

Natalia Bednarska

Akademia Pedagogiki Specjalnej w Warszawie

E-MAIL: nbednarska@aps.edu.pl ORCID: 0000-0002-7024-4671

Deficyt pamięci roboczej w ADHD i jego znaczenie dla funkcjonowania osób z ADHD

STRESZCZENIE

W niniejszym tekście ADHD jest przedstawione jako deficyt funkcji wykonawczych, ponieważ to im przypisuje się najbardziej wyniszczający wpływ na funkcjonowanie osób z tym zaburzeniem. Wy tłumaczone zostało zagadnienie funkcji wykonawczych, a następnie uwaga została skierowana na pamięć roboczą w ujęciu Baddeleya i Hitcha (1974). Przywołane zostały dowody empiryczne na to, że pamięć robocza może mieć pośredniczący wpływ na objawy osiowe ADHD: nieuwagę i impulsywność, a także na uczenie się, funkcjonowanie emocjonalne i społeczne dzieci, młodzieży i dorosłych z ADHD.

SŁOWA KLUCZOWE: ADHD, funkcje wykonawcze, pamięć robocza, uczenie się, funkcjonowanie społeczne, kontrola emocjonalna, depresja, zaburzenia lękowe

Kryteria diagnostyczne zespołu nadpobudliwości ruchowej z deficytem uwagi (ADHD) koncentrują się na objawach osiowych i to je wskazują jako główną przyczynę trudności w funkcjonowaniu osób z ADHD. Przez lata specjaliści przypisywali różną wagę objawom zespołu nadpobudliwości ruchowej z deficytem uwagi. Początkowo koncentrowano się na najbardziej widocznej nadaktywności. Thomas E. Brown (2014, s. 15) pisze, że koncentracja na nadpobudliwości jest fałszywym tropem w myśleniu o tym zaburzeniu. Później uważano, że to dysregulacja uwagi jest kluczowa dla zrozumienia, czym jest ADHD. Jednak specjaliści coraz częściej zwracają uwagę, że problemy z nadaktywnością czy uwagą są drugorzędną cechą ADHD wobec wybijających się na pierwszy plan upośledzenia funkcji wykonawczych i związanej z nimi funkcji samoregulacji (Brown, 2014, s. 15; Levrini, 2023, s. 49).

Obecnie patrzymy na ADHD nie tylko jako na diagnozę psychiatryczną. W szerszym ujęciu ADHD jest przedstawiane m.in. jako dysfunkcja wykonawcza (Leer, 2022, s. 27–84). Ten sposób patrzenia na ADHD będzie towarzyszył rozważaniom zawartym w tym artykule. Rozpocznę od słów Roberta Barkleya:

Obecnie uznajemy, że bieżące nadpobudliwe zachowania są niczym „atomy” kształtujące „molekuły” codziennego życia, które z kolei składają się na jeszcze większe „elementy” – całe tygodnie i miesiące egzystencji społecznej tworzące wieloletnie etapy i złożone dziedziny dotyczące różnorodnych, ważnych aktywności życia. Dlatego uznajemy, że nie chodzi jedynie o chwilową nadaktywność, dekoncentrację czy nieumiejętność wykonywania codziennych obowiązków, ale o upośledzenie funkcji organizowania własnego zachowania i kierowania nim z uwzględnieniem nadchodzącej przyszłości (Barkley, 2020, s. 49).

Gdybyśmy mieli ująć w najprostszy sposób, czym są funkcje wykonawcze, to powiedzielibyśmy, że są to umiejętności, które umożliwiają nam wykonywanie zadań. Barkley nazywa je „aktywnościami nastawionymi na przyszłość” lub „funkcjami ukierunkowania własnych zachowań na przyszłość” (2020, s. 49). Kiedy sięgamy do definicji innych naukowców, odpowiedź nie jest już taka prosta. Jedni badacze przedstawiają funkcje wykonawcze jako całość złożoną z elementów, inni traktują je jako odrębne, choć powiązane ze sobą zdolności (Brzezińska i Nowotnik, 2012). Katalog funkcji nie jest zatem jednolity. Anna Brzezińska i Anna Nowotnik wskazują, że najczęściej wyodrębnianymi składnikami funkcji wykonawczych zarówno u dzieci, jak i dorosłych są: pamięć robocza – zdolność do przechowywania w pamięci informacji podczas wykonywania złożonych zadań; kontrola hamowania – umiejętność powstrzymywania się przed działaniem pochopnym, nieprzemyślanym, zdolność utrzymywania koncentracji uwagi i dążenia do celu pomimo bodźców zakłócających; giętkość poznawcza – zdolność do elastycznej adaptacji do wymagań środowiska oraz umiejętność postrzegania rzeczy z nowej perspektywy (2012, s. 61–74). Umiejętności wykonawcze nie rozwijają się jednocześnie, lecz w sekwencji, jedna po drugiej. Tę sekwencję rozwojową przedstawiają Peg Dawson i Richard Guare (2012), wskazując 11 umiejętności w kolejności ich rozwijania się u dzieci. Są to: 1) hamowanie reakcji; 2) pamięć robocza; 3) kontrola emocjonalna; 4) utrzymywanie uwagi mimo bodźców rozpraszających; 5) umiejętność sprawnego rozpoczynania zadań; 6) planowanie i ustalanie priorytetów; 7) organizacja informacji i materiałów; 8) zarządzanie czasem; 9) wytrwałość w dążeniu do celu; 10) elastyczność w obliczu, np. przeszkód, nowych informacji; 11) metapoznanie (Dawson i Guare, 2012, s. 9–10).

