

# Neuropsychologiczna interpretacja zaburzeń wzrokowo-przestrzennych i psychomotorycznych po udarze niedokrwiennym mózdzku

## Neuropsychological interpretation of visuospatial and psychomotor disorders after cerebellar ischaemic stroke

Krzysztof Jodzio

Instytut Psychologii, Uniwersytet Gdański, Gdańsk, Polska

Neuropsychiatria i Neuropsychologia 2020; 15, 3–4: 116–124

### Adres do korespondencji:

prof. Krzysztof Jodzio  
Instytut Psychologii  
Uniwersytet Gdański  
ul. Bażyńskiego 4, 80-309 Gdańsk  
e-mail: [krzysztof.jodzio@ug.edu.pl](mailto:krzysztof.jodzio@ug.edu.pl)

### Streszczenie

**Wstęp:** Rola mózdzku w regulacji procesów psychicznych stanowi obecnie przedmiot intensywnej debaty. Udar niedokrwienny mózdzku jest relatywnie rzadko stwierdzanym zespolem klinicznym, który może spowodować rozmaite deficyty natury neuropoznawczej. Celem badań była neuropsychologiczna diagnostyka wybranych funkcji poznawczych (tj. wzrokowo-przestrzennych i psychomotorycznych) u osób z wybiórczymi naczyniowymi uszkodzeniami mózdzku, jak również określenie związku lokalizacji tych uszkodzeń ze specyfiką deficytów poznawczych.

**Materiał i metody:** W badaniach uczestniczyło 14 pacjentów (3 kobiety i 11 mężczyzn) po udarze niedokrwiennym ograniczonym do jednej półkuli mózdzku (7 lewej i 7 prawej). Badania za pomocą testu figury złożonej Reya-Osterrietha i testu tappingu z baterii Halsteda-Reitana przeprowadzono do 30. dnia po zachorowaniu. Grupę kontrolną o podobnej charakterystyce demograficznej stanowiło 28 osób zdrowych, przy czym wartości średnie i odchylenia standardowe ich wyników testowych posłużyły jedynie do przekształcenia wyników surowych uzyskanych przez chorych na postać zestandaryzowaną.

**Wyniki:** U większości pacjentów po udarze mózdzku stwierdzono nieharmonijnie nasilone dysfunkcje wzrokowo-przestrzenne i spowolnioną motorykę rąk podczas wykonywania palcem wskazującym serii izolowanych ruchów. Poprawnie przypomniana figura Reya-Osterrietha po kilku minutach wykluczyła zaburzenia pamięci wzrokowej. Istotny okazał się związek lateralizacji uszkodzeń mózdzku ze specyfiką ich objawów. Zaburzenia wzrokowo-przestrzenne były charakterystyczne tylko dla uszkodzeń prawej półkuli mózdzku, a oburęczne spowolnienie i dezorganizację ruchową palców rąk stwierdzono po zawale tak lewej, jak i prawej półkuli. Zawalowi lewostronnemu towarzyszyły przy tym najcięższe zaburzenia motoryczne.

**Wnioski:** Udar mózdzku często powoduje indywidualnie różnicowane zaburzenia poznawcze, których

### Abstract

**Introduction:** The role of the cerebellum in psychological functioning has been under debate. Cerebellar stroke is uncommon, but may result in various neurocognitive complications.

**Aim of the study:** The present study intends to investigate selected aspects of neuropsychological functioning (i.e. visuospatial and psychomotor abilities) of patients with selective cerebellar lesions and to evaluate the significance of laterality in cognitive symptoms.

**Material and methods:** Fourteen patients (3 women and 11 men) with stroke-induced infarctions limited only to the left or right cerebellar hemisphere (7 left- and 7 right-sided cerebellar lesions, respectively) as verified by neuroradiological findings underwent a neuropsychological assessment at the acute stage (no more than 30 days following their stroke). Their performance was compared with 28 demographically matched normal controls (NC). Subjects were assessed with the Rey-Osterrieth Complex Figure Test (CFT) and the Polish adaptation of the Finger Tapping Test (FTT). Standardized scores (z-scores) for each patient were calculated from the raw test scores. Transformation was conducted based on means and standard deviations values from NC.

**Results:** The majority of the patients manifested visuospatial and/or psychomotor impairments with varying degrees of severity. However, no visual memory problems were observed since the delayed recall trial on the CFT was normal in contrast to the copy trial. A significant predictor of specific symptoms was localisation of cerebellar lesions. Patients with left cerebellar lesions were slow on the FTT (both left and right hands) only, whereas those with right cerebellar stroke performed significantly worse on both motor (i.e. tapping – FTT) and visuospatial (CFT – copy trial) tests.

**Conclusions:** Cerebellar stroke may result in heterogeneous cognitive difficulties, including psychomotor slowness and impairment of visuospatial perception, which contrast with sparing memory.

kliniczna heterogeniczność wynika z odmiennej, tzn. lewopółkulowej lub prawopółkulowej, lokalizacji zawałów mózdzku.

**Słowa kluczowe:** udar mózdzku, funkcje poznawcze, diagnostyka neuropsychologiczna.

## Wstęp

Zawały mózdzku (*cerebellar infarction*) należą do relatywnie rzadko stwierdzanych zdarzeń klinicznych. Częstość ich występowania wynosi ok. 3% wszystkich udarów niedokrwiennych mózgowia. Pod względem etiologicznym przeważają zatory kardiogenne (Rabinstein i Resnick 2013), miażdżycza naczyń układu kręgowo-podstawnego (Calic i wsp. 2017) i zakrzepy tętnicy dolnej tylnej mózdzku (Cano i wsp. 2012; Edlow i wsp. 2008). Diagnostyka różnicowa udaru niedokrwiennego mózdzku nie jest łatwa, ponieważ objawy często są opisywane jako międzyosobniczo zróżnicowane, niespecyficzne, a nawet klinicznie mylące i łatwe do przeoczenia podczas standardowego badania lekarskiego. Ponadto wielu chorych, bagatelizując lub błędnie interpretując odczuwane objawy, późno zgłasza się do lekarza. Konsekwencje bywają poważne, ponieważ zawałowi mózdzku towarzyszy niekiedy narastający, masywny i potencjalnie śmiertelny jego obrzęk, powodujący efekt masy z uciskiem na pień mózgu, a następnie szybkie wgłobienie (Rabinstein i Resnick 2013). Jak ustalili Calic i wsp. (2017), w przeciwieństwie do obrazu klinicznego udarów mózgu uszkodzenia naczyniopochodne mózdzku, zwłaszcza niewielkie i zlokalizowane w jego płacie tylnym, rzadko powodowały silne nudności, wymioty, zaburzenia chodu, ataksję kończyn czy dyzartrię. Co więcej, stan ogólny chorych po udarze niedokrwiennym poprawiał się szybciej w przypadku zawałów mózdzku niż mózgu. Przemijający charakter miały także zaburzenia funkcjonowania poznawczego po zawale mózdzku (Hokkanen i wsp. 2006).

