

Wiek jako wskaźnik prognostyczny w pourazowych uszkodzeniach mózgu manifestujących się deficytami pamięci epizodycznej oraz funkcji wykonawczych w okresie dzieciństwa i adolescencji

Age as a prognostic factor in episodic memory and executive impairment following traumatic brain injury in children and adolescents

¹ Zakład Historii i Filozofii Nauk Medycznych, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

² Klinika Neurologii Rozwojowej, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

³ Zakład Pielęgniarstwa Neurologiczno-Psychiatrycznego, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

⁴ Oddział Neurologiczny i Udarowy, Szpital św. Wojciecha, Copernicus Podmiot Leczniczy, Gdańsk

Adres do korespondencji: Dr hab. Emilia Sitek, Oddział Neurologiczny i Udarowy, Szpital św. Wojciecha, Copernicus Podmiot Leczniczy Sp. z o.o., al. Jana Pawła II 50, 80-462 Gdańsk, e-mail: emiliasitek@gumed.edu.pl

Streszczenie

Zaburzenia pamięci epizodycznej i funkcji wykonawczych to częste i klinicznie znaczące konsekwencje pourazowego uszkodzenia mózgu. W pracy dokonano przeglądu współczesnej literatury dotyczącej zaburzeń pamięci i funkcji wykonawczych u dzieci i nastolatków z pourazowym uszkodzeniem mózgu – w celu ustalenia, czy osoby, u których doszło do urazu mózgu w młodszym wieku, są bardziej lub mniej podatne na utrwalone deficyty amnestyczne i wykonawcze. Poza znaczeniem wieku w momencie urazu omówiono wybrane problemy metodologiczne przedstawionych badań. Zaprezentowano również najpopularniejsze metody oceny pamięci epizodycznej i funkcji wykonawczych u dzieci i nastolatków, z uwzględnieniem zakresu i ograniczeń badania. Prace na temat długoterminowych skutków pourazowego uszkodzenia mózgu w zakresie funkcjonowania poznawczego u dzieci są nieliczne, a zakres przeprowadzanej w badaniach oceny pamięci epizodycznej i funkcji wykonawczych – niewystarczający do pełnego zrozumienia wzorca zaburzeń. Profil i trajektoria deficytów poznawczych w populacji dzieci i nastolatków są znacznie słabiej poznane niż w populacji dorosłych po urazie czaszkowo-mózgowym. Bardzo często adolescentów włącza się w badania do grup osób dorosłych, co nie przyczynia się do zrozumienia specyfiki deficytów w grupie dzieci i młodzieży. Wydaje się, iż wczesne uszkodzenie mózgu wiąże się z gorszym rokowaniem w perspektywie długoterminowej. Jednak tylko prospektywne, długoterminowe i kompleksowe badania pamięci i funkcji wykonawczych mogą pozwolić na pełniejsze zrozumienie trajektorii deficytów oraz znaczenia związku między czasem urazu a okresami krytycznymi w rozwoju poznawczym.

Słowa kluczowe: uraz czaszkowo-mózgowy, zaburzenia pamięci, zaburzenia funkcji wykonawczych

Abstract

Both episodic memory and executive deficits are considered common and clinically significant consequences of traumatic brain injury. The paper reviews the current literature on memory and executive impairment in children and adolescents after traumatic brain injury so as to determine if children who sustained trauma at younger age are more or less vulnerable to persistent deficits in these domains. Apart from the significance of age at injury, the paper addresses a few methodological issues pertaining to the reviewed studies. The most popular methods used to assess episodic memory and executive function in children and adolescents are discussed in terms of their scope and limitations. Studies on the long-term cognitive sequelae of traumatic brain injury in children are scarce, and the scope of episodic memory and executive function assessment seems insufficient to fully understand the pattern of deficits. The profile of cognitive deficits and their trajectory over time is much less understood in children and adolescents than in the adult population after traumatic brain injury. Adolescents are often included in adult groups, which does not contribute to the understanding of deficits in this patient cohort. It seems that early brain injury is associated with poorer long-term prognosis. However, long-term prospective and comprehensive studies

on memory and executive dysfunction due to traumatic brain injury in children and adolescents would be needed to fully understand the trajectory of deficits and the importance of the relationship between the time of injury and critical periods in the cognitive development.

