i in., 2015; McPhillips i Sheehy, 2004; McPhillips i in., 2000; Wahlberg i Ireland, 2005). Autorka uważa, że niewyhamowane odruchy pierwotne z jednej strony mogą być łatwym narzędziem do badania młodszych dzieci, a z drugiej w przypadku starszych dzieci, młodzieży i dorosłych powinny być badane w zestawie z szerszymi funkcjami motorycznymi. Różnice w wynikach uwzględniających wiek dzieci między dziećmi z DSLD i dziećmi typowo rozwijającymi się, które wykazały, że poziom odruchów u dzieci bez zaburzeń komunikacji jest stały z wiekiem, pozwalają założyć, że jest możliwe stworzenie norm rozwojowych dotyczących odruchów pierwotnych, które uwzględnią nie tylko to, że odruchy powinny być wyhamowane w pierwszym roku życia (Capute i in., 1982, 1984), ale także to, że nie zawsze tak się dzieje nawet u dzieci bez zaburzeń neurorozwojowych (Gieysztor i in., 2017, 2018). Jednak planując normalizację koniecznie należy uwzględnić wyniki obecnych badań, które wykazały, że u dzieci z zaburzeniami neurorozwojowymi przebieg hamowania odruchów jest inny nie tylko w porównaniu do dzieci typowo rozwijających się, ale także wewnątrzgrupowo pomiędzy dziećmi z umiarkowanymi i ciężkimi zaburzeniami mowy i języka.

Bibliografia

- Alibakhshi, H., Salmani, M., Ahmadizadeh, Z., Siminghalam, M. (2018). Relationship between primitive reflexes and fine motor skills in children with specific learning disorders. *Koomesh*, 20(3), 478–483. <http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-3874-en.html>
- Andrich, P., Shihada, M. B., Vinci, M. K., Wrenhaven, S. L., Goodman, G. D. (2018). Statistical relationships between visual skill deficits and retained primitive reflexes in children. *Optometry & Visual Performance*, 6(3), 106–111.
- Archibald, L. M. D., Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition: a comparison of tests. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 970–983.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/070\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/070))
- Bauermeister, J. J., Shrout, P. E., Chavez, L., Rubio-Stipec, M., Ramirez, R., Padilla, L., Anderson, A., Garcia, P., Canino, G. (2007). ADHD and gender: Are risks and sequela of ADHD the same for boys and girls? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(8), 831–839. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01750.x>
- Bedyńska, S., Książek, M. (2012). *Praktyczny przewodnik wykorzystania modeli regresji oraz równań strukturalnych*. Akademickie Sedno.
- Berne, S. A. (2006). The primitive reflexes: Considerations in the infant. *Optometry and Vision Development*, 37(3), 139–145.
- Bhat, A. N. (2020). Is motor impairment in autism spectrum disorder distinct from developmental coordination disorder? a report from the SPARK study. *Physical Therapy*, 100(4), 633–644. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz190>
- Bilbilaj, S., Gjipali, A., Shkurti, F. (2017). Measuring primitive reflexes in children with learning disorders. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 2(5), 285–298. <https://doi.org/10.26417/ejms.v5i1.p285-298>

- Bishop, D. (2002). Motor immaturity and specific speech and language impairment: Evidence for a common genetic basis. *American Journal of Medical Genetics*, 114(1), 56–63. <https://doi.org/10.1002/ajmg.1630>
- Bishop, D. V. M., Edmundson, A. (1987). Specific language impairment as a maturational lag: Evidence from longitudinal data on language and motor development. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 29(4), 442–459. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1987.tb02504.x>
- Bob, P., Konicarova, J., Raboch, J. (2021). Disinhibition of primitive reflexes in attention deficit and hyperactivity disorder: Insight into specific mechanisms in girls and boys. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 430685. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.430685>
- Borkowska, M. (2001). *Uwarunkowania rozwoju ruchowego i jego zaburzenia w mózgowym porażeniu dziecięcym*. Wydawnictwo Zaulek.
- Bowey, J. A. (2022). Predicting individual differences in learning to read. W: M. J. Snowling, C. Hulme i K. Nation (red.), *The science of reading: a handbook* (wyd. 2, s. 155–172). Wiley-Blackwell.
- Brimo, K., Dinkler, L., Gillberg, C., Lichtenstein, P., Lundström, S., Åsberg Johnels, J. (2021). The co-occurrence of neurodevelopmental problems in dyslexia. *Dyslexia (Chichester, England)*, 27(3), 277–293. <https://doi.org/10.1002/dys.1681>
- Brookman, A., McDonald, S., McDonald, D., Bishop, D. V. M. (2013). Fine motor deficits in reading disability and language impairment: Same or different? *PeerJ*, 1, e217. <https://doi.org/10.7717/peerj.217>
- Broomfield, J., Dodd, B. (2004). Children with speech and language disability: caseload characteristics. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 39(3), 303–324. <https://doi.org/10.1080/13682820310001625589>

- Bruck, M. (1992). Persistence of dyslexics' phonological awareness deficits. *Developmental Psychology*, 28(5), 874–886. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.28.5.874>
- Bruijn, S. M., Massaad, F., MacLellan, M. J., Van Gestel, L., Ivanenko, Y. P., Duysens, J. (2013). Are effects of the symmetric and asymmetric tonic neck reflexes still visible in healthy adults? *Neuroscience Letters*, 556, 89–92. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2013.10.028>
- Brumbach, A., Goffman, L. (2014). Interaction of language processing and motor skill in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57, 158–171. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/12-0215\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0215))
- Brzeziński, J. (2001). *Metodologia badań psychologicznych* (wyd. 3). Wydawnictwo PWN.
- Bushnell, E. W., Boudreau, J. P. (1993). Motor development and the mind: The potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Development*, 64(4), 1005–1021. <https://doi.org/10.2307/1131323>
- Caglar-Ryeng, Ø., Eklund, K., Nergård-Nilssen, T. (2021). School-entry language outcomes in late talkers with and without a family risk of dyslexia. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 27(1), 29–49. <https://doi.org/10.1002/dys.1656>
- Caldani, S., Acquaviva, E., Moscoso, A., Peyre, H., Delorme, R., Bucci, M. P. (2022). Reading performance in children with ADHD: an eye-tracking study. *Annals of Dyslexia*, 72(3), 552–565. <https://doi.org/10.1007/s11881-022-00269-x>
- Calvin, N., Ramli, Y. (2020). Detecting neurodevelopmental problems using the simple parent-reported screening tool in combination with primitive reflex assessment. *Paediatrica Indonesiana*, 60(1), 31–36. <http://dx.doi.org/10.14238/pi60.1.2020.31-6>

- Capute, A. J., Palmer, F. B., Shapiro, B. K., Wachtel, R. C., Ross, A., Accardo, P. J. (1984). Primitive reflex profile: a quantitation of primitive reflexes in infancy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 26(3), 375–383. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1984.tb04456.x>
- Capute, A. J., Shapiro, B. K., Accardo, P. J., Wachtel, R. C., Ross, A., Palmer, F. B. (1982). Motor functions: associated primitive reflex profiles. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 24(5), 662–669. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1982.tb13677.x>
- Caravolas, M. (2022). The nature and causes of dyslexia in different languages. W: M. J. Snowling, C., Hulme i K. Nation (red.), *The science of reading: a handbook* (wyd. 2, s. 336–355). Wiley-Blackwell.
- Catts, H. W., Fey, M. E., Zhang, X., Tomblin, J. B. (1999). Language basis of reading and reading disabilities: Evidence from a longitudinal investigation. *Scientific Studies of Reading*, 3(4), 331–361. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0304_2
- Cheng, H.-C., Chen, H.-Y., Tsai, C.-L., Chen, Y.-J., Cherng, R.-J. (2009). Comorbidity of motor and language impairments in preschool children of Taiwan. *Research in Developmental Disabilities*, 30(5), 1054–1061. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.02.008>
- Chinello, A., Di Gangi, V., Valenza, E. (2018). Persistent primary reflexes affect motor acts: Potential implications for autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 83, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.07.010>
- Christmann, C. A., Lachmann, T., Steinbrink, C. (2015). Evidence for a general auditory processing deficit in developmental dyslexia from a discrimination paradigm using speech versus nonspeech sounds matched in complexity. *Journal of Speech*,

Language, and Hearing Research, 58(1), 107–121.

https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-14-0174

Chuang, Y.-C., Hsu, C.-Y., Chiu, N.-C., Lin, S.-P., Tzang, R.-F., Yang, C.-C. (2011).

Other impairment associated with developmental language delay in preschool-aged children. *Journal of Child Neurology*, 26(6), 714–717.

<https://doi.org/10.1177/0883073810389331>

Cohen, N. J., Vallance, D. D., Barwick, M., Im, N., Menna, R., Horodezky, N. B.,

Isaacson, L. (2000). The interface between ADHD and language impairment: an examination of language, achievement, and cognitive processing. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 41(3), 353–362.

<https://doi.org/10.1111/1469-7610.00619>

Dandache, S., Wouters, J., Ghesquière, P. (2014). Development of reading and

phonological skills of children at family risk for dyslexia: a longitudinal analysis from kindergarten to sixth grade. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 20(4), 305–329. <https://doi.org/10.1002/dys.1482>

Deaner, R. O., Balish, S. M., Lombardo, M. P. (2016). Gender differences in sports interest

and motivation: An evolutionary perspective. *Evolutionary Behavioral Sciences*, 10(2), 73–97. <https://doi.org/10.1037/ebs0000049>

Desorbay, T. (2013). A neuro-developmental approach to specific learning difficulties.

International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases, 3(1), 1–2. <https://doi.org/10.4103/2231-0738.106970>

DeThorne, L. S., Hart, S. A., Petrill, S. A., Deater-Deckard, K., Thompson, L. A.,

Schatschneider, C., Davison, M. D. (2006). Children's history of speech-language difficulties: Genetic influences and associations with reading-related measures.

Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49, 1280–1293.

[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/092\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/092))

Dewey, D., Cantell, M., Crawford, S. G. (2007). Motor and gestural performance in children with autism spectrum disorders, developmental coordination disorder, and/or attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(2), 246–256.

<https://doi.org/10.1017/S1355617707070270>

Dewey, D., Kaplan, B. J., Crawford, S. G., Wilson, B. N. (2002). Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. *Human Movement Science*, 21(5–6), 905–918.