Inne opisy psychologicznych następstw naczyniopochodnych uszkodzeń mózdzku skłaniają jednak do ostrożniejszych prognoz. W pracy Schmahmanna (2019) sprawność psychiczna pacjentów po udarze mózdzku wolno wracała do normy nawet po remisji objawów neurologicznych, np. motorycznych w postaci ataksji, która częściej stanowiła objaw uszkodzenia przedniego niż tylnego płata mózdzku (Schmahmann i wsp. 2009; Stoodley i wsp. 2016). Wiele chorych opisanych przez Schmahmanna (2019), w tym praktycznie wszyscy z uszkodzeniem zlokalizowanym we wspomnianym płacie tylnym

**Key words:** cerebellar stroke, cognitive functions, neuropsychological assessment.

mózdzku, nadal zmagano się z różnymi problemami psychicznymi. Ich najczęściej rezydualny przebieg opisali także Neau i wsp. (2000), którzy ponownie zbadali 13 chorych rok po zawale mózdzku z użyciem baterii popularnych testów neuropsychologicznych do pomiaru funkcji pamięciowych, wykonawczych, językowych i wzrokowo-przestrzennych. Profile deficytów poznawczych były przy tym heterogeniczne, czyli zindywidualizowane w sposób praktycznie uniemożliwiający określenie typowych deficytów.

Nieco wcześniej, pod koniec lat 90. XX w., deficyty natury psychicznej towarzyszące zespołom mózdkowym usystematyzowali Schmahmann i Sherman (za: Schmahmann 2009, 2019), którzy po przebadaniu 20 pacjentów z wybiórczymi i etiologicznie zróżnicowanymi uszkodzeniami mózdzku zaproponowali umowną kategorię diagnostyczną mózdkowego zespołu zaburzeń poznawczo-emocjonalnych (*cerebellar cognitive affective syndrome* – CCAS). Zespół mają współtworzyć cztery objawy:

- dysfunkcje wykonawcze, utrudniające planowanie i dokonywanie płynnych przełączeń myślowych;
- zdezorganizowany sposób rozwiązywania zadań wzrokowo-przestrzennych z towarzyszącym deficytem zapamiętywania wzrokowego;
- zaburzenia w sferze emocjonalno-osobowościowej, w tym rozhamowanie bądź spłylenie afektu;
- zaburzenia językowe w postaci anomii, aprozodii i agramatyzmu.

Zdaniem Schmahmanna i Sherman (za: Schmahmann 2009, 2019) powyższe objawy w sensie patopsychologicznym wynikają ze swoistej dysmetrii myślowej, czyli poznawczej, charakterystycznej także dla psychoz schizofrenicznych. Choć termin CCAS zyskuje coraz większą popularność (Ahmadian i wsp. 2019; Kozioł i wsp. 2014), to hipoteza dysmetrii wydaje się znaczeniowo niejasna i dyskusyjna choćby dlatego, że psychozy nie są typowym objawem uszkodzenia mózdzku u dorosłych (Jodzio 2020).

Dotychczas scharakteryzowano głównie kliniczne i lokalizacyjne (anatomiczne) cechy CCAS, mniej zaś jego etiologię, trudno zatem ocenić diagnostyczną trafność, a tym samym przydatność omawianego zespołu w rozpoznawaniu i leczeniu udarów niedokrwiennych mózdzku. Pomimo

rosnącego zainteresowania rolą mózdzku w regulacji złożonych, wyżej zorganizowanych zachowań człowieka (Buckner 2013; Koziol i wsp. 2014; Starowicz-Filip i wsp. 2013; Timmann i Daum 2007) oraz etiologią ich zaburzeń (Ahmadian i wsp. 2019; Jodzio i wsp. 2007; Jodzio 2020; Schmahmann 2009) w piśmiennictwie polskim jest niewiele prac ściśle poświęconych psychicznym następstwom udarów mózdzku (Bartczak i wsp. 2011), a wyniki badań prowadzonych za granicą są niespójne. Przykładem mogą być odmienne poglądy na specyfikę i nasilenie zaburzeń funkcjonowania psychicznego oraz ich hipotetyczny związek z rozległością i lokalizacją zawałów mózdzku. Większych wątpliwości nie budzi jedynie sama epidemiologia omawianych zaburzeń, zaliczanych do częstych objawów udaru mózdzku. Zdaniem Hokkanena i wsp. (2006) przeważają łagodne i wybiórcze deficyty poznawcze, których predyktorem jest lateralizacja zawału mózdzku. Uszkodzeniom lewostronnym towarzyszyły bowiem deficyty wzrokowo-przestrzenne, a uszkodzeniom prawostronnym – deficyty pamięci słownej. Ponadto opisano przyczynowy związek zawału prawej półkuli mózdzku z rozwojem uogólnionych dysfunkcji wykonawczych, które utrudniały rozwiązywanie tak popularnych zadań, jak test nazw i kolorów Stroopa, test łączenia punktów i test (kodowania) symboli cyfr. Co więcej, dysfunkcje wykonawcze u niektórych chorych po udarze mózdzku zarówno niedokrwiennym, jak i krwotocznym występowały z zaburzeniami pamięciowymi i wzrokowo-przestrzennymi. Cały obraz zaburzeń wydaje się przez to zindywidualizowany i heterogeniczny (Shin i wsp. 2017), prawdopodobnie ukształtowany także przez wielkość uszkodzenia mózdzku. Ostatnią hipotezę sformułowali Bolceková i wsp. (2017) na podstawie badań chorych z niedokrwieniem lub guzem mózdzku (odpowiednio 15 i 10 osób). Poziom funkcjonowania poznawczego określony neuropsychologicznie odwrotnie korelował z rozległością uszkodzenia mózdzku w obrazowaniu rezonansem magnetycznym (RM). Z kolei wyniki badań Neau i wsp. (2000) wskazały deficyty poznawcze wskutek rozmaitych zawałów mózdzku u ok. 90% chorych. Kliniczna charakterystyka tych deficytów była relatywnie bogata, jednak niewiele różniła się w przypadku uszkodzenia odrębnych części mózdzku. Niektóre objawy przypominały zespół płata czołowego, inne zaś obraz uszkodzenia płata ciemieniowego mózgu. U nielicznych chorych stwierdzono depresję.

