

KRZYSZTOF JODZIO, DARIA BIECHOWSKA, EDYTA SZUROWSKA  
DARIUSZ GAŚECKI

## PROFILOWA ANALIZA DYSFUNKCJI WYKONAWCZYCH W DIAGNOSTYCE NEUROPSYCHOLOGICZNEJ OSÓB PO UDARZE MÓZGU

Dysfunkcje wykonawcze stanowią stosunkowo nową kategorię diagnostyczną, która obejmuje różnorakie objawy dezorganizacji zachowania, takie jak utrata umiejętności planowania, inicjowania i kontrolowania podjętych działań. Jedną z najczęstszych przyczyn dysfunkcji wykonawczych jest udar mózgu. W badaniach wzięło udział 43 pacjentów, którzy rozwiązywali pięć zadań przeznaczonych do oceny ogólnej sprawności myślenia problemowego (Test Sortowania Kart z Wisconsin), przełączania uwagi (Test Łączenia Punktów, Test Kontrolowanego Kojarzenia Wyrazów – Fluencji Słownej), samokontroli hamującej reakcje konfliktowe (Test Interferencji Nazw i Kolorów – Stroopa, wystandaryzowane zadanie kontroli motorycznej). Pacjentów przydzielono do trzech podgrup różniących się lokalizacją ogniska uszkodzenia mózgu. U wszystkich osób zawał ograniczał się jedynie do przednich, jedynie tylnych bądź jedynie podkorowych części mózgu (głównie prążkowia, wzgórza i/lub torebki wewnętrznej) według oceny topografii uszkodzeń wykrytych za pomocą TK i/lub MR. Zbadano również 25 osób zdrowych. Uzyskane wyniki wykazały, że: (a) zaburzenia wykonawcze po udarze mózgu były zróżnicowane pod względem nasilenia, jak i rodzaju; (b) zaburzona w stopniu najgłębszym okazała się zdolność hamowania automatycznych reakcji ruchowych; (c) pacjenci z uszkodzeniem płatów czołowych lub uszkodzeniem struktur podkorowych mózgu mieli więcej problemów z kontrolowaniem reakcji słownych i ruchowych niż pacjenci z uszkodzeniem części tylnej mózgu; (d) analiza profilowa (czyli analiza wzorca wyników całego badania) jest bardzo przydatna w diagnostyce intraindywidualnie heterogenicznych funkcji wykonawczych. Na przykład stwierdzono silny związek między stopniem dysharmonii wyników testowych a ogólnym nasileniem zaburzeń wykonawczych.

**Słowa kluczowe:** funkcje wykonawcze, płaty czołowe mózgu, kontrola, hamowanie, udar mózgu.

---

DR HAB. KRZYSZTOF JODZIO, PROF. UG, Zakład Psychologii Ogólnej Instytutu Psychologii Uniwersytetu Gdańskiego, ul. Bażyńskiego 4, 80-952 Gdańsk; e-mail: psykj@ug.edu.pl

Artykuł został opracowany na podstawie wyników badań prowadzonych w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr N N106 115538.

Celem analizy profilowej jest określenie charakterystycznej dla danej osoby struktury zdolności czy (dys)funkcji poznawczych. Poszczególne funkcje osoby ocenia się na tle innych jej funkcji, rzadziej zaś na tle standardów zewnętrznych, na przykład podręcznikowych norm, ustalonych na podstawie badań pewnej populacji. Istota omawianego podejścia sprowadza się do uważnej obserwacji zmienności intraindywidualnej, która dopiero w połączeniu z analizą zmienności interindywidualnej ukazuje rzeczywistą złożoność diagnozowanego zachowania. Tym samym intra- oraz interindywidualne oceny wzajemnie się uzupełniają. Niestety, w codziennej praktyce klinicznej, skoncentrowanej na diagnostyce indywidualnej, podobnie zresztą jak w wielu badaniach naukowych prowadzonych z udziałem zróżnicowanych grup pacjentów i za pomocą rozmaitych narzędzi diagnostycznych, popularność zdobył raczej redukcjonistyczny w swej naturze paradygmat, który nazywam „jednostronnym”, ponieważ ogranicza się zazwyczaj do weryfikacji istotności różnic międzygrupowych w zakresie poszczególnych wskaźników czy wyników testowych, rozpatrywanych jednak osobno. Trudno wówczas o miarodajną i syntetyczną interpretację wyników całego badania, współtworzących pewien wzorec wykonania, czyli psychogram, uwzględniony choćby w konstrukcji takich popularnych metod, jak Skala Inteligencji Wechslera czy Bateria Testów Neuropsychologicznych Halsteada-Reitana (por. Kądziaława, 1990). Spójność, a tym samym trafność wspomnianej interpretacji będzie bardzo dyskusyjna, jeśli diagnosta nie podejmie choćby próby refleksji nad znaczeniem relacji między (dys)funkcjami psychicznymi tylko dlatego, iż zbadał je za pomocą różnych testów i skal pomiaru (por. Jodzio, 2011). Tymczasem w psychologii pomiary profilowe, czyli ipsatywne, od wielu lat mają szeroki zakres zastosowań, m.in. w diagnostyce struktury intelektu, temperamentu, zainteresowań czy wartości (por. Matczak, 1994). Ponieważ w prowadzonych badaniach uczestniczą nie tylko osoby zdrowe, lecz także chore, indywidualne dysharmonie w zakresie określonych właściwości psychicznych, których psychometryczną egzemplifikacją są dysproporcje poziomu wykonania zadań diagnostycznych, wymagają również klinicznie ukierunkowanej oceny porównawczo-różnicowej. Reprezentatywnym przykładem są tutaj behawioralne objawy udaru mózgu. Ich nierównomierne nasilenie dla neuropsychologa nie jest niczym zaskakującym, odkąd wiadomo, że naczyniopochodne uszkodzenie mózgu, podobnie zresztą jak wiele innych schorzeń, wywiera zarówno ogólny, jak i wybiórczy wpływ na przebieg procesów mózgowych regulujących zachowanie, choć niekoniecznie w tym samym czasie. Warto na marginesie wspomnieć, iż sam udar nie stanowi choroby w znaczeniu jednostki etiopatogenetycznej, ale zespół objawów klinicznych wywołanych ostro narastającymi zaburzeniami krążenia mózgowego

(Godefroy, Stuss, 2007). Epidemiologia udaru, a więc także jego ogólnospołeczny wymiar, budzi zaniepokojenie w świetle statystyk mówiących o blisko 100 tysiącach osób, które tylko w latach dziewięćdziesiątych XX wieku zmarły w Polsce na skutek udaru (Członkowska, Sarzyńska-Długosz, 2005).

