

Natalia Treder-Rochna

Instytut Psychologii
Uniwersytet Gdański

Daria Biechowska

Instytut Psychiatrii i Neurologii
Warszawa

FUNKCJONOWANIE PAMIĘCI OPERACYJNEJ W JESIENI ŻYCIA

W literaturze przedmiotu poświęcono wiele miejsca problemom pamięciowym osób w wieku podeszłym, gdyż pogarszanie pamięci uważa się za jedną z nadrzędnych trudności w jesieni życia. Najczęstszemu upośledzeniu podlega system pamięci operacyjnej, stąd budzi on niezmiernie zainteresowanie badaczy.

W badaniach wzięły udział 72 osoby, które utworzyły dwie grupy: kryterialną i porównawczą. Grupę kryterialną stanowiło 37 osób, które przekroczyły 65 rok życia. Grupę porównawczą utworzyło 35 dorosłych w przedziale wiekowym 40–55 lat. Pamięć operacyjną zbadano za pomocą Testu Łączenia Punktów oraz podtestu Powtarzania Cyfr. Zarówno parametry procesualne, jak i strukturalne pamięci operacyjnej różnicowały osoby w wieku podeszłym od osób młodszych. Uzyskane wyniki wskazują na międzygrupowe różnice w zakresie pojemności pamięci operacyjnej oraz zdolności przełączania. Innym charakterystycznym deficytem osób w wieku senioralnym jest spowolnienie tempa myślenia. Uzyskane rezultaty uzasadniają pogląd mówiący o związku skojarzonych z wiekiem problemów pamięciowych z dysfunkcją płątów czołowych mózgu.

Słowa kluczowe: pamięć operacyjna, starzenie się, płaty czołowe

WSTĘP

W ostatnich latach za sprawą systematycznego przybywania ludzi dożywających późnych okresów starości nastąpił wyraźny wzrost zainteresowania neuropsychologią osób w wieku podeszłym. Niniejszy aspekt rozwojowy wydaje się niezwykle istotny, gdyż tempo starzenia się społeczeństwa polskiego jest coraz szybsze.

Pogarszanie pamięci jest uważane za istotną cechę starzenia się. W literaturze przedmiotu poświęcono wiele miejsca problemom pamięciowym osób w wieku podeszłym, aczkolwiek ich źródła nie należy doszukiwać się tylko w defektach czysto amnestycznych, lecz również w dysfunkcjach wykonawczych (Jodzio, 2008a). Wnioskuje się, iż starzenie powoduje obniżenie

pojemności pamięci operacyjnej (*working memory*, WM), które to z kolei skutkuje pogorszeniem normalnego funkcjonowania poznawczego (Engle, Sędek, Hecker i McIntosh, 2006).

Najogólniej rzecz ujmując pamięć operacyjna stanowi swoisty mediator pomiędzy procesem starzenia się a pogorszeniem funkcji poznawczych. Jak podkreśla Jodzio (2011), to właśnie pamięć operacyjna łączy w sobie aspekty poznania, które w jesieni życia zawodzą najbardziej, a więc funkcje wykonawcze i uwagę.

Według Susułowskiej (1989) u osób w wieku podeszłym problem z zapamiętywaniem pojawia się zwłaszcza wtedy, gdy zadanie wymaga podzielności uwagi lub umysłowej reorganizacji materiału. Uważa się, iż osoby w jesieni życia mają mniejszą zdolność przetwarzania, co z kolei

utrudnia przeorganizowanie obiektów w pamięci. Kluczową rolę odgrywa system wykonawczy pamięci operacyjnej (*central executive*, CE), który kontroluje przebieg bieżącego przetwarzania i wydatkowania zasobów uwagi. Wielu badaczy umiejscawia centralny system wykonawczy w płatach czołowych, dokładniej mówiąc w okolicy przedczołowej mózgu (por. Baddeley, 1986; Shallice, 1982; Szatkowska, 2005). Co interesujące, właśnie dysfunkcje w obrębie płatów czołowych i podległych im procesów obserwuje się wraz z wiekiem. Łączy się to również z popularnym obecnie poglądem, sięgającym lat 80. XX wieku (por. La Rue, 1992), według którego najszybciej starzeją się płaty czołowe, a więc struktury filio- i ontogenetycznie najmlodsze.

Podsumowując, wraz z wiekiem pogorszeniu ulega nie tyle samo przechowywanie informacji, ile ich przetwarzanie i wydobywanie. W jesieni życia znacznemu osłabieniu ulega kontrola uwagi, czego skutkiem jest niewłaściwa alokacja zasobów przetworzeniowych. Stąd problemy z zapominaniem u osób starszych występują zwłaszcza wtedy, gdy wykonanie zadania wymaga podzielności uwagi lub przeorganizowania materiału.

Celem przeprowadzonych badań była ocena mechanizmów funkcjonowania pamięci operacyjnej w jesieni życia oraz próba określenia dynamiki zmian aspektów procesualnych i strukturalnych WM u osób dorosłych.

