

Metody badania pamięci operacyjnej u dzieci przedszkolnych

Sara Filipiak*

Instytut Psychologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

METHODS OF ASSESSING WORKING MEMORY IN PRESCHOOL CHILDREN

The purpose of the article is to present some types of methods used for assessing four components of working memory in preschool children: phonological loop, visuospatial sketchpad, central executive, and episodic buffer. In the first part, the Baddeley & Hitch (1974) concept of working memory model and the revised model of working memory (Baddeley, 2000) are discussed. The second part outlines the ways of measuring each of working memory's component in the middle childhood phase.

Key words: working memory, methods of assessing, preschool children

WSTĘP

Pamięć operacyjna (*working memory*; w skrócie: WM) jest jednym z procesów utożsamianych z funkcjami wykonawczymi (*executive functions*, w skrócie EF). Funkcje wykonawcze rozumiane są jako grupa zdolności poznawczych wyższego rzędu (Garon, Bryson i Smith, 2008; Jodzio, 2008; Putko, 2008). Odnoszą się do psychologicznych procesów zaangażowanych w świadomą kontrolę myśli oraz działań (Carlson, 2005; Zelazo i Muller, 2002, za: Putko, 2008). Integrują i ukierunkowują wiele złożonych procesów poznawczych. Od sprawności funkcji wykonawczych zależeć będzie przebieg takich procesów, jak: myślenie, koncentracja uwagi, a także przebieg związanych z nimi czynności ruchowych (Jankowski, 2012). Funkcje wykonawcze zaangażowane są w każdą celową aktywność człowieka, wyłączając z nich jedynie najbardziej zautomatyzowane czynności (Jodzio, 2008). Przygotowują podmiot do działania oraz nadzorują jego przebieg. Umożliwiają adekwatne radzenie sobie w sytuacjach o zmiennych wymaganiach, nowych i nieprzewidywalnych. Poziom rozwoju funkcji wykonawczych w wieku przedszkolnym, w tym funkcjonowanie zasobów pamięci operacyjnej, stanowi znacznie silniejszy predyktor osiągnięć szkolnych niż poziom inteligencji czy też wyjściowy poziom umiejętności czytania i liczenia (Blair, 2003).

Analizy czynnikowe pozwoliły wyodrębnić podstawowe, względnie stabilne procesy utożsamiane z EF. Są to: pamięć operacyjna, kontrola hamowania, zdolność do przełączania się (Garon, Bryson i Smith, 2008; Miyake

i in., 2000; Willoughby, Blair, Wirth i Greenberg, 2010). Niektórzy badacze dodatkowo uwzględniają również aspekt planowania (Anderson, 2002) oraz fluencję (Fisk i Sharp, 2004).

Zasoby pamięci operacyjnej stanowią podstawę myślenia, rozumowania i uczenia się. Mają istotny wpływ na jakość radzenia sobie z zadaniami poznawczymi w warunkach edukacji szkolnej, w trakcie których umysł dziecka musi utrzymywać nie tylko aktualnie napływające dane, ale także produkty wykonanych już operacji. Jak wskazuje Jagodzińska (2003), aby rozumieć całe zdanie, należy podczas czytania kolejnych słów pamiętać słowa poprzednio przeczytane. Prawidłowe wykonanie zadania arytmetycznego również wymaga utrzymywania w umyśle wyników wcześniejszych obliczeń.

Unsworth, Heitz i Eagle (2005; za: Krejtz, 2012) wykazali, że wskaźniki pamięci operacyjnej są związane z wynikami standardowych testów osiągnięć oraz oceniających umiejętności czytania i rozumowania. Wyniki badań Gathercole i Pickering (2000) wskazują, iż siedmiolatki o niższym poziomie funkcjonowania pamięci operacyjnej słabiej radzą sobie z testami z matematyki oraz języka angielskiego. Noël, Seron i Trovarelli (2004) oraz Noël (2009) wskazują, iż zasoby pamięci operacyjnej stanowią istotny predyktor osiągnięć matematycznych w warunkach formalnej edukacji szkolnej. Co więcej, pierwszoklasiści, którzy charakteryzują się lepiej funkcjonującą pętlą fonologiczną i centralnym ośrodkiem wykonawczym, stosują bardziej dojrzałe strategie związane z liczeniem (a nie np. licząc na palcach).