Dotychczas neuropsycholodzy szczegółowo opisali wiele specyficznych objawów różnie zlokalizowanych uszkodzeń mózgu u osób po udarze (por. Damasio, Damasio, 1989; Godefroy, Stuss, 2007). Współcześnie zaś szczególnie duże zainteresowanie wzbudzają dysfunkcje czy też zaburzenia wykonawcze, które, najprościej mówiąc, utożsamiają szerokie spectrum objawów dezorganizacji działania, czyli aktywności sprawczej, zatracającej dowolny, celowy i elastyczny charakter. Nieumiejętność zaplanowania, zainicjowania i kontrolowania (dokonywania zmian i/lub zahamowania) własnych zachowań można najłatwiej zaobserwować w złożonych, nietypowych bądź konfliktowych sytuacjach problemowych. Z czysto psychologicznego punktu widzenia dysfunkcje wykonawcze najlepiej zaś uznać za objaw utraty samoregulacji, spowodowany niemożliwą, zbyt wolną i/lub nieelastyczną integracją oraz kontrolą przebiegu poszczególnych procesów poznawczych (Jodzio, 2010; Lezak, 1982). Diagnostyka dysfunkcji wykonawczych po udarze, w tym próba zlokalizowania w mózgu ognisk zawałowych odpowiedzialnych za ich rozwój, nie jest łatwym zadaniem z powodu skomplikowanej topografii unaczynienia mózgowia oraz występowania rozmaitych dysharmonii, czyli dysocjacji w nasileniu poszczególnych zaburzeń. Niektórzy pacjenci mają na przykład problemy w rozwiązywaniu zadań werbalnych, inni w rozwiązywaniu zadań wzrokowych, jeszcze zaś inni nie radzą sobie w zadaniach motorycznych. Poza tym problemy wykonawcze mogą mieć mało specyficzny, bo mieszany charakter, jak wtedy, gdy dają o sobie znać w różnego typu zadaniach. Potwierdziły to obserwacje poczynione przez Jodzio, Biechowską i Gąseckiego (2008), którzy rozmaite zaburzenia wykonawcze, różniące się zarówno swym nasileniem, jak i rodzajem, zdiagnozowali u więcej niż połowy pacjentów badanych w pierwszym miesiącu po udarze niedokrwiennym mózgu. Stwierdzono praktycznie każdy możliwy rodzaj dysocjacji, czyli unikalnej konfiguracji wyników rozwiązania różnych testów mierzących funkcje wykonawcze (*executive functions*). Wskazanie objawu dominującego, najbardziej charakterystycznego okazało się przy tym niemożliwe. Również w literaturze przedmiotu brakuje dostatecznej liczby danych na tyle spójnych, by mogły stanowić podstawę drobiazgowych taksonomii zaburzeń ujętych w podzespoły z miarodajnymi wskazaniami neuroanatomicznymi.

Nie ulega za to wątpliwości, że zaburzenia wykonawcze w klinice udaru mózgu najczęściej są objawem zawału w zakresie przedniego kręgu unaczynienia,

spowodowanego zwłaszcza zamknięciem tętnicy środkowej mózgu, czyli największej gałęzi tętnicy szyjnej wewnętrznej. Tętnica środkowa mózgu zaopatruje w krew m.in. powierzchnię boczną płatów czołowych, od dawna uznawanych za nadrzędny substrat anatomiczny najbardziej złożonych i świadomych procesów psychicznych, których przebieg wymaga kontroli. Warto jednocześnie podkreślić, że głębokie dysfunkcje wykonawcze, w tym zaburzenia wspomnianej (samo)kontroli, nie należą do rzadkości także po uszkodzeniach usytuowanych bardziej podkorowo niż korowo, przez co próba określania wszystkich funkcji wykonawczych mianem funkcji (płatów) czołowych (bądź odwrotnie) wydaje się kontrowersyjna. Poza tym same płaty czołowe są strukturalnie i funkcjonalnie zróżnicowane, ich działanie bardzo dynamiczne, zaś objawy uszkodzeń często wybiórcze bądź nieharmonijnie nasilone (Miller, Cummings, 2007). Rzetelna diagnostyka neuropsychologiczna zaburzeń wykonawczych wymaga więc badań, których wyniki pozwolą precyzyjnie określić stopień i charakter klinicznego oraz neuroobrazowego zróżnicowania owych zaburzeń, rozpatrywanych jednocześnie z perspektyw(y) intra- oraz interindywidualnej. Tytułowa analiza profilowa jest tutaj bardzo pożądana, choćby do oceny typowego wzorca rozwiązania zadań testowych przez osoby z rozmaicie zlokalizowanymi uszkodzeniami mózgu, opisanymi zgodnie ze ścisłymi kryteriami diagnostyki neuroradiologicznej (por. Damasio, Damasio, 1989).

## I. CEL BADAŃ

Przeprowadzone badania, najogólniej mówiąc, miały na celu testową i neuroobrazową ocenę wybranych dysfunkcji wykonawczych po udarze niedokrwiennym mózgu. Analizie poddano ogólną elastyczność myślenia problemowego oraz dwie inne, bardziej specyficzne funkcje wykonawcze, odpowiedzialne za przełączanie i hamowanie reakcji. Niniejsze procesy wyróżnia większość współczesnych badaczy funkcji wykonawczych (por. Jodzio, 2008). Diagnostyka różnicowa pacjentów po uszkodzeniu rozmaitych struktur mózgu koncentrowała się na trzech charakterystykach klinicznych:

- ogólnym nasileniu objawów dysfunkcji wykonawczych,
- ich szczegółowej charakterystyce klinicznej, którą można uznać za typową dla ściśle zlokalizowanych uszkodzeń mózgu,
- intraindywidualnej dysharmonii nasilenia objawów, których psychometryczną egzemplifikacją jest profil wyników uzyskanych w poszczególnych testach.

Przyjęty paradygmat badawczy łączy model porównań międzygrupowych, z natury skupionych na zmienności interindywidualnej, z analizą profilową, na podstawie której określono strukturę (dys)funkcji wykonawczych, charakterystyczną dla każdej osoby i danej podgrupy pacjentów z podobnie zlokalizowanym uszkodzeniem mózgu. Topografia niedokrwienia mózgu stanowiła zmienną niezależną, tzn. kryterialną, zaś wyniki badań testowych utożsamiały zmienne zależne, czyli wyjaśniane.

## II. METODA BADAŃ

### 1. *Osoby badane*

W badaniach wzięło udział ogółem 68 praworęcznych osób, które utworzyły dwie grupy: kliniczną i kontrolną. Grupa kliniczna składała się z 43 pacjentów (9 kobiet, 34 mężczyzn) po jednostronnym udarze niedokrwinnym mózgu (22 osoby – półkula lewa, 21 – półkula prawa), przebywających w Klinice Neurologii Dorosłych Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Do badań dobierano kolejnych pacjentów przyjętych do Kliniki, uwzględniając wyniki badań neuroobrazowych oraz informacje pochodzące z historii choroby pacjenta. Obecność i lokalizację uszkodzenia potwierdzano zawsze za pomocą tomografii komputerowej (TK, według opinii lekarza radiologa), nieco rzadziej (20 chorych) także na podstawie konwencjonalnego rezonansu magnetycznego (MR), na przykład u pacjentów z podejrzeniem udaru w pniu mózgu. Do badań kwalifikowano wyłącznie osoby we względnie wczesnej fazie choroby. Badania bowiem przeprowadzano do 30. dnia od wystąpienia udaru, jednak nie wcześniej niż trzy doby po zachorowaniu, średnio w dziewiątym dniu ( $SD = 4$ ). Jak bowiem wiadomo, uwidocznienie niewielkich ognisk zawałowych w badaniu TK zwykle nie jest możliwe w ciągu 24 godzin od wystąpienia objawów klinicznych. Średnia wieku pacjentów wynosi 56 lat ( $SD = 13$ ), natomiast przeciętna liczba lat nauki szkolnej – 13 ( $SD = 4$ ). Z badań wykluczono chorych z obupółkulowymi i/lub uogólnionymi uszkodzeniami mózgu, globalną deterioracją umysłową oraz objawami psychotycznymi.