[https://doi.org/10.1016/s0167-9457\(02\)00163-x](https://doi.org/10.1016/s0167-9457(02)00163-x)

Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71(1), 44–56.

<https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>

Diepeveen, F. B., van Dommelen, P., Oudesluys-Murphy, A. M., Verkerk, P. H. (2018). Children with specific language impairment are more likely to reach motor milestones late. *Child: Care, Health and Development*, 44(6), 857–862.

<https://doi.org/10.1111/cch.12614>

Dispaldro, M., Leonard, L. B., Deevy, P. (2013). Real-word and nonword repetition in Italian-speaking children with specific language impairment: a study of diagnostic accuracy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 323–336.

[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/11-0304\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/11-0304))

Drljan, B., Vuković, M. (2019). Comparison of lexical-semantic processing in children with developmental language disorder and typically developing peers. *Govor*, 36(2), 119–138. <https://hrcak.srce.hr/231502>

- Estil, L. B., Whiting, H. T. A., Sigmundsson, H., Ingvaldsen, R. P. (2003). Why might language and motor impairments occur together? *Infant and Child Development*, *12*, 253–265. <https://doi.org/10.1002/icd.289>
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., Dean, P. (1996). Impaired performance of children with dyslexia on a range of cerebellar tasks. *Annals of Dyslexia*, *46*(1), 259–283. <https://doi.org/10.1007/BF02648179>
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., Maclagan, F. (2001). Cerebellar tests differentiate between groups of poor readers with and without IQ discrepancy. *Journal of Learning Disabilities*, *34*(2), 119–135. <https://doi.org/10.1177/002221940103400203>
- Feldhacker, D. R., Cosgrove, R., Feiten, B., Schmidt, K., Stewart, M. (2021). The correlation between retained primitive reflexes and scholastic performance among early elementary students. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*. <https://doi.org/10.1080/19411243.2021.1959482>
- Félix, J., Santos, M. E., Benitez-Burraco, A. (2022). Specific language impairment, autism spectrum disorders and social (pragmatic) communication disorders: Is there overlap in language deficits? a review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s40489-022-00327-5>
- Fernell, E., Norrelgen, F., Bozkurt, I., Hellberg, G., Löwing, K. (2002). Developmental profiles and auditory perception in 25 children attending special preschools for language-impaired children. *Acta Paediatrica*, *91*(10), 1108–1115. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2002.tb00107.x>
- Fisher, E. L. (2017). A systematic review and meta-analysis of predictors of expressive-language outcomes among late talkers. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, *60*, 2935–2948. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0310

- Fox, A. M., Reid, C. L., Anderson, M., Richardson, C., Bishop, D. V. M. (2012). Maturation of rapid auditory temporal processing and subsequent nonword repetition performance in children. *Developmental Science*, 15(2), 204–211. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01117.x>
- Francks, C., Fisher, S. E., Marlow, A. J., MacPhie, I. L., Taylor, K. E., Richardson, A. J., Stein, J. F., Monaco, A. P. (2003) Familial and genetic effects on motor coordination, laterality, and reading-related cognition. *American Journal of Psychiatry*, 160, 1970–1977. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.160.11.1970>
- Futagi, Y., Suzuki, Y. (2010). Neural mechanism and clinical significance of the plantar grasp reflex in infants. *Pediatric Neurology*, 43(2), 81–86. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2010.04.002>
- Futagi, Y., Tagawa, T., Otani, K. (1992). Primitive reflex profiles in infants: Differences based on categories of neurological abnormality. *Brain and Development*, 14(5), 294–298. [https://doi.org/10.1016/s0387-7604\(12\)80146-x](https://doi.org/10.1016/s0387-7604(12)80146-x)
- Futagi, Y., Yanagihara, K., Mogami, Y., Ikeda, T., Suzuki, Y. (2013). The Babkin reflex in infants: Clinical significance and neural mechanism. *Pediatric Neurology*, 49, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2013.04.005>
- Gaines, R., Missiuna, C. (2007). Early identification: Are speech/language-impaired toddlers at increased risk for developmental coordination disorder? *Child: Care, Health and Development*, 33(3), 325–332. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2006.00677.x>
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Baddeley, A. D., Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: a test of phonological working memory. *Memory*, 2(2), 103–127. <https://doi.org/10.1080/09658219408258940>

- Gaysina, D., Maughan, B., Richards, M. (2010). Association of reading problems with speech and motor development: results from a British 1946 birth cohort. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(7), 680–681.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03649.x>
- Gieysztor, E. Z., Choińska, A. M., Paprocka-Borowicz, M. (2018). Persistence of primitive reflexes and associated motor problems in healthy preschool children. *Archives of Medical Science*, 14(1), 167–173. <https://doi.org/10.5114/aoms.2016.60503>
- Gieysztor, E., Sadowska, L., Choińska, A. (2017). The degree of primitive reflexes integration as a diagnostic tool to assess the neurological maturity of healthy preschool and early school age children. *Nursing and Public Health*, 7(1), 5–11.
<https://doi.org/10.17219/pzp/69471>
- Giménez, A., Ortiz, A., López-Zamora, M., Sánchez, A., Luque, J. L. (2017). Parents' reading history as an indicator of risk for reading difficulties. *Annals of Dyslexia*, 67(3), 259–280. <https://doi.org/10.1007/s11881-017-0143-9>
- Goddard Blythe, S. (2015). *Jak ocenić dojrzałość dziecka do nauki?* (wyd. 2). Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Goddard Blythe, S. (2020). *Jak osiągać sukcesy w nauce? Uwaga, równowaga i koordynacja* (wyd. 2). Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Goddard Blythe, S. (2018). *Odruchy, uczenie się i zachowanie. Okno do umysłu dziecka*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Goddard Blythe, S. (2005). Releasing educational potential through movement: a summary of individual studies carried out using the INPP test battery and developmental exercise programme for use in schools with children with special needs. *Child Care in Practice*, 11(4), 415–432. <https://doi.org/10.1080/13575270500340234>

- González, S. E., Ciuffreda, K. J., Hernández, L. C., Escalante, J. B. (2008). The correlation between primitive reflexes and saccadic eye movements in 5th grade children with teacher-reported reading problems. *Optometry & Vision Development*, 39(3), 140–145.
- Goorhuis-Brouwer, S. M., Wijnberg-Williams, B. J. (1996). Specificity of specific language impairment. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 48(5), 269–274.
<https://doi.org/10.1159/000266421>
- Graf Estes, K., Evans, J. L., Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: a meta-analysis. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 50(1), 177–195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/015\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/015))
- Grigorenko, E. L. (2001). Developmental dyslexia: An update on genes, brains, and environments. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 42(1), 91–125. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00704>
- Grzywniak, C. (2016). Role of early-childhood reflexes in the psychomotor development of a child, and in learning. *Acta Neuropsychologica*, 14(2), 113–129.
<https://doi.org/10.5604/17307503.1213000>
- Grzywniak, C. (2017). Integration exercise programme for children with learning difficulties who have preserved vestigial primitive reflexes. *Acta Neuropsychologica*, 15(3), 241–256. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.5491>
- Hamer, E. G., Hadders-Algra, M. (2016). Prognostic significance of neurological signs in high-risk infants – a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 58, 53–60. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13051>
- Handryastuti, S., Fadiana, G., Ismael, S., Sastroasmoro, S., Aminullah, A., Hadipoetro Idris, F., Saptogino, A., Hapsara, S. (2018). Early detection of cerebral palsy in

high-risk infants: diagnostic value of primitive and developmental reflexes as well as ultrasound. *Paediatrica Indonesiana*, 58(1), 5–12.

<http://dx.doi.org/10.14238/pi58.1.2018.5-12>

Harkins, C. M., Handen, B. L., Mazurek, M. O. (2022). The impact of the comorbidity of ASD and ADHD on social impairment. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 52(6), 2512–2522. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05150-1>

Disorders, 52(6), 2512–2522. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05150-1>

Hayes, A. F. (2022). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: a regression-based perspective* (wydanie 3). The Guilford Press.

Hayiou, T. M. E., Carroll, J. M., Leavett, R., Hulme, C., Snowling, M. J. (2017). When does speech sound disorder matter for literacy? The role of disordered speech errors, co-occurring language impairment and family risk of dyslexia. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 58(2), 197–205. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12648>

Hayiou-Thomas, M. E., Harlaar, N., Dale, P. S., Plomin, R. (2010). Preschool speech, language skills, and reading at 7, 9, and 10 years: Etiology of the relationship. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 311–332.

[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/07-0145\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/07-0145))

Hendrickx, S. (2010). *The adolescent and adult neuro-diversity handbook: Asperger syndrome, ADHD, dyslexia, dyspraxia and related conditions*. Jessica Kingsley Publishers.

Herzyk, A. (1997). Taksonomia afazji. Kryteria klasyfikacji i rodzaje zespołów zaburzeń. *Audiofonologia*, 10, 83–101.

Higashionna, T., Iwanaga, R., Tokunaga, A., Nakai, A., Tanaka, K., Nakane, H., Tanaka, G. (2017). Relationship between motor coordination, cognitive abilities, and academic achievement in Japanese children with neurodevelopmental disorders.

Hong Kong Journal of Occupational Therapy, 30, 49–55.