Nie dziwi zatem fakt rosnącego w ostatnich latach zainteresowania problematyką prawidłowości rozwojowych pamięci operacyjnej w okresie dzieciństwa oraz metodami ich pomiaru. Wiedza na ten temat jest jednak wciąż niedostateczna (Henry, 2012), przy czym w szcze-

* Korespondencję dotyczącą artykułu można kierować na adres: Sara Filipiak, Instytut Psychologii UMCS w Lublinie, Plac Litewski 5, 20-080 Lublin. s.filipiak@poczta.umcs.lublin.pl

gólności dotyczy to rozwoju poszczególnych komponentów pamięci operacyjnej u dzieci w pierwszych latach życia (Gathercole, Pickering, Ambridge i Wearing, 2004).

W pierwszej części artykułu zaprezentowany zostanie trójczynnikowy model pamięci operacyjnej Baddeleya i Hitcha (1974) oraz model poszerzony przez Baddeleya (2000, 2002) o czwarty sybystem. W kolejnej części zaprezentowane zostaną wybrane metody pomiaru poszczególnych komponentów pamięci operacyjnej w okresie średniego dzieciństwa (4–6 rok życia).

MODEL PAMIĘCI OPERACYJNEJ BADDELEYA I HITCHA (1974) ORAZ ZREWIDOWANY MODEL BADDELEYA (2000)

Zgodnie z modelem Baddeleya i Hitcha (1974) oraz Baddeleya (2000; 2002), pamięć operacyjna jest systemem o ograniczonej pojemności odpowiadającym za magazynowanie informacji, utrzymywanie ich oraz manipulowanie nimi we względnie krótkim czasie. Podczas gdy pamięć długotrwała jest w stanie przechowywać bardzo duże ilości informacji przez długi okres czasu, pamięć operacyjna może pomieścić zaledwie kilka/kilkanaście elementów w ograniczonym przedziale czasowym (zwykle kilku/kilkunastu sekund). Tym samym, główną cechą różniącą pamięć operacyjną od długotrwałej jest jej ograniczona pojemność oraz czas przechowywania informacji (Henry, 2012).

W 1974 roku Baddeley i Hitch zaproponowali trójczynnikowy model pamięci operacyjnej. Wyróżnili w nim centralny ośrodek wykonawczy oraz dwa podporządkowane mu subsystemy: pętlę fonologiczną oraz notes wizualno-przestrzenny (Baddeley i Hitch, 1974). Wyróżnienie owych dwóch podsystemów wynikało głównie z badań nad interferencją między przechowywaniem informacji różnych modalności (werbalnych i obrazowych). Prowadzone eksperymenty oparte na paradygmacie podwójnego zadania pokazywały, że występują silniejsze zakłócenia w poprawności wykonania, gdy przechowywane i przetwarzane są informacje o tej samej modalności (np. jednocześnie słuchanie i mówienie jest zadaniem trudniejszym niż mówienie i śledzenie ruchomych obiektów).

W 2000 roku Baddeley dokonał ponownej rewizji modelu pamięci operacyjnej i rozszerzył go o jeszcze jeden komponent (subsystem): bufor epizodyczny. Wynikało to z pojawiających się wątpliwości dotyczących wzajemnych powiązań między pamięcią operacyjną a długotrwałą.

