

Aneta Rita Borkowska¹, Beata Scholz²

Wybrane funkcje wykonawcze u dzieci z ADHD w młodszym wieku szkolnym

Selected executive functions in children with ADHD in early school age

¹ Zakład Psychologii Klinicznej i Neuropsychologii Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Lublin. Kierownik: prof. dr hab. Anna Herzyk

² Poradnia Psychologiczno-Pedagogiczna nr 2 w Poznaniu

Correspondence to: Aneta R. Borkowska, Instytut Psychologii UMCS, pl. Litewski 5, 20-080 Lublin, e-mail: aneta.borkowska@autograf.pl

Source of financing: Department own sources

Streszczenie

Celem badań było ustalenie, czy w młodszym wieku szkolnym efektywność pracy funkcji wykonawczych różni dzieci z ADHD od dzieci z grupy kontrolnej. Istotne było także sprawdzenie, w jakim stopniu uzasadnione jest stosowanie metod diagnostycznych oceniających funkcje wykonawcze wobec dzieci w młodszym wieku szkolnym. Analizowano elastyczność poznawczą, zdolność podtrzymywania nastawienia, podatność na interferencję i zdolność planowania. Zastosowano metody oceny neuropsychologicznej, najczęściej wykorzystywane do charakterystyki funkcji wykonawczych: Test Sortowania Kart z Wisconsin, zadanie interferencji na podstawie testu interferencji Stroopa, zadanie fluencji werbalnej i Test Wieży Londyńskiej. W badaniach wzięło udział 50 dzieci w wieku 7-10 lat, w tym 25 dzieci z nadpobudliwością psychoruchową o typie mieszanym i 25 dzieci z grupy kontrolnej. W każdej grupie było 23 chłopców i 2 dziewczynki. Średni wiek w grupie kryterialnej wynosił 8 lat i 10 miesięcy (SD=10 mies.), a w grupie kontrolnej 8 lat i 6 miesięcy (SD=11 mies.). Zgodnie z uzyskanymi wynikami u dzieci z ADHD w młodszym wieku szkolnym nie obserwuje się szerokiego spektrum deficytów funkcji wykonawczych, co prawdopodobnie wiąże się z niedojrzałością procesów wykonawczych u wszystkich dzieci w tym wieku. Stwierdzono jedynie trudności w hamowaniu reakcji, monitorowaniu czynności i w zdolności uwagi wykonawczej do intencjonalnego kierowania wysiłkiem umysłowym w zależności od wymagań zadania. W badaniach dzieci z ADHD w młodszym wieku szkolnym zastosowanie testów i prób neuropsychologicznych przeznaczonych do oceny funkcji wykonawczych jest uzasadnione jedynie w ograniczonym zakresie. Nie różnicują one istotnie dzieci z ADHD i dzieci bez zaburzenia, zatem wyniki mogą mieć wartość głównie deskryptywną, a nie wyjaśniającą.

Słowa kluczowe: uwaga, planowanie, elastyczność poznawcza, kontrola zachowania, metody diagnozy neuropsychologicznej

Summary

The study was aimed at finding out whether at the early school age the effectiveness of executive functions distinguishes children with ADHD from those of the control group. Besides, the aim was to check to what extent the use of diagnostic methods evaluating executive functions in children at the early school age is justified. The analysis comprised cognitive flexibility, sustained attention, interference control and planning ability. Those methods of neuropsychological evaluation were used which are mostly applied to characterize executive functions: Wisconsin Card Sorting Test, interference task based on the Stroop Interference Test, and tests of verbal fluency and Tower of London. The examined group consisted of 50 children aged 7-10: 25 children with hyperactivity of combined type and 25 children of the control group. Each group consisted of 23 boys and 2 girls. The average age in the criterial group was 8 years and 10 months (SD=10 months), whereas in the control group – 8 years and 6 months (SD=11 months). According to the obtained results, children with ADHD at early school age do not exhibit a wide spectrum of executive functions deficits, which is probably associated with immaturity of executive processes in all children of that age. The findings comprised only difficulties in inhibition of response, monitoring of activity, and ability of executive

attention to intentional guidance of the mental effort depending on the task's requirements. In investigations of children with ADHD at early school age the use of neuropsychological tests and trials designed for evaluation of executive functions is justified only in limited degree. They do not significantly distinguish between children with ADHD and children without this disorder, therefore the results may be mainly of descriptive, and not explanatory, value.

Key words: attention, planning, cognitive flexibility, control of behaviour, methods of neuropsychological diagnosis

WPROWADZENIE

Funkcje wykonawcze to termin oznaczający procesy niezbędne do formułowania i osiągnięcia określonych celów w przyszłości. Definiowany jest z eksponowaniem procesów kontroli albo wskazaniem na wiodącą rolę planowania. Obejmuje komponenty uwagi, rozumowanie, planowanie, zmienność, elastyczność umysłową, hamowanie reakcji, kontrolę interferencji, pamięć operacyjną⁽¹⁻²⁾.

W literaturze przedmiotu dotyczącej funkcji wykonawczych ugruntowały się trzy przekonania:

- istnieje wieloczynnikowa organizacja funkcji wykonawczych, która nadaje im heterogeniczny charakter;
- czynniki wchodzące w ich skład to procesy następujące po sobie w sposób sekwencyjny;
- funkcje wykonawcze nadzorują przebieg działania w sposób ukierunkowany, intencjonalny, zaplanowany, kontrolowany, selektywny⁽³⁾.

Gioia i wsp.⁽⁴⁾ proponują w badaniach funkcji wykonawczych wyróżnienie dwóch aspektów: regulacji zachowania i metapoznania. Pierwszy z nich to umiejętność efektywnej kontroli zachowania i emocji, adekwatna adaptacja do zmian w procesie rozwiązywania problemów⁽⁵⁾. Metapoznanie obejmuje planowanie i organizację zachowania w celu rozwiązywania problemów, także poprzez prawidłową kontrolę pamięci operacyjnej⁽⁵⁾. Deficyty obu aspektów przypominają objawy zaburzenia uwagi i impulsywności w ADHD. Symptomy zespołu dysfunkcji wykonawczych z dominującymi zaburzeniami kontroli są następujące: nietrwałość nastawień umysłowych, impulsywność zachowania, odhamowanie, utrata kontroli i dezorganizacja działania⁽³⁾. Utrata kontroli nad własnym działaniem przejawia się trudnościami w koncentracji na wykonywanym zadaniu, zachowaniem impulsywnym oraz problemem w monitorowaniu swojego zachowania⁽⁶⁾. Zachowania opisywane jako zaburzenia uwagi powstają na pograniczu procesów uwagi i funkcji wykonawczych: hamowania, pamięci operacyjnej oraz regulacji pobudzenia. Deficyty wykonawcze komplikujące tworzenie planów zachowania oraz przewidywanie konsekwencji swoich działań powodują utrudnienie w dostępności uwagi do kryteriów selekcji, które uwzględniałyby cele działania. Stąd przypadkowo wzbudzone zainteresowania, niepodporządkowane dalekością celem⁽⁷⁾.

Badania neuropsychologiczne w ADHD wskazują, że zaburzenie to jest w dużym stopniu warunkowane deficytami funkcji wykonawczych^(8,9). Wiele badań poświęcono ocenie funkcjonowania wykonawczego u dzieci i dorosłych z ADHD⁽²⁾. Przykładowo Coddington i wsp.⁽¹⁰⁾ wykazali, że chłopcy z ADHD przejawiają

INTRODUCTION

Executive functions mean the processes indispensable for formulation and achievement of specific objectives in the future. They are defined with emphasis on control processes or they point to the leading role of planning. They comprise the components of attention, reasoning, planning, variability, mental flexibility, inhibition of reaction, control of interference and working memory⁽¹⁻²⁾.

In specialist literature on executive functions, three convictions were established:

- there is a multifactorial organization of executive functions which gives them a heterogenic character;
- the factors composing them are processes following each other in a sequential way;
- executive functions supervise the course of action in an oriented, intentional, planned, controlled and selective way⁽³⁾.

Gioia et al.⁽⁴⁾ in their research on executive functions single out two aspects: regulation of behaviour and metacognition. The first is the ability of effective control of behaviour and emotion, adequate adaptation to changes in the problems solution process⁽⁵⁾. Metacognition comprises planning and organization of behaviour with the aim to solve problems, also through correct control of working memory⁽⁵⁾. Deficits of both aspects resemble symptoms of attention disorders and impulsivity in ADHD. Symptoms of executive dysfunction syndrome with dominant control disorders are as follows: a failure to maintain set, impulsive behaviour, disinhibition, loss of control and disorganization of activity⁽³⁾. The loss of control of one's own activity manifests itself in difficulties in concentration on the performed task, impulsive behaviour and problems in monitoring one's behaviour⁽⁶⁾. The behaviours described as attention disorders arise on the borderline of the processes of attention and executive functions: inhibition, working memory and arousal regulation. Executive deficits complicating the creation of behavioural plans and prediction of one's activity consequences hamper availability of attention to the criteria of selection which would include the objectives of activity. Hence the accidentally aroused interests, unsubordinated to long-range objectives⁽⁷⁾.