Pacjentów z grupy klinicznej przydzielono do trzech podgrup różniących się lokalizacją ogniska niedokrwinnego mózgu. U wszystkich zakwalifikowanych pacjentów zawał ograniczał się jedynie do przednich, jedynie tylnych bądź jedynie podkorowych części mózgu według standardów oceny topografii uszkodzeń podanych przez Hannę i Antonio R. Damasio (1989). W skrócie rzecz ujmując,

metoda autorów polega na drobiazgowej analizie każdego z kolejnych jedenastu komputerowo zobrazowanych przekrojów mózgowia w różnym położeniu. W zależności od kąta badania mózgowia, radiolog ma do wyboru sześć możliwych rzutów, od skrajnie horyzontalnego do skrajnie czołowego. Na każdy przekrój nakłada się wirtualną siatkę z oznaczeniami kolejnych pól widocznych na danym przekroju. Oznaczenia, zgodnie z kodem podanym w aneksie podręcznika, odpowiadają różnym strukturom podkorowym i częściom kory. Dzięki temu można dokładnie i obiektywnie określić umiejscowienie, rozległość i głębokość zmian niedokrwiennych. Zaproponowana klasyfikacja, zwana metodą analizy uszkodzeń (tzw. lezji) mózgu (*lesion method*), należy do najpopularniejszych na świecie metod obiektywnego opisu lokalizacji strukturalnych zmian mózgu wykrytych za pomocą TK i MR (Jodzio, 2011). I tak, badania TK i/lub MR dziesięciu chorych wykazały jedynie zawał płatów czołowych (FRL). U dwunastu innych pacjentów ognisko wykryto w części tylnej mózgu (PST), obejmującej głównie korę płata ciemieniowego i/lub płata potylicznego i/lub płata skroniowego. Z kolei pozostałe 21 osób doznało wybiórczego uszkodzenia struktur podkorowych mózgu (SUB), najczęściej w obrębie prążkownia i/lub wzgórza i/lub torebki wewnętrznej, rzadziej zaś w obrębie pnia.

Grupę kontrolną stanowiło 25 praworęcznych osób zdrowych (5 kobiet, 20 mężczyzn). Ich średni wiek i wykształcenie wynosi odpowiednio 56 lat ( $SD = 12$ ) oraz 14 lat nauki szkolnej ( $SD = 3$ ). Wyniki badania (wartości średnie i odchylenia standardowe) tej grupy posłużyły jedynie do przekształcenia wyników surowych w grupie klinicznej, tzn. ich transformacji na wyniki standaryzowane. Jak ustalono, grupy nie różnią się istotnie pod względem płci ( $\chi^2 = 0,12$ ;  $p = 0,73$ ), wieku ( $t = 0,62$ ;  $p = 0,54$ ) ani wykształcenia ( $t = -1,41$ ;  $p = 0,16$ ).

#### 2a. Narzędzia badawcze – metody psychometryczne

Badanie testowe przeprowadzane indywidualnie w gabinecie psychologa umożliwiło ocenę wybranych funkcji wykonawczych, nadzorujących ogólną sprawność myślenia problemowego w procesie tworzenia pojęć oraz dwa bardziej specyficzne procesy, takie jak przerzutność uwagi i kontrola hamująca reakcje konfliktowe w zadaniach werbalnych i zadaniach motorycznych. Posłużono się pięcioma popularnymi wśród neuropsychologów testami diagnostycznymi. Ich konstrukcję opisano poniżej stosunkowo zwięźle dzięki dostępności licznych opracowań.



Test Sortowania Kart z Wisconsin (Wisconsin Card-Sorting Test – WCST) zawiera cztery karty wzorcowe oraz 128 kart odpowiedzi, na których znajduje się od jednego do czterech kół, krzyżyków, gwiazdek lub trójkątów w czterech kolorach (czerwonym, zielonym, niebieskim i żółtym). Każda z kart odpowiedzi może więc pasować do karty wzorcowej ze względu na jedną, dwie lub trzy cechy, tzn. kształt, barwę i liczbę. Osoba badana, kierując się informacjami uzyskiwanymi od badającego, ma uporządkować karty według odgadniętej reguły układania, przy czym po każdej serii dziesięciu kolejnych poprawnych odpowiedzi zmienia się kryterium sortowania bez wiedzy badanego. Przyjęto procedurę badania opisaną w oryginalnym podręczniku, wydanym w 1993 roku przez Roberta Heatona i jego współpracowników (za: Jaworowska, 2002). Na podstawie polskich badań walidacyjnych za pomocą analiz czynnikowych przyjęto, iż miarodajnym wskaźnikiem ogólnej sprawności myślenia problemowego jest liczba wszystkich popełnionych błędów (por. Jodzio, Biechowska, 2010).

Dwa inne testy mierzą samokontrolę hamującą reakcje konfliktowe. I tak, konstrukcja eksperymentalnej wersji Testu Interferencji Nazw i Kolorów (Stroop Color-Word Test – SCWT) opiera się na procedurze pierwotnie opracowanej przez Johna Ridleya Stroopa (por. Jodzio, 2008), a następnie zmodyfikowanej przez Charlesa Goldenę (1976). Materiał testowy składa się z trzech kart formatu A4. Na pierwszej wydrukowano czarnym atramentem wyrazy oznaczające kolory: czerwony, zielony i niebieski. Wyrazy w losowej kolejności umieszczono w pięciu kolumnach, po 20 w każdej. Zadanie osoby badanej polega na przeczytaniu w ciągu 45 sekund jak największej liczby wyrazów. Druga karta również zawiera 100 bodźców, lecz tym razem nie są to wyrazy, lecz zestawy złożone z czterech iksów (XXXX) w kolorze czerwonym, zielonym lub niebieskim. Pacjent przez 45 sekund nazywa kolejne kolory. Na trzeciej karcie znajdują się wyrazy z pierwszej karty, jednak wydrukowane w taki sposób, że znaczenie wyrazu i kolor czcionki nie zgadzają się ze sobą, np. wyraz „czerwony” napisano na zielono. Badany ponownie powinien jak najszybciej nazwać kolory tuszu, nie zwracając uwagi na treść wydrukowanych wyrazów. Wynik testowy stanowiła liczba prawidłowych reakcji jedynie na trzecią, notabene najtrudniejszą kartę testu, która wymaga pokonania zakłócającego wpływu zautomatyzowanej reakcji czytania.