Keywords: craniocerebral trauma, memory impairment, executive disorders

WPROWADZENIE

Uszkodzenie mózgu w wyniku urazu (*traumatic brain injury*, TBI) wywiera długofalowy wpływ na zachowanie dzieci i realizację ich celów życiowych. Świadczą o tym badania z udziałem nie tylko dzieci i nastolatków, ale również młodych dorosłych. Uszkodzenia mózgu, do których doszło przed ukończeniem 2. roku życia, skutkują zazwyczaj globalnymi zaburzeniami poznawczymi (Anderson *et al.*, 2010). Trudności z kontrolą zachowania są obecne u dzieci badanych 5 lat (Fay *et al.*, 2009), a nawet 10 lat po urazie mózgu, bez względu na stopień jego ciężkości (Catroppa *et al.*, 2012). Co więcej, trudności w funkcjonowaniu psychospołecznym dzieci po TBI mogą narastać w toku dojrzewania (Anderson *et al.*, 2005). Młode osoby dorosłe po przebytych w dzieciństwie TBI często zdają sobie sprawę z odmienności swojego sposobu funkcjonowania, gdyż bardziej adekwatnie niż ich rodzice oceniają nasilenie utrwalonych deficytów w zakresie funkcji wykonawczych. W jednym z badań wykazano, że to właśnie oceny pacjentów (a nie ich rodziców) są zbliżone z wynikami testów psychometrycznych (Barrett *et al.*, 2013). Celem pracy jest omówienie danych ze współczesnej literatury przedmiotu dotyczących znaczenia wieku jako czynnika rokowniczego w uszkodzeniach mózgu w okresie dzieciństwa i adolescencji w odniesieniu do zaburzeń pamięci epizodycznej i dysfunkcji wykonawczych. Wybór wymienionych aspektów funkcjonowania poznawczego wynika z dwóch głównych przesłanek. Po pierwsze zaburzenia te są bardzo częstymi skutkami uszkodzenia mózgu. Po drugie odgrywają kluczową rolę, jeśli chodzi o możliwość efektywnego funkcjonowania zarówno w szkole (Anderson i Catroppa, 2005), jak i w pracy, w zakresie zdolności wykonywania różnorodnych zadań oraz integracji społecznej (Muscara *et al.*, 2008). Od sprawności funkcji pamięci i funkcji wykonawczych niejednokrotnie zależy możliwość skutecznej kompensacji innych deficytów, czyli zdolność do generowania i uczenia się strategii kompensacyjnych oraz ich spontanicznego i adekwatnego wykorzystania w zmieniających się warunkach sytuacyjnych. Termin „funkcje wykonawcze” jest stosowany w piśmiennictwie w sposób niejednorodny, co wynika nie tylko z różnorodności modeli teoretycznych, lecz także ze specyfiki badania procesów poznawczych w praktyce klinicznej. Funkcje wykonawczych, jako konstrukt nadrzędnego względem elementarnych procesów poznawczych [rozumianego za Lezak i wsp. (2012) oraz Jodzio (2008) jako zdolność przyjęcia odpowiedniego nastawienia umysłowego, planowania,

a następnie inicjowania i kontroli wykonania działań złożonych], nie można bowiem badać w oderwaniu od tych elementarnych procesów.

Do połowy lat 90. XX wieku w badaniach dotyczących skutków uszkodzeń mózgu w młodym wieku dla funkcjonowania poznawczego koncentrowano się głównie na badaniu inteligencji, mimo że standardowe testy inteligencji, takie jak Skala Inteligencji Wechslera dla Dzieci, nie zawierają bezpośrednich miar ani pamięci epizodycznej, ani funkcji wykonawczych. Stąd też drugim celem pracy jest prezentacja współczesnych metod oceny pamięci epizodycznej i funkcji wykonawczych u dzieci i młodzieży.