Neuropsychological studies in ADHD indicate that this disorder is largely dependent on executive functions deficits^(8,9). Many studies have been dedicated to evaluation of executive functioning in children and adults with ADHD⁽²⁾. For example Coddington et al.⁽¹⁰⁾ demonstrates that boys with ADHD exhibit deficits of working memory, motor and emotional control and behaviour inhibition. Barnett et al.⁽¹¹⁾ found deficits of visual-spatial working memory in children with ADHD. Mahone et al.⁽¹²⁾ noted

deficyty pamięci operacyjnej, kontroli motorycznej i emocjonalnej, hamowania zachowania. Barnett i wsp.⁽¹¹⁾ stwierdzili deficyty operacyjnej pamięci wzrokowo-przestrzennej u dzieci z ADHD. Mahone i wsp.⁽¹²⁾ odnotowali, iż dzieci z ADHD mają trudności w rozwiązywaniu problemów matematycznych, a także deficyty procesów z włączeniem uwagi, planowania i elastyczności umysłowej. Jednocześnie wskazuje się na fakt, że istnieją takie grupy dzieci i młodzieży z ADHD, u których nie stwierdza się zaburzeń funkcji wykonawczych^(9,13). W badaniach Biedermana i wsp.⁽⁹⁾ tylko 33% badanej grupy z ADHD uzyskało wyniki świadczące o deficytach funkcji wykonawczych, co ciekawe deficyty takie wykazywało także 12% dzieci z grupy kontrolnej. W grupach ADHD z i bez deficytów wykonawczych nie stwierdzano różnic w nasileniu i jakości objawów kryterialnych dla nadpobudliwości. Metaanalizy wykazują małą homogeniczność (uzyskiwanie podobnych rezultatów w zastosowaniu określonych metod) między innymi w odniesieniu do testów i prób badających funkcje wykonawcze, co wydaje się zaskakującym wynikiem w kontekście założeń o takim właśnie podłożu ADHD^(14,15). Nadal dyskusyjna jest zatem kwestia specyficzności i rozległości deficytów wykonawczych w ADHD^(8,16), co implikuje konieczność kontynuowania analiz nowego materiału empirycznego.

CEL BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie, czy w młodszym wieku szkolnym efektywność pracy funkcji wykonawczych różni dzieci z ADHD od dzieci z grupy kontrolnej. Wyniki pozwolą na poszerzenie wiedzy o dynamice zaburzenia w odniesieniu do mechanizmów kształtowania obrazu klinicznego. Na ich podstawie można stwierdzić, czy już w młodszym wieku szkolnym występują dysfunkcje wykonawcze, które odnotowuje się u dzieci starszych i młodzieży. Celem badań było także sprawdzenie, w jakim stopniu uzasadnione jest stosowanie metod diagnostycznych oceniających funkcje wykonawcze wobec dzieci w młodszym wieku szkolnym.

Analizowano następujące aspekty funkcji wykonawczych: elastyczność poznawczą, zdolność podtrzymywania nastawienia, podatność na interferencję i zdolność planowania.

METODY BADAŃ

Zastosowano metody oceny neuropsychologicznej najczęściej wykorzystywane do charakterystyki funkcji wykonawczych. Wszystkie użyte narzędzia zastosowano w wersji eksperymentalnej, co implikuje konieczność ograniczonego wnioskowania z uzyskanych wyników. Neuropsychologia kliniczna dziecka w Polsce ma stosunkowo krótką historię rozwoju, czego efektem jest brak metod walidowanych z udziałem reprezentatywnej próby z populacji polskich dzieci. Jednakże łurjowska tradycja polskiej neuropsychologii pozwala na posługiwanie się metodami eksperymentalnymi lub testami w wersji eksperymentalnej w poczuciu poprawności postępowania, zwłaszcza w sytuacji badania grupy kontrolnej dobranej celowo.

that children with ADHD had difficulties in solving mathematical problems as well as deficits of processes including attention, planning and mental flexibility. At the same time a fact is pointed out that there are groups of children and adolescents with ADHD who do not exhibit any disorders in executive functions^(9,13). In studies carried out by Biederman et al.⁽⁹⁾ only 33% of the examined group with ADHD obtained results showing executive functions deficits; interestingly, such deficits were also manifested by 12% of the control group children. The ADHD groups with and without executive deficits did not show any differences in the severity and quality of criterial symptoms for hyperactivity. Meta-analyses indicate a low homogeneity (obtaining similar results with different methods used), including those referring to tests and trials examining executive functions, which seems to be a surprising result in the context of assumptions of such basis of ADHD^(14,15). Thus, still disputable is the issue of specificity and extent of executive deficits in ADHD^(8,16), which implies the demand for continued analyses of a new empirical material.

OBJECTIVE OF STUDIES

The studies were aimed at finding out whether or not at the early school age the effectiveness of executive functions distinguishes between the children with ADHD and those of the control group. The results allow to extend the knowledge about the dynamics of the disorder with reference to mechanisms developing the clinical picture. Basing on them we could find out if already at the early school age there are executive dysfunctions of the type noticed in elder children and adolescents. Another aim of the study was to check to what extent the use of diagnostic methods evaluating executive functions in children at the early school age is justifiable.

The following aspects of executive functions have been analysed: cognitive flexibility, ability to maintain set, interference control and planning ability.

METHODS OF STUDIES

Methods of neuropsychological evaluation mostly used for the description of executive functions were applied. All the instruments were used in experimental version, which implies the necessity of limited inference from the obtained results. The child's clinical neuropsychology in Poland has a relatively short history of development, the effect of which is the lack of methods validated with the share of a representative sample from the population of Polish children. However, Łuria's tradition of Polish neuropsychology allows to use experimental methods or tests in experimental version out of a sense of correct conduct, especially under the situation of examining a deliberately selected control group.

WISCONSIN CARD SORTING TEST (WCST)

The instrument is used as a measure of: conceptualisation, maintaining set, cognitive flexibility, i.e. ability to shift cognitive

TEST SORTOWANIA KART Z WISCONSIN (WISCONSIN CARD SORTING TEST, WCST)

Narzędzie używane jest jako miara: tworzenia pojęć, utrzymywania nastawienia, elastyczności poznawczej, czyli zdolności do szybkiej zmiany nastawienia w odpowiedzi na szybko zmieniające się informacje płynące z otoczenia⁽¹⁷⁾. WCST składa się z 2 talii po 64 karty oraz 4 kart wzorcowych. Badani mają za zadanie rozłożyć karty zgodnie z regułami odkrywanymi przez siebie na podstawie informacji zwrotnych od badającego. Każdorazowo po odłożeniu karty zgodnie z regułą kształtu, koloru lub liczby elementów badany dowiadyuje się o poprawności lub nie swojej reakcji. W określonych momentach kryterium sortowania zmienia się, a umiejętność plastycznej zmiany w reakcjach badanego na odmienne od dotychczasowych informacje jest najistotniejszym wskaźnikiem wykonania testu. Wyniki testu można analizować, oceniając 16 wskaźników. W niniejszych badaniach uwzględniono:

- 1) liczbę zaliczonych kategorii – liczba serii 10 kolejnych poprawnych odpowiedzi;
- 2) procent odpowiedzi pojęciowych – odpowiedzi poprawne występujące w serii liczącej co najmniej 3 próby podzielone przez liczbę przeprowadzonych prób;
- 3) liczbę błędów perseweryacyjnych – odpowiedzi perseweryacyjne nieuwzględniające aktualnego kryterium sortowania;
- 4) uczenie się uczenia – skuteczność, z jaką badany tworzy kolejne kryteria (badany musi podjąć przynajmniej 3 kategorie);
- 5) porażkę w utrzymaniu nastawienia – błąd po serii 5 lub więcej poprawnych sortowań, ale przed zaliczeniem kategorii.

ZADANIE FLUENCJI SŁOWNEJ

Zadania tego typu pozwalają na ocenę umiejętności kontrolowanego kojarzenia słów, językowo uwarunkowanych funkcji wykonawczych. W badaniach zastosowano dwa zadania: generowanie w ciągu 1 minuty jak największej liczby słów zaczynających się na literę „k” (kryterium fonologiczne) i podawanie jak największej liczby nazw zwierząt (kryterium semantyczne). Wskaźnikami były liczba wygenerowanych słów w każdym z kryteriów osobno, a także łączna ich liczba oraz liczba persewencji.

ZADANIE INTERFERENCJI NA PODSTAWIE TESTU INTERFERENCJI STROOPA

Efekt Stroopa to konflikt odpowiedzi – dobrze wyuczona odpowiedź (czytanie słów) musi zostać wyhamowana na rzecz innej reakcji (nazywania kolorów). Test Stroopa należy do najbardziej popularnych metod oceny funkcji hamowania⁽¹⁸⁾. Analizując badania z użyciem testu Stroopa, Barkley⁽²⁾ wskazał na jego wysoką trafność różnicowania dzieci z ADHD od dzieci z grup kontrolnych, sugerując, że metoda ta jest dobrym narzędziem oceny zdolności hamowania. Hamowanie jest procesem poznawczym pozwalającym na opóźnienie lub przerwanie nieadekwatnej czy przedwczesnej odpowiedzi. Zwykle przedwczesna odpowiedź to dobrze wyuczona reakcja w danej sytuacji. Zatem hamowanie jest ważnym procesem poznawczym umożli-

strategies in response to environmental changes⁽¹⁷⁾. The WCST consists of 2 packs of 64 cards each and 4 model cards. The subjects have to lay out the cards according to the principles they discover basing on feedback information from the researcher. Each time after having put the card back according to the shape, colour or number of elements, the subject learns if her/his response was correct or not. At specific moments the sorting criterion changes, and the ability of flexible change in the subject's responses to the information different than the former information is the most significant indicator of having performed the test. The test results may be analysed, evaluating 16 indicators. These studies involved:

- 1) number of categories completed – number of series of 10 consecutive correct responses;
- 2) percent conceptual level responses – correct responses occurring in a series of at least 3 trials divided by the number of performed trials;
- 3) number of perseverative errors – perseverative responses which did not include the current sorting criterion;
- 4) learning to learn – effectiveness with which the subject creates consecutive criteria (the subject has to undertake at least 3 categories);
- 5) failure to maintain set – error after a series of 5 or more correct sortings, but before completing the category.