Wystandardyzowane zadanie kontroli nad konfliktowymi reakcjami motorycznymi (*go/no-go task* – GNG) zakłada konieczność reagowania w sposób niejako „przeciwny”, czyli niezgodny z ruchem osoby badającej. Należy wyprostować palec w odpowiedzi na dwa wyprostowane palce badającego bądź odwrotnie – wyprostować dwa palce, gdy badający pokaże jeden palec. Następnie

instrukcja nieco się zmienia – badany musi zareagować tylko wtedy, gdy zobaczy jeden palec. W przypadku zaś ekspozycji dwóch palców powinien powstrzymać się od jakichkolwiek reakcji. Konieczność przełamania uprzednio przyswojonego nawyku i zahamowania własnej reakcji okazuje się bardzo trudna dla osób z zaburzeniami samokontroli. Łączna liczba poprawnych reakcji w całym zadaniu składa się na wynik ogólny, którego wartość waha się od 0 do 50 punktów. Tyle bowiem prób (25 w każdej części) należy wykonać w ustalonej, choć przypominającej losowy porządek kolejności (Jodzio, Biechowska, Gaśecki, 2008).

Pozostałe dwa testy umożliwiają ocenę przerzutności uwagi, czyli umiejętności elastycznego przełączania się między różnymi aspektami rozwiązywanych zadań. Uwagę w zadaniu niewerbalnym zbadano za pomocą Testu Łączenia Punktów (Trail Making Test – TMT) z Baterii Testów Neuropsychologicznych Halsteda-Reitana (por. Kądziaława, 1990). Test składa się z dwóch oddzielnie ocenianych części (A i B). W części A na białej kartce papieru rozmieszczono 25 kółek ponumerowanych od 1 do 25, w części B zaś 25 kółek oznaczonych cyframi od 1 do 13 oraz literami od A do L. Zadanie badanego polega na jak najszybszym połączeniu za pomocą ołówka kółek w kolejności wyznaczonej przez cyfry (część A) bądź też przechodzeniu na przemian od cyfr do liter w porządku rosnącym, tzn. 1 – A – 2 – B itd. Rejestruje się czas (w sekundach) wykonania. Szczególnie czułym wskaźnikiem dysfunkcji wykonawczych jest wynik w części B, której rozwiązanie zabiera pacjentom z różnymi schorzeniami mózgowymi znacznie więcej czasu w porównaniu z częścią A.

Z kolei umiejętność elastycznego przełączania uwagi w sferze językowo-werbalnej zmierzono za pomocą Testu Fluencji (Płynności) Słownej, nie bez powodu nazywanego także Testem Kontrolowanego Kojarzenia Wyrazów (Controlled Oral Word Association Test – COWAT). Za pomocą COWAT bada się umiejętność dowolnego doboru słów zakodowanych w wyniku nabywania doświadczeń językowych. W odróżnieniu od testów nazywania na podstawie desygnatu wzrokowego, próby fluencji mierzą gotowość słowa w mowie spontanicznej, a więc proces ciągły, bardzo dynamiczny i skomplikowany. Zdaniem Lezak (1982), szybki dostęp i wybiórcza aktualizacja zawartości mentalnego leksykonu ma wyraźne cechy wykonawcze, ponieważ dzięki niej człowiek intencjonalnie rozpoczyna czynność słowną, kontynuuje ją przez określony czas, a następnie w dowolnym momencie kończy. Ma więc ona celowy, świadomy i kontrolowany charakter. W diagnostyce funkcji wykonawczych bardziej preferuje się formalne niż treściowe kryteria dostępu do słownika umysłowego, dlatego też w niniejszych badaniach skoncentrowano się na fluencji fonetycznej (zwanej też literową), zdefiniowanej jako umiejętność generowania przez minutę wyrazów za-



czynających się na literę „K”. To proces wymagający nie tylko samej wiedzy leksykalnej, lecz również znacznej elastyczności myślowej i przetrutności nastawień (Jodzio, 2008; Szepietowska, Gawda, 2011). Znamienne, że wynik ogólny COWAT silnie koreluje (ponad 0,90) z obliczonym w specjalny sposób wskaźnikiem przełączeń słownych (por. Ross, 2003).

#### 2b. Narzędzia badawcze – metody neuroobrazowe

Badania TK wykonano aparatem spiralnym 64-rzędowym (64-row MDCT scanner) marki Light Speed VCT firmy GE (General Electric Medical System), przy czym standardowo stosowano płaszczyznę poprzeczną, równoległą do podstawy czaszki, grubości 2,5 mm. Za świeże ogniska niedokrwienne uznawano zmiany ogniskowe o niższej gęstości niż otaczające je struktury tkanki mózgowej i wyższym współczynnikiem pochłaniania promieniowania rentgenowskiego (wyrażonym w jednostkach Hounsfielda) niż płyn mózgowo-rdzeniowy o typowej morfologii.

Nawet najnowszej generacji tomografy komputerowe (64-rzędowe) do badania także cienkich warstw nie oceniają drobniawo niedokrwienia pnia mózgu z powodu zbyt niskiej rozdzielczości kontrastu i obecności artefaktów na granicy tkanki kostnej i mózgowej w tylnym dole czaszki. Dlatego u niektórych chorych (por. punkt Osoby badane) dodatkowo przeprowadzono MR aparatem 1,5 T marki Picker Eclipse. Badanie wykonano w sekwencji SE (*Spin Echo*), FSE (*Fast Spin Echo*), FLAIR (*Fluid Attenuation Inversion Recovery*) w obrazach T1, PD i T2-zależnych w trzech płaszczyznach, bez podania środka kontrastującego dożylnie. Stosowano grubość warstwy 5 mm, odstęp (*intersection gap*) wynosił 0,5 mm, pole widzenia (FOV – *field of view*) – 24 cm. Za świeże ogniska niedokrwienne uznawano zmiany ogniskowe o podwyższonej intensywności sygnału w obrazach PD i T2-zależnych oraz w sekwencji FLAIR, których morfologia była typowa dla zmian zawałowych.

### III. WYNIKI

Wszystkie zaplanowane analizy statystyczne wyników testowych w grupie klinicznej wymagały uprzedniej ipsatyżacji, czyli ujednoczenia skali pomiaru. W rezultacie każdy podany wynik testowy po odpowiednim przeliczeniu oznacza wartość odchylenia standardowego od normy ustalonej na podstawie badania grupy kontrolnej.