Przeglądu piśmiennictwa z lat 2000–2017 dokonano 1 listopada 2017 roku, posługując się następującymi kryteriami wyszukiwania w bazie Scopus: (TITLE (recovery OR outcome OR prognosis OR prognostic) AND TITLE-ABS-KEY (age) AND TITLE (brain) AND TITLE-ABS-KEY (childhood OR children OR adolescence OR adolescent OR paediatric OR pediatric) AND TITLE (cognitive OR neuropsychological OR memory OR learning OR executive) AND TITLE-ABS-KEY (injury OR damage)) AND PUBYEAR > 1999 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE “ip”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE “English”)). Wyszukiwanie to pozwoliło na znalezienie 55 prac spełniających ustalone kryteria. W przeglądzie uwzględniono prace o charakterze zarówno prospektywnym, jak i retrospektywnym. Do dalszej analizy wybrano badania, w których: 1) analizowano funkcjonowanie poznawcze osób z TBI przebytych w wieku 0–17 lat; 2) oceniano funkcje wykonawcze oraz pamięć/uczenie się materiału słownego i wzrokowego. Z analizy wyłączono badania, w których: 1) analizowano skutki urazów okołoporodowych; 2) oceniano sprawność pamięci i/lub funkcji wykonawczych jedynie z użyciem kwestionariuszy wypełnianych przez opiekunów bądź nauczycieli (gdyż zaplanowana analiza obejmowała wyłącznie dane psychometryczne, a łączenie danych z badań obiektywnych z subiektywnymi ocenami funkcjonowania poznawczego nie jest uzasadnione); 3) jedynym badanym parametrem funkcji wykonawczych była pamięć operacyjna lub też badanie dotyczyło tylko wybranych wykonawczych aspektów uwagi. Po tak przeprowadzonej selekcji pozostały 2 prace (zob. tab. 1). Powodami wyłączenia innych prac z przeglądu były: włączenie osób >17. roku życia (21 prac), wybiórcza analiza skutków urazu okołoporodowego (1 praca) lub wcześniactwa (2 prace), analiza wpływu metody leczenia na funkcje poznawcze (3 prace), ocena rezerwy poznawczej (1 praca), nieuwzględnienie

	N	Wiek w momencie uszkodzenia mózgu	Wiek w momencie badania/czas od urazu	Grupa porównawcza	Metody oceny pamięci	Metody oceny funkcji wykonawczych
Verger et al., 2000	29	<16 lat 14 osób ≤8 lat 15 osób >8 lat	7–23 lata/min. 6 lat po urazie	n = 29 (zdrowi)	RAVLT RCFT	TMT A i B Test Stroopa Test Sortowania Kart z Wisconsin
Yumul i McKinlay, 2017	59: łagodne TBI 64: umiarkowane/ciężkie TBI	0–17 lat	18–30 lat/min. 5 lat po urazie	n = 43 (osoby po urazie ortopedycznym)	Skala Pamięci Wechslera-III: Pary Skojarzone I i II RCFT	D-KEFS: fluencja słowna i test Stroopa

RAVLT – Rey Auditory Verbal Learning Test; **RCFT** – Rey Complex Figure Test; **TMT** – Trail Making Test; **D-KEFS** – Delis–Kaplan Executive Function System.

Tab. 1. Zestawienie metodyki wybranych badań dotyczących pourazowych zaburzeń pamięci u dzieci i młodzieży (lata 2000–2017)

w analizie wyników czynnika wieku, w którym doszło do urazu (6 prac), przeglądowy charakter artykułu (2 prace), zastosowanie do oceny funkcjonowania poznawczego tylko testów inteligencji Wechslera (2 prace), brak oceny funkcji wykonawczych i pamięci epizodycznej (5 prac), ocena funkcji wykonawczych ograniczona do metod kwestionariuszowych (3 prace), wybiórcza ocena poznania społecznego (1 praca), ocena funkcji wykonawczych ograniczona do pamięci operacyjnej lub wybranych parametrów uwagi (3 prace), łączna analiza skutków uszkodzeń mózgu o różnej etiologii (1 praca), brak adekwatnej grupy kontrolnej (1 praca), analiza wpływu wielokrotnych urazów (1 praca).