W badaniach naukowych spotkamy się z dwojakim rozumieniem relacji pomiędzy objawami ADHD a funkcjami wykonawczymi. Objawy ADHD są przedstawiane jako wynik leżących u podstaw deficytów funkcji wykonawczych albo deficyty funkcji wykonawczych są definiowane jako drugorzędne składniki ADHD (Bullard i in., 2024).

Funkcje wykonawcze zaczynają się rozwijać między 6. a 12. miesiącem życia. Gwałtowny przyrost kompetencji w tym zakresie obserwuje się w wieku przedszkolnym. Zakłada się, że osoba trzydziestoletnia będzie miała w pełni rozwinięte funkcje wykonawcze. Tymczasem u osób z ADHD rozwój funkcji wykonawczych często jest opóźniony o 30–40% w stosunku do osób bez tego zaburzenia (Bednarska, 2021, s. 38). W praktyce oznacza to, że dzieci z ADHD w wieku wczesnoszkolnym dysponują kompetencjami w zakresie funkcji ukierunkowania własnych zachowań na przyszłość na etapie przedszkolaka, a dojrzałe osoby z ADHD wciąż mają trudności w zakresie np. planowania czy zarządzania czasem.

Pamięć robocza jest wymieniana jako funkcja, która najsilniej upośledza funkcjonowanie osób z ADHD (Friedman, 2024). Badania naukowe wskazują na pośredniczący wpływ pamięci roboczej na objawy osiowe ADHD: nieuwagę (Orban i in., 2018) i impulsywność (Raiker i in., 2012), a także na uczenie się: umiejętności czytania i kompetencje matematyczne (Friedman i in., 2017; Friedman i in., 2018) oraz na relacje rówieśnicze (Kofler i in., 2011) i relacje w rodzinie (Kofler i in., 2017). Warto w tym miejscu odnotować jednak, że związek między pamięcią roboczą a objawami ADHD w populacji ogólnej nie jest jasny. W 2024 roku opublikowano badania, w których szukano korelacji pomiędzy wskaźnikiem pamięci roboczej (mierzonym Teście Inteligencji Wechslera dla Dzieci – WISC) a objawami ADHD: regulacją zachowania, nadpobudliwością/nieuwagą (tutaj autorzy posłużyli się skalami obserwacyjnymi)¹. Deficyty pamięci roboczej stwierdzono u 22% dzieci z badanej próby, ale tylko 4% w badanej grupie miało także trudności z regulacją zachowania i/lub nadpobudliwością/nieuwagą. Badanie to wskazuje, że deficyty pamięci roboczej, mierzone za pomocą WISC u 7–8-latków nie zawsze będą predyktorem objawów ADHD (Marinopoulou i in., 2024).

Idea pamięci roboczej (*working memory*) ma swoje źródło w pracach Alana Baddeleya i Grahama Hitcha (1974). Wspomniani autorzy zanegowali ujęcie pamięci krótkotrwałej jako systemu wyspecjalizowanego wyłącznie w przechowywaniu informacji, co doprowadziło ich do stworzenia modelu pamięci roboczej, rozumianego jako wieloskładnikowy system odpowiedzialny za tymczasowe przechowywanie, ponowne analizowanie, utrzymywanie, przetwarzanie, aktualizowanie i manipulowanie informacjami.