Zarówno pętla fonologiczna, notes wizualno-przestrzenny i bufor epizodyczny pełnią funkcję przechowywania czasowego informacji i podlegają kontroli centralnego ośrodka wykonawczego (Baddeley, 2000; Henry, 2012), który rozdziela zasoby uwagi na wykonywanie poszczególnych zadań (np. naprzemiennego odtwarzania szeregu cyfr i par rymujących się słów). W pętli fonologicznej (*phonological loop*) przechowywany oraz przetwarzany jest materiał werbalny. W obrębie tego subsystemu wyróżnić możemy magazyn fonologiczny odpowiedzialny za pasywne przechowywanie informacji werbalnych

(retencję) oraz pętlę artykulacyjną (powtórzeniową), której funkcją jest zapobieganie wygasaniu śladu pamięciowego poprzez bezgłośnie powtarzanie. W świetle dostępnych badań rozwojowych wydaje się, że u dzieci najmłodszych pętla fonologiczna początkowo składa się z magazynu fonologicznego (odpowiedzialnego za przechowywanie materiału werbalnego), dopiero później kształtują się strategie powtarzania, za które odpowiada pętla artykulacyjna (Gathercole, Pickering, Ambridge i Wearing, 2004; Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler 2005). Wzrost strategii bezgłośniego powtarzania obserwowany na przestrzeni pierwszych lat życia powoduje, że wraz z wiekiem u dzieci systematycznie polepsza się poziom wykonywania zadań mierzących funkcjonowanie pętli artykulacyjnej.

Magazyn fonologiczny jest w stanie utrzymać informację przez kilka sekund (Baddeley, 1998). Jeżeli w tym czasie materiał nie zostanie reaktywowany w pętli powtórzeniowej – zanika (Baddeley, 2000). Magazyn fonologiczny przechowuje akustyczne brzmienie słów, nie zaś ich znaczenie (Baddeley i Logie, 1999).

Pętla artykulacyjna, w której dokonuje się podtrzymywanie śladu pamięciowego, jest mechanizmem powtórzeniowym, często nazywanym „mową wewnętrzną”, gdyż proces bezgłośniego powtarzania przypomina głośną artykulację mowy (Baddeley, 1998). Jednym z najbardziej przekonujących dowodów świadczących o powtarzaniu artykulacyjnym jest efekt długości słowa, który polega na większych trudnościach w zapamiętywaniu dłuższych wyrazów, niż krótszych (Henry, 2012).

Drugi subsystem pamięci operacyjnej – notes wizualno-przestrzenny (*visuo-spatial sketchpad*) przechowuje i manipuluje materiałem wzrokowo-przestrzennym (kształtami, kolorami, rozmiarem czy położeniem przestrzennym). W odróżnieniu od pętli fonologicznej, o czym przekonuje Baddeley, struktura notesu wizualno-przestrzennego jest dużo mniej poznana, gdyż trudno jest jednoznacznie stwierdzić, czy magazynowanie informacji w tej strukturze ma charakter statyczny czy dynamiczny. Baddeley dzieli ten magazyn na pamięć przestrzenną oraz wzrokową (za: Henry, 2012), w zależności od rodzaju bodźców pojawiających się w polu uwagi. W świetle powyższego, metody pomiaru notatnika dzielą się na te, które badają albo aspekt przestrzenny lub wzrokowy, bądź po części jeden i drugi jednocześnie.

Według Baddeleya ośrodek wykonawczy pełni funkcje kontrolne, przydziela pozostałym podsystemom zasoby uwagi i koordynuje pracę całej pamięci operacyjnej (Baddeley, 2002), zwłaszcza podczas wykonywania kilku zadań jednocześnie.

Wyniki badań poprzecznych Gathercole, Pickering, Ambridge i Wearing (2004), w których brały udział dzieci od 4 do 15 roku życia (łącznie 700 osób badanych), potwierdzają trójczynnikową strukturę pamięci operacyjnej opisaną przez Baddeleya i Hitcha u dzieci powyżej 6 roku życia. Autorzy zaznaczają jednocześnie, iż dzieci cztero i pięcioletnie nie wykonywały całego kompletu przewidzianych w ramach badań zadań. Zaobserwowano

jednak niskie współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami wykonania zadań badających pętlę fonologiczną oraz notatnik wzrokowo-przestrzenny, co według autorów dowodzi temu, iż są to dwa odrębne i oddzielnie funkcjonujące magazyny pamięci operacyjnej w tym wieku.