Rezygnacja z włączania prac uwzględniających pamięć operacyjną jako jedyny komponent funkcji wykonawczych wynika z przyjętej perspektywy teoretycznej i z uwarunkowań praktycznych. Po pierwsze wybrany interakcyjny model funkcji wykonawczych (Jodzio, 2008, s. 68) wskazuje na pamięć zarówno operacyjną, jak i prospektywną jako funkcje niezbędne do inicjowania działania, ale nie tożsame z samym procesem inicjowania działania. Zdolność do przetwarzania informacji w pamięci operacyjnej i prospektywnej nie jest bowiem warunkiem wystarczającym do zainicjowania działania. Po drugie z perspektywy praktycznej wskaźniki pamięci operacyjnej stosowane w badaniach neuropsychologicznych rzadko pozwalają na niezależną ocenę poprawności przetwarzania informacji. Miary pamięci operacyjnej zazwyczaj są zależne od tempa wykonywania zadania. Z uwagi na fakt, iż samo spowolnienie reakcji psychomotorycznych – jeden z najczęstszych skutków urazów czaszkowo-mózgowych – może istotnie obniżyć poziom wykonania testów pamięci operacyjnej, a trudno uznać spowolnienie na specyficzny deficyt wykonawczy, zrezygnowano z uwzględniania tych miar w niniejszym przeglądzie. Kolejnym argumentem jest znaczące zróżnicowanie miar pamięci operacyjnej pod względem wykorzystywanego materiału bodźcowego (numeryczny, literowy, zorganizowany przestrzennie lub sekwencyjnie), a w rezultacie – możliwość istotnej zależności wyników od użytego materiału. Pamięć operacyjna

to złożony, wielokomponentowy proces poznawczy (Baddeley et al., 2018) i łączenie ze sobą miar, które zależą od efektywności całego modułu pamięci operacyjnej, głównie od pętli fonologicznej czy głównie od szkieletu wzrokowo-przestrzennego, wydaje się nie mieć uzasadnienia. Włączenie do analizy wyników oceny pamięci operacyjnej wymagałoby analogicznego podziału dla pamięci epizodycznej z uwagi na rodzaj przetwarzanego materiału (wzrokowy vs słowny). Szczegółowa analiza tego problemu, z uwzględnieniem różnych typów organizacji materiału (sekwencyjna vs przestrzenna), zasługiwałaby na osobne opracowanie, zwłaszcza że wraz z wiekiem wyraźnie zmienia się udział czynników związanych z biernym magazynowaniem informacji (*storage*) i czynników wykonawczych w pamięci operacyjnej (Swanson et al., 2018).

Ponieważ tylko 2 z 55 wstępnie zidentyfikowanych prac spełniły wszystkie kryteria włączenia do przeglądu, w dalszej części artykułu omówiono również wybrane wyniki prac, w których oceniano wybiórczo pamięć epizodyczną lub funkcje wykonawcze.

METODY OCENY PAMIĘCI W PEDIATRYCZNYM TBI

Analiza literatury przedmiotu wskazuje, iż w badaniach pamięci u dzieci po urazie czaszkowo-mózgowym najczęściej wykorzystuje się testy uczenia słuchowo-werbalnego: test Reya (Rey Auditory Verbal Learning Test, RAVLT) (Horneman i Emanuelson, 2009; Verger et al., 2000) oraz Kalifornijski Test Uczenia się Językowego w wersji dla dzieci (California Verbal Learning Test – Children, CVLT-C) (Anderson et al., 2010; Tonks et al., 2011). Do oceny pamięci materiału przestrzennego najczęściej stosuje się Test Figury Złożonej Reya (Rey Complex Figure Test, RCFT) (Anderson et al., 2000, 2010; Horneman i Emanuelson, 2009). W nielicznych badaniach wykorzystywano testy pamięci logicznej (Anderson et al., 2000). Rzadko podejmuje się natomiast próby oceny pamięci prospektywnej czy pamięci utajonej (Lajiness-O'Neill et al., 2010).

ZABURZENIA PAMIĘCI W PEDIATRYCZNYM TBI

W nielicznych badaniach oceniano uczenie się materiału zarówno słownego, jak i wzrokowego. W badaniu z udziałem dzieci po upływie około 5 lat od uszkodzenia mózgu wykazano utrwalone deficyty w zakresie uczenia się materiału słownego, ale nie materiału wzrokowego (Anderson i Catroppa, 2007). Brak innych danych z piśmiennictwa nie pozwala na ocenę, czy pamięć materiału wzrokowego jest zawsze bardziej odporna na uszkodzenia mózgu u dzieci, czy też zależy to od innych czynników, np. lokalizacji uszkodzenia lub różnic w poziomie trudności testów oceniających pamięć wzrokową i słowną.