Pierwszy etap analiz miał określić ogólne, czyli przeciętne nasilenie zaburzeń funkcji wykonawczych po udarze niedokrwiennym mózgu, niezależnie od lokalizacji ogniska zawału. W tym celu w całej grupie pacjentów ( $N = 43$ ) obliczono uśredniony wynik wykonania wszystkich pięciu testów, który osiągnął wartość ujemną  $-1,60$  ( $SD = 1,72$ ). Innymi słowy, pacjenci po udarze rozwiązywali zadania testowe nieprawidłowo, tj. poniżej poziomu (półtora) odchylenia standardowego, przy czym stopień trudności poszczególnych testów okazał się dla nich niejednakowy. Ilustrują to wyniki cząstkowe: WCST ( $M = -0,73$ ;  $SD = 1,35$ ), SCWT ( $M = -1,20$ ;  $SD = 0,90$ ), GNG ( $M = -5,36$ ;  $SD = 6,42$ ), TMT-B ( $M = 0,23$ ;  $SD = 1,23$ ), COWAT ( $M = -0,84$ ;  $SD = 1,09$ ). Najwięcej problemów przysporzyło rozwiązanie GNG, najmniej zaś TMT-B.

Kolejna analiza statystyczna uszczegółowiła objawową specyfikę dysfunkcji wykonawczych wskutek uszkodzenia wybranych części mózgowia. W tym przypadku zastosowanie znalazła diagnostyka różnicowa pacjentów w trzech podgrupach, wyodrębnionych na podstawie badań neuroobrazowych TK i/lub MR (por. tab. 1).

Tab. 1. Wyniki testowego badania funkcji wykonawczych u osób po udarze z różnie zlokalizowanym uszkodzeniem mózgu (w nawiasie podano odchylenie standardowe)

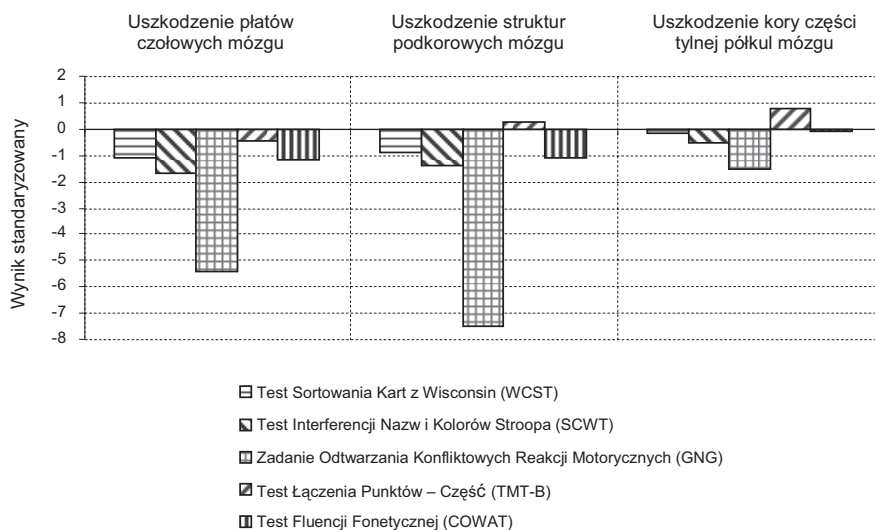
Test / parametr	FRL $N = 10$	SUB $N = 21$	PST $N = 12$	$F(2,40)$	Siła efektu ( $\eta^2$ )	$p$
WCST	-1,07a (1,49)	-0,88a (1,37)	-0,19a (1,15)	1,40	0,07	n.i.
SCWT	-1,67a (1,00)	-1,36a (0,67)	-0,54b (0,85)	6,10	0,23	0,001
GNG	-5,41ab (3,58)	-7,51a (8,02)	-1,56b (2,33)	3,70	0,16	0,05
TMT-B	-0,46a (1,17)	0,25ab (1,25)	0,76b (1,04)	2,90	0,13	0,067*
COWAT	-1,13a (0,97)	-1,12a (1,07)	-0,12b (0,94)	4,22	0,17	0,05
OGL	-1,96a (1,23)	-2,13a (2,04)	-0,40b (0,61)	4,84	0,19	0,01
INTRA	2,25ab (1,19)	3,46a (3,08)	1,42b (0,69)	3,23	0,14	0,05

Podane wartości wyrażają wyniki standaryzowane ( $z$ ), więc wartość ujemna oznacza wynik poniżej normy ustalonej na podstawie badania grupy kontrolnej osób zdrowych. Średnie w danym wierszu oznaczone tą samą literą („a” lub „b”) nie różnią się statystycznie istotnie pomiędzy grupami na poziomie 0,05 (metoda porównań *post-hoc* Tukeya), przy czym podano także różnice na poziomie trendu statystycznego (\*). FRL – osoby z uszkodzeniem płatów czołowych mózgu; SUB – osoby z uszkodzeniem struktur podkorowych mózgu; PST – osoby z uszkodzeniem kory części tylnej półkul mózgu; WCST – Test Sortowania Kart z Wisconsin; SCWT – Test Interferencji Nazw i Kolorów Stroopa; GNG – Zadanie Odtwarzania Konfliktowych Reakcji Motorycznych; TMT-B – Test Łączenia Punktów, Część B; COWAT – Test Fluencji Fonetycznej; OGL – ogólny wskaźnik nasilenia zaburzeń wykonawczych (średnia z pięciu podanych wyników testowych: WCST, SCWT, GNG, TMT-B, COWAT); INTRA – wskaźnik intraindywidualnie zróżnicowanych wyników testowych (stopnia nieharmonijnego nasilenia objawów).

Wyniki testowe w podgrupach pacjentów porównano międzygrupowo za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z dalszymi porównaniami par średnich (*post-hoc*) metodą Tukeya. Weryfikacja istotności różnic międzygrupowych w testach badających poszczególne funkcje wykonawcze (WCST, SCWT, GNG, TMT-B, COWAT) wykazała, że większe problemy z rozwiązywaniem testów mają osoby z uszkodzeniem płatów czołowych (FRL) lub uszkodzeniem struktur podkorowych mózgu (SUB) aniżeli osoby z ogniskiem usytuowanym w części tylnej półkul (PST). Wskazaną prawidłowość ilustrują aż cztery wyniki testowe, z wyjątkiem WCST. Z powodu stosunkowo małej liczby osób w podgrupach w analizie uwzględniono także różnice odzwierciedlające trend na pograniczu istotności statystycznej ( $p = 0,067$ ; por. TMT-B). Tabela 1 prezentuje również uśredniony wynik rozwiązania pięciu testów, zdefiniowany jako ogólny wskaźnik nasilenia zaburzeń wykonawczych (OGL). ANOVA także tym razem potwierdziła istotność różnic międzygrupowych na korzyść podgrupy PST, której wynik ( $M = -0,40$ ) mieścił się w normie, tzn. w obszarze odchylenia standardowego.