Trzeci, najpóźniej wyróżniony przez Baddeleya subsystem pamięci operacyjnej – bufor epizodyczny przechowuje informacje złożone (epizody), za pomocą których integrowane są informacje pochodzące z różnych źródeł (Baddeley, 2000). Innymi słowy, bufor epizodyczny nie przechowuje jedynie informacji jednomodalnych (wzrokowych, słuchowych, przestrzennych czy kinestetycznych) – tak jak wyspecjalizowane pozostałe dwa subsystemy pamięci operacyjnej, ale przechowuje, integruje i operuje informacjami pochodzącymi z różnych modalności. Określony epizod może wymagać jednoczesnego przechowywania informacji wzrokowych, słuchowych, czy też przestrzennych (Henry, 2012). Tak rozumiany bufor epizodyczny jest bliski modelowi pamięci epizodycznej zaproponowanego przez Tulvinga (Tulving, 1989; za: Baddeley, 2000). Pojemność bufora – podobnie jak pozostałych subsystemów pamięci operacyjnej – także jest ograniczona. Nie wiadomo jednak jaka jest ilość epizodów, które mogą być utrzymywane jednocześnie przez ten magazyn. Cowan (2005; za: Henry, 2012) podaje, że ilość epizodów, które mogą być symultanicznie utrzymywane przez bufor u osób dorosłych wynosi od 3 do 5. Jak zauważają Noël, Seron, i Trovarelli (2004), brakuje systematycznych badań nad tym subsystemem wśród dzieci najmłodszych. Wyróżniony przez Baddeleya bufor epizodyczny posiada jeszcze jedną funkcję: pomaga wykorzystywać zasoby pamięci długotrwałej do wykonywania bieżących zadań. Wydobywanie informacji z pamięci długotrwałej i jednoczesne integrowanie ich z aktualnie napływającymi powoduje, iż czas utrzymywania i manipulowania materiałem w tym subsystemie jest dłuższy w porównaniu z czasem, w jakim utrzymywane są informacje w pętli fonologicznej czy notatniku wizualno-przestrzennym (Henry, 2012).

METODY POMIARU PAMIĘCI OPERACYJNEJ U DZIECI PRZEDSZKOLNYCH

PĘTLA FONOLOGICZNA

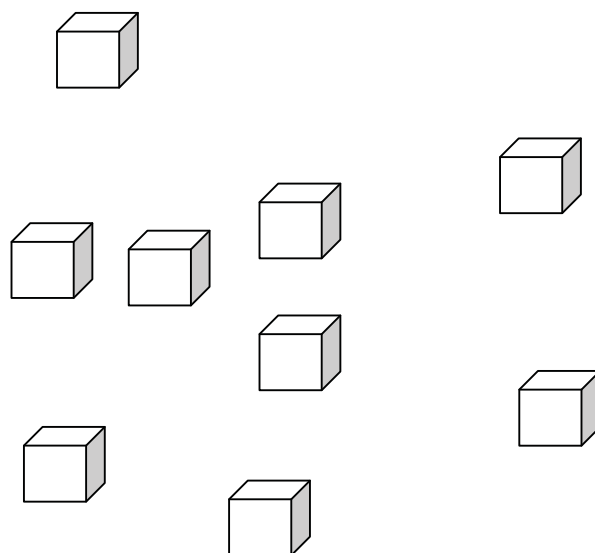
Typowe zadania używane do pomiaru funkcjonowania tego subsystemu u dzieci przedszkolnych to zadania polegające na odtwarzaniu w odwrotnej kolejności słów, liter lub cyfr. Jak podają Zoelch, Seitz i Schumann-Hengstler (2005) dzieci czteroletnie radzą sobie z odtworzeniem 2,3 liter lub cyfr, zaś osoby dorosłe potrafią odtworzyć już 6 lub 7 elementów. Tym niemniej, jak zauważa Henry (2012), zadania te mają swoje ograniczenia. Polegają na odtwarzaniu materiału, z którym dziecko jest zaznajomione, stąd w procesie opamiętywania istotny udział odgrywają zasoby pamięci długotrwałej. Dodatkowo, na