W piśmiennictwie brakuje również danych na temat pamięci utajonej u dzieci po TBI. W jedynym zidentyfikowanym badaniu uwzględniającym ocenę pamięci zarówno jawnej, jak i utajonej u dzieci po TBI przebyłym we wczesnym lub późniejszym dzieciństwie stwierdzono deficyty pamięci jawnej w obu grupach wiekowych, natomiast zaburzenia pamięci utajonej – tylko w grupie dzieci, u których do urazu doszło poniżej 6. roku życia (Lah *et al.*, 2011). Wyniki te mogą sugerować, iż pamięć utajona jest bardziej podatna na zaburzenia w młodszym wieku. Alternatywnie nie można wykluczyć, że u małych dzieci procesy pamięci utajonej i jawnej wykazują większą współzależność niż u starszych dzieci i osób dorosłych.

Poziom wykonania zadań pamięciowych nie różniuje dzieci po TBI przebyłym w wieku przedszkolnym, w średnim i późnym okresie dzieciństwa (Anderson *et al.*, 2010). Wbrew przewidywaniom nie wykazano także związku między liczbą przebytych łagodnych TBI a nasileniem zaburzeń pamięci mierzonym Kalifornijskim Testem Uczania się Językowego dla dzieci (Connery *et al.*, 2014). Wyższy stopień ciężkości pojedynczego incydentu wiąże się natomiast z głębszym deficytem pamięciowym (Anderson *et al.*, 2000).

Ponieważ brakuje kompleksowych badań zaburzeń pamięci u dzieci po TBI, które uwzględniałyby równocześnie pamięć deklaratywną i niedeklaratywną czy też pozwalałyby na ocenę pamięci materiału słownego i przestrzennego oraz powiązanego i niepowiązanego, wiedza na temat skutków TBI dla funkcjonowania pamięci u dzieci jest znacznie uboższa niż w przypadku osób dorosłych.

METODY OCENY DYSFUNKCJI WYKONAWCZYCH W PEDIATRYCZNYM TBI

W badaniach najczęściej wykorzystywano wybrane podtesty baterii Delis–Kaplan Executive Function System (D-KEFS), w szczególności test fluencji słownej (literowej) i/lub test Stroopa (Crowe *et al.*, 2013; Tonks *et al.*, 2011; Yumul i McKinlay, 2017). Oba narzędzia znajdują zastosowanie tylko u dzieci starszych, gdyż wymagają

odpowiedniego poziomu kompetencji fonologicznych (test fluencji literowej) i zautomatyzowanej zdolności czytania (test Stroopa). Znacznie rzadziej w badaniach sięgano po niewerbalne testy wież do oceny planowania (Barrett *et al.*, 2013; Tonks *et al.*, 2011) i Test Sortowania Kart z Wisconsin (Wisconsin Card Sorting Test, WCST) do oceny zdolności zmiany nastawienia poznawczego (Verger *et al.*, 2000). W niektórych pracach jako miary funkcji wykonawczych wykorzystywano testy pamięci operacyjnej – Test Łączenia Punktów (Trail Making Test, TMT) (Anderson i Catroppa, 2005; Anderson *et al.*, 2010; Verger *et al.*, 2000) czy Kolorowy Test Połączeń (Color Trails Test, CTT) (Horneman i Emanuelson, 2009) – bądź testy uwagi z baterii Test of Everyday Attention (TEA) (Nadebaum *et al.*, 2007). Wyniki wymienionych testów zależą m.in. od sprawności przeszukiwania wzrokowego (Sánchez-Cubillo *et al.*, 2009), szybkości wykonania oraz innych czynników pozawykonawczych (Chan *et al.*, 2015), podczas gdy część testów funkcji wykonawczych tradycyjnie stosowanych w populacji osób dorosłych, przykładowo WCST, pozwala na ocenę funkcji wykonawczych bez presji czasowej. O ile włączenie zadań z pomiarem czasu do baterii testów oceniających funkcje wykonawcze może być przydatne i pozwolić na zwiększenie trafności ekologicznej badania, o tyle brak zastosowania metod bez presji czasowej może powodować błędne rozpoznanie deficytów wykonawczych u osoby ze spowolnieniem reakcji ruchowych albo wolniejszym przetwarzaniem materiału słownego lub wzrokowego.