THE VERBAL FLUENCY TASK

The tasks of this type allow to evaluate the ability of controlled association of words, linguistically conditioned executive functions. Two tasks were used in the study: generating within 1 minute as many words beginning with letter “k” as possible (phonological criterion) and mentioning the highest possible number of names of animals (semantic criterion). The indicators were: the number of generated words in each of the criteria separately, and their total number and the number of perseverances.

THE INTERFERENCE TASK BASED ON THE STROOP INTERFERENCE TEST

The Stroop effect is a conflict of response in which a well trained response (reading of words) must be inhibited for the benefit of another response (naming the colours). The Stroop test belongs to the most popular methods of evaluation of inhibition functions⁽¹⁸⁾. Analysing the studies using the Stroop test, Barkley⁽²⁾ indicated its high validity in differentiating the children with ADHD from the children of the control group, suggesting that this method is a good instrument for evaluating the inhibition ability. Inhibition is a cognitive process allowing to delay or interrupt an inadequate or premature response. Usually a premature response is a well-trained reaction in a given situation. Therefore, inhibition is an important cognitive process enabling modification of these well-trained behaviours under new conditions and requirements of the task or environment⁽¹⁸⁾.

The applied experimental method in our own study based on the assumptions of the Stroop Interference Test consists of three tasks:

liwiającym modyfikowanie tych dobrze wyuczonych zachowań w konfrontacji z nowymi warunkami i wymaganiami zadania lub środowiska⁽¹⁸⁾.

Zastosowana metoda eksperymentalna w opracowaniu własnym na podstawie założeń testu interferencji Stroopa składa się z trzech zadań:

- 1) Nazywanie kolorów – materiałem testowym jest strona A4 koloru białego, na której w pięciu kolumnach i dwudziestu wierszach umieszczone są krzyżyki wydrukowane w trzech losowo dobranych kolorach: zielonym, niebieskim i czerwonym. Zadaniem osoby badanej jest nazwanie wszystkich kolorów w jak najszybszym czasie. Próba mierzy pewien aspekt płynności leksykalnej, szybkość dostępu do leksykonu umysłowego.
- 2) Czytanie nazw kolorów – materiałem testowym jest strona A4 koloru białego, na której w pięciu kolumnach i dwudziestu wierszach umieszczone są losowo dobrane napisy: „niebieski”, „zielony” i „czerwony” – wykonane czarnym tuszem nazwy trzech kolorów. Próba mierzy umiejętność czytania prostych wyrazów.
- 3) Zadanie interferencji polegające na nazywaniu kolorów w sytuacji konfliktu pomiędzy znaczeniem słowa a kolorem czcionki – materiałem testowym jest strona A4 koloru białego, na której w pięciu kolumnach i dwudziestu wierszach umieszczone są słowa będące nazwami trzech kolorów: „czerwony”, „zielony”, „niebieski”. Słowa te napisane są kolorowym tuszem, ale innym niż nazwa koloru, np. wyraz „zielony” napisany jest kolorem czerwonym. Zadaniem osoby badanej jest nazwanie kolorów czcionki, a nie czytanie słów. Próba bada zdolność uwagi osoby badanej do selekcji materiału, na który należy zareagować.

Zadaniem dziecka jest w każdym przypadku odczytanie bądź nazwanie wszystkich słów lub kolorów zapisanych na kartach. Mierzony był czas wykonania zadań oraz liczba błędów. Ten sposób modyfikacji testu oryginalnego pozwalał na uzyskanie większej liczby danych o sposobie pracy dziecka, a zatem o jakości przebiegu jego procesów poznawczych i wykonawczych. Wskaźnikami przyjętymi w badaniach były:

- 1) Czas wykonania 1. próby, czyli nazywania kolorów w sytuacji, gdy materiał miał charakter neutralny (X).
- 2) Czas wykonania 2. próby, czyli czytania nazw kolorów.
- 3) Czas wykonania 3. próby, czyli nazywania kolorów w sytuacji konfliktu ze znaczeniem słowa.
- 4) Wskaźnik interferencji czasu obliczany jako różnica pomiędzy czasem wykonania 3. próby i 1. próby. Przyjęto, że 3. próba polega na nazywaniu kolorów, czyli jest identycznym zadaniem jak w 1. próbie, jednak badany dodatkowo znajduje się pod wpływem dystraktora, jakim jest zautomatyzowana czynność czytania. Proces mentalnego hamowania czynności czytania jest wskaźnikiem zdolności uwagi do selekcji materiału, na który należy zareagować. Dlatego czas wykonania 3. zadania obejmuje czas potrzebny do wyhamowania reakcji niepożądanego (czytania), czyli selekcji materiału, oraz czas nazywania kolorów. Różnica czasów może zatem zostać przyjęta jako wskaźnik interferencji.
- 5) Liczba błędów w 1. próbie.
- 6) Liczba błędów w 2. próbie.

- 1) Naming the colours – the test material is A4 page of white colour on which in five columns and twenty lines the X signs are printed in three randomly selected colours: green, blue and red. The subject has to name all colours as quickly as possible. The trial measures a certain aspect of lexical fluency, the rate of access to the mental lexicon.
- 2) Reading the names of colours – the test material is A4 page in white colour on which in five columns and twenty lines the randomly selected inscriptions – names of three colours: blue, green and red are printed in black. This test measures the ability to read simple words.
- 3) The interference task consisting in naming the colours in conflict situation between the meaning of the word and the printed colour. The test material is A4 page in white colour on which in five columns and twenty lines the words naming three colours: red, green and blue are printed. These words are printed in a coloured ink but different from that of the name of the colour, e.g. a green word is printed in red. The subject has to name the colours of the type and not to read the words. The test examines the attention ability of the subject within selection of the material to which one should react. The child's task in each case is to read or name all words or colours written on the cards. The time of performing the tasks and number of errors were measured. This way of modification of the original test allowed to obtain more data about the child's working method, i.e. about the quality of the course of its cognitive and executive processes.

The indicators assumed in the studies were:

- 1) Performing time of the first trial, i.e. naming the colours of neutral material (X).
- 2) Performing time of the second trial, i.e. reading the names of colours.
- 3) Performing time of the third trial, i.e. naming the colours in conflict situation with the meaning of the word.
- 4) The time interference indicator calculated as a difference between the performance time of the third and first trials. It was assumed that the third trial consisted in naming the colours, i.e. it was an identical task as that of the first trial, but additionally there was the distractor's influence, which was the automated reading. The process of mental inhibition of reading is an indicator of the attention's ability to select the material to which one should response. Therefore, the performance time of the third task comprises the time needed to inhibit an unwanted response (reading), i.e. selection of material and colour naming time. Therefore, the difference in times may be assumed as an interference indicator.
- 5) Number of errors in the first trial.
- 6) Number of errors in the second trial.
- 7) Number of errors in the third trial.
- 8) Errors interference indicator calculated analogously as in the case of time.

TOWER OF LONDON (TOL)

TOL is an instrument for evaluation of the course of spatial problems solution processes with the increasing level of difficulty. It inves-

- 7) Liczba błędów w 3. próbie.
- 8) Wskaźnik interferencji błędów obliczany analogicznie jak w przypadku czasu.

TEST WIEŻY LONDYŃSKIEJ (TOWER OF LONDON, TOL)

Test TOL jest narzędziem służącym do oceny przebiegu procesów rozwiązywania problemów przestrzennych przy wzrastającym poziomie trudności. Bada funkcje wykonawcze w aspekcie planowania oraz myślenie problemowe⁽³⁾. Materiałem testowym są dwie deseczki z trzema różnej wielkości kołeczkami każda. Badający układa na kołeczkach określony układ trzech kolorowych kulek, który musi zostać odzwierciedlony przez badanego. Ułożenie takiego samego układu kulek należy wykonać, podporządkowując się kilku zasadom: nie wolno wkładać więcej kulek na kołek, niż może on zmieścić, oraz jednorazowo można przekładać tylko jedną kulkę.

Przyjęto następujące wskaźniki wykonania:

- 1) liczba zadań wykonanych bez zbędnych ruchów;
- 2) całkowita liczba zbędnych ruchów;
- 3) ogólny czas inicjacji ruchu;
- 4) ogólny czas wykonania zadań;
- 5) liczba przekroczeń czasu;
- 6) ogólna liczba naruszenia zasad.

OSOBY BADANE

W badaniach wzięło udział 50 dzieci w wieku 7-10 lat, w tym 25 dzieci z nadpobudliwością psychoruchową o typie mieszanym i 25 dzieci z grupy kontrolnej. W każdej grupie było 23 chłopców i 2 dziewczynki. Średni wiek w grupie kryterialnej wynosił 8 lat i 10 miesięcy (SD=10 mies.), a w grupie kontrolnej 8 lat i 6 miesięcy (SD=11 mies.). Dzieci były kwalifikowane do grupy kryterialnej na podstawie następujących kryteriów:

- 1) dziecko posiadało diagnozę formalną (F.90) postawioną przez lekarza psychiatrę;
- 2) dziecko co najmniej dwukrotnie badano psychologicznie, w tym przeprowadzono pogłębiony wywiad rozwojowy oraz diagnostyczny z rodzicami według kryteriów nadpobudliwości DSM-IV;
- 3) dziecko jest pod opieką poradni PPP nr 2 w Poznaniu od roku;
- 4) analiza opinii wychowawcy na temat funkcjonowania dziecka w szkole była zgodna z informacjami o zachowaniu dziecka uzyskanymi z innych źródeł.