Koncepcja wielokomponentowego modelu pamięci roboczej Baddeleya i Hitcha (1974) ewoluowała. Początkowo obejmowała trzy podsystemy: cen-

1 *Behavior Rating Inventory of Executive Function, Strengths and Difficulties Questionnaire* oraz *Five to Fifteen Questionnaire*.

tralny system wykonawczy (*central executive*) i bufor pamięciowe: pętlę fonologiczną (*phonological loop*) i szkicownik wzrokowo-przestrzenny (*visuo-spatial sketch pad*). Czwarty komponent – bufor epizodyczny – został dodany kilkanaście lat później (Baddeley, 2000). Jego wkomponowanie pozwoliło wyjaśnić, jak pamięć robocza łączy się z pamięcią długotrwałą, by czerpać ze zgromadzonej w niej wiedzy. Bufor epizodyczny przechowuje spójne doświadczenia, pochodzące z innych systemów (przechowujących informacje wzrokowe i słuchowe). Integralną częścią tych modeli jest podział na komponenty odpowiadające za bierne przechowywanie różnego rodzaju informacji (autorzy nazywają je systemami niewolniczymi – *slave systems*) i komponent wobec nich nadrzędny, który kontroluje przetwarzanie informacji z podrzędnych komponentów.

Pętla fonologiczna krótkotrwale przechowuje informacje fonologiczne. Szkicownik wzrokowo-przestrzenny jest systemem analogicznym do fonologicznej pamięci krótkotrwalej. Jego rolą jest przechowywanie materiału wzrokowego i przestrzennego.

Centralny system wykonawczy wydaje się być najważniejszą i najmniej poznaną składową pamięci roboczej (Zimbardo i in., 2010, s. 204). W publikacji z 1996 roku Baddeley wyróżnił trzy funkcje centralnego systemu wykonawczego: koncentracja uwagi, podzielność uwagi i przerzutność uwagową (1996, s. 5–28). Wraz z uzupełnieniem modelu o bufor epizodyczny, autor zdefiniował czwartą funkcję, polegającą na wydobywaniu potrzebnych informacji z pamięci trwałej i manipulowaniu nimi (Harasimczuk, 2024, s. 6).

Chociaż w ślad za przełomową koncepcją Baddeleya i Hitcha inni badacze również eksplorowali to pojęcie (m.in.: Cowan, 2017; Engle i in., 1999; Ericsson i Kintsch, 1995)², to właśnie model pamięci roboczej Baddeley’a jest najczęściej stosowany w badaniach nad psychopatologią dziecięcą (Alderson i in., 2010; Dekkers i in., 2021) i mechanizmami związanymi z pamięcią roboczą (Friedman i in., 2024).

W polu zainteresowań naukowców znajduje się także wyjaśnienie podłoża neurobiologicznego pamięci roboczej. Istnieją dowody na udział obszarów bocznej kory przedczołowej w pamięci roboczej. Wiadomo także, że mechanizmem kluczowym dla pamięci roboczej jest synchronizacja aktywności wielu rozproszonych obszarów mózgu (Oroń, 2015).

Dysponujemy także badaniami na temat neurobiologii deficytów pamięci roboczej u osób z ADHD. Dane z badań eksperymentalnych i metaanalizy-

2 Punktem uwagi (czy punktem spornym) jest zagadnienie jednorodności a wielokomponentowości systemu pamięci roboczej (Harasimczuk, 2024, s. 7).

nych przeglądów wykazują na znaczne opóźnienie dojrzewania korowego (Ha i in., 2020), zmniejszoną objętość przedczołową (Lukito i in., 2020) oraz redukcje neurofunkcjonalne w obrębie grzbietowo-bocznej kory przedczołowej wśród dzieci z ADHD. Nieprawidłowości w rejonach przedniej i tylnej części kory przedczołowej mogą być odpowiedzialne za trudności z pamięcią roboczą dzieci z ADHD (Gu i in., 2017; 2018).

Przeważająca większość doniesień wyjaśniających etiologię deficytów pamięci roboczej u osób z ADHD opiera się na badaniach wykorzystujących funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI). Polegają one na obserwacji aktywności mózgu osób z ADHD (w porównaniu z osobami bez ADHD) podczas wykonywania zadań wymagających zdolności poznawczych. Należy pamiętać o ograniczeniach tej metody. Aktywność ruchowa osoby badanej wpływa na zafałszowanie wyniku. Minimalizowanie ruchu głowy podczas funkcjonalnego obrazowania metodą rezonansu magnetycznego (fMRI) umożliwia eliminowanie artefaktów, które mogą przypominać aktywność neuronalną lub maskować prawdziwą aktywność. Ryzyko zafałszowanego wyniku badania fMRI jest wyższe u dzieci z ADHD, ponieważ te poruszają się nadmiernie, gdy wykonują zadania angażujące poznawczo (Friedman i in., 2024).