Zróznicowane i niespójne oceny funkcjonowania psychicznego po udarze niedokrwiennym

mózdzku skłaniają do twierdzenia, że współczesna diagnostyka zespołów mózdzkowych wymaga interdyscyplinarnego i kompleksowego podejścia (por. Koziol i wsp. 2014), które ułatwi wykrycie objawów istotnych dla jakości życia, kondycji psychicznej i codziennego funkcjonowania pacjentów. Do takiego ujęcia ściśle nawiązuje problematyka poniżej opisanych badań własnych.

Celem badań była neuropsychologiczna diagnostyka wybranych funkcji poznawczych u osób z wybiórczymi uszkodzeniami mózdzku pochodzenia naczyniowego. Zaplanowano badania procesów wzrokowo-przestrzennych i sprawności psychomotorycznej palców rąk we wczesnym okresie po jednostronnym udarze niedokrwiennym mózdzku (por. „Uczestnicy i procedura”). Zidentyfikowanie hipotetycznych zaburzeń poprzedzało ich wieloaspektową analizę, która koncentrowała się na dwóch hipotezach szczegółowych. Pierwsza dotyczy klinicznej charakterystyki zaburzeń poznawczych, w tym opisu ich rodzaju i nasilenia. Testowano hipotezę, że ocena całego profilu nieharmonijnie zaburzonych funkcji umożliwi identyfikację zarówno dominujących, niejako typowych objawów udaru mózdzku, jak i funkcji psychicznych słabiej zaburzonych oraz pozostających w normie. Zweryfikowano też drugą hipotezę, zgodnie z którą lokalizacja poudarowych uszkodzeń mózdzku jest istotnym predyktorem klinicznie specyficznych zaburzeń funkcjonowania poznawczego w postaci deficytów wzrokowo-przestrzennych i psychomotorycznych. Innymi słowy, spodziewano się, że neuropsychologiczne następstwa wybiórczego uszkodzenia lewej bądź prawej półkuli mózdzku będą przynajmniej częściowo zróżnicowane. Mocno eksploracyjny charakter badań własnych nie pozwala przy tym na sformułowanie bardziej szczegółowych przewidywań.

## Materiał i metody

### Uczestnicy i procedura

W badaniach uczestniczyło 14 praworęcznych pacjentów (3 kobiety, 11 mężczyzn) po udarze niedokrwiennym mózdzku, którzy przebywali w Klinice Neurologii Dorosłych Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Do badań dobierano kolejnych pacjentów przyjętych do kliniki, uwzględniając poniższe kryteria. U wszystkich chorych uszkodzenie miało charakter izolowany, tzn. ogniskowy i ograniczony do jednej półkuli mózdzku. U 7 chorych była to półkula lewa, u 7 prawa. Obecność i lokalizację uszkodzenia potwierdzano za pomocą konwencjonalne-

go RM i/lub tomografii komputerowej (TK). Do badań kwalifikowano wyłącznie osoby we względnie wczesnej fazie choroby. Badania przeprowadzano do 30. dnia od udaru, jednak nie wcześniej niż trzy doby po zachorowaniu. Jak bowiem wiadomo, uwidocznienie niewielkich ognisk zawałowych w badaniu TK zwykle nie jest możliwe w ciągu 24 godzin od wystąpienia objawów klinicznych. Z badań wykluczono chorych z uszkodzeniem struktur mózgowia innych niż mózdzek, a także pacjentów z wcześniej rozpoznanymi chorobami neurologicznymi i/lub psychicznymi. Średni wiek pacjentów oraz czas nauki szkolnej wynosiły odpowiednio 53,93 roku (SD = 10,63) oraz 12,57 roku (SD = 3,18). Chorzy zostali poinformowani o celu badania i wyrazili na nie pisemną zgodę. Projekt otrzymał pozytywną opinię Komisji Etyki ds. Projektów Badawczych przy Instytucie Psychologii Uniwersytetu Gdańskiego (29/2020) (tab. 1).

Grupę kontrolną stanowiło 28 praworęcznych osób zdrowych (7 kobiet, 21 mężczyzn). Średni wiek i czas nauki szkolnej wynosiły odpowiednio 56,71 roku (SD = 11,90) oraz 14,28 roku (SD = 3,03). Wyniki badania (wartości średnie i odchylenia standardowe) tej grupy posłużyły jedynie do przekształcenia wyników surowych w grupie klinicznej, tzn. ich transformacji na wyniki standaryzowane. Grupy nie różniły się istotnie pod względem płci ( $\chi^2 = 0,07$ ,  $p = 0,79$ ), wieku ( $t = 0,77$ ,  $p = 0,45$ ) i wykształcenia ( $t = 1,67$ ,  $p = 0,11$ ).

## Metody

Procesy wzrokowo-przestrzenne zbadano przy użyciu testu figury złożonej (*Complex Figure Test* – CFT). Ze względu na dużą popularność testu ograniczono się jedynie do niezbędnego opisu. Skonstruowaną przez André Reya metodę spopularyzował Paul Osterrieth (Spreen i Strauss 1990; Strupczewska 1990). Zastosowanie figury polecane jest do badania percepcji wzrokowej,

koordynacji wzrokowo-ruchowej oraz pojemności pamięci. Figurę o skomplikowanej strukturze skonstruowano z 18 elementów tak, że każdy z nich można narysować w sposób izolowany, jednak ułożenie ich w całość nie jest zadaniem łatwym, bo wymaga złożonej organizacji percepcyjnej i zdolności planowania. Każdy badany przerysowywał prezentowaną figurę (kopia) bez ograniczeń czasowych. Następnie, po upływie ok. 3 minut, proszono o przypomnienie figury (reprodukcja). Poprawność wykonania odzwierciedlały osobne wyniki uzyskane za kopię i reprodukcję z pamięci.