Dobór do grupy kontrolnej miał charakter celowy, dzieci zostały dobrane pod względem płci, wieku, miejsca zamieszkania. Grupa składała się z dzieci uczęszczających do jednej z poznańskich szkół podstawowych. Osoby te nie były spokrewnione z pacjentami, nie miały rozpoznanych zaburzeń psychicznych. Kryterium wykluczającym z obu badanych grup było istnienie udokumentowanych uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego oraz poważnych zaburzeń somatycznych, stosowanie farmakoterapii, która mogła wpływać na zachowanie i funkcje poznawcze. Opiekunowie prawni, pacjenci oraz osoby z grupy kontrolnej udzielili pisemnej zgody na udział w badaniu.

igates executive functions in the planning aspect and problem thinking⁽³⁾. The test material are two small boards with three differently sized pegs each. The examiner specifically arranges three colourful beads on the pegs, and the examinee must match this configuration. The examinee has to follow two rules when arranging the beads. The first rule is not to place more beads on a peg than it will hold. The second rule is that only one bead could be moved at a time. The following problem solving indicators have been assumed:

- 1) number of problems solved in minimum move count;
- 2) total move score;
- 3) total initiation time;
- 4) total time of tasks performance;
- 5) total time violations;
- 6) total rule violations.

EXAMINEES

Altogether 50 children aged 7-10 years took part in the studies: 25 children with hyperactivity of mixed type and 25 controls. Each group consisted of 23 boys and 2 girls. The average age in the criterial group was 8 years and 10 months (SD=10 months), whereas in the control group 8 years and 6 months (SD=11 months). The children were qualified to the criterial group according to the following criteria:

- 1) the child had a formal diagnosis (F.90) made by a psychiatrist;
- 2) the child was at least twice examined psychologically, including an extensive developmental and diagnostic interview with parents, according to hyperactivity criteria DSM-IV;
- 3) the child has been under the care of the Psychological-Pedagogical Dispensary No 2 in Poznań for a year;
- 4) the analysis of the tutor's opinion on the child's functioning at school conformed with the information about the child's behaviour obtained from other sources.

Selection for the control group was of purposeful type. The children were selected in view of their gender, age and domicile. The group consisted of children attending one of the primary schools in Poznań. These persons were not related to the patients, they did not have any mental disorders diagnosed. The criterion excluding from both groups was the presence of documented impairments of the central nervous system and severe somatic disorders and use of pharmacotherapy which might affect the behaviour and cognitive functions. The legal guardians, patients and controls presented a written consent for participation in the study.

In view of the main investigated variable, i.e. executive functions, the control of the intellectual development level was required. The obtained indices of the intelligence quotient measured by the WISC-R test did not differentiate the groups (criterial group: full IQ = 111.5, SD=15.3; verbal IQ = 107.9, SD=18.1; nonverbal IQ = 113.2, SD=14.1; control group: full IQ = 113.5, SD=14.2; verbal IQ = 108.7, SD=17.6; nonverbal IQ = 115.2, SD=15.4).

APPLIED METHODS OF STATISTICAL ANALYSIS

The statistical analyses of the obtained results were carried out using package SPSS PL v. 12. The way of results presentation

Ze względu na główną badaną zmienną, czyli funkcje wykonawcze, konieczna była kontrola poziomu rozwoju intelektualnego. Uzyskane wskaźniki ilorazu inteligencji mierzonego testem WISC-R nie różnicowały grup (grupa kryterialna: IQ og.=111,5, SD=15,3; IQ st.=107,9, SD=18,1; IQ bsł.=113,2, SD=14,1; grupa kontrolna: IQ og.=113,5, SD=14,2; IQ st.=108,7, SD=17,6; IQ bsł.=115,2, SD=15,4).

ZASTOSOWANE METODY ANALIZY STATYSTYCZNEJ

Analizy statystyczne uzyskanych wyników prowadzono przy użyciu pakietu SPSS PL, v. 12. Sposób prezentacji wyników oraz metody oceny istotności różnic w analizowanych grupach zostały dobrane stosownie do poziomu pomiarowego zmiennych. Badane zmienne, których wskaźnikami były wyniki testów, posiadały status skali przedziałowej. Metodę analiz istotności różnic między grupą kryterialną a grupą kontrolną wybrano w oparciu o ocenę normalności rozkładów zmiennych w tych grupach, co dokonano testami Kołmogorowa-Smirnowa z poprawką istotności Lillieforsa oraz testem Shapiro-Wilka. Zmienne spełniały warunek normalności w obu grupach i testach. Do analiz istotności różnic użyto zatem parametrycznego testu t-Studenta. Jako poziom krytyczny oceny istotności różnic przyjęto $p_{\alpha}=0,05$ (dwustronnie). Za istotne uznawano wartości statystyk na poziomie $p<0,05$.

WYNIKI

ELASTYCZNOŚĆ POZNAWCZA

Przyjęto, że wskaźnikami tego wymiaru funkcji wykonawczych są wyniki w Teście Sortowania Kart z Wisconsin (WCST): liczba zaliczonych kategorii, procent odpowiedzi pojęciowych, liczba błędów perseweracyjnych, wskaźnik uczenia się uczenia i liczba porażek w nastawieniu.

and methods of evaluation of differences significance in analysed groups were selected according to the measurement level of variables. The examined variables whose indices were test results had the status of an interval scale. The method of analyses of the significance of differences between the criterial group and control group was selected basing on evaluation of variables distribution normality in those groups, which was carried out using the Kołmogorow-Smirnow tests with Lilliefors significance correction and Shapiro-Wilk test. The variables met the normality condition in both groups and tests. Thus, the analyses of differences significance used the parametric Student's t-test. $p_{\alpha}=0.05$ (bilaterally) was assumed as the critical level of evaluation of the significance of differences. The statistics values on the level $p<0.05$ were considered to be significant.

RESULTS

COGNITIVE FLEXIBILITY

It has been assumed that the indicators of this dimension of executive functions are results in the Wisconsin Card Sorting Test: the number of categories completed, percent of conceptual level responses, number of perseverative errors, learning to learn index and number of failures to maintain set.

As results from the data contained in table 1, the children with ADHD and children without this disorder performed the Card Sorting Test similarly, which shows a lack of differences in the effectiveness of functioning of cognitive flexibility between the analysed groups.

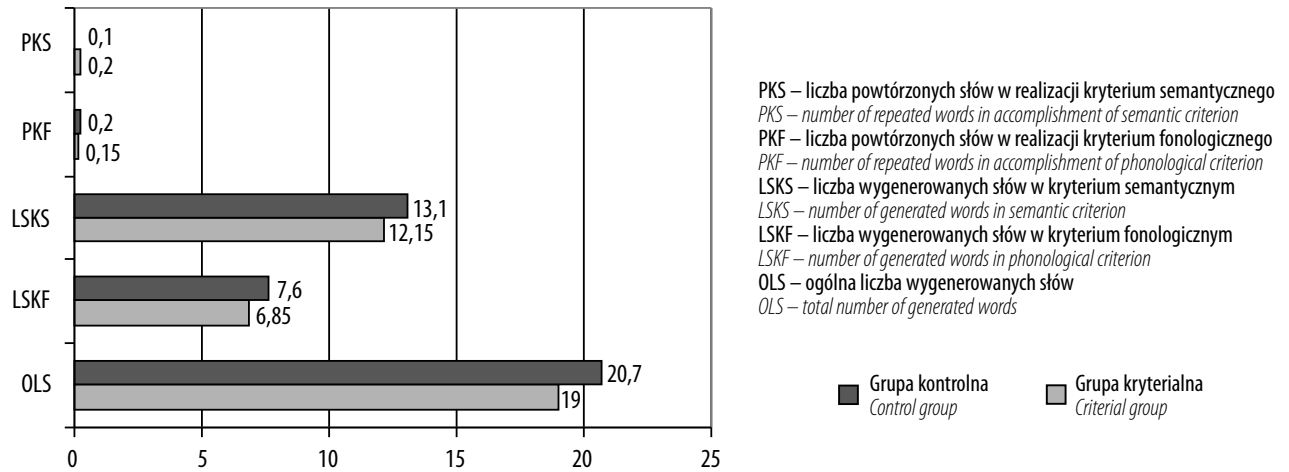
VERBAL FLUENCY

The verbal fluency performance indicators suggest a similar level of performance in the group with ADHD and control group. Children of both groups presented a very similar number of

Wskaźnik w WCST <i>Indicator in WCST</i>	Grupa kryterialna <i>Criterial group</i>		Grupa kontrolna <i>Control group</i>		t	P
	Średnia <i>Mean value</i>	SD	Średnia <i>Mean value</i>	SD		
Liczba zaliczonych kategorii <i>Number of categories completed</i>	3,79	1,84	4,25	1,86	-0,78	0,44 n.i.
Procent odpowiedzi pojęciowych <i>Conceptual level responses</i>	45,89	20,37	54,4	21,66	-1,26	0,21 n.i.
Liczba błędów perseweracyjnych <i>Number of perseverative errors</i>	33,58	21,80	26,25	25,72	0,96	0,34 n.i.
Uczenie się uczenia <i>Learning to learn</i>	-9,52	12,97	-5,74	11,44	-0,94	0,35 n.i.
Liczba porażek w utrzymaniu nastawienia <i>Number of failures to maintain set</i>	1,42	0,9	1,58	0,90	-0,54	0,59 n.i.
n.i. – różnica nieistotna statystycznie <i>n.i. – statistically insignificant difference</i>						

Tabela 1. Istotność różnic pomiędzy dziećmi z ADHD i bez zaburzenia we wskaźnikach WCST

Table 1. Significance of differences between the children with ADHD and children without the disorder in WCST indicators



Rys. 1. Wskaźniki wykonania zadania fluencji słownej przez dzieci z ADHD i dzieci bez zaburzenia

Fig. 1. Verbal fluency performance indicators for children with ADHD and children without the disorder

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 1, dzieci z ADHD i dzieci bez zaburzenia wykonały WCST podobnie, co wskazuje na brak różnic w efektywności funkcjonowania elastyczności poznawczej pomiędzy analizowanymi grupami.