W ostatnim etapie obliczeń statystycznych skonstruowano wskaźnik intraindywidualnej dysharmonii nasilenia objawów (oznaczony skrótem INTRA – por. tab. 1), których psychometryczną egzemplifikacją są wyniki uzyskane w poszczególnych zadaniach testowych. Zakładano bowiem, że niespójny i osobniczo zróżnicowany poziom wykonania kilku testów, współtworzących cały profil badanych cech, zależy od lokalizacji uszkodzenia mózgu. Wybiórcze, a przy tym wysoce heterogeniczne zaburzenia neurobehawioralne, nie wyłączając dysfunkcji wykonawczych, stanowią częsty objaw uszkodzenia płatów czołowych mózgu (Stuss i in., 2003). W niniejszym artykule przyjęto za Matczak (1994), iż wielkość omawianych różnic intraindywidualnych (INTRA) odzwierciedla odchylenie standardowe rozkładu wyników uzyskanych przez daną osobę. ANOVA potwierdziła, iż wskaźnik INTRA w podgrupach osiąga znamienne różną wartość ( $F_{(2,40)} = 3,23$ ;  $p < 0,05$ ). Z analiz *post-hoc* za pomocą testu Tukeya udało się wydobyć następującą prawidłowość: profil wyników testowych w grupie z wybiórczym uszkodzeniem struktur podkorowych mózgu (SUB) jest istotnie mniej harmonijny od profilu w grupie PST, za to statystycznie jednakowy w porównaniu z grupą FRL. Z kolei różnice między grupami FRL i PST nie osiągają poziomu statystycznej znamienności.

Prezentację wyników uzupełnia statystyka opisowa, która w sposób graficzny ukazuje profilowy rozkład analizowanych wskaźników (wyników) testowych po ipsatyżacji jako funkcję różnie zlokalizowanych uszkodzeń mózgu (por. rys. 1).



Rys. 1. Profile wyników testowych po ipsatytacji w podgrupach pacjentów po udarze z różnie zlokalizowanym uszkodzeniem mózgu

Korelacja  $r$  Pearsona wartości ogólnego wskaźnika nasilenia zaburzeń wykonawczych (OGL) i wskaźnika zakresu różnic intraindywidualnych (INTRA) jest statystycznie istotna ( $r = -0,89$ ;  $p < 0,001$ ). Zatem w wymiarze jednostkowym można stwierdzić, że im bardziej nasilone są dysfunkcje wykonawcze, tym mniej harmonijny ich profil ogólny.

#### IV. DYSKUSJA

W świetle przeprowadzonych badań, a także konkluzji sformułowanych przez innych autorów (np. Vataja i in., 2003), dysfunkcje wykonawcze są istotnym objawem udaru niedokrwiennego mózgu. Pacjenci, wadliwie rozwiązując rozmaite zadania testowe, uzyskiwali przeciętnie wynik niższy o przeszło jedno odchylenie standardowe od normy. Interesujący jest silnie zróżnicowany poziom wykonania poszczególnych testów, najniższy i diagnostycznie istotny w przypadku zadań mierzących samokontrolę, rozumianą jako umiejętność hamowania reakcji konfliktowych o charakterze werbalnym (SCWT) i niewerbalnym (GNG). Kliniczna heterogeniczność uwidacznia się zresztą na przykładzie samych zabu-

rzeń hamowania, odkąd pacjenci w większym stopniu tracili kontrolę nad automatycznymi reakcjami motorycznymi aniżeli reakcjami słownymi, np. mimowolnego odczytywania. Z jednej strony, niniejsza dysproporcja może wynikać z właściwości samych narzędzi. Test Interferencji Nazw i Kolorów (SCWT) bada bowiem nazywanie i czytanie, a więc czynności na co dzień dość często wykonywane. Natomiast konstrukcja użytego zadania motorycznego (GNG) w małym stopniu przypomina codzienne zajęcia (por. punkt Narzędzia badawcze). Przełamanie automatyzmu ruchowego palców w GNG wymaga najpierw wyuczenia się nietypowego, niejako narzuconego sposobu reagowania. Z drugiej zaś strony, nie można wykluczyć, że objawy utraty kontroli nad zachowaniami werbalnymi i zachowaniami niewerbalnymi są rezultatem zaburzeń odrębnych mechanizmów przetwarzania informacji. Warto tutaj przypomnieć choćby tradycyjny model mózgowej organizacji zachowania, zgodnie z którym półkule mózgu przetwarzają informacje w sposób odrębny, tj. półkula lewa w sposób sekwencyjny i analityczny, prawa zaś – symultaniczny i syntetyzujący (por. Mroziak, 1992).

Rezultaty przeprowadzonej analizy profilów testowych są w dużej mierze zgodne z twierdzeniem, iż epidemiologia i nasilenie poszczególnych dysfunkcji wykonawczych w praktyce neuropsychologicznej nie jest równomierne. Próby wytypowania przez klinicystów jednego bądź kilku objawów niejako dominujących w obrazie klinicznym wydają się przez to uzasadnione. Najczęściej wspomina się właśnie o utracie samokontroli w postaci rozhamowanych, a przez to zdezorganizowanych działań ruchowych, które uniemożliwiają rozwiązanie wielu testów oceniających funkcje poznawcze. Godefroy (2003) przy tej okazji wymienia czysto behawioralne objawy deficytu samokontroli, takie jak hiperaktywność, wzmożona podatność na dystrakcję, impulsywność, persewercje i stereotypowość reakcji. Jeszcze inne, choć rzadziej stwierdzane symptomy, to konfabulacje, anozognozja, anozodiaforia i niestosowne reakcje społeczne.

Patrząc z bardziej ogólnej perspektywy teoretycznej, mechanizmy hamulcowe różnorodnych zachowań są bardzo złożone i wysublimowane, a przy tym współcześnie wieloaspektowo rozpatrywane i badane w nurcie interdyscyplinarnym, rozwijanym nieprzerwanie od XIX wieku przez psychologów, psychopatologów i neurofizjologów (por. Macmillan, 1996). Paradoksalnie, zgromadzona wiedza nadal jest niepełna, o czym świadczy wyraźna w ostatnich latach intensyfikacja badań nad przetwarzaniem informacji w sposób kontrolowany lub automatyczny (por. Birnboim, 2009). Kilkadziesiąt lat temu zaś Tadeusz Tomaszewski (1967) pisał o „kontrolu wykonania” dokonującej się w trakcie myślenia. Porównał ją do podejścia cybernetycznego, notabene bardzo obiecującego we

współczesnych koncepcjach funkcji wykonawczych (por. Jodzio, 2008), akcentującego mechanizm sprzężenia zwrotnego dwóch antagonistycznych procesów: wzmacniania i wspomnianego hamowania. Czynności zgodne z zamiarem ulegają wzmocnieniu, natomiast czynności z nim niezgodne zostają wygaszone lub na pewien czas zahamowane. Jeśli więc przyjąć, że hamowanie to proces bardzo dynamiczny, kończący się zaniechaniem konkurencyjnej tendencji do reagowania, wówczas umiejętność tę można rozpatrywać nie tylko w aspekcie informacyjnym, lecz również nieco szerzej, uwzględniając społeczny aspekt dowolnego działania podmiotu, który zna i przestrzega określone normy w kontaktach interpersonalnych. Znamienne, że zubożona zdolność formułowania właściwych ocen społecznych od wielu lat jest objawem znanym w psychopatologii i neuropsychologii klinicznej, nie wyłączając kliniki udaru mózgu (Godefroy, Stuss, 2007), której zresztą także poświęcono niniejszy artykuł.