Ocenę sprawności, tzn. szybkości i kontroli psychomotorycznej palców rąk, umożliwił test tappingu (*Finger Tapping Test* – FTT), który zaczerpnięto z baterii neuropsychologicznej Halsteda-Reitana, stanowiącej jedną z najpopularniejszych metod testowej diagnostyki neuropsychologicznej (Christianson i Leatham 2004; Spreen i Strauss 1990). Polską wersję baterii przygotował zespół pod kierunkiem Danuty Kądziaławy (1990). Test tappingu mierzy szybkość izolowanych ruchów wykonywanych palcem wskazującym każdej ręki. Częstość takich ruchów na ogół zmniejsza się w wyniku uszkodzenia mózgu. Wykorzystując przyrząd do pomiaru tappingu, przeprowadzono dla każdej ręki pięć 10-sekundowych prób, przedzielonych 30-sekundową przerwą na odpoczynek. Przed rozpoczęciem testu każdy badany odbył krótkie ćwiczenie. Ręka osoby badanej, oparta na przegubie, spoczywała na przyrządzie do pomiaru tappingu, tak aby kciuk był z jednej strony, palec wskazujący na przycisku, a pozostałe palce z drugiej strony. Zgodnie z instrukcją podręcznikową badanego zachęca się, by stukał jak najszybciej. Wynik testu dla każdej ręki oddzielnie stanowiła średnia z 5 kolejnych ważnych prób, podczas których nie zdarzyły się żadne uchybienia proceduralne (np. palec ześlizgnął się z przycisku).

Analizę statystyczną wyników po ich uprzedniej standaryzacji przeprowadzono z użyciem

Tabela 1. Charakterystyka socjodemograficzna badanych grup

Zmienne	Grupa kliniczna (osoby po udarze niedokrwiennym mózdku)		Grupa kontrolna (osoby zdrowe)	
	n	%	n	%
Płeć				
kobiety	3	21	7	25
mężczyźni	11	79	21	75
Średni wiek (lata)	53,93 (SD = 10,63)		56,71 (SD = 11,90)	
Wykształcenie w latach nauki szkolnej	12,57 (SD = 3,18)		14,28 (SD = 3,03)	

pakietu IBM SPSS Statistics, wersja 26. Na wstępie podano statystyki opisowe z wartościami średnich i odchyłeń standardowych w testach FTT i CFT. Następnie dla prób zależnych wykonano wewnątrzgrupową analizę wariancji (ANOVA) z powtarzanymi pomiarami i analizą wielokrotnych porównań średnich. Na koniec przeprowadzona została analiza wariancji z powtarzanym pomiarem w modelu mieszanym, który uwzględnia czynnik wewnątrzobiektywny i czynnik międzyobiektywny, zdefiniowany jako przynależność do danej podgrupy z jednostronnym uszkodzeniem mózdzku. Przewidziano dwie odrębne analizy dla każdego testu (FTT i CFT). Za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p < 0,05$ .

## Wyniki

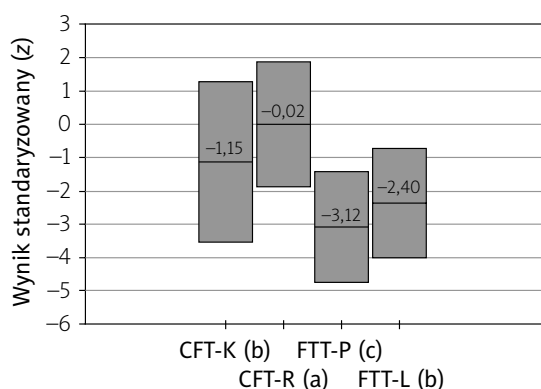
Przeanalizowano cztery wcześniej zestandaryzowane wyniki uzyskane przez pacjentów w dwóch testach, tzn. FTT i CFT. Osobno zmierzono tapping w ręce prawej (FTT-P) i lewej (FTT-L). Ocena wykonania CFT uwzględniała kopię (CFT-K) i reprodukcję z pamięci (CFT-R). Wyniki jako zmienne zależne umieszczono na tej samej skali, która umożliwia ich porównanie i określenie całego profilu. Zmienną niezależną była lokalizacja (strona) uszkodzenia mózdzku. Na potrzeby niektórych analiz zdefiniowano czynnik wewnątrzobiektywny w postaci dwóch pomiarów za pomocą danego testu diagnostycznego (FTT, CFT). Wszystkie analizy statystyczne oparto na wynikach zestandaryzowanych (na

podstawie wartości średnich i odchyłeń w grupie osób zdrowych).

Tylko jeden pacjent uzyskał wszystkie wyniki w normie, ponieważ nie przekraczały one wartości minus jeden, czyli dolnej granicy dopuszczalnego odchylenia od średniej w grupie kontrolnej. Znamienne jest, że chory ten był najmłodszy (36 lat) i miał wykształcenie wyższe. Inny pacjent wadliwie rozwiązał jedynie CFT-R, pozostałe 12 osób uzyskało co najmniej dwa wadliwe wyniki, najczęściej w FTT. Tę prawidłowość w przekroju całej grupy chorych, wyrażającą się przewagą problemów z wykonaniem FTT, potwierdziła statystyczna analiza wyników testowych. Jednoczynnikowa analiza wariancji (ANOVA) z powtarzanym pomiarem (czynnikiem wewnątrzobiektywnym na czterech poziomach) wykazała istotny efekt różnic pomiędzy wynikami ( $F(3,39) = 8,45$ ,  $p < 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,39$ ). Na podstawie porównań wielokrotnych (analizy *post hoc*) określono wynik najniższy (FTT-P:  $M = -3,12$ ,  $SD = 1,67$ ), wynik najwyższy (CFT-R:  $M = -0,02$ ,  $SD = 1,89$ ), który mieścił się w normie, jak również dwa względem siebie statystycznie jednakowe wyniki „pośrednie” uzyskane w FTT-L ( $M = -2,40$ ,  $SD = 1,64$ ) i CFT-K ( $M = -1,15$ ,  $SD = 2,42$ ), które różniły się od dwóch pozostałych (ryc. 1).

W celu sprawdzenia, czy lokalizacja podarowych uszkodzeń mózdzku wpływa na wykonanie testów (FTT, CFT) badających wybrane funkcje poznawcze, przeprowadzona została analiza wariancji z powtarzanym pomiarem w modelu mieszanym, który łączy schemat wewnątrz osób (czynnik wewnątrzobiektywny) ze schematem między osobami (czynnik międzyobiektywny). Wyniki w każdym teście przeanalizowano osobno.