FLUENCJA SŁOWNNA

Wskaźniki wykonania próby płynności werbalnej sugerują podobny poziom wykonania w grupie z ADHD i kontrolnej. Dzieci z obu grup podawały w ciągu minuty bardzo podobną

words within one minute, both when they aimed for the semantic criterion (giving the designata of a superordinate) and when the phonological criterion was significant (presenting the words beginning with a given letter). Furthermore, a typical developmental phenomenon was observed, consisting in that the number of generated words in a phonological criterion was significantly lower than in the semantic criterion.

Thus, the executive function accomplished with language processes does not distinguish between the children with ADHD and those without the disorder.

Wskaźnik w teście <i>Indicator in the test</i>	Grupa kryterialna <i>Criterial group</i>		Grupa kontrolna <i>Control group</i>		t	P
	Średnia <i>Mean value</i>	SD	Średnia <i>Mean value</i>	SD		
Czas wykonania 1. próby <i>1st trial performance time</i>	120,8	24,06	103,75	17,14	1,58	0,14 n.i.
Czas wykonania 2. próby <i>2nd trial performance time</i>	122,5	50,20	100,6	45,30	1,45	0,15 n.i.
Czas wykonania 3. próby <i>3rd trial performance time</i>	196,15	59,59	169,75	48,82	2,53	0,03*
Interferencja czasu <i>Time interference</i>	78,55	49,17	66,0	38,48	0,9	0,37 n.i.
Liczba błędów w 1. próbie <i>Number of errors in 1st trial</i>	0,75	0,85	0,80	1,28	-0,14	0,88 n.i.
Liczba błędów w 2. próbie <i>Number of errors in 2nd trial</i>	0,45	1,14	0,5	1,57	-0,11	0,91 n.i.
Liczba błędów w 3. próbie <i>Number of errors in 3rd trial</i>	2,85	3,01	2,55	2,41	0,35	0,73 n.i.
Interferencja błędów <i>Interference of errors</i>	2,1	2,83	1,75	2,59	0,41	0,68 n.i.

n.i. – różnica nieistotna statystycznie
 n.i. – statistically insignificant difference
 * Różnica istotna na poziomie $p < 0,05$
 * Significant difference at the level $p < 0,05$

Tabela 2. Istotność różnic pomiędzy badanymi grupami we wskaźnikach próby interferencji Stroopa

Table 2. Significance of differences between the examined groups in the Stroop interference trial indicators

liczbę słów, zarówno wtedy, gdy kierowały się kryterium semantycznym (podawanie desygnatów pojęcia nadrzędnego), jak i wtedy, gdy istotne było kryterium fonologiczne (podawanie słów zaczynających się na podaną literę). Zaobserwowano też typowe rozwojowe zjawisko polegające na tym, że liczba generowanych słów w kryterium fonologicznym była istotnie niższa niż w kryterium semantycznym.

Zatem funkcja wykonawcza realizowana z udziałem procesów językowych nie różnicuje dzieci z ADHD i bez zaburzeń.

PODATNOŚĆ NA INTERFERENCJĘ

Podatność na interferencję mierzono, stosując wskaźniki z próby opracowanej na podstawie testu interferencji Stroopa. Wyniki zawarte w tabeli 2 wskazują, że dzieci z nadpobudliwością potrzebują więcej czasu, aby wykonać każdą próbę w teście Stroopa, ale jedynie różnica czasu w wykonaniu 3. próby osiągnęła wartość istotną statystycznie. Co warto zauważyć, przeciętna liczba błędów w obu grupach była niska, a wyniki w obu grupach bardzo do siebie zbliżone. Oznacza to, że dzieci wykonywały próby wolno, jednocześnie dbając o poprawność. Podatność na interferencję jest zatem aspektem funkcji wykonawczych, który nie różnicuje dzieci z ADHD i tych bez zaburzeń.

PLANOWANIE DZIAŁANIA

Wskaźnikami efektywności działania tego aspektu funkcji wykonawczych były wyniki w Teście Wieży Londyńskiej (TOL). Dwa wskaźniki wykonania w teście TOL różnicowały dzieci z ADHD i z grupy kontrolnej. Pierwszym okazał się ogólny czas inicjacji ruchu. W tym wskaźniku dzieci z ADHD uzyskały istotnie krótszy czas latencji odpowiedzi (17,15 s) niż grupa kontrolna (22,2 s), co oznacza tendencję do krótszego czasu namysłu przed rozpoczęciem działania w ADHD. Drugim wskaźnikiem

INTERFERENCE CONTROL

The interference control was measured using the indicators from the trial worked out according to the Stroop Interference Test. The results presented in the table indicate that hyperactive children need more time to perform each trial in the Stroop test, but only the time difference in performance of the third trial reached a statistically significant value. Noteworthy, the average number of errors in both groups was low and the results in both groups were very similar. This means that the children were performing the trials slowly, simultaneously caring about correctness. So the interference control is an aspect of executive functions which does not distinguish between the children with ADHD and those without the disorder.

ACTIVITY PLANNING

The activity effectiveness indicators within this aspect of executive functions were the results in the Tower of London test. Two problem solving indicators in the TOL test distinguished between the children with ADHD and those of the control group. The first appeared to be the initiation time. In this indicator the children with ADHD obtained a significantly shorter response latency time (17.15 sec) than the control group (22.2 sec), which means a tendency to a shorter thinking time before starting an activity in ADHD. The second indicator were the total rule violations, significantly higher in children with ADHD (2.63), as compared to the control group (1.45). This suggests more difficulties in children with ADHD within monitoring, control of one's activity.

DISCUSSION

The cognitive flexibility is perceived as an ability to shift cognitive strategies in response to environmental changes and

Wskaźnik w teście <i>Indicator in the test</i>	Grupa kryterialna <i>Criterial group</i>		Grupa kontrolna <i>Control group</i>		t	P
	Średnia <i>Mean value</i>	SD	Średnia <i>Mean value</i>	SD		
Liczba zadań wykonanych bez zbędnych ruchów <i>Number of tasks completed in minimum move count</i>	2,65	1,42	2,7	1,03	-0,13	0,89 n.i.
Całkowita liczba zbędnych ruchów <i>Total move score</i>	40,2	14,21	38,85	10,35	0,34	0,73 n.i.
Ogólny czas inicjacji ruchu <i>Initiation time</i>	17,15	6,26	22,2	9,04	-2,05	0,04*
Ogólny czas wykonania zadań <i>Total time</i>	363,45	152,36	375,15	98,29	-0,29	0,77 n.i.
Liczba przekroczeń czasu <i>Total time violations</i>	1,95	1,63	2,3	1,03	-0,81	0,42 n.i.
Ogólna liczba naruszenia zasad <i>Total rule violations</i>	2,63	2,27	1,45	1,53	2,27	0,02*
n.i. – różnica nieistotna statystycznie <i>n.i. – statistically insignificant difference</i> * Różnica istotna na poziomie $p < 0,05$ * Significant difference at the level $p < 0.05$						

Tabela 3. Istotność różnic pomiędzy badanymi grupami we wskaźnikach planowania i monitorowania zachowania celowego w teście TOL
Table 3. Significance of differences between the examined groups in indices of purposeful behaviour planning and monitoring in TOL

była ogólna liczba naruszenia zasad, istotnie wyższa u dzieci z ADHD (2,63) w porównaniu z grupą kontrolną (1,45). Sugeruje to większe trudności dzieci z ADHD z monitorowaniem, kontrolą własnego działania.