Pamięć i uczenie się to jedno z najciekawszych zdolności umysłu człowieka, porównywane do kleju, który skleja w jedną ciągłą całość ludzkie doświadczenia, epizody z życia, nabywaną wiedzę (Oroń, 2015, s. 33).

Na obraz funkcjonowania osób z ADHD składają się m.in. trudności w uczeniu się. Niska wydajność uczenia się jest często pierwszą przyczyną wizyty w poradni psychologiczno-pedagogicznej i szukania pomocy u specjalistów. Dzieci z zespołem nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi uczą się mniej efektywnie niż dzieci bez ADHD, a powodem nie jest zwykle niższy poziom zdolności, lecz objawy osiowe ADHD i deficyty funkcji wykonawczych, w tym deficyt pamięci roboczej (Bednarska, 2021; Bednarska i Aleksandrowicz-Obzejta, 2024).

Heterogeniczność wydajności poznawczej osób z ADHD jest obecnie zagadnieniem, które jest przedmiotem zainteresowania naukowców. Lauren Friedman wraz z zespołem (2022) przeprowadziła badania zmienności dokładności reakcji u dzieci z ADHD. Dzieci z ADHD i dzieci rozwijające się typowo wykonywały zadania angażujące krótkotrwałą pamięć fonologiczną, ich poziom rósł z każdym kolejnym. Zaobserwowano istotnie większą zmienność w wydajności pamięci roboczej u dzieci z ADHD, kiedy wykonywały zadania o adekwatnym dla nich poziomie trudności i porównaniu z dziećmi z roz-

wijającymi się prawidłowo. Kiedy natomiast zadania przekraczały zdolności poznawcze wszystkich badanych dzieci, to wyniki obu grup wskazywały na podobne wysokie poziomy zmienności (Friedman i in., 2022).

Szacuje się, że 30% dzieci z ADHD ma trudności w uczeniu się matematyki (Bednarska, 2021, s. 35). Wyniki badań wskazują, że trudności matematyczne u tych dzieci silniej korelują z deficytem w zakresie pamięci roboczej niż z objawami ADHD (Gaye i in., 2024). Dzieci z ADHD wykazują znaczne deficyty w osiągnięciach matematycznych w porównaniu z rówieśnikami bez ADHD. Relację pomiędzy ADHD a osiągnięciami w matematyce tłumaczy wspólny związek obu zmiennych z pamięcią roboczą (Gaye i in., 2025).

Deficyty w zakresie pamięci roboczej powodują trudności w zapamiętywaniu faktów matematycznych i stosowaniu procedur matematycznych. Kiedy dziecko uczy się faktów matematycznych, to zarówno działanie $(2+3)$, jak i jego wynik (5) muszą być jednocześnie aktywne w buforze fonologicznym pamięci roboczej. Jest to warunek konieczny, aby doszło do utworzenia i wzmocnienia połączenia neuronowego między nimi. Przy ograniczonych zasobach pamięci roboczej wprowadzenie do niej wyniku (5) sprawia, że zostaje utracone wcześniej przechowywane działanie $(2+3)$, oczywistą konsekwencją jest niemożność ukończenia działania, ponieważ nie dochodzi do połączenia między faktami. To był prosty przykład. Sytuacja komplikuje się jeszcze bardziej przy trudniejszych zadaniach (Bednarska, 2022, s. 35).

Częstymi powikłaniami ADHD zarówno u dzieci, jak i osób dorosłych są **depresja i zaburzenia lękowe**. Współwystępowanie depresji i ADHD u dzieci obejmuje od 15% do nawet 75%. U około 34% osób dorosłych z ADHD występują lub występowały w przeszłości epizody depresji. Nawet 50% osób z ADHD może doświadczać zaburzeń lękowych (zaburzenie lękowe uogólnione, fobia społeczna) (Bednarska i Aleksandrowicz-Objezta, 2024). Oba te zaburzenia o charakterze internalizacyjnym potęgują upośledzenia pamięci. W jednym z najnowszych badań (Rauch i in., 2025), obejmującym dorosłe osoby z ADHD, doświadczające depresji lub lęku, sprawdzano, które z wymienionych zaburzeń będą silniejszymi predyktorami wydajności pamięci roboczej. Wykształcenie badanych było zdefiniowane jako zmienna towarzysząca. Ustalono, że to lęk i wykształcenie znacząco przewidywały wydajność pamięci roboczej. Przy czym lęk nasilał deficyty pamięci roboczej, zaś wyższe wykształcenie korelowało z lepszymi wynikami w zakresie pamięci roboczej. Można zatem przypuszczać, że wykształcenie może być częściowo czynnikiem chroniącym przed spadkiem wydajności pamięci roboczej.