<https://doi.org/10.1016/j.hkjot.2017.10.002>

Highnam, C. L., Bleile, K. M. (2011). Language in the cerebellum. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 20, 337–347. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2011/10-0096\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2011/10-0096))

Hill, E. L. (2001). Non-specific nature of specific language impairment: a review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36(2), 149–171. <https://doi.org/10.1080/13682820010019874>

Houwen, S., Visser, L., Putten van der, A., Vlaskamp, C. (2016). The interrelationships between motor, cognitive, and language development in children with and without intellectual and developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 53–54, 19–31. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.012>

Hudry, K., Chetcuti, L., Hocking, D. R. (2020). Motor functioning in developmental psychopathology: a review of autism as an example context. *Research in Developmental Disabilities*, 105, Artykuł 103739. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103739>

Ivanović, L. B., Stošović Ilić, D., Nikolić, S., Medenica, V. (2019). Da li neuromotorna nezrelost predstavlja rizik za usvajanje bazičnih akademskih veština kod dece školskog uzrasta? [Czy niedojrzałość neuromotoryczna stanowi ryzyko dla nabywania podstawowych umiejętności akademickich u dzieci w wieku szkolnym?]. *Vojnosanitetski Pregled*, 76(10), 1062–1070. <https://doi.org/10.2298/VSP170417011I>

- Iversen, S., Berg, K., Ellertsen, B., Tønnessen, F. E. (2005). Motor coordination difficulties in a municipality group and in a clinical sample of poor readers. *Dyslexia*, 11(3), 217–231. <https://doi.org/10.1002/dys.297>
- Ivry, R. B., Keele, S. W. (1989). Timing functions of the cerebellum. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1(2), 136–152. <https://doi.org/10.1162/jocn.1989.1.2.136>
- Jordan-Black, J. A. (2005). The effects of the Primary Movement programme on the academic performance of children attending ordinary primary school. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 5(3), 101–111. <https://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2005.00049.x>
- Junqueira, P., Marchesan, I. Q., de Oliveira, L. R., Ciccone, E., Haddad, L., Rizzo, M. C. (2010). Speech-language pathology findings in patients with mouth breathing: multidisciplinary diagnosis according to etiology. *The International Journal of Orofacial Myology*, 36, 27–32. <https://doi.org/10.52010/ijom.2010.36.1.3>
- Kalashnikova, M., Goswami, U., Burnham, D. (2020). Novel word learning deficits in infants at family risk for dyslexia. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 26(1), 3–17. <https://doi.org/10.1002/dys.1649>
- Kaplan, B. J., Wilson, B. N., Dewey, D., Crawford, S. G. (1998). DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science*, 17(4–5), 471–490. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(98\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(98)00010-4)
- Kiliç, A. B., Yildiz, M. (2018). Moro refleks ölçümleri için bilgisayar tabanlı sistem tasarımı ve test edilmesi [Komputerowe projektowanie i testowanie systemów do pomiaru odruchu Moro]. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 22(1), 319–325. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.37141>

- Koutsoftas, A. D. (2016). Writing process products in intermediate-grade children with and without language-based learning disabilities. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 59*, 1471–1483. https://doi.org/10.1044/2016_jslhr-1-15-0133
- le Clercq, C. M. P., van der Schroeff, M. P., Rispens, J. E., Ruytjens, L., Goedegebure, A., van Ingen, G., Franken, M. (2017). Shortened nonword repetition task (NWR-S): a simple, quick, and less expensive outcome to identify children with combined specific language and reading impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 60*, 2241–2248. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0060
- Leonard, L. B. (2014). *Children with specific language impairment*. Massachusetts Institute of Technology.
- Leonard, H. C., Hill, E. L. (2014). The impact of motor development on typical and atypical social cognition and language: a systematic review. *Child and Adolescent Mental Health, 19*(3), 163–170. <https://doi.org/10.1111/camh.12055>
- Lino, F., Chieffo, D. (2022). Developmental coordination disorder and most prevalent comorbidities: a narrative review. *Children (Basel, Switzerland), 9*(7), 1095. <https://doi.org/10.3390/children9071095>
- Malak, R., Sikorska, D., Rosołek, M., Baum, E., Mojs, E., Daroszewski, P., Matecka, M., Fechner, B., Samborski, W. (2021). Impact of umbilical cord arterial pH, gestational age, and birth weight on neurodevelopmental outcomes for preterm neonates. *PeerJ, 9*, e12043. <http://doi.org/10.7717/peerj.12043>
- Malina, R. M. (2004). Motor development during infancy and early childhood: Overview and suggested directions for research. *International Journal of Sport and Health Science, 2*, 50–66. <https://doi.org/10.5432/ijshs.2.50>

- Marschik, P. B., Einspieler, C., Garzarolli, B., Prechtel, H. F. R. (2007). Events at early development: Are they associated with early word production and neurodevelopmental abilities at the preschool age? *Early Human Development*, 83(2), 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.05.009>
- Marton, K. (2009). Imitation of body postures and hand movements in children with specific language impairment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.07.007>
- Matuszkiewicz, M. (2016). *Przetwarzanie słuchowo-fonologiczne, a poziom przetrwałych odruchów pierwotnych u małych dzieci* [niepublikowana praca magisterska]. Wydział Psychologii, Uniwersytet Humanistycznospołeczny SWPS.
- Matuszkiewicz, M., Gałkowski, T. (2021). Developmental language disorder and uninhibited primitive reflexes in young children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(3), 935–948. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-004239+
- Maziero, S., Tallet, J., Bellocchi, S., Jover, M., Chaix, Y., Jucla, M. (2020). Influence of comorbidity on working memory profile in dyslexia and developmental coordination disorder. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, 42(7), 660–674. <https://doi.org/10.1080/13803395.2020.1798880>
- McArthur, G. M., Hogben, J. H., Edwards, V. T., Heath, S. M., Mengler, E. D. (2000). On the “specifics” of specific reading disability and specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(7), 869–874. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00674>
- McClelland, E., Pitt, A., Stein, J. (2015). Enhanced academic performance using a novel classroom physical activity intervention to increase awareness, attention and self-

- control: Putting embodied cognition into practice. *Improving Schools*, 18(1), 83–100. <https://doi.org/10.1177/1365480214562125>
- McPhillips, M., Hepper, P., Mulhern, G. (2000). Effects of replicating primary-reflex movements on specific reading difficulties in children: a randomised, double-blind, controlled trial. *The Lancet*, 355, 537–541. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)02179-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)02179-0)
- McPhillips, M., Jordan-Black, J. A. (2007). Primary reflex persistence in children with reading difficulties (dyslexia): a cross-sectional study. *Neuropsychologia*, 45, 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.08.005>
- McPhillips, M., Sheehy, N. (2004). Prevalence of persistent primary reflexes and motor problems in children with reading difficulties. *Dyslexia*, 10(4), 316–338. <https://doi.org/10.1002/dys.282>
- Melillo, R. J., Leisman, G., Mualem, R., Ornai, A., Carmeli, E. (2020). Persistent childhood primitive reflex reduction effects on cognitive, sensorimotor, and academic performance in ADHD. *Frontiers in Public Health*, 8, 431835. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.431835>
- Motyka, M. (2020). Kompetencja językowa a odruchy pierwotne u dziecka w wieku przedszkolnym. *Forum Oświatowe*, 32(2), 165–179. <https://doi.org/10.34862/fo.2020.2.8>
- Murphy, K. A., Justice, L. M., O'Connell, A. A., Pentimonti, J. M., Kaderavek, J. N. (2016). Understanding risk for reading difficulties in children with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(6), 1436–1447. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0110
- Nash, H. M., Hulme, C., Gooch, D., Snowling, M. J. (2013). Preschool language profiles of children at family risk of dyslexia: Continuities with specific language

- impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(9), 958–968.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12091>
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J. (2006). Do cerebellar deficits underlie phonological problems in dyslexia? *Developmental Science*, 9(3), 259–262.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00486.x>
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., Berry, E. L., Jenkins, I. H., Dean, P., Brooks, D. J. (1999). Association of abnormal cerebellar activation with motor learning difficulties in dyslexic adults. *Lancet*, 353(9165), 1662–1667. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)09165-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)09165-X)
- Niklasson, M., Rasmussen, P., Niklasson, I., Norlander, T. (2018). Developmental coordination disorder: The importance of grounded assessments and interventions. *Frontiers in Psychology*, 9(2409). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02409>
- Odeh, C. E., Gladfelter, A. L., Stoesser, C., Roth, S. (2020). Comprehensive motor skills assessment in children with autism spectrum disorder yields global deficits. *International Journal of Developmental Disabilities*, 0(0), 1–11.
<https://doi.org/10.1080/20473869.2020.1764241>
- Pąchalska, M. (2012). *Neuropsychologia kliniczna. Urazy mózgu. Procesy komunikacyjne i powrót do społeczeństwa*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Pecuch, A., Gieysztor, E., Telenga, M., Wolańska, E., Kowal, M., Paprocka-Borowicz, M. (2020). Primitive reflex activity in relation to the sensory profile in healthy preschool children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8210. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218210>
- Pecuch, A., Kołcz-Trzęsicka, A., Żurowska, M., Paprocka-Borowicz, M. (2018). Ocena zaburzeń psychomotorycznych u dzieci w wieku 4–6 lat za pomocą testów Sally

- Goddard Blythe. *Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne*, 8(11), 11–20.
<https://doi.org/10.17219/pzp/75487>
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101(2), 385–413.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.008>
- Pennington, B. F., Bishop, D. V. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual Review of Psychology*, 60, 283–306.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163548>
- Pennington, B. F., Lefly, D. L. (2001). Early reading development in children at family risk for dyslexia. *Child Development*, 72(3), 816–833. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00317>
- Pennington, B. F., Olson, R. K. (2022). Genetics of dyslexia. W: M. J. Snowling, C. Hulme i K. Nation (red.), *The science of reading: a handbook* (wyd. 2, s. 453–472). Wiley-Blackwell.
- Phillips, B. M., Lonigan, C. J. (2022). Social correlates of emergent literacy. W: M. J. Snowling, C. Hulme i K. Nation (red.), *The science of reading: a handbook* (wyd. 2, s. 173–187). Wiley-Blackwell.
- Piaget, J. (1966). *Studia z psychologii dziecka*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Rae, C., Lee, M. A., Dixon, R. M., Blamire, A. M., Thompson, C. H., Styles, P., Talcott, J., Richardson, A. J., Stein, J. F. (1998). Metabolic abnormalities in developmental dyslexia detected by 1H magnetic resonance spectroscopy. *Lancet*, 351(9119), 1849–1852. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)99001-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)99001-2)
- Ralli, M., Greco, A., Altissimi, G., Tagliaferri, N., Carchiolo, L., Turchetta, R., Fusconi, M., Polimeni, A., Cianfrone, G., Vincentiis, M. (2018). Hyperacusis in children: a preliminary study on the effects of hypersensitivity to sound on speech and