OMÓWIENIE

Elastyczność poznawcza rozumiana jest jako zdolność do szybkiej zmiany nastawienia w odpowiedzi na szybko zmieniające się informacje pochodzące z otoczenia i w dużej mierze zależy od sprawności poznawczej⁽¹⁷⁾. Elastyczność poznawczą oceniano na podstawie wyników Testu Sortowania Kart z Wisconsin. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że w zakresie tego aspektu funkcji wykonawczych grupy dzieci z ADHD i bez zaburzenia nie różnią się istotnie. Wprawdzie w liczbach bezwzględnych dzieci z ADHD zaliczyły mniej kategorii, udzielając mniejszej liczby odpowiedzi pojęciowych, popełniając przy tym więcej błędów perseweracyjnych i osiągając niższe wyniki w zakresie uczenia się poprzez korzystanie z informacji zwrotnych, ale różnice w wymienionych wskaźnikach elastyczności poznawczej nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej. Zatem, opierając się na wskaźnikach liczbowych, należy stwierdzić, że ten wymiar funkcji wykonawczych nie różnicuje dzieci z ADHD i zdrowych w młodszym wieku szkolnym. Warto jednakże wskazać na pewne dane jakościowe uzyskane podczas obserwacji w trakcie badania. Dzieci z ADHD prezentowały specyficzne zachowania w trakcie jego wykonywania, których nie zaobserwowano w grupie kontrolnej. Istotą wykonywania testu jest odgadywanie zmieniającego się kryterium sortowania tylko na podstawie informacji zwrotnej o poprawności reakcji. Dzieci z ADHD, początkowo zainteresowane zadaniem, relatywnie szybko okazywały oznaki zmęczenia i frustracji na informację zwrotną o popełnionym błędzie. Świadczyło to o trudnościach uwagowych dzieci z ADHD, zwłaszcza w aspekcie podtrzymywania uwagi, oraz o problemach z radzeniem sobie ze stresem, jakim jest porażka. W tym przypadku wydaje się mieć zastosowanie teza Świącickiej⁽⁷⁾, jakoby dzieci z ADHD w zetknięciu z zadaniami monotonnymi nie organizowały procesów poznawczych w taki sposób, który ukierunkowywałby je na aktywne poszukiwanie informacji wywołujących zaangażowanie. Sytuacja zadaniowa nie uaktywniła u dzieci z ADHD procedury działania związanej z wolicjonalnym wysiłkiem, a uwaga wykonawcza uaktywnia się właśnie w działaniach wymagających wysiłku, kontrolując oprócz procesów poznawczych także procesy emocjonalne. Poziom utrzymywania nastawienia nie różnicował badanych grup, co oznacza, że dzieci z ADHD tylko nieznacznie gorzej poradziły sobie z zadaniem. Może to sugerować, że dzieci z grupy kryterialnej w momencie rozpoznania obowiązującego kryterium sortowania mają poczucie osiągnięcia sukcesu, co działając jak nagroda, wywołuje utrzymywanie uwagi czy ponowne jej zaangażowanie.

Brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupą dzieci z ADHD a dziećmi bez zaburzenia jest wynikiem potwierdzającym rezultaty pracy Rossellego i wsp.⁽¹⁹⁾ W badaniach, których pierwszym etapem było wyodrębnienie z populacji grupy

largely depends on cognitive efficiency⁽¹⁷⁾. The cognitive flexibility was evaluated according to the results of the Wisconsin Card Sorting Test. The obtained results allow to state that within this aspect of executive functions the children with ADHD and without the disorder do not differ significantly. It is true that in absolute numbers the children with ADHD completed fewer categories, giving fewer conceptual level responses, making more perseverative errors and achieving lower results within learning through the use of feedback information, but the differences in the mentioned cognitive flexibility indicators did not reach the statistical significance level. Therefore, basing on numerical indicators we should state that this dimension of executive functions does not distinguish between the children with ADHD and healthy children at the early school age. Yet, it is worth mentioning certain qualitative data obtained from observation during the study. The children with ADHD presented specific behaviours while it was carried out, which were not observed in the control group. The essence of the performed test is guessing the changing sorting criterion only according to the feedback information about the correctness of response. The children with ADHD, initially interested in the task, relatively fast showed signs of weariness and frustration with the feedback information about the error made. This signifies attention difficulties of children with ADHD, especially in the aspect of maintaining set, and problems with coping with stress, i.e. a failure. In this case Świącicka's thesis⁽⁷⁾ seems to apply, according to which children with ADHD when confronting monotonous tasks do not organize cognitive processes in a way which would guide them on active searching for commitment-arousing information. The task-related situation did not activate in children with ADHD the procedure of activity connected with volitional effort, and executive attention actually activates itself in activities which demand effort, controlling apart from cognitive processes also emotional processes. The maintained set level did not differentiate the investigated groups, which means that the children with ADHD coped with the task only slightly worse. This may suggest that children from the criterial group at the moment of recognizing the mandatory sorting criterion have the sense of having achieved a success, which acting as a reward arouses sustaining attention or its re-involvement.

The lack of statistically significant differences between the group of children with ADHD and children without the disorder confirms the results of the study carried out by Rosselli et al.⁽¹⁹⁾ In his studies, the first stage of which was selecting from the population a group of persons meeting the diagnostic criteria for ADHD, analysis carried out by the WCST did not indicate any statistically significant differences between the group with ADHD symptoms and those without any symptoms of the disorder. At the same time the obtained results oppose the research carried out by other authors⁽²⁰⁾. For example in studies carried out by Kaplan et al.⁽²¹⁾ the children with ADHD (average age 11 years and 9 months) made significantly more perseverative errors, they also needed more trials to complete the first category than the control group. The other indicators did not differentiate the groups. In the study carried out by Lunna et al.⁽²²⁾ the ADHD children aged 8-12 years obtained significantly low-

osób spełniających kryteria diagnostyczne dla ADHD, analiza testem WCST nie wykazała różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupą z objawami ADHD a osobami bez symptomów zaburzenia. Jednocześnie uzyskane rezultaty stoją w opozycji do prac innych autorów⁽²⁰⁾. Przykładowo w badaniach Kaplana i wsp.⁽²¹⁾ dzieci z ADHD (średnia wieku 11 lat i 9 miesięcy) popełniły istotnie więcej błędów perseweracyjnych, także potrzebowały więcej prób do zaliczenia pierwszej kategorii niż grupa kontrolna. Pozostałe wskaźniki nie różnicowały grup. W badaniu Lunna i wsp.⁽²²⁾ dzieci z ADHD w wieku 8-12 lat uzyskały istotnie niższe wyniki we wszystkich wskaźnikach testu z wyjątkiem uczenia się uczenia. Taka rozbieżność wyników nie powinna dziwić, gdyż nawet metaanalizy wyników WCST nie są jednoznaczne – niektórzy autorzy wskazują na małą zgodność rezultatów w analizowanych publikacjach⁽²³⁾, inni przeciwnie – sugerują typowość niższych ocen w grupie z ADHD we wszystkich wskaźnikach testu⁽²⁴⁾. Wyjaśnienie, w kontekście wyników uzyskanych w prezentowanych badaniach w niniejszej pracy, można znaleźć w wieku badanych. Ze względu na dynamikę rozwoju funkcji wykonawczych można wraz z wiekiem oczekiwać większej rozbieżności w wynikach pomiędzy dziećmi z ADHD a zdrowymi, czyli ujawniania się deficytów w badanych przez test WCST funkcjach. Ale też im bardziej zróżnicowana pod względem wieku jest grupa, tym większe prawdopodobieństwo uzyskania niejednorodnych wyników. Zwłaszcza jeśli w badaniach uczestniczą dzieci 6-8-letnie i 12-14-letnie.

Analiza wyników badania fluencji słownej wykazała, iż dzieci z ADHD w porównaniu z dziećmi bez zaburzeń generowały tylko nieznacznie mniej słów w obu kryteriach, także nie różniła ich liczba powtórzonych słów. Zatem deficyt językowego aspektu funkcji wykonawczych nie jest specyficzny dla dzieci z ADHD. Podobne rezultaty uzyskali badacze amerykańscy^(19,25), natomiast polskie autorki wskazały na trudności dzieci z ADHD w próbie fluencji semantycznej^(26,27). Badając dzieci w wieku 8-16 lat, Skotnicka⁽²⁶⁾ odkryła, że dzieci z diagnozą ADHD generują istotnie mniej słów w ciągu pierwszych 30 sekund, także Lipowska i wsp.⁽²⁷⁾ stwierdzili w grupie klinicznej (średnia wieku 11 lat i 4 miesiące) słabsze możliwości w zakresie semantycznej płynności językowej.

Zdolność hamowania reakcji w sytuacji konfliktowej oceniano na podstawie wyników próby eksperymentalnej opracowanej na podstawie testu interferencji Stroopa⁽¹³⁾. Analiza wyników wskazuje, że dzieci z ADHD potrzebowały więcej czasu (o 26,4 s) przy porównywalnej liczbie błędów, by wykonać zadanie interferencji (3. próba). Oznacza to, że cechuje je zmniejszona efektywność kontrolującej funkcji uwagi przy słabszej zdolności hamowania reakcji w sytuacji konfliktowej, czyli podatność na interferencję. To wyraźna cecha funkcjonowania poznawczego dzieci z ADHD. Potwierdzają to zarówno pojedyncze badania^(13,19,20,26), jak i wyniki metaanaliz⁽²³⁾.

Efektywność procesu planowania działania dzieci z ADHD w porównaniu z dziećmi z grupy kontrolnej analizowano w oparciu o wyniki Testu Wieży Londyńskiej (TOL). Uzyskane wyniki wskazują, iż obie grupy dzieci wykonały zadanie na podobnym poziomie, jedynie dwa wskaźniki różnicowały grupy: liczba złamanych zasad oraz czas inicjacji ruchu. Okazało się – co nie jest

er results in all indicators of the test, except for learning to learn. Such a discrepancy of results should not surprise, because even meta-analyses of WCST results are not explicit – some authors point to a low conformity of results in analysed publications⁽²³⁾, others, on the contrary, suggest the typical character of lower grades in the group with ADHD in all indicators of the test⁽²⁴⁾. The explanations in the context of results obtained in the presented studies in this article may be searched for in the subjects' age. Due to the dynamics of the development of executive functions we can expect with age a higher discrepancy in results between the children with ADHD and healthy children, i.e. manifestation of deficits in the functions investigated by the WCST. But also the more differentiated, in respect of age, is the group, the higher the probability of obtaining heterogeneous results. Especially if participating in the studies are children aged 6-8 years and 12-14 years.