przestrzeni lat polepszają się strategie werbalnego powtarzania, stąd lepszy jest proces opamiętywania materiału z pamięci długotrwałej. Dlatego też, według Henry (2012), zdecydowanie lepszą miarę pętli fonologicznej stanowią zadania polegające na powtarzaniu wspak elementów, które mają werbalny, ale jednocześnie bezsensowny charakter (dziecko nie jest z nimi zaznajomione). Dziecku prezentuje się serie liter przypominających wyrazy, zaś następnie jego zadaniem jest odtworzenie całej sekwencji. Owe „wyrazy” różnią się liczbą sylab, zatem zadanie ma wzrastający stopień trudności. Ponieważ wykonanie zadania nie angażuje pamięci długotrwałej (lub angażuje ją w niewielkim stopniu), uważane jest za czystą miarę pętli fonologicznej (Henry, 2012).

NOTATNIK WIZUALNO-PRZESTRZENNY

Strukturalnie, notatnik może przechowywać i organizować bodźce o charakterze przestrzennym oraz wzrokowym. Metody pomiaru tego magazynu pamięci operacyjnej uwzględniają tę dychotomię.

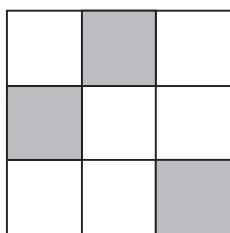
Zadaniem używanym do pomiaru aspektu przestrzennego jest *spatial span task* (Henry, 2012, s. 46). Dziecku w kilku próbach pokazuje się zestaw dziewięciu lub dziesięciu klocków, które w każdej z prób mają inne rozmieszczenie przestrzenne. Przykładowy zestaw rozmieszczenia przestrzennego dziesięciu klocków obrazuje Rycina 1.



Ryc. 1.

Eksperymentator wskazuje na poszczególne kostki w określonej kolejności, zaś dziecka zadaniem jest odtworzenie tej samej sekwencji wskazywania.

Miarą pamięci wzrokowej jest z kolei *visual/pattern span* test autorstwa Della Sala, Gray'a, Baddeley'a i Wilsona (1997; za: Henry, 2012, s. 47). Dziecku w kilku seriach pokazywane są kratki o różnej liczbie elementów. Przykładową kratkę 3×3 ukazuje Rycina 2.



Ryc. 2.

Przykładowa kratka podzielona jest na kilka części (kwadratów), z których niektóre są białe, inne zaś zamalowane na określony kolor. Dziecko widzi kratkę przez okres od 2 do 5 sekund, po czym dostaje czysty wzór (taką samą kratkę, ale bez zamalowanych elementów). Jego zadaniem jest wskazanie, które kwadraty były zamalowane we wzorze wyjściowym. Zadanie to ma zwiększający się poziom trudności – kratki mogą składać się z coraz większej liczby kwadratów, przy czym można manipulować również ilością zamalowywanych pól.

W świetle dostępnych badań (Hamilton, Coates i Hefernan, 2003; Logie i Pearson, 1997) można stwierdzić, że na przestrzeni okresów rozwojowych: dzieciństwa, adolescencji i dorosłości poziom wykonania zadań badających aspekt wzrokowy polepsza się istotnie bardziej, w porównaniu z zadaniami badającymi aspekt przestrzenny (poziom wykonania utrzymuje się na względnie stałym poziomie).

BUFOR EPIZODYCZNY

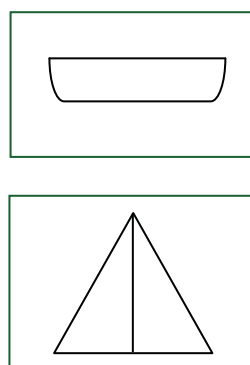
Przykładowe zadanie „paired recall” (za: Henry, 2012, s. 65) polega na prezentowaniu osobie badanej par słów. Po wysłuchaniu całej listy, prezentuje się badanemu pierwsze słowo z pary, a jego zadaniem jest podanie drugiego słowa. Przykładowe pary wyrazów: pies – stół, samochód – garaż, zegar – czas. Jak widać w powyższych przykładach, w niektórych parach wyrazy są ze sobą logicznie powiązane, inne zaś wymagają wytworzenia przez badanego skojarzenia. Wykonanie zadania angażuje także pamięć długotrwałą, w której przechowywana jest na przykład wiedza na temat istniejących zależności pomiędzy wyrazami (np. zegar służy do odmierzania czasu), wiedzy o przeszłych podobnych wydarzeniach (co pomaga wytworzyć skojarzenie między wyrazami, które nie są ze sobą logicznie związane, np. dwa lata temu roku pies sąsiadów leżał na stole).