- language. *The International Tinnitus Journal*, 22(1), 10–18.
<https://doi.org/10.5935/0946-5448.20180002>
- Ramus, F., Ahissar, M. (2012). Developmental dyslexia: The difficulties of interpreting poor performance, and the importance of normal performance. *Cognitive Neuropsychology*, 29(1–2), 104–122.
<http://dx.doi.org/10.1080/02643294.2012.677420>
- Ramus, F., Pidgeon, E., Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 44(5), 712–722. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00157>
- Ramus, F., White, S., Frith, U., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841–865. <https://doi.org/10.1093/brain/awg076>
- Regehr, S. M., Kaplan, B. J. (1988). Reading disability with motor problems may be an inherited subtype. *Pediatrics*, 82(2), 204–210. <https://doi.org/10.1542/peds.82.2.204>
- Rintala, P., Pienimäki, K., Ahonen, T., Cantell, M., Kooistra, L. (1998). The effects of a psychomotor training programme on motor skill development in children with developmental language disorders. *Human Movement Science*, 17(4–5), 721–737.
[https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(98\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(98)00021-9)
- Rosenbaum, D. A., Carlson, R. A., Gilmore, R. O. (2001). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 453.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.453>
- Ross, G., Demaria, R., Yap, V. (2018). The relationship between motor delays and language development in very low birthweight premature children at 18 months corrected age. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 61(1), 114–119.
https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-17-0056

- Rousseau, P. V., Matton, F., Lecuyer, R., Lahaye, W. (2017). The Moro reaction: More than a reflex, a ritualized behavior of nonverbal communication. *Infant Behavior & Development*, 46, 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2017.01.004>
- Salandy, S., Rai, R., Gutierrez, S., Ishak, B., Tubbs, R. S. (2019). Neurological examination of the infant: a comprehensive review. *Clinical Anatomy*, 32(6), 770–777. <https://doi.org/10.1002/ca.23352>
- Sanjeevan, T., Mainela-Arnold, E. (2017). Procedural motor learning in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(11), 3259–3269. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0457
- Saxena, U., Singh, B. P., Kumar, S. B. R., Chacko, G., Bharath, K. N. S. V. (2020). Acoustic reflexes in individuals having hyperacusis of the auditory origin. *Indian Journal of Otolaryngology & Head & Neck Surgery*, 72(4), 497–502. <https://doi.org/10.1007/s12070-020-02002-9>
- Scarborough, H. S. (1990). Very early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61(6), 1728. <https://doi.org/10.2307/1130834>
- Schott, J. M., Rossor, M. N. (2003). The grasp and other primitive reflexes. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 74, 558–560. <https://dx.doi.org/10.1136%2Fjnnp.74.5.558>
- Sedlak, P., Parizkova, J., Danis, R., Dvorakova, H., Vignerova, J. (2015). Secular changes of adiposity and motor development in Czech preschool children: Lifestyle changes in fifty-five year retrospective study. *Biomed Research International*, 823841. <https://doi.org/10.1155/2015/823841>
- Shapiro, B. K., Palmer, F. B., Antell, S., Bilker, S., Ross, A., Capute, A. J. (1990). Precursors of reading delay: Neurodevelopmental milestones. *Pediatrics*, 85(3), 416. <https://doi.org/10.1542/peds.85.3.416>

- Shaywitz, S. E., Holahan, J. M., Shneider, A. E., Marchione, K. E., Pugh, K. R., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., Stuebing, K. K., Francis, D. J. (1999). Persistence of dyslexia: The connecticut longitudinal study at adolescence. *Pediatrics*, *104*(6), 1351–1359. <https://doi.org/10.1542/peds.104.6.1351>
- Silva, J., Beltrame, T. S. (2011). Motor performance and learning difficulties in schoolchildren aged 7 to 10 years old. *Motricidade*, *7*(2), 57–68. [https://psycnet.apa.org/doi/10.6063/motricidade.7\(2\).111](https://psycnet.apa.org/doi/10.6063/motricidade.7(2).111)
- Smith, L. B., Thelèn, E., Titzer, R., McLin, D. (1999). Knowing in the context of acting: The task dynamics of the A-not-B error. *Psychological Review*, *106*(2), 235–260. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.2.235>
- Snowling, M. J. (2008). Specific disorders and broader phenotypes: The case of dyslexia. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*(1), 142–156. <https://doi.org/10.1080/17470210701508830>
- Snowling, M. J., Bishop, D. V. M., Stothard, S. E., Chipchase, B., Kaplan, C. (2006). Psychosocial outcomes at 15 years of children with a preschool history of speech-language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *47*(8), 759–765. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01631.x>
- Snowling, M. J., Gallagher, A., Frith, U. (2003). Family risk of dyslexia is continuous: Individual differences in the precursors of reading skill. *Child Development*, *74*(2), 358–373. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402003>
- Snowling, M. J., Hulme, C. (2022). Learning to read with a language impairment. W: M. J. Snowling, C. Hulme i K. Nation (red.), *The science of reading: a handbook* (wyd. 2, s. 397–412). Wiley-Blackwell.

- Snowling, M. J., Melby-Lervåg, M. (2016). Oral language deficits in familial dyslexia: a meta-analysis and review. *Psychological bulletin*, 142(5), 498–545.
<https://doi.org/10.1037/bul0000037>
- Snowling, M. J., Muter, V., Carroll, J. (2007). Children at family risk of dyslexia: a follow-up in early adolescence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(6), 609–618. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01725.x>
- Snowling, M. J., Nash, H. M., Gooch, D. C., Hayiou-Thomas, M. E., Hulme, C., Wellcome Language and Reading Project Team. (2019). Developmental outcomes for children at high risk of dyslexia and children with developmental language disorder. *Child Development*, 90(5), e548–e564. <https://doi.org/10.1111/cdev.13216>
- Snowling, M., Bishop, D. V. M. (2000). Is preschool language impairment a risk factor for dyslexia in adolescence? *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 41(5), 587–600. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00651>
- Son, S.-H., Meisels, S. J. (2006). The relationship of young children's motor skills to later reading and math achievement. *Merrill-Palmer Quarterly*, 52(4), 755–778.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1353/mpq.2006.0033>
- Starowicz-Filip, A., Milczarek, O., Kwiatkowski, S., Bętkowska-Korpała, B., Piątek, P. (2013). Rola mózdzku w regulacji funkcji poznawczych – Ujęcie neuropsychologiczne. *Neuropsychiatry & Neuropsychology*, 8(1), 24–31.
- Stoodley, C. J., Stein, J. F. (2013). Cerebellar function in developmental dyslexia. *The Cerebellum*, 12(2), 267–276. <https://doi.org/10.1007/s12311-012-0407-1>
- Szewczyk, J., Smoczyńska, M., Haman, E., Łuniewska, M., Kochańska, M., Załupska, J. (2015). *Test Powtarzania Pseudosłów. TPP. Podręcznik*. Instytut Badań Edukacyjnych.

- Tanaka, M., Kunimatsu, J., Suzuki, T. W., Kameda, M., Ohmae, S., Uematsu, A., Takeya, R. (2021). Roles of the cerebellum in motor preparation and prediction of timing. *Neuroscience*, *462*, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2020.04.039>
- Taylor, B., Hanna, D., McPhillips, M. (2020). Motor problems in children with severe emotional and behavioural difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, *90*(3), 719–735. <https://doi.org/10.1111/bjep.12327>
- Taylor, M., Houghton, S., Chapman, E. (2004). Primitive reflexes and attention-deficit/hyperactivity disorder: Developmental origins of classroom dysfunction. *International Journal of Special Education*, *19*(1), 23–37.
- Teitelbaum, O., Benton, T., Shah, P. K., Prince, A., Kelly, J. L., Teitelbaum, P. (2004). Eshkol-Wachman movement notation in diagnosis: The early detection of Asperger's syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(32), 11909–11914. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403919101>
- Thelèn, E. (1995). Motor development: a new synthesis. *American Psychologist*, *50*(2), 79–95. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.2.79>
- Thelèn, E., Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Massachusetts Institute of Technology.
- Thompson, P. A., Hulme, C., Nash, H. M., Gooch, D., Hayiou, T. E., Snowling, M. J. (2015). Developmental dyslexia: Predicting individual risk. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *56*(9), 976–987. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12412>
- Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., Catts, H. (2000). The association of reading disability, behavioral disorders, and language impairment among second-grade children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *41*(4), 473–482. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00632>

- Tomporowski, P. D., Lambourne, K., Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52, S3–S9.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.028>
- Torppa, M., Eklund, K., van Bergen, E., Lyytinen, H. (2011). Parental literacy predicts children's literacy: a longitudinal family-risk study. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 17(4), 339–355. <https://doi.org/10.1002/dys.437>
- Trauner, D., Wulfeck, B., Tallal, P., Hesselink, J. (2000). Neurological and MRI profiles of children with developmental language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(7), 470–475. <https://doi.org/10.1017/S0012162200000876>
- Trusewicz, R., Pogorzała, A. M. (2017). Rozwój ruchowy dziecka z uwzględnieniem założeń koncepcji NDT Bobath. W: A. M. Borowicz (red.), *Innowacyjność i tradycja w fizjoterapii* (s. 127–140). Wydawnictwo Wyższej Szkoły Edukacji i Terapii im. prof. Kazimiery Milanowskiej.
- Tseng, M., Howe, T., Chuang, I., Hsieh, C. (2007). Cooccurrence of problems in activity level, attention, psychosocial adjustment, reading and writing in children with developmental coordination disorder. *International Journal of Rehabilitation Research*, 30(4), 327–332. <https://doi.org/10.1080/10349120802033592>
- Ullman, M. T., Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41, 399–433.
[https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70276-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70276-4)
- van Bergen, E., de Jong, P. F., Plakas, A., Maassen, B., van der Leij, A. (2012). Child and parental literacy levels within families with a history of dyslexia. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 53(1), 28–36. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02418.x>

- van der Leij, A., van Bergen, E., van Zuijlen, T., de Jong, P., Maurits, N., Maassen, B. (2013). Precursors of developmental dyslexia: An overview of the longitudinal Dutch dyslexia programme study. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 19(4), 191–213. <https://doi.org/10.1002/dys.1463>
- van Viersen, S., de Bree, E. H., Verdam, M., Krikhaar, E., Maassen, B., van der Leij, A., de Jong, P. F. (2017). Delayed early vocabulary development in children at family risk of dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(4), 937–949. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-16-0031
- Vandermosten, M., Correia, J., Vanderauwera, J., Wouters, J., Ghesquière, P., Bonte, M. (2020). Brain activity patterns of phonemic representations are atypical in beginning readers with family risk for dyslexia. *Developmental Science*, 23(1). <https://doi.org/10.1111/desc.12857>
- Veldman, S. L. C., Santos, R., Jones, R. A., Sousa-Sá, E., Okely, A. D. (2019). Associations between gross motor skills and cognitive development in toddlers. *Early Human Development*, 132, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2019.04.005>
- Verhagen, J., Boom, J., Mulder, H., de Bree, E., Leseman, P. (2019). Reciprocal relationships between nonword repetition and vocabulary during the preschool years. *Developmental Psychology*, 55(6), 1125–1137. <https://doi.org/10.1037/dev0000702>
- Victorino, K. R., Schwartz, R. G. (2015). Control of auditory attention in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58, 1245–1257. https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-L-14-0181
- Viholainen, H., Ahonen, T., Cantell, M., Lyytinen, P., Lyytinen, H. (2002). Development of early motor skills and language in children at risk for familial

dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44(11), 761–769.