Analysis of the results of testing the verbal fluency indicated that children with ADHD, as compared to children without the disorders, generated only slightly fewer words in both criteria, neither did the number of repeated words differentiate them. So the deficit of the language aspect of executive functions is not specific for the children with ADHD. Similar results were obtained by American researchers^(19,25), whereas the Polish authoresses indicated some difficulties of children with ADHD in the semantic fluency trial^(26,27). Examining the children aged 8-16 years, Skotnicka⁽²⁶⁾ discovered that children with diagnosed ADHD generated significantly fewer words within the first 30 sec, also Lipowska et al.⁽²⁷⁾ found in the clinical group (average age 11 years and 4 months) poorer possibilities within the semantic language fluency.

The response inhibition ability in conflict situation was evaluated according to results of an experimental trial worked out basing on the Stroop Interference Test⁽¹³⁾. Analysis of results indicates that children with ADHD need more time (by 26.4 sec), with a comparable number of errors, to perform the interference task (the third trial). This means that they are characterized by a decreased effectiveness of the controlling function of attention at a poorer ability to inhibit the response in conflict situation, i.e. interference control. This is a clear trait of cognitive functioning in children with ADHD. This is confirmed both by single studies^(13,19,20,26) and results of meta-analyses⁽²³⁾. The effectiveness of the activity planning process in children with ADHD, as compared to those of the control group, was analysed basing on the results of the Tower of London (TOL) test. The obtained results indicate that both groups of children performed the task on a similar level, only two indicators differentiated the groups: the total rule violations and initiation time. It appears, and it is not surprising considering the criterial symptoms characterizing the children with ADHD, that these children have difficulties with observing the task solving rules presented to them. Specific behaviours of children with ADHD were observed in connection with the difficulty of complying with two rules: 1) the first rule was not to place more beads on a peg than it would hold, 2) the second rule is that only one bead could be moved at a time. Some children intentionally and deliberately violated the rule saying that "this was

zaskoczeniem, biorąc pod uwagę objawy kryterialne charakteryzujące dzieci z ADHD – iż dzieci te mają trudności w przestrzeganiu przedstawionych im zasad rozwiązywania zadań. Zaobserwowano specyficzne zachowania dzieci z ADHD w związku z trudnością przestrzegania dwóch zasad: 1) nie można wkładać więcej kulek na kulek, niż może zmieścić, 2) nie można operować więcej niż jedną kulką. Niektóre dzieci intencjonalnie i świadomie łamały zasadę, twierdząc, że „inaczej się nie da”. Inne po usłyszeniu informacji o złamaniu zasady przepraszały, twierdząc jednocześnie, że zapomniały. Reakcje pierwszej grupy mogą sugerować niechęć do podejmowania wysiłku umysłowego przy napotykananiu trudności. Inaczej mówiąc, wolą „pójść na skróty”, świadomie łamiąc zasady, niż angażując uwagę wykonawczą, zwiększać wysiłek. Drugą formę zachowania można interpretować jako wynik zakłóceń pamięci operacyjnej (także jednej z funkcji wykonawczych) niezbędnej do utrzymania w gotowości zasad podczas operowania danymi. Na taki deficyt zwraca uwagę w swojej koncepcji Barkley⁽²⁾. Zachowania takie mogą także świadczyć o tym, że dziecko ma trudności z wyhamowaniem nieadekwatnych w danym momencie reakcji (deficyty hamowania także ujęte w neuropsychologicznej koncepcji Barkleya). Istotnie krótszy, w porównaniu z grupą kontrolną, czas inicjacji odpowiedzi motorycznej wskazuje na impulsywne rozwiązywanie problemów, nieopowiedzone refleksją ani planowaniem (deficyt hamowania reakcji). Co ciekawe, ani krótszy czas latencji odpowiedzi, ani tendencja do łamania zasad nie mają wpływu na efekt końcowy procesu rozwiązywania problemów przestrzennych w postaci łącznej liczby zadań wykonanych bez zbędnych ruchów oraz całkowitej liczby zbędnych ruchów. W tych wskaźnikach nie stwierdzono różnic osiagających poziom istotności statystycznej.

Na istotnie słabsze wyniki testu TOL wśród dzieci z ADHD wskazywali także Bradley et al.⁽²⁸⁾ oraz Nigg et al.⁽²⁹⁾, potwierdziły to także wyniki przedstawione przez Bidwell et al.⁽²⁰⁾, aczkolwiek w przytoczonych pracach podkreślano również słabszy proces planowania, a nie tylko łamanie zasad wykonania.

Uzyskane wyniki wskazują, że dzieci z ADHD w wieku 7-10 lat nie prezentują pełnego spektrum deficytów w funkcjach wykonawczych. W podobny sposób jak u dzieci z grupy kontrolnej funkcjonuje u nich elastyczność poznawcza, zdolność przełączania reguł. Dzieci z ADHD nie różnią się od zdrowych rówieśników pod względem umiejętności generowania słów, wydobywania określonych pojęć z zasobów leksykonu umysłowego zgodnie z narzuconym kryterium. Nie różnią się także pod względem skuteczności wykonywania zadań planowania i organizacji czynności. Wskazane aspekty funkcji wykonawczych są opisywane w badaniach jako dysfunkcyjne u dzieci starszych i osób dorosłych. Prawdopodobnie w młodszym wieku szkolnym te funkcje są dopiero w trakcie rozwoju, zatem zarówno u dzieci bez zaburzeń, jak i z ADHD efektywność ich działania jest niska. W starszym wieku u dzieci zdrowych te funkcje rozwijają się efektywnie, na prawidłowym podłożu neuronalnym, aby w okresie dojrzewania osiągnąć wysoki, choć jeszcze nieoptymalny poziom. U dzieci z ADHD rozwój ten przebiega odmienną ścieżką, nie realizują one optymalnie zadań rozwojowych w obszarze funkcji wykonawczych. Jednakowoż,

the only way to do it”. Others, having heard that they had violated the rule apologized, saying that they had forgotten. The responses of the first group may suggest the aversion to undertaking a mental effort when confronting difficulties. In other words, they prefer to “take a shortcut” and consciously violate the rules, to increasing effort by dedicating their executive attention. The other form of behaviour may be interpreted as a result of disturbances in working memory (also one of executive functions) indispensable for keeping the principles ready while using the data. It is this deficit that Barkley⁽²⁾ enhances in his concept. Such behaviours may also point to the child’s difficulties with inhibiting the responses which are inadequate at a given moment (inhibition deficits also presented in Barkley’s neuropsychological concept). A significantly shorter, as compared to the control group, motor response initiation time points to impulsive solving of problems, which is not preceded by reflection or planning (response inhibition deficit). Interestingly, neither the shorter latency time of the response nor the tendency to violate the rules affect the final effect of the spatial problems solving process in the form of the total number of problems solved in minimum move count and total move score. No differences reaching the statistical significance level were found in these indicators.

Significantly poorer results of TOL test among children with ADHD were also indicated by Bradley et al.⁽²⁸⁾ and Nigg et al.⁽²⁹⁾, as confirmed also by the results confirmed by Bidwell et al.⁽²⁰⁾, although the mentioned articles emphasized a poorer planning process, not only the rule violations.

The obtained results indicate that children with ADHD aged 7-10 years do not present a complete spectrum of deficits in executive functions. Their cognitive flexibility and ability to shift cognitive strategies in response to environmental changes function similarly as in the control group children. The children with ADHD do not differ from their healthy peers in respect of the ability to generate words, derive specific notions from their mental lexicon resources according to the imposed criterion. Neither do they differ in respect of the effectiveness of the performance of planning and activity organization tasks. The indicated aspects of executive functions are described in the studies as dysfunctional in elder children and adults. Probably at the early school age these functions are in the developmental stage, therefore their effectiveness is low both in children without the disorders and those with ADHD. In elder healthy children these functions develop effectively, on a correct neuronal basis, to achieve in puberty period a high, though not optimum yet, level. In children with ADHD this development follows a different path and they do not realize optimally the developmental tasks in the executive functions area. However, as it results from the presented results, this cannot be ascertained yet at the age of 7-10 years. Another issue is the usefulness of executive functions evaluation methods in ADHD diagnosis at that age. Although the Wisconsin Card Sorting Test is characterized as a perfect instrument for evaluation of executive functions, it does not seem to be useful in evaluation of children at that age. It does not distinguish between the children with ADHD and without the disorder. Therefore, the obtained results may