W przypadku FTT oceniono efekty główne czynnika międzyobiektywnego (podgrupy chorych różniących się lokalizacją, czyli stroną uszkodzenia mózdzku), czynnika wewnątrzobiektywnego na dwóch poziomach odpowiadających wynikom wykonania testu ręką prawą (FTT-P) bądź lewą (FTT-L), a także hipotetyczną interakcję obydwu czynników. Dwie porównane podgrupy (z uszkodzeniem lewo- bądź prawostronnym) wcześniej zrównoważono pod względem następujących zmiennych ubocznych: wielkości próby (po 7 osób w każdej podgrupie), wieku pacjentów ( $t = 0,12$ ,  $p = 0,91$ ) oraz ich formalnego wykształcenia wyrażonego liczbą lat nauki ( $t = -1,82$ ,  $p = 0,10$ ). Nie stwierdzono efektów głównych obu czynników ( $p = 0,091$ ), za to ich istotną interakcję ( $F(1, 12) = 6,13$ ,  $p < 0,05$ ,  $\eta^2 = 0,34$ ). Można sformułować



Test figury złożonej: kopia (CFT-K) i reprodukcja (CFT-R)  
 Test tappingu: ręka prawa (FTT-P) i lewa (FTT-L)  
 Średnie wyniki w testach oznaczone tą samą literą a, b lub c w nawiasie nie różnią się w sposób statystycznie istotny (omówienie w tekście)

Ryc. 1. Profil wyników badania wybranych funkcji poznawczych u osób po udarach mózdzku

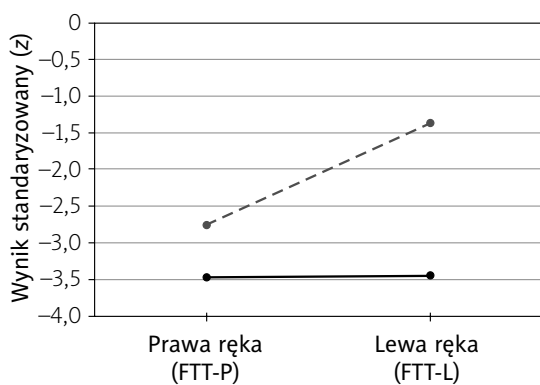
następującą prawidłowość: wpływ lokalizacji uszkodzenia mózdzku na zdolność tappingu okazał się wybiórczy, czyli złożony, ograniczał się bowiem jedynie do ręki lewej (FTT-L). U osób z uszkodzeniem lewej półkuli mózdzku wynik ten ( $M = -3,44$ ,  $SD = 0,96$ ) był istotnie niższy od wyniku osób z prawostronnym uszkodzeniem mózdzku ( $M = -1,36$ ,  $SD = 1,54$ ). Międzygrupowa różnica wyników badania ręki prawej (FTT-P) nie była statystycznie istotna. Analogicznie, w przeciwieństwie do uszkodzeń mózdzku po stronie prawej chorzy z uszkodzeniem po stronie lewej mieli jednakowe problemy z wykonaniem FTT zarówno lewą, jak i prawą ręką. Średnie wyniki odchyłały się od normy o więcej niż 3,4 punktu (ryc. 2).

Badanie za pomocą CFT ( $p = 0,76$ ) nie wykazało interakcji między omówionymi czynnikami. Efekty główne obu czynników osiągnęły poziom trendu zbliżonego do statystycznej istotności (ryc. 3). Zaobserwowane tendencje zasługują na uwagę z powodu relatywnie małej liczby zbadanych pacjentów po izolowanych i jednoznacznie zlokalizowanych udarach mózdzku, które w praktyce klinicznej są rozpoznawane znacznie rzadziej od udarów mózgu. Efekt główny podgrupy (czynnika międzyobiektowego) ilustruje wpływ lokalizacji uszkodzenia mózdzku na oba wyniki wykonania CFT. Z testem tym lepiej poradzili sobie chorzy z uszkodzeniem lewej półkuli mózdzku – uzyskali prawidłowe wyniki za kopię (CFT-K:  $M = -0,34$ ,  $SD = 0,80$ ) i przypomnienie (CFT-R:  $M = 0,95$ ,  $SD = 1,35$ ), w przeciwieństwie do pacjentów z uszkodzeniem półkuli prawej, których wyniki za CFT-K ( $M = -1,95$ ,  $SD = 3,24$ ) i CFT-R ( $M = -1,00$ ,  $SD = 1,92$ ) były niższe ( $F(1, 12) = 3,63$ ,  $p = 0,08$ ,  $\eta^2 = 0,230$ ). Z kolei efekt główny czynnika wewnątrzobiektowego na

dwóch poziomach w postaci CFT-K i CFT-R oznacza w obu podgrupach większe trudności z kopiowaniem (przerysowywaniem) figury testowej aniżeli jej późniejszym przypominaniem ( $F(1, 12) = 4,02$ ,  $p = 0,06$ ,  $\eta^2 = 0,25$ ).

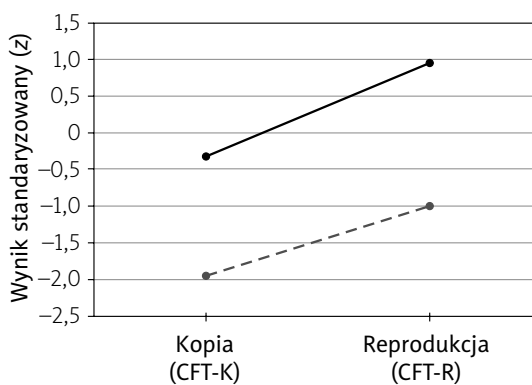
## Dyskusja

U zdecydowanej większości pacjentów (13 z 14), którzy zostali zbadani neuropsychologicznie po izolowanym, niedawno przeżytym udarze niedokrwiennym mózdzku, stwierdzono deficyty percepcji wzrokowo-przestrzennej i szybkości motorycznej palców rąk. Typowe były problemy z przerysowaniem skomplikowanej figury (CFT) i wykonywaniem pod presją czasu tzw. tappingu, czyli izolowanych, seryjnie zorganizowanych ruchów palcem wskazującym każdej ręki (FTT). W przeciwieństwie do publikacji opisujących subtelne i słabo zróżnicowane dysfunkcje poznawcze po udarze mózdzku (Hokkanen i wsp. 2006) badania własne wykazały ich specyficzną wybiórczość, a przynajmniej nieharmonijne nasilenie, które opisali także Neau i wsp. (2000). W obrazie klinicznym dominowało manualne spowolnienie (tappingu), szczególnie w ręce preferowanej, przy czym u wszystkich badanych była to ręka prawa. Stopień nasilenia tego objawu należy ocenić jako ciężki, ponieważ zestandaryzowane wyniki pacjentów w FTT odchyłały się od normy (ustalonej na podstawie badania osób zdrowych) średnio o 2–3 punkty (ryc. 1), które na skali stenowej, zgodnie z metodologicznymi założeniami psychometrii (Brzeziński 1980), oznaczają najniższy poziom wykonania testu. Pierwotnie zaproponowana charakterystyka CCAS wydaje się zatem niepełna (Ahmadian i wsp. 2019; por. też „Wstęp”) i warto ją uzupełnić o szczegóło-