DYSFUNKCJE WYKONAWCZE W PEDIATRYCZNYM TBI

Nieliczne i wybiórcze dane dotyczące dysfunkcji wykonawczych u dzieci po TBI nie pozwalają na określenie najczęstszego profilu deficytów. Pomimo stosunkowo późnego dojrzewania funkcji wykonawczych w toku rozwoju osobniczego człowieka proste testy funkcji wykonawczych można wykonać już u dzieci 3-letnich. Dla przykładu: w grupie dzieci 3–5-letnich (2 lata po TBI) stwierdzono deficyty w zakresie hamowania w porównaniu z dziećmi zdrowymi (Crowe *et al.*, 2013), wykorzystując prostą próbę wymagającą zastygnięcia w bezruchu.

Znaczące i utrwalone (obecne po 5 latach od urazu) deficyty wykonawcze rozpoznaje się u dzieci, które przebyły ciężki TBI, ale nie u dzieci po łagodnym lub umiarkowanym TBI (Nadebaum *et al.*, 2007). Porównanie poziomu funkcji wykonawczych u dzieci w wieku 8–10 lat oraz 10–16 lat z odpowiednio dobranymi grupami rówieśniczymi wykazało istotne deficyty tylko w grupie starszej (Tonks *et al.*, 2011).

Analiza piśmiennictwa nie pozwala na ustalenie profilu pourazowych dysfunkcji wykonawczych u dzieci, co może wynikać z bardzo ograniczonego wachlarza metod diagnostycznych wykorzystywanych w dotychczasowych badaniach.

WIEK W MOMENCIE URAZU A NASILENIE ZABURZEŃ PAMIĘCI I DYSFUNKCJI WYKONAWCZYCH PO TBI PRZEBYTYM W DZIECIŃSTWIE LUB ADOLESCENCJI

W badaniu z udziałem młodych dorosłych, którzy przebyli TBI w dzieciństwie (Yumul i McKinlay, 2017) (zob. tab. 1), nie wykazano wpływu wieku, w jakim doszło do urazu mózgu, na nasilenie zaburzeń pamięci i dysfunkcji wykonawczych w dorosłości. W drugim badaniu, w którym analizowano znaczenie wieku, młodszy wiek w momencie urazu (≤ 8 . roku życia) wiązał się z głębszym nasileniem dysfunkcji wykonawczych (Verger *et al.*, 2000). Dostępne dane są niewystarczające, aby wiarygodnie ocenić znaczenie wieku jako czynnika rokowniczego w odniesieniu do dysfunkcji pamięciowych i wykonawczych wynikających z urazu czaszkowo-mózgowego w okresie dzieciństwa lub adolescencji.

WYBRANE PROBLEMY METODOLOGICZNE

Porównanie tempa remisji dysfunkcji pamięciowych i wykonawczych u dzieci i nastolatków po urazie czaszkowo-mózgowym oraz ocena ewentualnych utrwalonych deficytów u młodych dorosłych są metodologicznie trudne, m.in. z uwagi na zróżnicowanie w zakresie metodologii oceny funkcji poznawczych (McCauley *et al.*, 2012) i trudności w odróżnieniu pourazowej poprawy funkcjonowania od rozwoju poznawczego u dzieci i nastolatków. Wątpliwości budzi szczególnie fakt, iż do wielu badań dotyczących pourazowych dysfunkcji wykonawczych u dorosłych włącza się osoby w okresie adolescencji (Formisano *et al.*, 2004; Gautschi *et al.*, 2013), u których rozwój funkcji wykonawczych nie został jeszcze zakończony. Włączenie grup nastolatków do grup pacjentów dorosłych może wyjaśniać, skąd bierze się niedobór prac poświęconych deficytom wykonawczym w okresie adolescencji. Włączenie adolescentów do starszych grup badanych może wynikać z tego, że w przypadku niektórych testów popularnych w badaniach osób dorosłych normy wiekowe rozpoczynają się od 16. roku życia. Łączne analizowanie procesu remisji u dorosłych i nastolatków nie wydaje się uzasadnione z uwagi na prawdopodobną odmienność mechanizmów remisji (Tavano *et al.*, 2014).