Wspólne dla ADHD oraz lęku i depresji jest obniżone poczucie własnej wartości oraz poczucie sprawstwa. Osoby z ADHD – z uwagi na mniejszą

pojemność pamięci roboczej – nie potrafią postrzegać sytuacji w szerszej perspektywie, a także mają trudność połączyć ją z wcześniejszymi doświadczeniami (Brown, 2014, s. 9–10). Dodatkowo przechowują w swojej pamięci doświadczenia niepowodzeń, więc przywołanie tych pozytywnych wspomnień, związanych z osiągnięciem celu czy zrealizowaniem zadania, jest problematyczne. Pomocną strategią może być zbieranie przez osoby z ADHD pamiętek dokumentujących sukcesy lub zapisywanie swoich osiągnięć, żeby mogły one do nich wrócić w trudnej sytuacji (Bednarska i Aleksandrowicz-Obzejta, 2024, s. 53). Zebrane pamiętki i zapisane wspomnienia pełnią funkcję magazynu pamięci.

Jako czwarty objaw ADHD jest podawana **dysregulacja emocjonalna**. Częściej pojawia się ona w charakterystykach opisowych ADHD u kobiet. Wiemy, że zdolność do regulowania emocji jest skorelowana z pamięcią roboczą. Upośledzenie pamięci roboczej sprawia, że osoby z ADHD mają trudności z zapanowaniem nad emocjami, ponieważ ich słaba pamięć robocza nie pozwala na przywołanie strategii postępowania, która byłaby skuteczna w podobnej sytuacji (Bednarska i Aleksandrowicz-Obzejta, 2024, s. 68).

Dzieci z ADHD doświadczają niezliczonych problemów społecznych, co udokumentowali twórcy badania metanalitycznego. Przegląd 109 badań dotyczących funkcjonowania społecznego dzieci z ADHD (lub z grupy ryzyka ADHD) wskazał na występowanie u nich deficytów w funkcjonowaniu rówieśniczym: mają one problemy z nawiązywaniem i utrzymywaniem odpowiednich do wieku relacji, są odrzucane przez rówieśników i posiadają mniejszą liczbę przyjaciół niż dzieci rozwijające się typowo i rzadziej niż dzieci rozwijające się typowo są wybierane przez popularne dzieci. Dzieci z ADHD mają też ograniczone umiejętności społeczne (nie potrafią współpracować, mają trudność ze słuchaniem oraz zmianą ról w rozmowie, bywają natarczywe w relacjach). Na obraz funkcjonowania społecznego tych dzieci składają się błędy poznawcze: błąd atrybucji polegający na tym, że sytuacje neutralne postrzegane są przez dzieci z ADHD jako wrogie i częściej agresywnie reagują w sytuacjach prowokacji rówieśniczej. Innym błędem poznawczym, charakterystycznym dla ADHD jest tendencja do przeceniania swoich kompetencji, także w obszarze funkcjonowania społecznego (Ros i Graziano, 2018). Szereg badań wskazuje, że przyczyn tych trudności obok objawów osiowych należy wiązać z deficytem pamięci roboczej (Kofler i in., 2011; Abikoff, 2009; Mikami i in., 2014; Mikami i in., 2017).

W tym miejscu przywołam jedno z ostatnich doniesień w tym obszarze. Badanie zakładało wykazanie związku pomiędzy samokontrolą, hamowaniem behawioralnym i pamięcią roboczą a problemami w funkcjonowaniu spo-