Powstaje zasadnicze pytanie, czy utrata dość szeroko rozumianej kontroli jest objawem powszechnym i niejako „ogólnomózgowym”, czyli spotykanym przy dowolnej lokalizacji uszkodzenia mózgu, czy też objawem udaru wprawdzie bardzo nasilonym, za to specyficznym dla topograficznie wybiórczych schorzeń. W literaturze polskiej naturę zaburzeń hamowania opisał już pół wieku temu Stanisław Toczek (1961), który podkreślał etiologiczne znaczenie uszkodzeń płatów czołowych mózgu. Wątek „czołowej” lokalizacji uszkodzeń mózgu, objawiających się zaburzeniami wykonawczymi, wplata się w bardziej ogólną dyskusję na temat interindywidualnie heterogenicznych objawów dysfunkcji wykonawczych spowodowanych patologią wybranych części mózgowia (por. punkt Cel badań). Przeprowadzona diagnostyka różnicowa pacjentów w trzech podgrupach wyodrębnionych na podstawie badań neuroobrazowych TK i/lub MR (por. tab. 1) wykazała wyraźny wpływ lokalizacji udaru mózgu na kliniczny obraz dysfunkcji wykonawczych. Międzygrupowe różnice wyników badania neuropsychologicznego w większości okazały się istotne i klinicznie dość spójne. Szczególnie duża dysproporcja nasilenia objawów wystąpiła między chorymi z uszkodzeniami w części przedniej (czołowej) mózgu a chorymi z uszkodzeniami w części tylnej, zawsze na niekorzyść tych pierwszych. Warto na marginesie zauważyć, że WCST, a więc jeden z najpopularniejszych testów diagnostyki funkcji wykonawczych, wykazał jednak zaskakująco najsłabszą moc dyskryminacyjną. Co więcej, większość chorych rozwiązała test w granicach normy. Nie bez powodu więc ocena rzeczywistych właściwości psychometrycznych tego narzędzia, zwłaszcza trafności, stanowi przedmiot licznych analiz i kontrowersji (por. Jodzio, Biechowska, 2010).



Powracając do kwestii neuroobrazowych korelatów poudarowych zaburzeń wykonawczych można powiedzieć, że objawowe pokrewieństwo tychże zaburzeń do zespołu (płat) czołowego nie jest przypadkowe (Godefroy, 2003). Jednak bardzo podobne względem siebie były również profile wyników testowych pacjentów po zawale kory płatów czołowych i pacjentów po zawale usytuowanym pod korą. Niniejsza obserwacja winna skłaniać klinicystów do ostrożnego formułowania hipotez lokalizacyjnych, ponieważ w przypadku dysfunkcji wykonawczych łatwo o pomyłki diagnostyczne. Warto w tym miejscu przypomnieć, że neuroobrazowanie u większości zbadanych przez nas pacjentów po udarze podkorowym mózgu wykazało kombinacje ognisk niedokrwiennych w obrębie prążkowie, wzgórza oraz ich włókien, a nieco rzadziej także w obrębie mostu. Bardzo podobną topografię zmian mózgowych po udarze u osób z zaburzeniami funkcji wykonawczych ustalili Vataja i współpracownicy (2003), którzy na tej podstawie uznali uszkodzenia podkorowe za poważny czynnik ryzyka rozwoju wspomnianych zaburzeń.

Jednak interpretacja patomechanizmu objawów patologii struktur podkorowych mózgu, nie wyłączając dysfunkcji wykonawczych, nie jest prostym zadaniem. Literatura przedmiotu, na przykład z zakresu afazjologii (Jodzio, 2011), podaje kilka ogólnych wyjaśnień. Z jednego z nich wynika, że zaburzenia procesów poznawczych po zniszczeniu struktur podkorowych należy uznać za wtórny objaw dysfunkcji kory, której czynność została po prostu zablokowana przez głębiej położone ognisko. Podkreślono tutaj patologiczny wpływ struktur uszkodzonych na struktury nieuszkodzone, których aktywność ulega stłumieniu. Zgodnie z innym wyjaśnieniem, struktury podkorowe (zwłaszcza jądra podstawy kresomózgowia) wykazują nieprawidłowości czynnościowe z wielu różnych powodów, stąd też nie każdy objaw zaburzeń psychicznych można zwyczajnie uznać za przykład patologicznego, a przy tym dość prostego i uogólnionego oddziaływania pięter niższych układu nerwowego na piętra wyższe. Jeszcze inne wytłumaczenie nawiązuje do modeli asocjacyjnych czy też interakcyjnych, zakładających, iż określone zespoły jąder podkorowych współtworzą z korą mniej lub bardziej skomplikowane pętle (podsystemy) czynnościowe, kontrolujące przebieg różnych procesów poznawczych. Szczególnie dużo uwagi poświęca się specjalizacji osi złożonej z następującej sekwencji połączeń: kora–prążkowie–gałka biała–wzgórze–kora (tamże). Niewykluczone, że nieprawidłowe działanie tejże osi jest także przyczyną dysfunkcji wykonawczych, których diagnostykę w przyszłości warto więc wzbogacić o metody neuroobrazowania funkcjonalnego.

Ostatnie zagadnienie prezentowanych badań to wzorce intraindywidualnej dysharmonii objawów, których psychometryczną egzemplifikacją jest cały profil

wyników uzyskanych w poszczególnych testach. Intraindywidualnie heterogeniczne dysfunkcje wykonawcze stwierdzono zwłaszcza u osób z uszkodzeniem podkorowym, w przeciwieństwie do chorych z uszkodzeniem kory w części tylnej półkul (por. tab. 1 – wskaźnik INTRA). Uszkodzeniom płatów czołowych zaś towarzyszyły dysfunkcje wykonawcze zróżnicowane w stopniu umiarkowanym. Zgodnie z popularną opinią, mało zharmonizowany wzorzec wyników w kilku zadaniach diagnostycznych uprawdopodobnia dysfunkcję mózgu. Sherer, Krull i Adams (1995) przekonują, że nienaturalnie duża zmienność intraindywidualna jest ogólnym detektorem patologii mózgu. Dane przez nas uzyskane pozwalają doprecyzować niniejszą opinię, pokazując, iż detekcja taka nie będzie dokładna w przypadku dowolnie zlokalizowanego uszkodzenia mózgu. Na przykład relatywnie (najbardziej) harmonijny profil testowy był charakterystyczny dla osób z uszkodzeniem części tylnej mózgu, przynajmniej na tle innych pacjentów.