CENTRALNY OŚRODEK WYKONAWCZY

Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler (2005) wymieniają siedem zadań, które przeznaczone są do pomiaru centralnego ośrodka wykonawczego u dzieci pomiędzy 5 a 10 rokiem życia. Poniżej omówione zostaną niektóre z nich.

Pierwszym z nich jest modyfikacja testu Stroopa (Jansen i in., 1999; za: Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler, 2005, s.47-49). Dziecku w pierwszej serii pokazuje się obrazki kilku warzyw i owoców w kolorach rzeczywistych. Dziecko ma nazwać warzywo/owoc oraz kolor, w jakim jest namalowany (np. cytryna, kolor żółty). W drugiej serii warzywa/owoce namalowane są na białą lub czarno, zaś zadaniem dziecka jest podanie ich koloru rzeczywistego. We właściwej części zadania warzywa i owoce namalowane są w kolorach nierzeczywistych (np. czerwona cytryna), zaś dziecko ma jak najszybciej podać kolor rzeczywisty. Mimo, iż głównym zastosowaniem testu Stroopa jest pomiar kontroli hamowania, jest on również dobrą miarą rozdzielania zasobów uwagi pomiędzy: 1) wzrokową identyfikacją aktualnego koloru prezentowanego bodźca oraz 2) nazywaniem jego rzeczywistego koloru w warunku istniejącego konfliktu (Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler, 2005). Dzieci pięcioletnie potrzebują na wykonanie zadania zdecydowanie więcej czasu (blisko 120 sekund) w porównaniu z dziesięcioletkami (blisko 40 sekund).

Innym zadaniem używanym do badania centralnego ośrodka wykonawczego jest *mental fusion task* (Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler, 2005, s.53-55) polegające na umysłowym wytworzeniu obrazu przedmiotu, który może powstać z dwóch obrazów, które dziecko widzi chwilę wcześniej. Dziecku pokazywany jest abstrakcyjny rysunek przez 2 sekundy (np. figurę przypominającą prostokąt). Następnie rysunek jest chowany i dziecko znowu przez 2 sekundy patrzy na kolejny (np. trójkąt z pionową linią w środku). Dostaje polecenie zapamiętania tego, co widzi na każdym z rysunków z osobna, następnie zaś wyobrażenia sobie, jaki przedmiot może powstać z dwóch poprzednich obrazów.



Ryc. 3. Przykładowe dwie karty; jedna przypominająca prostokąt, druga – trójkąt z linią pionową

Przykładowe dwie karty z abstrakcyjnymi rysunkami obrazuje Rycina 3.

Kolejnym zadaniem używanym do pomiaru rozdzielania zasobów uwagi jest Trail Making Test B (Reitan, 1958; za: Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler, 2005, s.53) w wersji uproszczonej, nie zawierającej liter ani cyfr. Dziecko widzi na kartce 16 kół różniących się rozmiarem. 8 z nich ma kolor żółty, 8 pozostałe są zielone. Wykonanie zadania polega na łączeniu par kół żółtych z zielonymi przy respektowaniu ich rozmiaru oraz koloru (np. dziecko zaczyna zadanie od łączenia najmniejszego żółtego koła z najmniejszym zielonym). Jak wskazują autorzy proponowanej modyfikacji (Zoelch, Seitz i Schumann-Hengsteler, 2005), zadanie nie angażuje pamięci długotrwałej, wymaga zaś rozdzielania zasobów uwagi pomiędzy dwa aspekty zadania (jednoczesnego uwzględniania podczas pracy zarówno koloru oraz rozmiaru figur).