łecznym dzieci z ADHD. Relacjonując wspomniane badanie, skoncentruję się na relacji między pamięcią roboczą a funkcjonowaniem społecznym. Badacze wybrali zadanie, które diagnozowało pamięć roboczą fonologiczną, jednak także, jak podkreślali, angażowało w znacznym stopniu centralny system wykonawczy. Miało to pomóc w uzyskaniu bardziej miarodajnego obrazu zaburzeń pamięci roboczej. Zadanie roboczej pamięci fonologicznej polegało na powtarzaniu ciągów literowo-liczbowych. Wynikiem była liczba prawidłowo wykonanych prób. Dzieciom prezentowano serię jednocyfrowych liczb i jedną literę. Co ważne litera nigdy nie pojawiła się na pierwszej ani ostatniej pozycji sekwencji, aby zmniejszyć potencjalne efekty pierwszeństwa lub świeżości. Dzieci miały powtórzyć na głos liczby od najmniejszej do największej, a następnie podać literę. Próby składały się z trzech do sześciu bodźców (tj. zestawy o rozmiarach 3, 4, 5 i 6), a każdy blok o rozmiarze zestawu składał się z 24 prób (łącznie 96 prób). Funkcjonowanie społeczne dzieci oceniano za pomocą kwestionariuszy opisujących ich zachowania. W badaniu potwierdzono, że niższe zdolności pamięci roboczej wiązały się z niższymi wynikami funkcjonowania społecznego, samokontroli, hamowania zachowania. Zarówno oceny funkcjonowania społecznego rodziców, jak i nauczycieli były związane z pamięcią roboczą, a także większe problemy społeczne wiązały się z niższymi zdolnościami pamięci roboczej. Rezultat badań był tłumaczony tym, że w szkole zasoby pamięci roboczej dzieci z ADHD są wykorzystywane do uczenia się, tym samym dzieci te dysponują ograniczonymi możliwościami skorzystania z tego rodzaju pamięci podczas sytuacji społecznych. Zaproponowano, że zmniejszenie wymagań dotyczących zadań w klasie mogłoby ograniczyć destrukcyjne i niezwiązane z zadaniami zachowania, które z kolei mogą wpływać na to, jak dzieci z ADHD nawiązują kontakty towarzyskie (Bullard i in., 2024).

Potwierdzony empirycznie związek między pamięcią roboczą a funkcjonowaniem dzieci, adolescentów oraz dorosłych z ADHD sugeruje, że trening pamięci roboczej może mieć wpływ na poprawę jakości życia (w obszarze uczenia się, funkcjonowania społecznego i emocjonalnego). Specjaliści wiążą nadzieję z treningiem „RoboMemo”. Dysponujemy badaniami potwierdzającymi poprawę pamięci oraz zachowania po wdrożeniu kilkutygodniowego treningu (Mezzacappa i Buckner, 2010). Obiecujące wyniki przynoszą również badania nad fotobiomodulacją przezczaszkową (tPBM) u osób dorosłych z ADHD (Lai i in., 2025). Treningi te poprawiają funkcje poznawcze, w tym pamięć roboczą. Rozważane jest ich potencjalne zastosowanie jako nefarmakologicznej metody leczenia ADHD.

Otwarte pozostają natomiast pytania: które funkcje pamięci roboczej należy trenować i w jakim stopniu można liczyć na transfer rezultatów treningów pamięci na objawy ADHD (Kokkalia i Drigas, 2015).

BIBLIOGRAFIA

- Abikoff, H. (2009). ADHD psychosocial treatments: Generalization reconsidered. *Journal of Attention Disorders*, 13(3), 207–210. <https://doi.org/10.1177/1087054709333385>
- Alderson, R.M., Rapport, M.D., Hudec, K.L., Sarver, D.E., i Kofler, M.J. (2010). Competing core processes in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Do working memory deficiencies underlie behavioral inhibition deficits?. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38(4), 497–507. <https://doi.org/10.1007/s10802-010-9387-0>
- Baddeley A.D., i Hitch G.T. (1974). Working memory. W: G.A. Bower (red.), *The psychology of learning and motivation*, t. 2, (s. 47–90). Academic Press.
- Baddeley, A.D. (1996). Exploring the Central Executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 5–28. <https://doi.org/10.1080/713755608>
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Barkley, R.A. (2020). *ADHD. Podjąć wyzwanie. Kompletny przewodnik dla rodziców*, wyd. 2. przeł. K. Okoń. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Bednarska, N. (2021). *Dziewczeta z ADHD. Zarys problematyki*. Wydawnictwo APS.
- Bednarska, N., i Aleksandrowicz-Objezta, K. (2024). *PoMoc w ADHD. Jak wspierać dziewczęta i kobiety z ADHD*. Wydawnictwo APS.
- Bullard, C.C., Alderson, R.M., Roberts, D.K., Tatsuki, M.O., Sullivan, M.A., i Kofler, M.J. (2024). Social functioning in children with ADHD: an examination of inhibition, self-control, and working memory as potential mediators. *Child neuropsychology: A journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 30(7), 987–1009. <https://doi.org/10.1080/09297049.2024.2304375>
- Brown, T.E. (2014). *Smart but stuck. Emotions in teens and adults with ADHD*. Jossey-Bass.
- Brzezińska, A., i Nowotnik, A. (2012). Funkcje wykonawcze a funkcjonowanie dziecka w środowisku przedszkolnym i szkolnym. *Edukacja*, 1(117), 61–74.
- Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic Bulletin Review*, 24(4), 1158–1170. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1191-6>
- Dawson, P., i Guare, P. (2012). *Zdolne, ale rozkojarzone. Wspieranie rozwoju dziecka za pomocą treningu umiejętności wykonawczych*, przeł. W. Turopolski. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Dekkers, T.J., Rapport, M.D., Calub, C.A., Eckrich, S.J., i Irurita, C. (2021). ADHD and hyperactivity: The influence of cognitive processing demands on gross motor activity level in children. *Child Neuropsychology*, 27(1), 63–82. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1793924>
- Engle, R.W., Kane, M.J., i Tuholski, S.W. (1999). Individual Differences in Working Memory Capacity and What They Tell Us About Controlled Attention, General Fluid Intelligence, and Functions of the Prefrontal Cortex. W: A. Miyake i P. Shah (red.), *Models of Working Memory* (s. 102–134). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.007>
- Ericsson, K.A., i Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211–245. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.102.2.211>
- Friedman, L.M., Rapport, M.D., Orban, S.A., Eckrich, S.E., i Calub, C.A. (2017). Applied problem solving in children with ADHD: The mediating roles of working memory and mathematical calculation. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(3), 491–504. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0312-7>