Podsumowując, przeprowadzone badania potwierdziły przydatność profilowej analizy dysfunkcji wykonawczych w diagnostyce osób po udarze mózgu, których objawy są wysoce zróżnicowane pod względem inter- oraz intraindywidualnym. Dlatego trafna i rzetelna ocena neuropsychologiczna wymaga bardzo elastycznego i przemyślanego doboru metod i analiz porównawczych, zgodnych z określoną teorią. Bez niej bowiem interpretacja objawów zawsze będzie niepełna i w dużej mierze intuicyjna. Nierównomierny poziom funkcjonowania w różnych zakresach u chorych po udarze mózgu kształtował się proporcjonalnie do ogólnej głębokości objawów i wyników badań neuroobrazowych. Powodzenie długofalowej pracy diagnostyczno-terapeutycznej wymaga zatem wielospecjalistycznej współpracy, która dzięki rozwojowi nowoczesnej technologii medycznej i pogłębionej refleksji psychologicznej ma szansę sprostać oczekiwaniom zarówno specjalistów, jak i samych pacjentów znajdujących się w dramatycznym momencie życia po udarze.

#### BIBLIOGRAFIA

- Birnboim, S. (2009). Czy dysocjacja automatycznego i kontrolowanego przetwarzania informacji jest nadal aktualna? W: K. Jodzio (red.), *Neuropsychologia. Współczesne kierunki badań* (s. 55-82). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Członkowska, A., Sarzyńska-Długosz, I. (2005). Epidemiologia udaru mózgu. W: B. Strosznajder, Z. Czernicki (red.), *Mózg a niedokrwienie* (s. 164-191). Kraków: Wydawnictwo Platan.
- Damasio, H., Damasio, A. R. (1989). *Lesion analysis in neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Godefroy, O. (2003). Frontal syndrome and disorders of executive functions. *Journal of Neurology*, 250, 1-6.

- Godefroy, O., Stuss, D. (2007). Dysexecutive syndromes. W: O. Godefroy, J. Bogousslavsky (red.), *The behavioral and cognitive neurology of stroke* (s. 369-406). New York: Cambridge University Press.
- Golden, C. J. (1976). Identification of brain disorders by The Stroop Color and Word Test. *Journal of Clinical Psychology*, 32, 654-658.
- Jaworowska, A. (2002). *Test Sortowania Kart z Wisconsin. Podręcznik* (polska adaptacja). Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych PTP.
- Jodzio, K. (2008). *Neuropsychologia intencjonalnego działania. Koncepcje funkcji wykonawczych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Jodzio, K. (2010). Od poznania do dezorganizacji działania, czyli dysfunkcje wykonawcze po udarze mózgu. W: K. Jodzio, E. M. Szepietowska (red.), *Neuronalne ścieżki poznania i zachowania. Rozważania interdyscyplinarne* (s. 113-129). Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.
- Jodzio, K. (2011). *Diagnostyka neuropsychologiczna w praktyce klinicznej*. Warszawa: Difin.
- Jodzio, K., Biechowska, D. (2010). Wisconsin Card-Sorting Test as a measure of executive function impairments in stroke patients. *Applied Neuropsychology*, 17, 267-277.
- Jodzio, K., Biechowska, D., Gąsecki, D. (2008). Objawowa i neuroanatomiczna charakterystyka zespołu dysfunkcji wykonawczej po udarze mózgu. *Studia Psychologiczne*, 46, 19-34.
- Kądziaława, D. (red.) (1990). *Podręcznik do Baterii Testów Neuropsychologicznych Halstead-Reitana* (mps, Wydział Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie).
- Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281-297.
- Macmillan, M. (1996). The concept of inhibition in some nineteenth century theories of thinking. *Brain and Cognition*, 30, 4-19.
- Matczak, A. (1994). *Diagnoza intelektu*. Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Psychologii PAN.
- Miller, B. L., Cummings, J. L. (red.) (2007). *The human frontal lobes: Functions and disorders*. New York: The Guilford Press.
- Mroziak, J. (1992). *Równoważność i asymetria funkcjonalna półkul mózgowych*. Warszawa: Wydział Psychologii UW.
- Ross, T. P. (2003). The reliability of cluster and switch scores for the Controlled Oral Word Association Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 18, 153-164.
- Sherer, M., Krull, K. R., Adams, R. L. (1995). Interpretive significance of variability of performance on neuropsychological tests. *Applied Neuropsychology*, 2, 39-41.
- Stuss, D. T., Murphy, K. J., Binns, M. A., Alexander, M. P. (2003). Staying on the job: The frontal lobes control individual performance variability. *Brain*, 126, 2363-2380.
- Szepietowska, E. M., Gawda, B. (2011). *Ścieżkami fluencji werbalnej*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- Toczek, S. (1961). Zaburzenia procesu hamowania po uszkodzeniu okolicy czołowej mózgu u człowieka. W: J. Konorski, H. Koźniewska, L. Stępień, J. Subczyński (red.), *Z zagadnień patofizjologii wyższych czynności nerwowych po uszkodzeniach mózgu u człowieka* (s. 145-179). Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Rozprawy Wydziału Nauk Medycznych PAN.
- Tomaszewski, T. (1967). Aktywność człowieka. W: M. Maruszewski, J. Reykowski, T. Tomaszewski (red.), *Psychologia jako nauka o człowieku* (s. 221-278). Warszawa: Książka i Wiedza.
- Vataja, R., Pohjasvaara, T., Mäntylä, R., Ylikoski, R., Leppävuori, A., Leskelä, M., Kalska, H., Hietanen, M., Aronen, H. J., Salonen, O., Kaste, M., Erkinjuntti, T. (2003). MRI correlates of executive dysfunction in patients with ischaemic stroke. *European Journal of Neurology*, 10, 625-631.

PROFILE-BASED ANALYSIS OF EXECUTIVE DYSFUNCTIONS  
IN NEUROPSYCHOLOGICAL EXAMINATION  
OF PATIENTS AFTER STROKE

S u m m a r y

Executive dysfunction (ExD) is a relatively common new diagnostic entity, which includes variety of symptoms of disorganized behavior, such as loss of ability to programming, initiating, and controlling ongoing actions. One of the most common origin of ExD is ischaemic stroke. Forty-three patients following unilateral hemispheric stroke were submitted to five tasks of executive functions, which is believed to measure an overall flexibility of problem solving (Wisconsin Card-Sorting Test), ability to switch of attention (Trail Making Test, Controlled Oral Word Association Test), and inhibitory control processes (Stroop Color-Word Test, go/no-go task). Subjects were divided into three anatomically-defined groups. The area of structural damage was limited entirely to the respective frontal lobe, subcortical region (mostly striatum, thalamus, and/or internal capsule) or posterior (non-frontal) cortices. All brain lesions were verified by CT or MR scan. Also, 25 healthy subjects took part in the study. Results showed: (a) patients' group manifested variety of ExD which were heterogeneous with respect to severity and character, (b) the most severe deficit was disinhibition of automatic response in go/no-go task, (c) the patients with frontal or subcortical lesions had more difficulties controlling (inhibiting) ongoing verbal and motor responses than the patients with posterior cerebral lesions, (d) utility of profile-based analysis (pattern analysis of test scores) was emphasized in diagnosis of intraindividual heterogeneity in executive functioning after stroke. For instance, a strong association was found between extent of intraindividual differences of test scores and the overall severity of ExD.

**Key words:** executive functions, frontal lobes, control, inhibition, stroke.