<https://doi.org/10.1017/s0012162201002894>

Viholainen, H., Ahonen, T., Lyytinen, P., Cantell, M., Tolvanen, A., Lyytinen, H. (2006).

Early motor development and later language and reading skills in children at risk of familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(5), 367–373.

<https://doi.org/10.1017/S001216220600079X>

Viholainen, H., Aro, T., Purtsi, J., Tolvanen, A., Cantell, M. (2014). Adolescents' school-

related self-concept mediates motor skills and psychosocial well-being. *British Journal of Educational Psychology*, 84, 268–280.

<https://doi.org/10.1111/bjep.12023>

Vukovic, M., Vukovic, I., Stojanovic, V. (2010). Investigation of language and motor

skills in Serbian speaking children with specific language impairment and in typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6),

1633–1644. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.04.020>

Vuolo, J., Goffman, L., Zelaznik, H. N. (2017). Deficits in coordinative bimanual timing

precision in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60, 393–405.

https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0100

Wahlberg, T., Ireland, D. (2005). Can replicating primary reflex movements improve

reading ability? *Optometry and Vision Development*, 36(2), 89–92.

Westendorp, M., Hartman, E., Houwen, S., Smith, J., Visscher, C. (2011). The relationship

between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2773–2779.

<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.05.032>

- Wolff, P. H., Melngailis, I., Obregon, M., Bedrosian, M. (1995). Family patterns of developmental dyslexia, part II: behavioral phenotypes. *American Journal of Medical Genetics*, 60(6), 494–505. <https://doi.org/10.1002/ajmg.1320600604>
- Wolff, P. H., Michel, G. F., Ovrut, M., Drake, C. (1990). Rate and timing precision of motor coordination in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 26(3), 349–359. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0012-1649.26.3.349>
- World Health Organization. (2009). *International classification of diseases and related health problems, ICD-10*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2022). *International classification of diseases eleventh revision (ICD-11)*. World Health Organization.
- Zafeiriou, D. I. (2004). Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. *Pediatric Neurology*, 31(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2004.01.012>
- Zelaznik, H. N., Goffman, L. (2010). Generalized motor abilities and timing behavior in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(1), 383–393. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0204\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0204))
- Zielińska, M., Goddard Blythe, S. (2020). School functioning of students with neuromotor immaturity. *International Journal of Pedagogy Innovation and New Technologies*, 7(2), 40–46. <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0014.6864>

Załącznik A. Próby odruchów pierwotnych

Odruch Moro	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami jak najbliżej siebie, głową lekko odchyloną do tyłu, zamkniętymi oczami oraz rękoma podniesionymi na wysokość klatki piersiowej i ugiętymi w łokciach, dłońmi podniesionymi do wysokości barków, rozluźnionymi i skierowanymi do wewnątrz i do siebie. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie sztywnej pozycji ciała i rąk w bezruchu, podczas bycia odchylanym do tyłu, upuszczanym (nie więcej niż 30°) i łapanym przez badającego. Badacz przed wykonaniem tej próby musi zapewnić badanego o swoich możliwościach złapania go. Jeśli badany toleruje próbę, to wykonywana jest trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania nieruchomej pozycji rąk i nóg, oddech i stan emocjonalny badanego.	
0	nie stwierdzono ruchu żadnej części ciała podczas upadania
1	minimalne odwiedzenie rąk
2	wyraźne częściowe odwiedzenie rąk lub gwałtowny wdech
3	odwiedzenie rąk do 75% lub reakcja emocjonalna badanego po zadaniu (poruszenie, pobudzenie)
4	pełne odwiedzenie rąk lub silna reakcja emocjonalna badanego po zadaniu, lub całkowite blokowanie upadanie przez cofanie nóg, lub odmowa upadania z powodu lęku przed zadaniem
Symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu (STOS-Z) i symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście (STOS-W)	
Osoba badania stoi w pozycji czworaczek z nieznacznie zrotowanymi dłońmi do wewnątrz i głową w linii środkowej na wysokości kręgosłupa. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas samodzielnego wolnego ruchu głowy do góry i do dołu, pomiędzy skrajnymi pozycjami zgięcia i wyprostowania zatrzymanie ruchu w linii środkowej (w każdej pozycji utrzymanie głowy w bezruchu przez 5 sekund). Całą sekwencję ruchu wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania rąk, nóg i pleców w bezruchu podczas ruchu głowy.	
Punktacja STOS-Z:	
0	nie stwierdzono ruchu rąk, nóg ani pleców w wyniku opuszczania głowy
1	mały ruch rąk (drżenie łokci) lub bioder (w kierunku do przodu lub do góry), lub pleców (wysklepienie)
2	zauważalne zgięcie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do przodu lub do góry)
3	zgięcie łokci do 45° lub znaczne poruszanie biodrami (w kierunku do przodu lub do góry)
4	pełne zgięcie łokci i zbliżenie głowy do podłogi lub pełne prostowanie nóg (pozycja leżąca lub z podniesionymi pośladkami do góry)
Punktacja STOS-W:	
0	nie stwierdzono ruchu rąk, nóg ani pleców w wyniku podnoszenia głowy
1	minimalne prostowanie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do tyłu i do dołu)
2	zauważalne prostowanie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do tyłu i do dołu)
3	wyraźne prostowanie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do tyłu i do dołu)
4	pełny ruch bioder do tyłu i do dołu (siadanie na stopach lub zbliżanie pośladków do stóp)

Toniczny odruch błędnikowy (TOB)	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami jak najbliżej siebie, ręce swobodnie opuszczone wzdłuż ciała. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas samodzielnego wolnego ruchu głowy do góry i do dołu, pomiędzy skrajnymi pozycjami zgięcia i wyprostowania zatrzymanie ruchu w linii środkowej (w każdej pozycji utrzymanie głowy w bezruchu przez 10 sekund). Po pierwszym podniesieniu głowy badany zamyka oczy i do końca próby utrzymuje je zamknięte. Całą sekwencję ruchu wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania nieruchomej pozycji ciała i równowagi oraz ruchy rąk, nóg i pleców podczas ruchu głowy.	
0	nie stwierdzono ruchu żadnej części ciała w wyniku opuszczenia ani podniesienia głowy
1	lekkie kołysanie ciała lub zmiana w napięciu mięśniowym z tyłu nóg w wyniku opuszczenia lub podniesienia głowy
2	zdecydowane kołysanie lub wyraźne zmiany kompensacyjne napięcia mięśniowego w nogach, lub niewielkie odsuwanie rąk od ciała w wyniku opuszczenia lub podniesienia głowy
3	znaczne zaburzenia równowagi lub wyraźne korygowanie postawy na wysokości miednicy, lub widoczne zginanie lub prostowanie kolan, lub znaczne odsuwanie rąk od ciała w celu utrzymania równowagi w wyniku opuszczenia lub podniesienia głowy
4	utrata równowagi w wyniku opuszczenia lub podniesienia głowy
Asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS)	
Osoba badania stoi w pozycji czworacznej z nieznacznie zrotowanymi dłońmi do wewnątrz i minimalnie zgiętymi łokciami, i głową w linii środkowej na wysokości kręgosłupa. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas gdy badacz delikatnie trzyma głowę badanego po obu bokach i przekręca ją najpierw w jedną stronę (w każdej pozycji pozostawia głowę badanego w bezruchu na 5 sekund bez podtrzymywania jej), następnie przekręca głowę ponownie do linii środkowej, a następnie przekręca ją w drugą stronę i znów przekręca ją do linii środkowej. Całą sekwencję ruchu wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania rąk i nóg w bezruchu oraz rozluźnienia szyi i karku podczas ruchu głowy.	
0	nie stwierdzono ruchu rąk, barków ani bioder w wyniku skrętu głowy w obie strony
1	delikatne zgięcie łokcia lub ruch ręki przeciwnej do kierunku skrętu głowy
2	wyraźne zgięcie łokcia i ruch ręki przeciwnej do kierunku skrętu głowy
3	zgięcie łokcia do 45° lub ruch biodra po stronie przeciwnej do kierunku skrętu głowy
4	oparcie o podłogę łokcia przeciwnego do kierunku skrętu głowy
Odruch Galanta	
Osoba badania stoi w bezruchu podczas stymulacji dotykowej pleców w pozycji czworacznej z lekko opuszczoną głową i plecami odkrytymi do połowy. Badający drewnianą szpatułką delikatnie przejeżdża od góry do dołu pleców w odległości około 2 cm po jednej stronie kręgosłupa, następnie to samo robi po drugiej stronie ciała. Całą sekwencję wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania ciała nieruchomo podczas stymulacji dotykowej.	
0	nie stwierdzono ruchu biodra po stymulowanej stronie ciała
1	negatywna reakcja emocjonalna lub zgłoszone przez badanego nieprzyjemne odczucie
2	lekki ruch biodra po stymulowanej stronie ciała
3	wyraźny ruch biodra po stymulowanej stronie ciała
4	ruch biodra po stymulowanej stronie ciała o 45° lub więcej