WNIOSKI KOŃCOWE

Celem artykułu był przegląd niektórych dostępnych metod pomiaru pamięci operacyjnej w okresie, w którym dziecko przygotowuje się do roli ucznia. Mając na uwadze rolę, jaką pamięć operacyjna odgrywa w kształtowaniu się podstawowych umiejętności związanych między innymi z czytaniem i liczeniem, istotne staje się zwrócenie uwagi na zasadność uwzględnienia diagnozy tego aspektu funkcjonowania poznawczego w kontekście aktualnie szeroko dyskutowanego problemu dojrzałości szkolnej dzieci. Wiedza na temat prawidłowości rozwojowych pamięci operacyjnej w pierwszych latach życia dzieciństwa wciąż jest niepełna. Dotyczy to zarówno wyników badań w tym zakresie autorów zagranicznych (Gathercole, Pickering, Ambridge i Wearing, 2004), jak również stanu wiedzy na ten temat w polskiej psychologii rozwojowej. Brakuje systematycznych badań w grupie dzieci polskich, co niewątpliwie związane jest z brakiem wystandaryzowanych metod pomiaru pamięci operacyjnej. Większość prowadzonych badań opiera się na autorskich zadaniach lub modyfikacjach istniejących narzędziach zagranicznych. W szczególności otwarte pozostaje pytanie o specyfikę strukturalnego różnicowania się pamięci operacyjnej u dzieci w pierwszych latach życia. Barkley (1997), którego model rozwoju pamięci operacyjnej nawiązuje do modelu pamięci operacyjnej Baddeleya i Hitcha pisze, iż w pierwszej kolejności, pamięć operacyjna niewerbalna pojawia się pomiędzy 5 a 12 miesiącem życia. Wynika to ze stopniowego odkrywania przez dziecko pojęcia stałości przedmiotów. Wtedy też dziecko zaczyna rozumieć, że przedmioty istnieją niezależnie od tego, czy może je widzieć, dotykać itp. Staje się zdolne do oślowego reprezentowania obiektów, manipulowania zdarzeniami czy informacjami, które nie są obecne „tu i teraz” za pomocą obrazów umysłowych (Dawson i Guare, 2010). Tak rozumiana pamięć niewerbalna bliska jest koncepcji notatnika wzrokowo-przestrzennego w modelu pamięci operacyjnej Baddeleya i Hitcha. Kolejnym etapem w rozwoju pamięci

operacyjnej według Barkleya jest rozwój werbalnej pamięci operacyjnej. Wraz z nabywaniem mowy dziecko odkrywa, że różne przedmioty, osoby i zdarzenia mogą być także odzwierciedlane za pomocą słów. Staje się zatem zdolne do przechowywania oraz manipulowania informacjami o charakterze werbalnym (Dawson i Guare, 2010). Pamięć werbalna zbliżona jest tym samym do koncepcji pętli fonologicznej. W świetle dostępnych badań (Gathercole, Pickering, Ambridge i Wearing, 2004), pętla fonologiczna oraz notatnik wzrokowo-przestrzenny są dwoma subsystemami, które funkcjonują w obrębie pamięci operacyjnej w wieku przedszkolnym. Trzeba jednak zauważyć, iż możliwości werbalne oraz wzrokowo-przestrzenne, zwłaszcza najmłodszych dzieci przedszkolnych, są wciąż ograniczone. Najmniej wiadomo na temat prawidłowości rozwojowych bufora epizodycznego oraz centralnego ośrodka wykonawczego w pierwszych latach życia (Henry, 2012).