Porównanie nasilenia zaburzeń pamięci materiału słownego i wzrokowego u dzieci w różnym wieku jest szczególnie trudne ze względu na następujące problemy metodologiczne: 1) w badaniach dominują miary pamięci słownej, a ocena pamięci wzrokowej jest wykorzystywana znacznie rzadziej; 2) niekiedy w badaniach ocenia się jedynie pamięć utajoną materiału wzrokowego (Lah *et al.*, 2011), której nie można bezpośrednio porównywać z pamięcią jawną materiału słownego; 3) wyniki badań pamięci ustrukturyzowanego materiału przestrzennego są z kolei w znaczącym stopniu zależne od funkcji wykonawczych.

Zdecydowanie brakuje badań nad procesem uczenia się materiału wzrokowo-przestrzennego z wielokrotną ekspozycją prostego graficznie materiału, które można byłoby zestawić z wynikami badań uczenia się ekspozycyjnej w kolejnych próbach listy słów.

Kolejnym ważnym problemem mogącym wpływać na wartość metodologiczną prac jest dobór grupy kontrolnej (grup kontrolnych). W przypadku badań, w których wyróżnia się dwie podgrupy kliniczne ze względu na wiek, może się okazać, iż dobór grup kontrolnych nie jest w pełni równoważny. Ponadto wątpliwości budzi udział dzieci zdrowych jako grupy porównawczej – z uwagi na potencjalne znaczenie przerw w edukacji związanych z rekonwalescencją czy stresu towarzyszącego pobytowi w szpitalu dla funkcjonowania poznawczego dzieci po TBI. Stąd w niektórych badaniach grupę porównawczą stanowiły dzieci po urazie ortopedycznym (Yumul i McKinlay, 2017), co wydaje się rozwiązaniem optymalnym.

PODSUMOWANIE

W piśmiennictwie brakuje prac oceniających długoterminową remisję zaburzeń pamięci i dysfunkcji wykonawczych u dzieci i nastolatków z uwzględnieniem różnych przedziałów wiekowych, które można by odnieść do poszczególnych etapów rozwoju poznawczego. Wyniki nielicznych badań wskazują na bardziej utrwalone deficyty w przypadku urazów w pierwszych latach życia, aczkolwiek niektóre deficyty mogą się ujawnić na późniejszych etapach rozwoju. Z uwagi na wąski zakres oceny pamięci epizodycznej i funkcji wykonawczych u dzieci i nastolatków po TBI trudno ustalić charakterystyczny profil (czy też charakterystyczne profile) zaburzeń. Kompleksowej oceny skutków TBI przebytego w okresie dzieciństwa lub adolescencji dla sprawności pamięci i funkcji wykonawczych można dokonać dopiero we wczesnej dorosłości (Horneman i Emanuelson, 2009), gdy jednym z podstawowych wyzwań staje się samodzielne życie, a płaty czołowe mózgu osiągają pełną dojrzałość.