— Osoby z uszkodzeniem lewej półkuli mózdzku  
 - - Osoby z uszkodzeniem prawej półkuli mózdzku

Ryc. 2. Wykonanie testu tappingu (FTT) przez osoby po jednostronnych udarach mózdzku



— Osoby z uszkodzeniem lewej półkuli mózdzku  
 - - Osoby z uszkodzeniem prawej półkuli mózdzku

Ryc. 3. Wykonanie kopii i reprodukcji figury złożonej Reya (CFT) przez osoby po jednostronnych udarach mózdzku

wą ocenę czynności manualnych, przynajmniej w diagnostyce zawałów mózdzku.

Z dokonanego przez Spreena i Strauss (1990) przeglądu badań wynika, że FTT w praktyce neuropsychologicznej należy do chętnie używanych technik wykrywania etiologicznie zróżnicowanej, a nawet klinicznie skąpoobjawowej patologii mózgu, w tym takiej, która zaburza również funkcje poznawcze, nie tylko czysto ruchowe. Spowolnienie sekwencyjnych ruchów palca wskazującego może bowiem wynikać z dezintegracji wyższej zorganizowanych procesów nerwowych, sterujących uwagą dowolną, samokontrolą, dynamiką myślenia czy nabywaniem wprawy podczas uczenia się proceduralno-ruchowego. Jak wiadomo, mózdzek dokonuje komparacji ruchu zaplanowanego, dzięki czemu koryguje ewentualne błędy działania. W sensie psychologicznym kontrola dowolnych ruchów przez mózdzek wymaga wycucia czasu ich trwania i sekwencyjnie zorganizowanego przebiegu. Dzięki mózdzkowi również bodziec wzrokowy zostaje we właściwym momencie zintegrowany z reakcją ruchową (Jodzio 2011). Co interesujące, objawy wykrywane za pomocą FTT w różnych populacjach pacjentów bywają obustronne nawet przy ogniskowych uszkodzeniach tylko jednej półkuli mózgu. Badania własne poniekąd potwierdziły tę tendencję, przy czym bardziej jednoznacznie w przypadku chorych z lewo- niż prawopółkulowym uszkodzeniem mózdzku. Jedynie chorzy po lewostronnym zawałe mieli jednakowo duże problemy z wykonaniem FTT ręką tak prawą, jak lewą (ryc. 2). Niemniej jednak interpretacja podobnych ustaleń nie jest prosta, odkąd wiadomo, że elementarne objawy mózdzkowe w praktyce neurologicznej, takie jak ataksja, drżenie zamiarowe czy obniżenie napięcia mięśniowego, są zwykle ipsilateralne, tzn. występują po stronie uszkodzonej półkuli mózdzku (Mazur i Nyka 1997). W świetle wyników badań Stoodley i wsp. (2016) w przebiegu parcjalnych zawałów mózdzku, ograniczonych do jednego z jego płatów, należy się spodziewać równie selektywnych zaburzeń o charakterze bardziej ruchowym (pogarszającym m.in. tapping) albo *stricte* poznawczym w zakresie samokontroli procesów przetwarzania informacji językowych i przestrzennych.

Przeprowadzone badania pokazały także inną, nieco bardziej wysublimowaną dysocjację, którą ilustruje zróżnicowana ocena stanu funkcji wzrokowo-przestrzennych zbadanych za pomocą CFT. Mianowicie rysunkowa kopia figury testowej była wadliwa, przy czym jej ocena tylko nieznacznie, tj. na poziomie zaburzeń lekkich,

przekroczyła odchylenie standardowe od średniej uzyskanej przez osoby zdrowe (ryc. 1). Choć zaburzenia funkcji wzrokowo-przestrzennych na skutek patologii mózdzkowej zostały wielokrotnie udokumentowane (Jodzio i wsp. 2007; Molinari i wsp. 2004; Schmahmann 2019; Shin i wsp. 2017), to w przekroju analizowanych wyników (FTT-R, FTT-L, CFT-K, CFT-R) uwagę zwraca prawidłowo zreprodukowana (przypomniana) figura testowa (CFT-R). Ponowny rysunek wykonany z pamięci po kilku minutach świadczy o poprawnym przebiegu procesów konsolidacji świeżych śladów pamięciowych, przynajmniej wzrokowych. Konsolidacja zachodzi w hipokampach usytuowanych w płatach skroniowych mózgu, dlatego powszechnym objawem ich uszkodzenia jest zapominanie (Jodzio 2011). Najwięcej projekcji mózdzek wysyła jednak poprzez włókna do kory asocjacyjnej płatów czołowych, zwłaszcza okolicy przedczołowej (Schmahmann 2009), z którą współtworzy rozbudowaną pętlę neuronalną o dwukierunkowym przebiegu. Obejmuje ona drogi wychodzące z mózdzku i kierujące się przez wzgórze do kory mózgu, która z kolei przekazuje informacje do mózdzku za pośrednictwem mostu (Narkiewicz i Moryś 2001). Cały ten obwód, wskutek jego dowolnie zlokalizowanego uszkodzenia i anatomicznej dyskoneksji, łatwo może ulec funkcjonalnej dezorganizacji. Dlatego niektóre objawy uszkodzenia mózdzku, np. dysfunkcje wykonawcze, przypominają objawy uszkodzenia płatów czołowych mózgu (Jodzio 2011; Koziol i wsp. 2014). Warto wspomnieć, że płaty czołowe regulują nie tylko najbardziej złożone procesy psychiczne, lecz także czynności ruchowe człowieka, niezbędne do wykonania m.in. zadań typu FTT.