**Załącznik B. Próby koordynacji dużej motoryki, funkcjonowania mózdzka
i odruchów pierwotnych**

PRÓBY KOORDYNACJI DUŻEJ MOTORYKI	
Maszerowanie i obrót	
Osoba badana maszeruje wzdłuż pomieszczenia w tę i z powrotem wyraźnie ruszając rękoma i podnosząc kolana do góry do czasu, aż badacz powie “stop”. Wtedy zatrzymuje się, odwraca w przeciwną stronę i staje na baczność ze stopami ustawionymi jak najbliżej siebie. Badacz obserwuje: koordynację ruchów rąk i nóg, wzorzec maszerowania (ruchy jednostronne czy naprzemienne), zaangażowanie rąk podczas maszerowania oraz obrotu.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	niezsynchronizowany ruch lub niewystarczające zaangażowanie ramion
2	ruch jednostronny po obrocie
3	ruch jednostronny od początku lub brak ruchów rąk
4	nieumiejętność wykonania zadania
Chodzenie na palcach (do przodu i do tyłu)	
Osoba badana staje na palcach i powoli idzie do przodu patrząc prosto przed siebie, następnie wraca tyłem. Badacz obserwuje: postawę (czy ciało nie jest nadmiernie usztywnione), umiejętność przybrania i utrzymania pozycji na palcach, poziom wysiłku, kierunek chodu (chodzenie po linii skośnej zamiast prostej), technikę chodu (drobne kroczki – chód mózdkowy lub chód nożycowy), wysokość uniesienia pięty w obu stopach. Punktacja oddzielnie do przodu i do tyłu.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	nie w pełni na palcach, małe trudności
2	średnie trudności
3	duże trudności
4	brak umiejętności chodzenia na palcach lub utrata równowagi
Chodzenie po linii prostej (do przodu i do tyłu)	
Osoba badana wolno porusza się do przodu stopy stawiając w linii środkowej jedna za drugą (pięta stopy ustawionej z przodu dotyka palców stopy z tyłu) i rękoma wzdłuż ciała, patrzy prosto przed siebie. To samo zadanie powtarza do tyłu. Badacz obserwuje: stabilność postawy i równowagi (szczególnie w linii środkowej ciała), ruchy rąk i twarzy, dokładność umieszczenia stóp oraz umiejętność ustawiania stóp bez kontroli wzrokowej. Punktacja oddzielnie dla prób do przodu i do tyłu.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	niewielkie problemy z utrzymaniem równowagi lub ustawieniem stóp; tendencja do fiksowania wzroku w jednym punkcie; niewielkie zaangażowanie mięśni twarzy; skłonność do patrzenia w dół; niewielkie zaangażowanie dłoni lub ramion
2	nasilenie jednej lub kilku z powyższych obserwacji; przyjmowanie pozycji „równowagi pierwotnej” (stopy zrotowane na zewnątrz); niewielka trudność w kontrolowaniu równowagi na linii środkowej
3	wyraźne trudności z utrzymaniem równowagi; odsuwanie rąk od ciała; kołysanie ramionami lub ciałem, niedokładność ustawiania stóp
4	utrata równowagi lub nieumiejętność wykonania zadania

Chodzenie na zewnętrznych krawędziach stóp (do przodu i do tyłu)	
Osoba badana wolno porusza się do przodu na stopach ustawionych na zewnętrznych krawędziach stóp i rękoma swobodnie opuszczonymi wzdłuż ciała, patrzy prosto przed siebie. To samo zadanie powtarza do tyłu. Badacz obserwuje: stabilność postawy (wyprostowana czy pochylona) i równowagi, ruchy rąk i twarzy, umiejętność utrzymania stóp na zewnętrznych krawędziach. Punktacja oddzielnie dla prób do przodu i do tyłu.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	niewielkie, mimowolne ruchy dłoni po jednej stronie
2	ruch dłoni po obu stronach lub niewielkie zmiany postawy, lub stanie nie w pełni na zewnętrznej stronie stóp lub wyraźne współruchy mięśni twarzy
3	tendencja do garbienia się lub sztywny chód z ruchami jednostronnymi
4	znaczne garbienie się i rozsuwanie kolan lub nieumiejętność wykonania albo ukończenia zadania
Chodzenie ślalomem (do przodu i do tyłu)	
Osoba badana porusza się do przodu podnosząc jedną nogę na wysokość kolana i krzyżując ją z drugą nogą (stawiając ją na podłodze po przeciwnej stronie ciała) i rękoma wzdłuż ciała, patrzy prosto przed siebie. To samo zadanie powtarza do tyłu. Badacz obserwuje: umiejętność przekraczania nogą linii środkowej ciała, podnoszenie nogi na wysokość kolana, stabilność postawy i równowagi oraz ruchy rąk. Punktacja oddzielnie dla prób do przodu i do tyłu.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	małe trudności
2	średnie trudności
3	duże trudności
4	nieumiejętność wykonania zadania
Chodzenie na piętach	
Osoba badana porusza się do przodu na stopach ustawionych na piętach (stopa zgięta grzbietowo, czyli palce skierowane ku górze) zginając w kolanie i podnosząc przestawianą nogę jak najwyżej, z rękoma wzdłuż ciała, patrzy prosto przed siebie. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania zgięcia grzbietowego stopy, umiejętność zginania nogi w kolanie i podnoszenia jej do góry, stabilność postawy i równowagi oraz ruchy rąk.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	trudności lub współruchy obecne w niewielkim stopniu
2	trudności lub współruchy obecne w umiarkowanym stopniu
3	znaczne zaangażowanie rąk i dodatkowe ruchy w celu utrzymania równowagi podczas wykonywania zadania
4	nieumiejętność wykonania zadania
Podsaskiwanie na jednej nodze	
Osoba badana porusza się do przodu przez całe pomieszczenie i z powrotem skacząc na jednej nodze, zatrzymuje się, kiedy badacz powie „stop”. Badacz obserwuje: stabilność postawy i równowagi, umiejętność kontrolowania tempa i płynności ruchu oraz zatrzymania się na polecenie słowne, umiejętność skakania na tej samej nodze podczas całej próby.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	słaba kontrola ruchu
2	trudności obecne w umiarkowanym stopniu
3	niestabilna równowaga lub korzystanie z siły rozpędu, by poruszać się do przodu, lub przechylenie ciała do przodu

4	przewracanie się lub nieumiejętność wykonania zadania
Lajkonik	
Po prezentacji sposobu ruchu przez badacza osoba badana porusza się do przodu przez całe pomieszczenie i z powrotem skacząc lajkonikiem (podwójnie odbijając się od ziemi), aktywnie ruszając rękoma (naprzemiennie w stosunku do nogi). Badacz obserwuje: umiejętność wykonania zadania: ruch naprzemienny, zaangażowanie rąk, podwójne odbicie, stabilność schematu po zmianie kierunku ruchu.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
4	nieumiejętność wykonania zadania
PRÓBY FUNKCJONOWANIA MÓZDŻKA	
Przesuwanie piętą po goleni (lewa i prawa noga)	
Osoba badania kładzie się na plecach z rękoma ułożonymi wzdłuż ciała. Zgina jedną nogę w kolanie i kładzie piętę poniżej kolana drugiej nogi. Wolno przesuwa piętą wzdłuż goleni w kierunku kostki. Wykonuje ruch dwa razy wolno i jeden raz szybciej. To samo zadanie powtarza drugą nogą. Badacz obserwuje: umiejętność zlokalizowania pozycji startowej, kontrolę ruchu podczas ruchu piętą wzdłuż goleni (tempo, płynność, kierunek). Punktacja oddzielnie dla lewej i prawej nogi.	
0	nie stwierdzono nieprawidłowości
1	minimalna trudność podczas kontroli ruchu lub podczas kładzenia stopy na goleni
2	drobne trudności utrzymania płynności ruchu lub tempa, lub kierunku, lub podczas kładzenia piętą na goleni
3	wyraźne trudności utrzymania płynności ruchu lub tempa, lub podczas kładzenia piętą na goleni
4	nieumiejętność utrzymania kierunku ruchu (pięta zbacza z toru wzdłuż goleni) lub nieumiejętność zlokalizowania piętą pozycji startowej
Zbliżanie koniuszków palców (z otwartymi i z zamkniętymi oczami)	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami ustawionymi jak najbliżej siebie, rękoma rozpostartymi na boki na wysokości barków, wyprostowanymi palcami wskazującymi i zgiętymi pozostałymi palcami. Wolno, zataczając duże koło rękami, łączy czubki obu palców wskazujących przed sobą, a następnie powraca do pozycji wyjściowej. Całą sekwencję ruchu wykonuje cztery razy. To samo zadanie powtarza z zamkniętymi oczami. Badacz obserwuje: płynność ruchu, umiejętność dotknięcia palców czubkami i zatrzymania ruchu w punkcie centralnym, męczliwość, prostowanie rąk zamiast zataczania kół, umiejętność utrzymania równowagi. Punktacja oddzielnie dla otwartych i zamkniętych oczu.	
0	prawidłowe wykonanie czterech prób
1	prawidłowe wykonanie trzech prób
2	prawidłowe wykonanie dwóch prób
3	prawidłowe wykonanie jednej próby
4	nieumiejętność wykonania zadania
Dotykanie palcem do nosa (z otwartymi i z zamkniętymi oczami)	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami ustawionymi jak najbliżej siebie, wyprostowanymi palcami wskazującymi i zgiętymi pozostałymi palcami, jedną ręką wyciągniętą w bok na wysokości barków, a drugą dotykającą czubka nosa czubkiem palca wskazującego. Wolno zamienia pozycję rąk cztery razy. To samo zadanie powtarza z zamkniętymi oczami. Badacz obserwuje: płynność ruchu, umiejętność dotknięcia czubka nosa czubkiem palca wskazującego czubkami i zatrzymania ruchu w odpowiednim miejscu, męczliwość i opadanie	