- Friedman, L.M., Rapport, M.D., Calub, C.A., i Eckrich, S.J. (2018). ADHD and core foundational learning: Working memory's contribution to reading comprehension and applied math problem-solving abilities. *The ADHD Report*, 26(7), 1–7. <https://doi.org/10.1521/adhd.2018.26.7.1>
- Friedman, L.M., Rapport, M.D., i Fabrikant-Abzug, G. (2022). Consistently inconsistent working memory performance among children with ADHD: Evidence of response accuracy variability (RAV). *Journal of Psychopathology & Behavioral Assessment*, 44(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10862-022-09967-7>
- Friedman, L.M., Eckrich, S.J., Rapport, M.D., Bohil, C.J., i Calub, C. (2024). Working and short-term memory in children with ADHD: An examination of prefrontal cortical functioning using functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS). *Child Neuropsychology*, 30(3), 462–485. <https://doi.org/10.1080/09297049.2023.2213463>
- Gaye, F., Groves, N.B., Chan, E.S.M., Cole, A.M., Jaisle, E.M., Soto, E.F., i Kofler, M.J. (2024). Working memory and math skills in children with and without ADHD. *Neuropsychology*, 38(1), 1–16. <https://doi.org/10.1037/neu0000920>
- Gaye, F., Harmon, S.L., Cole, A.M., Marsh, C.L., Liu, Q., McIntosh, A., i Kofler, M.J. (2025). Examining the roles of working memory and trait anxiety on math achievement in children with ADHD. *Neuropsychology*, 39(3), 259–274. <https://doi.org/10.1037/neu0000994>
- Gu, Y., Miao, S., Han, J., Zeng, K., Ouyang, G., Yang, J., i Li, X. (2017). Complexity analysis of fNIRS signals in ADHD children during working memory task. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00965-4>
- Gu, Y., Miao, S., Han, J., Liang, Z., Ouyang, G., Yang, J., i Li, X. (2018). Identifying ADHD children using hemodynamic responses during a working memory task measured by functional near-infrared spectroscopy. *Journal of Neural Engineering*, 15(3), 035005. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aa9ee9>
- Ha, S., Lee, H., Choi, Y., Kang, H., Jeon, S.J., Ryu, J.H., Kim, H.J., Cheong, J.H., Lim, S., Kim, B.N., i Lee, D.S. (2020). Maturational delay and asymmetric information flow of brain connectivity in SHR model of ADHD revealed by topological analysis of metabolic networks. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59921-4>
- Harasimczuk, J. (2024). 50 lat badań nad pamięcią roboczą. *Kwartalnik Naukowy Fides Et Ratio*, 58(2), 77–84. <https://doi.org/10.34766/fetr.v58i2.1274>
- Kofler, M.J., Rapport, M.D., Bolden, J., Sarver, D.E., Raiker, J.S., i Alderson, R.M. (2011). Working memory deficits and social problems in children with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39(6), 805–817. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9492-8>
- Kofler, M.J., Sarver, D.E., Spiegel, J.A., Day, T.N., Harmon, S.L., i Wells, E.L. (2017). Heterogeneity in ADHD: Neurocognitive predictors of peer, family, and academic functioning. *Child Neuropsychology*, 23(6), 733–759. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1205010>
- Kofler, M.J., Singh, L.J., Soto, E.F., Chan, E.S., Miller, C.E., Harmon, S.L., i Spiegel, J.A. (2020). Working memory and short-term memory deficits in ADHD: A bifactor modeling approach. *Neuropsychology*, 34(6). <https://doi.org/10.1037/neu0000641>
- Kokkalia, G.K., i Drigas, A. (2015). Working memory and ADHD in preschool education. The role of ICT'S as a diagnostic and intervention tool: An overview. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 10(5), 4–9. <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i5.4359>
- Lai, Q.-J., Chen, Y., Liu, L., Li, H.-M., Pan, M.-R., Wang, Y.-F., Niu, H.-J., i Qian, Q.-J. (2025). Repetitive Transcranial Photobiomodulation Improves Working Memory and Attention in Adults with ADHD: A 4-Week Follow-Up Study. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 43(5), 190–197. <https://doi.org/10.1089/photob.2025.0008>
- Leer, K. (2022). *ADHD Mózg łowcy i inne supermoce*, przeł. M. Rost. Wydawnictwo Znak.
- Levrini, A. (2023). *Succeeding with adult ADHD. Daily strategies to help achieve your goals and manage your life*. American Psychological Association.
- Lukito, S., Norman, L., Carlisi, C., Radua, J., Hart, H., Simonoff, E., i Rubia, K. (2020). Comparative meta-analyses of brain structural and functional abnormalities during cognitive