Całościową interpretację heterogenicznych, nieproporcjonalnie nasilonych zaburzeń wzrokowo-przestrzennych i psychomotorycznych ułatwiła analiza ich przyczynowego związku z lokalizacją poudarowych uszkodzeń mózdzku. Wpływ lokalizacji zawału na jego obraz kliniczny jest istotny i zarazem złożony, nie zachodził bowiem w jednakowy sposób w badaniach za pomocą odrębnych testów, tzn. FTT i CFT. Ocena spowolnienia manualnego uwidoczniała interakcję lokalizacji uszkodzenia mózdzku i ręki, na niekorzyść osób po zawałe lewostronnym. Efekt międzygrupowy okazał się ponadto silniejszy w ręce lewej niż prawej (ryc. 2). Inny charakter miał związek lokalizacji (strony) uszkodzenia z wykonaniem CFT. Tym razem to chorzy z uszkodzeniem lewej półkuli mózdzku poradzili sobie lepiej niż osoby z uszkodzeniem

po stronie prawej, ponieważ tylko ich wyniki mieściły się w normie (ryc. 3). Na tej podstawie zdezorganizowany sposób rozwiązywania zadań wzrokowo-przestrzennych z towarzyszącym deficytem zapamiętywania wzrokowego trudno uznać za obligatoryjny objaw CCAS. Podobne konkluzje sformułowali Molinari i wsp. (2004) na podstawie badań 39 pacjentów z uszkodzeniem mózdku o mieszanej etiologii. Chociaż większość chorych miała problemy wzrokowo-przestrzenne w postaci niezdolności dokonywania wyobrażeniowych rotacji, np. podczas rozwiązywania podtestu „klocki” ze skali inteligencji Wechslera (por. Spreen i Strauss 1990), to deficyty przestrzenne były mniej nasilone niż dysfunkcje wykonawcze.

W świetle przeprowadzonych analiz omawiane zaburzenia wzrokowo-przestrzenne były charakterystyczne dla uszkodzeń prawej półkuli mózdku. Zgodnie z ustaleniami innych badaczy (Bartczak i wsp. 2011; Marien i wsp. 2001) prawostronnym uszkodzeniom mózdku towarzyszą przede wszystkim zaburzenia werbalne i językowe, przypominające objawy uszkodzenia prawej półkuli mózgu. Ich nieprzypadkowy rozwój ma wynikać z tzw. skrzyżowanej diaschizy mózdkowo-mózgowej (Bartczak i wsp. 2011; Hokkanen i wsp. 2006; Pietrzykowski i wsp. 1997), powodującej ustanie fizjologicznych procesów wzajemnego pobudzania i hamowania się mózdku oraz mózgu. Innymi słowy, uszkodzenie mózdku tłumi aktywność psychologicznie strategicznych ośrodków mózgowych, ale najczęściej po stronie przeciwnej do miejsca uszkodzenia. Ta interpretacja nie wyjaśnia jednak patomechanizmu wszystkich stwierdzonych objawów zawału mózdku, choćby silnego i w dodatku oburęcznego spowolnienia sekwencyjnych ruchów palca wskazującego po lewostronnym zawale mózdku. Wyjaśnienie tej kwestii ograniczające się do koncepcji asymetrii funkcjonalnej półkul mózgowych współcześnie należy ocenić jako zbyt uproszczone (Mroziak 1992), szczególnie w obliczu złożonej, niejednoznacznej i czasowo zmiennej symptomatyki, jaką powszechnie przypisuje się udarowi niedokrwiennemu mózdku (Rabinstein i Resnick 2013). Obok diaschizy i szerszej rozumianych objawów neurodynamicznych w patogenie objawów mózdkowych nie można wykluczyć bardziej specyficznych i zróżnicowanych wpływów w wyniku zniszczenia określonych, psychologicznie wyspecjalizowanych struktur mózdku, które samodzielnie bądź poprzez liczne połączenia z niemal całym mózgiem (Schmahmann 2009) wybiórczo modulują aktywność

psychiczną w jej różnych przejawach. Kwestia ta w przeprowadzonych badaniach nie została wyjaśniona z powodu ograniczonej do 14 chorych grupy klinicznej. Wnioski z wykonanych badań należy zatem ostrożnie ekstrapolować na większą populację pacjentów, która obejmie także chorych po krwotocznych lub mieszanych incydentach naczyniowo-mózgowych.

## Wnioski

Przeprowadzone badania potwierdzają tezę, że zawał mózdku stwarza ryzyko wystąpienia zaburzeń funkcjonowania poznawczego w postaci deficytów wzrokowo-przestrzennych i psychomotorycznych, które wymagają uważnej oceny neuropsychologicznej. Stopień nasilenia tych deficytów był zróżnicowany – od lekkiego do ciężkiego, przy czym najwięcej problemów sprawiał chorym tzw. tapping, czyli szybkie wykonywanie palcem wskazującym serii izolowanych ruchów. Dołączały się na ogół łagodne zaburzenia wzrokowo-przestrzenne obserwowane podczas przerysowywania złożonej figury testowej. Ponowny rysunek wykonywany z pamięci po kilku minutach wykluczał już jednak zaburzenia pamięci świeżej wzrokowej – nie są one zatem typowym objawem tzw. mózdkowego zespołu zaburzeń poznawczo-emocjonalnych, przynajmniej w przebiegu wybiórczych zawałów mózdku.

Kliniczną heterogeniczność stwierdzonych objawów odzwierciedlają różnice indywidualne, których predyktorem okazała się lokalizacja zawału mózdku. Zaburzenia wzrokowo-przestrzenne były charakterystyczne tylko dla uszkodzeń prawej półkuli mózdku, natomiast oburęczne spowolnienie i dezorganizacja ruchowa palców rąk wystąpiła po zawale zarówno lewej, jak i prawej półkuli mózdku. Zawałowi lewostronnemu towarzyszyły przy tym najcięższe zaburzenia motoryczne. Patomechanizmu zaburzeń poznawczych w całości nie można interpretować jako skrzyżowanej diaschizy mózdkowej, czyli wtórnej dysfunkcji mózgu spowodowanej przeciwległym zawałem mózdku.

W kolejnych badaniach warto się skupić na poszukiwaniu konfiguracji objawów specyficznych dla schorzeń mózdku danego typu, np. zwyrodnieniowego czy naczyniowego. Diagnostyka neuropsychologiczna dostarczy ważnych wskazówek różnicowych, ułatwiających interpretację indywidualnej zmienności objawów także w przebiegu udaru mózdku, w tym jego hipotetycznego podobieństwa do etiologicznie pokrewnych zaburzeń, określanego ogólnym mianem naczyniopochodnego osłabienia funkcjo-



nowania poznawczego (*vascular cognitive impairment*), otępienia naczyniowego (*vascular dementia*) czy otępienia poudarowego (*post-stroke dementia*) (Barbay i wsp. 2017; Gorelick i wsp. 2016).