Konflikt interesów

Autorki nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Piśmiennictwo

- Anderson V, Catroppa C: Memory outcome at 5 years post-childhood traumatic brain injury. *Brain Inj* 2007; 21: 1399–1409.
- Anderson V, Catroppa C: Recovery of executive skills following paediatric traumatic brain injury (TBI): a 2 year follow-up. *Brain Inj* 2005; 19: 459–470.
- Anderson VA, Catroppa C, Haritou F et al.: Identifying factors contributing to child and family outcome 30 months after traumatic brain injury in children. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76: 401–408.
- Anderson VA, Catroppa C, Rosenfeld J et al.: Recovery of memory function following traumatic brain injury in pre-school children. *Brain Inj* 2000; 14: 679–692.
- Anderson V, Jacobs R, Spencer-Smith M et al.: Does early age at brain insult predict worse outcome? Neuropsychological implications. *J Pediatr Psychol* 2010; 35: 716–727.
- Baddeley AD, Hitch GJ, Allen RJ: From short-term store to multicomponent working memory: the role of the modal model. *Mem Cognit* 2018. DOI: 10.3758/s13421-018-0878-5.
- Barrett RD, McLellan TL, McKinlay A: Self versus family ratings of the Frontal Systems Behaviour Scale and measured executive functions: adult outcomes following childhood traumatic brain injury. *PLoS One* 2013; 8: e76916.
- Catroppa C, Godfrey C, Rosenfeld JV et al.: Functional recovery ten years after pediatric traumatic brain injury: outcomes and predictors. *J Neurotrauma* 2012; 29: 2539–2547.
- Chan E, MacPherson SE, Robinson G et al.: Limitations of the Trail Making Test part-B in assessing frontal executive dysfunction. *J Int Neuropsychol Soc* 2015; 21: 169–174.
- Connery AK, Baker DA, Kirk JW et al.: The effects of multiple mild traumatic brain injuries on acute injury presentation and neuropsychological recovery in children. *Neurosurgery* 2014; 75: 31–36.
- Crowe LM, Catroppa C, Babl FE et al.: Executive function outcomes of children with traumatic brain injury sustained before three years. *Child Neuropsychol* 2013; 19: 113–126.
- Fay TB, Yeates KO, Wade SL et al.: Predicting longitudinal patterns of functional deficits in children with traumatic brain injury. *Neuropsychology* 2009; 23: 271–282.
- Formisano R, Carlesimo GA, Sabbadini M et al.: Clinical predictors and neuropsychological outcome in severe traumatic brain injury patients. *Acta Neurochir (Wien)* 2004; 146: 457–462.
- Gautschi OP, Huser MC, Smoll NR et al.: Long-term neurological and neuropsychological outcome in patients with severe traumatic brain injury. *Clin Neurol Neurosurg* 2013; 115: 2482–2488.
- Horneman G, Emanuelson I: Cognitive outcome in children and young adults who sustained severe and moderate traumatic brain injury 10 years earlier. *Brain Inj* 2009; 23: 907–914.
- Jodzio K: *Neuropsychologia intencjonalnego działania. Koncepcje funkcji wykonawczych*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2008.
- Lah S, Epps A, Levick W et al.: Implicit and explicit memory outcome in children who have sustained severe traumatic brain injury: Impact of age at injury (preliminary findings). *Brain Inj* 2011; 25: 44–52.
- Lajiness-O'Neill R, Erdodi L, Bigler ED: Memory and learning in pediatric traumatic brain injury: a review and examination of moderators of outcome. *Appl Neuropsychol* 2010; 17: 83–92.
- Lezak MD, Howieson DB, Bigler ED et al.: *Neuropsychological Assessment*. 5th ed., Oxford University Press, New York, NY 2012.
- McCauley SR, Wilde EA, Anderson VA et al.: Pediatric TBI Outcomes Workgroup: Recommendations for the use of common outcome measures in pediatric traumatic brain injury research. *J Neurotrauma* 2012; 29: 678–705.
- Muscara F, Catroppa C, Anderson V: Social problem-solving skills as a mediator between executive function and long-term social outcome following paediatric traumatic brain injury. *J Neuropsychol* 2008; 2: 445–461.
- Nadebaum C, Anderson V, Catroppa C: Executive function outcomes following traumatic brain injury in young children: a five year follow-up. *Dev Neuropsychol* 2007; 32: 703–728.
- Sánchez-Cubillo I, Periañez JA, Adrover-Roig D et al.: Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *J Int Neuropsychol Soc* 2009; 15: 438–450.
- Swanson HL, Kudo MF, Van Horn ML: Does the structure of working memory in EL children vary across age and two language systems? *Memory* 2018: 1–18. DOI: 10.1080/09658211.2018.1496264.
- Tavano A, Galbiati S, Recla M et al.: Cognitive recovery after severe traumatic brain injury in children/adolescents and adults: similar positive outcome but different underlying pathways? *Brain Inj* 2014; 28: 900–905.
- Tonks J, Williams WH, Yates P et al.: Cognitive correlates of psychosocial outcome following traumatic brain injury in early childhood: Comparisons between groups of children aged under and over 10 years of age. *Clin Child Psychol Psychiatry* 2011; 16: 185–194.
- Verger K, Junqué C, Jurado MA et al.: Age effects on long-term neuropsychological outcome in paediatric traumatic brain injury. *Brain Inj* 2000; 14: 495–503.
- Yumul JN, McKinlay A: Adult cognitive outcomes following childhood mild traumatic brain injuries. *Dev Neurorehabil* 2017; 20: 418–427.