Dostępne wyniki badań dzieci przedszkolnych nie rozstrzygają jednoznacznie tego, jaki jest status różnicowania strukturalnego pamięci operacyjnej w okresie średniego dzieciństwa, pomiędzy 4 a 6 rokiem życia (Gathercole, Pickering, Ambridge i Wearing, 2004). Aby poszerzyć dotychczasowy stan wiedzy w zakresie funkcjonowania pamięci operacyjnej w wieku przedszkolnym, postuluje się prowadzenie badań poprzecznych z zastosowaniem różnego typu zadań (przeznaczonych do badania wszystkich czterech komponentów pamięci operacyjnej), w różnych grupach wiekowych (uwzględniających półroczne przedziały). Jednoczesne zastosowanie strategii badań podłużnych z powtarzaniem pomiarów z kolei pozwoliłoby ukazać ścieżkę rozwoju pamięci operacyjnej. Pozwoliłoby to także na opracowanie nowych lub zmodyfikowanie dostępnych metod przeznaczonych do pomiaru funkcjonowania pamięci operacyjnej dostosowanych do możliwości rozwojowych dzieci w wieku przedszkolnym.

LITERATURA

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71-82.
- Baddeley, A.D. (1998). *Pamięć: poradnik użytkownika*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic Buffer: A new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4, 11, 417-423.
- Baddeley, A.D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7, 2, 85-97.
- Baddeley, A.D., Hitch, G. (1974). Working memory. W: G.H. Bower (red.), *Recent advances in learning and motivation* (t. 8, s. 47-87). New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D., Logie, R.H. (1999). Working memory: The multiple – component model. W: A. Miyake, P. Shah (red.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (s. 28-61). Cambridge: Cambridge University Press.
- Barkley, R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 1, 65-94.

- Blair, N. (2003). Behavioral inhibition and behavioral activation in young children: relations with self-regulation and adaptation to preschool in children attending Head Start. *Developmental Psychobiology*, 42, 3, 301-31.
- Carlson, S.M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 2, 595-616.
- Dawson, P., Guare, R. (2010). *Executive skills in children and adolescents*. New York: The Guilford Press.
- Fisk, J.E., Sharp, C.A. (2004). Age-related impairment in executive functioning. Updating, inhibition, shifting and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26, 874-890.
- Garon, N., Bryson, S.E., Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 1, 31-60.
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J. (2000). Working memory deficits in children in low achievement in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Ambridge, B., Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, 40, 2, 177-190.
- Hamilton, C., Coates, R., Heffernan, T. (2003). What develops in visuo-spatial working memory development? *European Journal of Cognitive Psychology*, 15, 1, 43-69.
- Henry, L. (2012). *The development of working memory in children*. Los Angeles London, New Delhi, Singapore: Sage Publications.
- Jagodźńska, M. (2003). *Rozwój pamięci w dzieciństwie*. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Jankowski, P. (2012). Funkcje wykonawcze a osiągnięcia dzieci w wieku wczesnoszkolnym. *Edukacja*, 1, 75-86.
- Jodzio, K. (2008). *Neuropsychologia intencjonalnego działania. Koncepcje funkcji wykonawczych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR.
- Krejtz, I. (2012). *Korepetycje poznawcze. Rola pamięci robotycznej i kontroli uwagi w przewidywaniu osiągnięć szkolnych*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Sedno.
- Logie, R.H., Pearson, D.G. (1997). The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: Evidence from Developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 3, 241-257.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., Wagner, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex „frontal lobe” tasks: A latent variables analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Noël, M.P. (2009). Counting on working memory when learning to count and to add: A preschool study. *Developmental Psychology*, 45, 6, 1630-1643.
- Noël, M.P., Seron, X., Trovarelli, F. (2004). Working memory as a predictor of addition skills and addition strategies in children. *Current Psychology of Cognition*, 22, 1, 3-25.
- Putko, A. (2008). *Dziecięca teoria umysłu w fazie jawnej i utajonej a funkcje wykonawcze*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe im. Adama Mickiewicza.
- Willoughby, M.T., Blair, C.B., Wirth, R.J., Greenberg, M. (2010). The measurement of executive function at age 3 years: Psychometric properties and criterion validity of a new battery of tasks. *Psychological Assessment*, 22, 2, 306-317.
- Zoelch, Ch., Seitz, K., Schumann-Hengsteler, R. (2005). From Rag(Bag) to Riches: Measuring the developing central executive. W: W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, B. Sodian (red.), *Young children's cognitive development. Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind* (s. 39-69). NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.