	rąk, umiejętność utrzymania równowagi, ruch głowy w kierunku prostowanej ręki. Punktacja oddzielnie dla otwartych i zamkniętych oczu.
0	prawidłowe wykonanie czterech prób
1	prawidłowe wykonanie trzech prób
2	prawidłowe wykonanie dwóch prób
3	prawidłowe wykonanie jednej próby
4	nieumiejętność wykonania zadania
PRÓBY ODRUCHÓW PIERWOTNYCH	
Asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS) lewostronny i prawostronny – próba Ayres 2	
Osoba badania stoi w pozycji czworacznej z nieznacznie zrotowanymi dłońmi do wewnątrz i minimalnie zgiętymi łokciami, i głową w linii środkowej na wysokości kręgosłupa. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas gdy badacz będzie przekręcał głowę badanego na boki. Badacz delikatnie trzyma głowę badanego po obu bokach i przekręca ją najpierw w jedną stronę (w każdej pozycji pozostawia głowę badanego w bezruchu na 5 sekund bez podtrzymywania jej), następnie przekręca głowę ponownie do linii środkowej, a następnie przekręca ją w drugą stronę i znów przekręca ją do linii środkowej. Całą sekwencję ruchu badacz wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania rąk i nóg w bezruchu oraz rozluźnienia szyi i karku podczas ruchu głowy. Punktacja oddzielnie dla ruchu głowy w lewą (ATOS lewostronny) i w prawą stronę (ATOS prawostronny).	
0	nie stwierdzono ruchu rąk, barków ani bioder w wyniku skrętu głowy
1	delikatne zgięcie łokcia lub ruch ręki przeciwnej do kierunku skrętu głowy
2	wyraźne zgięcie łokcia i ruch ręki przeciwnej do kierunku skrętu głowy
3	zgięcie łokcia do 45° lub ruch biodra po stronie przeciwnej do kierunku skrętu głowy
4	oparcie o podłogę łokcia przeciwnego do kierunku skrętu głowy
Asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS) lewostronny i prawostronny – zmodyfikowana próba Hoffa Schildera	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami jak najbliżej siebie, wyprostowane ręce podnosi do góry i do przodu na wysokość barków. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas gdy badacz będzie przekręcał głowę badanego na boki. Badacz delikatnie trzyma głowę badanego po obu bokach i przekręca ją najpierw w jedną stronę (w każdej pozycji pozostawia głowę badanego w bezruchu na 5 sekund bez podtrzymywania jej), następnie przekręca głowę ponownie do linii środkowej, a następnie przekręca ją w drugą stronę i znów przekręca ją do linii środkowej. Całą sekwencję ruchu badacz wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania rąk oraz innych części ciała w bezruchu. Punktacja oddzielnie dla ruchu głowy w lewą (ATOS lewostronny) i w prawą stronę (ATOS prawostronny).	
0	nie stwierdzono ruchu rąk w wyniku skrętu głowy
1	ruch rąk w kierunku przekręcanej głowy do 15°
2	ruch rąk w kierunku przekręcanej głowy do 30°
3	ruch rąk w kierunku przekręcanej głowy do 45°
4	całkowita rotacja rąk lub całego ciała

Symetryczny toniczny odruch szyjny w zgięciu (STOS-Z) i symetryczny toniczny odruch szyjny w wyproście (STOS-W)	
Osoba badania stoi w pozycji czworacznej z nieznacznie zrotowanymi dłońmi do wewnątrz i głową w linii środkowej na wysokości kręgosłupa. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas samodzielnego wolnego ruchu głowy do góry i do dołu, pomiędzy skrajnymi pozycjami zgięcia i wyprostu zatrzymanie ruchu w linii środkowej (w każdej pozycji utrzymanie głowy w bezruchu przez 5 sekund). Całą sekwencję ruchu wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania rąk, nóg i pleców w bezruchu podczas ruchu głowy. Punktacja oddzielnie dla ruchu głowy do dołu (STOS-Z) i do góry (STOS-W).	
Punktacja STOS-Z:	
0	nie stwierdzono ruchu rąk, nóg ani pleców w wyniku opuszczania głowy
1	mały ruch rąk (drżenie łokci) lub bioder (w kierunku do przodu lub do góry), lub pleców (wysklepienie)
2	zauważalne zgięcie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do przodu lub do góry)
3	zgięcie łokci do 45° lub znaczne poruszanie biodrami (w kierunku do przodu lub do góry)
4	pełne zgięcie łokci i zbliżenie głowy do podłogi lub pełne prostowanie nóg (pozycja leżąca lub z podniesionymi pośladkami do góry)
Punktacja STOS-W:	
0	nie stwierdzono ruchu rąk, nóg ani pleców w wyniku podnoszenia głowy
1	minimalne prostowanie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do tyłu i do dołu)
2	zauważalne prostowanie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do tyłu i do dołu)
3	wyraźne prostowanie łokci lub poruszanie biodrami (w kierunku do tyłu i do dołu)
4	pełny ruch bioder do tyłu i do dołu (siadanie na stopach lub zbliżanie pośladków do stóp)
Odruch Galanta lewostronny i prawostronny	
Osoba badania stoi w pozycji czworacznej z lekko opuszczoną głową i plecami odkrytymi do połowy. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu podczas stymulacji dotykowej pleców. Badający drewnianą szpatułką delikatnie przejeżdża od góry do dołu pleców w odległości około 2,5 cm po jednej stronie kręgosłupa, następnie to samo robi po drugiej stronie ciała. Całą sekwencję wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania ciała nieruchomo podczas stymulacji dotykowej. Punktacja oddzielnie dla lewej i prawej strony ciała.	
0	nie stwierdzono ruchu biodra po stymulowanej stronie ciała
1	negatywna reakcja emocjonalna lub zgłoszone przez badanego nieprzyjemne odczucie
2	lekki ruch biodra po stymulowanej stronie ciała
3	wyraźny ruch biodra po stymulowanej stronie ciała
4	ruch biodra po stymulowanej stronie ciała o 45° lub więcej
Toniczny odruch błędnikowy w zgięciu (TOB-Z) i toniczny odruch błędnikowy w wyproście (TOB-W) (z otwartymi i z zamkniętymi oczami) – próba w pozycji stojącej	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami jak najbliżej siebie, ręce swobodnie opuszczone wzdłuż ciała. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie ciała w bezruchu, podczas samodzielnego wolnego ruchu głowy do góry i do dołu, pomiędzy skrajnymi pozycjami zgięcia i wyprostu zatrzymanie ruchu w linii środkowej (w każdej pozycji utrzymanie głowy w bezruchu przez 5 sekund). Całą sekwencję ruchu wykonuje trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania nieruchomej pozycji ciała i równowagi oraz ruchy rąk, nóg i pleców podczas ruchu głowy. Punktacja oddzielnie dla ruchu głowy do dołu (TOB w zgięciu) i do góry (TOB w wyproście) oraz z otwartymi i zamkniętymi oczami.	

Punktacja TOB w zgięciu:	
0	nie stwierdzono ruchu żadnej części ciała w wyniku opuszczenia głowy
1	lekkie kołysanie ciała lub zmiana w napięciu mięśniowym z tyłu nóg w wyniku opuszczenia głowy
2	zdecydowane kołysanie lub wyraźne zmiany kompensacyjne napięcia mięśniowego w nogach, lub niewielkie odsuwanie rąk od ciała w wyniku opuszczenia głowy
3	znaczne zaburzenia równowagi lub wyraźne korygowanie postawy na wysokości miednicy, lub widoczne zginanie kolan, lub znaczne odsuwanie rąk od ciała w celu utrzymania równowagi w wyniku opuszczenia głowy
4	utrata równowagi w wyniku opuszczenia głowy
Punktacja TOB w wyproście:	
0	nie stwierdzono ruchu żadnej części ciała w wyniku podnoszenia głowy
1	lekkie kołysanie ciała lub zmiana w napięciu mięśniowym z tyłu nóg w wyniku podnoszenia głowy
2	zdecydowane kołysanie lub wyraźne zmiany kompensacyjne napięcia mięśniowego w nogach, lub niewielkie odsuwanie rąk od ciała w wyniku podnoszenia głowy
3	znaczne zaburzenia równowagi lub wyraźne korygowanie postawy na wysokości miednicy, lub widoczne wzmożone prostowanie kolan, lub znaczne odsuwanie rąk od ciała w celu utrzymania równowagi w wyniku podnoszenia głowy
4	utrata równowagi w wyniku podnoszenia głowy
Odruch Moro – próba upadanie	
<p>Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami jak najbliżej siebie, głową lekko odchyloną do tyłu, zamkniętymi oczami oraz rękoma podniesionymi na wysokość klatki piersiowej i ugiętymi w łokciach, dłońmi podniesionymi do wysokości barków, rozluźnionymi i skierowanymi do wewnątrz i do siebie. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie rąk w bezruchu, podczas samodzielnego upadania w kierunku badającego (nie więcej niż 30°). Badacz przed wykonaniem tej próby musi zapewnić badanego o swoich możliwościach złapania go. Jeśli badany toleruje próbę, to samodzielnie upada i jest łapany trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania nieruchomej pozycji rąk i nóg, oddech i stan emocjonalny badanego.</p>	
0	nie stwierdzono ruchu żadnej części ciała podczas upadania
1	minimalne odwiedzenie rąk
2	wyraźne częściowe odwiedzenie rąk lub gwałtowny wdech
3	odwiedzenie rąk do 75% lub reakcja emocjonalna badanego po zadaniu (poruszenie, pobudzenie)
4	pełne odwiedzenie rąk lub silna reakcja emocjonalna badanego po zadaniu, lub całkowite blokowanie upadanie przez cofanie nóg, lub odmowa upadania z powodu lęku przed zadaniem

Odruch Moro – próba odciąganie	
Osoba badana stoi w pozycji wyprostowanej ze stopami jak najbliżej siebie, głową lekko odchyloną do tyłu, zamkniętymi oczami oraz rękoma podniesionymi na wysokość klatki piersiowej i ugiętymi w łokciach, dłońmi podniesionymi do wysokości barków, rozluźnionymi i skierowanymi do wewnątrz i do siebie. Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie sztywnej pozycji ciała i rąk w bezruchu, podczas bycia odchylanym do tyłu, upuszczanym (nie więcej niż 30°) i łapanym przez badającego. Badacz przed wykonaniem tej próby musi zapewnić badanego o swoich możliwościach złapania go. Jeśli badany toleruje próbę, to wykonywana jest trzy razy. Badacz obserwuje: umiejętność utrzymania nieruchomej pozycji rąk i nóg, oddech i stan emocjonalny badanego.	
0	nie stwierdzono ruchu żadnej części ciała podczas upadania
1	minimalne odwiedzenie rąk
2	wyraźne częściowe odwiedzenie rąk lub gwałtowny wdech
3	odwiedzenie rąk do 75% lub reakcja emocjonalna badanego po zadaniu (poruszenie, pobudzenie)
4	pełne odwiedzenie rąk lub silna reakcja emocjonalna badanego po zadaniu, lub całkowite blokowanie upadanie przez cofanie nóg, lub odmowa upadania z powodu lęku przed zadaniem

Załącznik C. Odruch Galanta a rozwojowe zaburzenia mowy i języka oraz trudności szkolne w zakresie czytania i pisania

Badanie 1

Odruch Galanta okazał się najsłabszym odruchem z wszystkich analizowanych odruchów pierwotnych ($M = 1,09$). W celu sprawdzenia wpływu grupy i płci na poziom nasilenia odruchu Galanta przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji (tabela 1C).