- control in attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. *Psychological Medicine*, 50(6), 894–919. <https://doi.org/10.1017/S0033291720000574>
- Marinopoulou, M., Unenge Hallerbäck, M., Bornehag, C.-G., i Billstedt, E. (2024). Is WISC-IV Working Memory Index associated with ADHD symptoms in 7–8-year-olds? *Applied Neuropsychology: Child*, 13(4), 306–315. <https://doi.org/10.1080/21622965.2023.2176232>
- Mezzacappa, E., i Buckner, J.C. (2010). Working memory training for children with attention problems or hyperactivity: A school-based pilot study. *School Mental Health*, 2, 202–208. <https://doi.org/10.1007/s12310-010-9030-9>
- Mikami, A.Y., Jia, M., i Na, J.J. (2014). Social skills training. *Child & Adolescent Psychiatric Clinics*, 23(4), 775–788. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2014.05.007>
- Mikami, A.Y., Smit, S., i Khalis, A. (2017). Social skills training and ADHD – what works?. *Current Psychiatry Reports*, 19(12), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0850-2>
- Orban, S.A., Rapport, M.D., Friedman, L.M., Eckrich, S.J., i Kofler, M.J. (2018). Inattentive behavior in boys with ADHD during classroom instruction: The mediating role of working memory processes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(4), 713–727. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0338-x>
- Oroń, A. (2015). Pamięć robocza i jej rola w procesach uczenia się i pamięci. *Nowa Audiofonia*, 4(3), 33–41. <https://doi.org/10.17431/895695>
- Raiker, J.S., Rapport, M.D., Kofler, M.J., i Sarver, D.E. (2012). Objectively-measured impulsivity and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Testing competing predictions from the working memory and behavioral inhibition models of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(5), 699–713. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9607-2>
- Rauch, A.A., Soble, J.R., i Silton, R.L. (2025). Anxiety symptoms are distinctly related to working memory deficits in adults with ADHD. *Applied Neuropsychology: Adult*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23279095.2024.2449170> (05.06.2025). <https://doi.org/10.1080/23279095.2024.2449170>
- Ros, R., i Graziano, P.A. (2018). Social functioning in children with or at risk for attention deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 47(2), 213–235. <https://doi.org/10.1080/15374416.2016.1266644>
- Schutz, J. (2022). *The roots of ADHD motivation problems – and how to get students engaged in learning*. <https://www.additudemag.com/unmotivated-students-adhdcauses-solutions> (05.06.2025).
- Zimbardo, P.G., Johnson R.L., i McCann V. (2010) *Psychologia: kluczowe koncepcje*, t. 2: *Motywacja i uczenie się*, przeł. M. Guzowska-Dąbrowska, J. Radzicki i E. Czerniawska. Wydawnictwo Naukowe PWN.

SUMMARY

Working Memory Deficit in ADHD and Its Significance for the Functioning of People with ADHD

In this text, ADHD is presented as a deficit of executive functions because it is these functions that are believed to have the most devastating impact on the functioning of people with this disorder. The issue of executive functions is presented next, and then attention is directed to one of the most important executive functions, namely the working memory in the approach of Baddeley and Hitch (1974). Empirical evidence is cited that working memory may have a mediating effect on the symptoms of ADHD: inattention and impulsivity, as well as on learning, on the emotional and social functioning of children, of adolescents and of adults with ADHD.

KEYWORDS: ADHD, executive functions, working memory, learning, social functioning, emotional control, depression, anxiety disorders