jak wynika z prezentowanych wyników, nie można tego jeszcze stwierdzić w wieku 7-10 lat. Kolejne zagadnienie to przydatność metod oceny funkcji wykonawczych w diagnostyce ADHD w tym wieku. Test Sortowania Kart z Wisconsin, mimo że charakteryzowany jest jako doskonale narzędzie do oceny funkcji wykonawczych, nie wydaje się przydatny do oceny dzieci w tym wieku. Nie różnicuje dzieci z ADHD i bez zaburzenia. Zatem uzyskiwane wyniki mogą jedynie posłużyć celom deskryptywnym, a nie wyjaśniającym zachowanie. Możliwe, że dziecko nie ma rozwiniętej elastyczności poznawczej, ale jest to typowe dla dziecka w badanym wieku, zatem niczego w zachowaniu dziecka z ADHD nie wyjaśnia. Zadanie fluencji słownej także nie przyczynia się do pogłębienia diagnozy dzieci z ADHD w wieku 7-10 lat. Próba interferencji opracowana na podstawie efektu Stroopa nie wykazała braku różnic między grupami. Brak stwierdzenia deficytu nie oznacza, że tego deficytu nie ma, oznacza raczej, że w tym momencie rozwoju jeszcze się nie ujawnia i nie ma możliwości jego oceny dostępnymi metodami. Deficyty widoczne są w zdolności uwagi wykonawczej do intencjonalnego kierowania wysiłkiem umysłowym w zależności od wymagań zadania, włączania tego wysiłku oraz zdolności hamowania reakcji i monitorowania przebiegu czynności. Trudności widoczne są zarówno w sposobie wykonywania zadań (wskaźniki jakościowe na podstawie obserwacji), jak i w miarach testowych, głównie Teście Wieży Londyńskiej. Takie wyniki potwierdzają założenia koncepcji Barkleya o hierarchiczności pracy funkcji wykonawczych. Pierwotny według autora jest deficyt hamowania reakcji, zatem należy spodziewać się, że pojawi się jako pierwszy. I w przedstawionych badaniach rzeczywiście jest on widoczny. Dopiero skutkiem trudności w hamowaniu są pozostałe problemy w innych funkcjach wykonawczych, takie jak planowanie, monitorowanie, podatność na dystraktory, pamięć operacyjna i inne.

WNIOSKI

1. U dzieci z ADHD w młodszym wieku szkolnym nie obserwuje się szerokiego spektrum deficytów funkcji wykonawczych, co prawdopodobnie wiąże się z niedojrzałością procesów wykonawczych u wszystkich dzieci w tym wieku. Brak deficytów wykonawczych w tym wieku nie przesądza o podobnych wynikach w wieku starszym.
2. Stwierdzono jedynie trudności w hamowaniu reakcji, monitorowaniu czynności i w zdolności uwagi wykonawczej do intencjonalnego kierowania wysiłkiem umysłowym w zależności od wymagań zadania.
3. W badaniach dzieci z ADHD w młodszym wieku szkolnym zastosowanie testów i prób neuropsychologicznych przeznaczonych do oceny funkcji wykonawczych jest uzasadnione jedynie w ograniczonym zakresie. Nie różnicują one istotnie dzieci z ADHD i dzieci bez zaburzenia, zatem wyniki mogą mieć wartość głównie deskryptywną, a nie wyjaśniającą.

only be used for descriptive purposes, but not to explain the behaviour. It is possible that the child does not have a developed cognitive flexibility, but this is typical of a child at the investigated age, so it does not explain anything in the behaviour of the child with ADHD. The verbal fluency task does not broaden the diagnosis of children with ADHD aged 7-10 years. The interference trial worked out according to the Stroop effect did not indicate a lack of differences between the groups. But the fact that no deficit was found does not mean that it does not exist, it rather means that at this developmental stage it is not manifested yet, so it cannot be evaluated by available methods. Deficits are visible in the ability of executive attention to intentional management of mental efforts, depending on the task requirements, including the effort and response inhibition ability and monitoring the course of the activity. The difficulties are visible both in the way the tasks are performed (qualitative indicators according to observation) and in test measures, mainly the Tower of London test. Such results confirm Barkley's concept assumptions about the executive functions hierarchization. According to the author, the primary is the response inhibition deficit, so we should expect that it will appear as the first. And it really is visible in the presented studies. The remaining problems in other executive functions, such as planning, monitoring, susceptibility to distractors, and working memory result only from inhibition difficulties.

CONCLUSIONS

1. In children with ADHD at the early school age, a wide spectrum of executive functions deficits is not observed, which is probably associated with immaturity of executive functions in all children at this age. The lack of executive deficits at this age does not mean that similar results will appear at an older age.
2. What was found were difficulties in response inhibition, activity monitoring and ability of executive attention to intentional guiding the mental effort, depending on the task requirements.
3. In the research on children with ADHD at the early school age the use of tests and neuropsychological trials designed for evaluation of executive functions is justifiable only to limited extent. They do not significantly distinguish between children with ADHD and children without the disorder, so the results may be mainly of descriptive value, and not explanatory value.

PIŚMIENNICTWO:

BIBLIOGRAPHY:

1. Pennington B.F., Ozonoff S.: Executive functions and developmental psychopathology. *J. Child Psychol. Psychiatry* 1996; 37: 51-87.
2. Barkley R.A.: Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol. Bull.* 1997; 121: 65-94.
3. Jodzio K.: *Neuropsychologia intencjonalnego działania*. Wydawnictwo Scholar, Warszawa 2008.
4. Gioia G.A., Isquith P.K., Guy S.C., Kenworthy L.: Behavior Rating Inventory of Executive Function. Psychological Assessment Resources, Odessa 2000.
5. Roth R.M., Isquith P.K., Gioia G.A.: Behavior Rating Inventory of Executive Function – Adult Version. Psychological Assessment Resources, Florida 2005.
6. Herzyk A.: *Wprowadzenie do neuropsychologii klinicznej*. Wydawnictwo Scholar, Warszawa 2005.
7. Święcicka M.: Uwaga, samokontrola, emocje. Psychologiczna analiza zachowań dzieci z zaburzeniami uwagi. Wydawnictwo EMU, Warszawa 2005.
8. Sergeant J.A., Geurts H., Huijbregts S. i wsp.: The top and the bottom of ADHD: a neuropsychological perspective. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2003; 27: 583-592.
9. Biederman J., Monuteaux M.C., Doyle A.E. i wsp.: Impact of executive function deficits and attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *J. Consult. Clin. Psychol.* 2004; 72: 757-766.
10. Coddling R.S., Lewandowski L., Gordon M.: Examining executive functioning in boys with ADHD. Paper presented at the Annual Meeting of the American Psychological Association, 24-28 August 2001.
11. Barnett R., Maruff P., Vance A.: An investigation of visuospatial memory impairment in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), combined type. *Psychol. Med.* 2005; 35: 1433-1443.
12. Mahone E.M., Cirino P.T., Cutting L.E. i wsp.: Validity of the behavior rating inventory of executive function in children with ADHD and/or Tourette syndrome. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2002; 17: 643-662.
13. Borkowska A.R.: *Procesy uwagi i hamowania reakcji u dzieci z ADHD z perspektywy rozwojowej neuropsychologii klinicznej*. Wyd. UMCS, Lublin 2008.
14. Johnson D.E., Epstein J.N., Waid R. i wsp.: Neuropsychological performance deficits in adults with attention deficit/hyperactivity disorder. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2001; 16: 587-604.
15. Schoechlin C., Engel R.R.: Neuropsychological performance in adult attention-deficit hyperactivity disorder: meta-analysis of empirical data. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2005; 20: 727-744.
16. Geurts H.M., Verté S., Oosterlaan J. i wsp.: ADHD subtypes: do they differ in their executive functioning profile? *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2005; 20: 457-477.
17. Jaworowska A.: *Polska standaryzacja i podręcznik do Testu Sortowania Kart z Wisconsin*. Pracownia Testów Psychologicznych, Warszawa 2002.
18. Wright I., Waterman M., Prescott H., Murdoch-Eaton D.: A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. *J. Child Psychol. Psychiatry* 2003; 44: 561-575.
19. Rosselli M., Ardila A., Santisi M.N. i wsp.: ADHD symptoms and neuropsychological test scores in a non-clinical college population. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2000; 15: 776.
20. Bidwell C.L., Willcutt E.G., DeFries J.C., Pennington B.F.: Testing for neuropsychological endophenotypes in siblings discordant for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol. Psychiatry* 2007; 62: 991-998.
21. Kaplan M., Adams W., Marin A., Robins P.: Diagnostic utility of the Wisconsin Card Sorting Test with children with ADHD. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 1999; 14: 694.
22. Lunn D.J., Hall J., Nixon J.: Wisconsin card sorting test performance in children with ADHD and reading disability. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 1999; 14: 695.
23. Frazier T.W., Demaree H.A., Youngstrom E.A.: Meta-analysis of intellectual and neuropsychological test performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology* 2004; 18: 543-555.
24. Romine C.B., Lee D., Wolfe M.E. i wsp.: Wisconsin Card Sorting Test with children: a meta-analytic study of sensitivity and specificity. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2004; 19: 1027-1041.
25. Cohen M.J., Morgan A.M., Vaughn M. i wsp.: Verbal fluency in children: developmental issues and differential validity in distinguishing children with attention-deficit hyperactivity disorder and two subtypes of dyslexia. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 1999; 14: 433-443.
26. Skotnicka M.: Language deficits in boys with ADHD. *Acta Neuropsychol.* 2008; 6: 360-369.
27. Lipowska M., Bogdanowicz M., Buliński L.: Language skills in children with ADHD and developmental dyslexia. *Acta Neuropsychol.* 2008; 6: 369-379.
28. Bradley J.D.D., Backhaus-Devaraju S., Kimmel H. i wsp.: Testing formats and the underestimation of achievement in ADHD children. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2000; 15: 782-783.
29. Nigg J.T., Blaskey L.G., Huang-Pollock C.L., Rappley M.D.: Neuropsychological executive function and DSM-IV ADHD subtypes. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 2002; 41: 59-66.