Tabela 1C

DLD i płeć a ATOS i odruch Galanta

			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Post-hoc
Galanta	A	M	1,09	1,27	0,04	0,835	0,000	n,i,
	B	K	1,10	1,30				
	I	DSL D	1,64	1,44	20,99	< 0,001	0,110	I > II
	II	TR	0,68	0,96				
	IA	DSL D (M)	1,62	1,46	0,04	0,851	0,000	n,i,
	IB	DSL D (K)	1,71	1,40				
	IIA	TR (M)	0,68	0,92				
	IIB	TR (K)	0,68	1,07				

Adnotacja. Galanta = odruch Galanta; DSL D = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR

= typowy rozwój; M = chłopcy; K = dziewczynki; *M* = średnia; *SD* = odchylenie

standardowe; *F* = rozkład; *p* = poziom istotności; η^2 = siła efektu; n.i. = nie istotne.

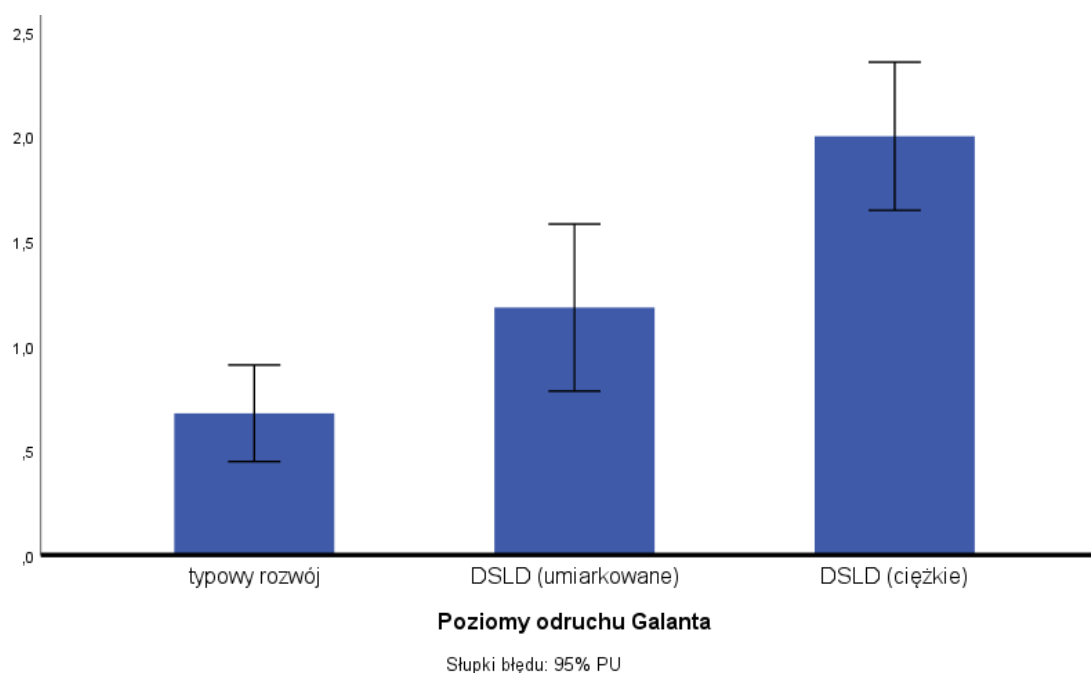
Porównania post hoc przeprowadzono za pomocą testu Bonferroniego.

Rezultat analizy wskazuje na wystąpienie istotnego statystycznie efektu głównego grupy. Poziom odruchu Galanta u dzieci w grupie TR był niższy niż w grupie DSL D ($p < 0,001$). Nie wykazano natomiast efektu interakcji płci i DSL D, ani istotnego efektu głównego płci.

Nasilenie odruchu Galanta sprawdzano także w podziale na trzy grupy badawcze: dzieci typowo rozwijające się (TR), dzieci z DSLD (ciężkie) i dzieci z DSLD (umiarkowane). Nie zaobserwowano istotnego głównego efektu ani interakcji związanych z płcią, ale wystąpił efekt główny grupy. W przeciwieństwie do innych odruchów (zob. rysunek 1) porównania w parach wykazały, że tylko dzieci z grupy DSLD (ciężkie) miały wyższe wyniki odruchu Galanta niż dzieci z typowym rozwojem (TR) ($p < 0,001$; rysunek 1C), a ten sam efekt nie wystąpił w przypadku grupy dzieci z DSLD (umiarkowane).

Rysunek 1C

Poziomy niewyhamowanego odruchu Galanta w podziale na trzy grupy badawcze: dzieci z typowym rozwojem, dzieci z DSLD (umiarkowane) i dzieci z DSLD (ciężkie)



Przeanalizowano także zależności między wiekiem a odruchem Galanta. Jak wynika z tabeli 2C, wyliczone statystyki pokazują, że wraz z wiekiem poziom odruchu Galanta umiarkowanie obniża się, jednak wyłącznie w grupie dzieci z DSLD (umiarkowane).

Tabela 2C*Korelacje między wiekiem a odruchem Galanta*

	TR	DSLD (ciężkie)	DSLD (umiarkowane)
	Wiek		
odruch Galanta	-0,07	-0,19	-0,36*

Adnotacja. DSLD = rozwojowe zaburzenie mowy i języka; TR = typowy rozwój.

* $p < 0,05$.

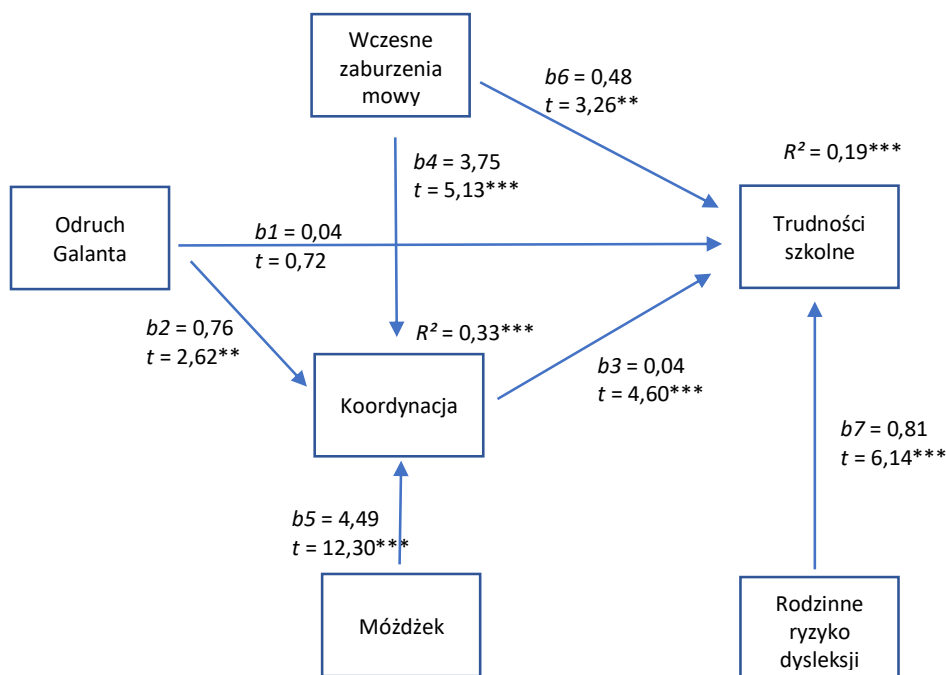
Badanie 2

Analizę mediacji przeprowadzono przy użyciu SPSS w wersji 28.0 i makro Process w wersji 4.1 (Hayes, 2022) w modelu nr 4. Istotność statystyczną efektów mediacji analizowano w oparciu o metodę bootstrappingu przy 10 000 losowań. Poziom istotności ustalono na poziomie $p < 0,05$.

Pomimo wykluczenia odruchu Galanta z głównych analiz z powodu niskiego współczynnika korelacji z innymi zmiennymi (zob. tabela 16) postanowiono zgłębić zależności pomiędzy zmiennymi za pomocą analizy mediacji, analogicznej do modeli od 1 do 6 (rysunki 2–7). W dodatkowym modelu siódmym nasilenie trudności szkolnych (TSz) analizowano jako zmienną wyjaśnianą, odruch Galanta, jako zmienną wyjaśniającą, trudności koordynacji dużej motoryki (koordynacja) analizowano jako mediator zależności pomiędzy odruchem Galanta a nasileniem TSz, a wczesne zaburzenia mowy (WZM), funkcjonowanie mózdzka (mózdzek) i rodzinne ryzyko dysleksji (RRDysl.) jako współzmiennie (rys. 2C).

Rysunek 2C

Model 7 – schemat analizowanych zależności pomiędzy odruchem Galanta a TSz mediowanej przez koordynację ze współzmiennością WZM, mózdzka i RRDysl.



Adnotacja. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Stwierdzono istotny statystycznie efekt pośredni w zależności pomiędzy odruchem Galanta a nasileniem TSz, $95\%B=[0,01; 0,06]$. Odnotowano istotny statystycznie efekt mediacji, w którym koordynacja była mediatorem zależności pomiędzy odruchem Galanta a nasileniem TSz, $95\%B=[0,02; 0,06]$. Nie stwierdzono natomiast istotnej statystycznie bezpośredniej zależności pomiędzy odruchem Galanta a nasileniem TSz przy kontrolowaniu wartości mediatora i współzmiennych, wobec tego należy stwierdzić, że stwierdzono efekt mediacji całkowitej. Związki pomiędzy pozostałymi zmiennymi okazały się być analogiczne, jak we wcześniejszych modelach. Analizowane zmienne wyjaśniały 19,1% wariacji TSz.