## Piśmiennictwo

- Ahmadian N, van Baarsen K, van Zandvoort M i wsp. The cerebellar cognitive affective syndrome – a meta-analysis. *Cerebellum* 2019; 18: 941-950.
- Barbay M, Taillia H, Nedelec-Ciceri C i wsp. Vascular cognitive impairment: advances and trends. *Rev Neurol* 2017; 173: 473-480.
- Bartczak E, Marcinowicz E, Kochanowski J. Zaburzenia funkcji poznawczych w udarze mózdzku a skrzyżowana diaschiza – opis przypadku. *Aktualn Neurol* 2011; 11: 18-22.
- Bolceková E, Mojzeš M, Van Tran Q i wsp. Cognitive impairment in cerebellar lesions: a logit model based on neuropsychological testing. *Cerebellum Atax* 2017; 4: 13.
- Brzeziński J. Elementy metodologii badań psychologicznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980.
- Buckner RL. The cerebellum and cognitive function: 25 years of insight from anatomy and neuroimaging. *Neuron* 2013; 80: 807-815.
- Calic Z, Cappelen-Smith C, Cuganesan R i wsp. Frequency, aetiology, and outcome of small cerebellar infarction. *Cerebrovasc Dis Extra* 2017; 7: 173-180.
- Cano LM, Cardona P, Quesada H i wsp. Cerebellar infarction: prognosis and complications of vascular territories. *Neurol* 2012; 27: 330-335.
- Christianson MK, Leatham JM. Development and standardisation of the computerised Finger Tapping Test: comparison with other finger tapping instruments. *NZ J Psychol* 2004; 33: 44-49.
- Edlow JA, Newman-Toker DE, Savitz SI. Diagnosis and initial management of cerebellar infarction. *Lancet Neurol* 2008; 7: 951-964.
- Gorelick PB, Counts SE, Nyenhuis D. Vascular cognitive impairment and dementia. *Biochim Biophys Acta* 2016; 1862: 860-868.
- Hokkanen LSK, Kauranen V, Roine RO i wsp. Subtle cognitive deficits after cerebellar infarcts. *Eur J Neurol* 2006; 13: 161-170.
- Jodzio K, Biechowska D, Gąsecki D i wsp. Współczesne problemy diagnostyczne w praktyce neuropsychologicznej na przykładzie uszkodzeń mózdzku. W: Człowiek u progu trzeciego tysiąclecia. Zagrożenia i wyzwania. Tom 2. Plopa M (red.). Wydawnictwo Elbląskiej Uczelni Humanistyczno-Ekonomicznej, Elbląg 2007; 307-317.
- Jodzio K. Diagnostyka neuropsychologiczna w praktyce klinicznej. Difin, Warszawa 2011.
- Jodzio K. Przydatność przesiewowej diagnostyki stanu psychicznego osób z izolowanymi uszkodzeniami mózdzku. *Aktualn Neurol* 2020; 20: 3-8.
- Kądziaława D. Podręcznik do Baterii Testów Neuropsychologicznych Halsteada-Reitana. Wydział Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1990 (maszynopis niepublikowany).
- Koziol LF, Budding D, Andreasen N i wsp. Consensus paper: the cerebellum's role in movement and cognition. *Cerebellum* 2014; 13: 151-177.
- Marien P, Engelborghs S, Fabbro F i wsp. The lateralized linguistic cerebellum: a review and a new hypothesis. *Brain Lang* 2001; 79: 580-600.
- Mazur R, Nyka W. Neurologia – myślenie kliniczne. Wydawnictwo Medyczne MAKmed, Gdańsk 1997.
- Molinari M, Petrosini L, Misciagna S i wsp. Visuospatial abilities in cerebellar disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 235-240.
- Mroziak J. Równoważność i asymetria funkcjonalna pól kul mózgowych. Seria Wydawnicza Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1992.
- Narkiewicz O, Moryś J. Neuroanatomia czynnościowa i kliniczna. Podręcznik dla studentów i lekarzy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001.
- Neau JF, Arroyo-Anllo E, Bonnaud V i wsp. Neuropsychological disturbances in cerebral infarcts. *Acta Neurol Scand* 2000; 102: 363-370.
- Pietrzykowski J, Chmielowski K, Skrzyński S i wsp. Fenomen diaschizy. Skrzyżowana diaschiza mózdzkowo-mózgowa. *Neurol Neurochir Pol* 1997; 31: 1207-1215.
- Rabinstein AA, Resnick SJ. Obrazowanie w udarze mózgu. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2013.
- Schmahmann JD. Rola mózdzku w powstawaniu afektu i niektórych psychoz. W: Neuropsychologia. Współczesne kierunki badań. Jodzio K (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009; 135-163.
- Schmahmann JD, MacMore J, Vangel M. Cerebellar stroke without motor deficit: clinical evidence and non-motor domains within the human cerebellum. *Neuroscience* 2009; 162: 852-861.
- Schmahmann JD. The cerebellum and cognition. *Neurosci Lett* 2019; 688: 62-75.
- Shin MA, Park OT, Shin JH. Anatomical correlates of neuropsychological deficits among patients with the cerebellar stroke. *Ann Rehabil Med* 2017; 41: 924-934.
- Spree O, Strauss E. A compendium of neuropsychological tests. Administrations, norms, and commentary. Oxford University Press, New York 1990.
- Starowicz-Filip A, Milczarek O, Kwiatkowski S i wsp. Rola mózdzku w regulacji funkcji poznawczych – ujęcie neuropsychologiczne. *Neuropsychiatria Neuropsychologia* 2013; 8: 24-31.
- Stoodley CJ, MacMore JP, Makris N i wsp. Location of lesion determines motor vs. cognitive consequences in patients with cerebellar stroke. *Neuro Image Clin* 2016; 12: 765-775.
- Strupczewska B. Test Figury Złożonej Reya-Osterrieth'a. Centralny Ośrodek Metodyczny Poradnictwa Wychowawczo-Zawodowego MEN, Warszawa 1990.
- Timmann D, Daum I. Cerebellar contributions to cognitive functions: a progress report after two decades of research. *Cerebellum* 2007; 6: 159-162.