METODY

Osoby badane

W badaniach wzięły udział 72 osoby, które utworzyły dwie grupy: grupę kryterialną (K) oraz grupę porównawczą (P). Grupa (P) składała się z 35 osób, natomiast grupę (K) stanowiło 37 osób. Wiek badanych z grupy porównawczej wahał się od 40 do 55 lat.

Kryterium włączającym do grupy kryterialnej było ukończenie 65 roku życia, prawidłowe funkcjonowanie społeczne oraz brak objawów otępienia. Badani swobodnie poruszali się

w domu, jak również poza nim, obywali się bez pomocy innych. Były to osoby aktywne, angażujące się w działalność społeczną, większość z nich czynnie działała w Klubach Seniora. Część osób badanych opiekowała się wnukami. Wszyscy wykonywali codzienne prace domowe.

Należy zaznaczyć, iż wszystkie osoby badane wypełniały Krótką Skalę Oceny Stanu Psychicznego (Stańczak, 2010). Wyniki po zastosowaniu korekty ze względu na wiek i wykształcenie badanych mieściły się zawsze w normie, tzn. w przedziale 28–30 punktów.

Na podstawie wywiadu wykluczono u wszystkich osób badanych uraz głowy z utratą przytomności, przewlekłe choroby somatyczne, neurologiczne oraz zaburzenia psychiczne.

Średnia wieku w grupie kryterialnej wyniosła 71,67 (SD=5,64), zaś w grupie porównawczej 48,35 (SD=3,39). Porównanie międzygrupowe testem *t*-Studenta nie wykazało statystycznie istotnych różnic w liczbie lat nauki ($p=0,38$). Test χ^2 również nie ujawnił różnic międzygrupowych w rozkładzie czynnika płci ($\chi^2_{(1)}=0,017$; $p=0,83$).

Narzędzia badawcze

Badania zasadnicze poprzedzono wywiadem klinicznym, który ułatwił nawiązanie kontaktu, zebranie danych demograficznych, jak również informacji dotyczących obrazu funkcjonowania psychospołecznego badanych.

Do zbadania parametrów strukturalnych pamięci operacyjnej posłużono się podtestem Powtarzania Cyfr Wprost ze Skali Inteligencji Wechslera dla Dorosłych WAIS-R(PL) (Brzeziński, Gaul, Hornowska, Machowski i Zakrzewska, 1996). Podtest ten mierzy pojemność pamięci operacyjnej.

W celu przeanalizowania parametrów procesualnych WM posłużono się dwiema metodami: podtestem Powtarzania Cyfr Wspak ze Skali Inteligencji Wechslera dla Dorosłych WAIS-R(PL) oraz Testem Łączenia Punktów (*Trail Making Test*, TMT). TMT pochodzi z baterii Testów Halsteda-Reitana (Kądziaława, 1990).

Procedura powtarzania cyfr w sposób mierzy sprawność przetwarzania informacji, tym samym bada umiejętność dokonywania operacji umysłowych, często stosowana jest w celu oceny działania centralnego systemu wykonawczego (por. Ostrosky-Solis i Lozano, 2006). Test Łączenia Punktów dostarcza wielu informacji na temat parametrów procesualnych pamięci operacyjnej. Stanowi rzetelny pomiar kontroli wykonawczej sprawowanej przez CE (Arbuthnott i Frank, 2000).

WYNIKI

Pierwszy etap analiz miał na celu określenie parametrów strukturalnych WM osób w wieku podeszłym. Osoby starsze powtórzyły istotnie mniej cyfr niż osoby z grupy młodszej ($t=2,36$; $p<0,05$). Wskazuje to na krótszy czas utrzymania materiału w pamięci, a tym samym mniejszą pojemność pamięci operacyjnej (por. tab. 1).

Również wszystkie uwzględnione parametry procesualne różnicowały osoby w wieku podeszłym od osób młodszych. Różnice wystąpiły w sprawności dokonywania operacji umysłowych, zdolności płynnego przełączania, przeszukiwania, a także koncentracji, co może wskazywać na upośledzenie centralnego systemu wykonawczego, który zapewnia elastyczność poznawczą. Wyniki analiz zamieszczono w tabeli 1.

Warto zauważyć, iż osoby w wieku podeszłym wykonywały wszystkie zadania istotnie dłużej niż osoby młodsze.

Źródłem wiedzy o strategiach zapamiętywania stosowanych przez badanych w wieku podeszłym była ocena poszczególnych typów błędów podczas odtwarzania cyfr wprost. Na podstawie wyników cząstkowych obliczono średnią liczbę każdego z błędów. Wyodrębniono trzy typy błędów pozycji: pomyłki na początku szeregu (tzw. błędy pierwszeństwa), pomyłki na końcu szeregu (tzw. błędy świeżości) oraz pomyłki w środku. Z uwagi na to, iż błędy pierwszeństwa nie pojawiły się w żadnej z grup, wyeliminowano je z dalszych etapów analizy statystycznej. Różnice

międzygrupowe wystąpiły w zakresie błędów świeżości ($F_{(1,70)}=4,63$; $p<0,05$). Osoby w wieku podeszłym istotnie częściej popełniały błędy na końcu szeregu niż osoby młodsze.

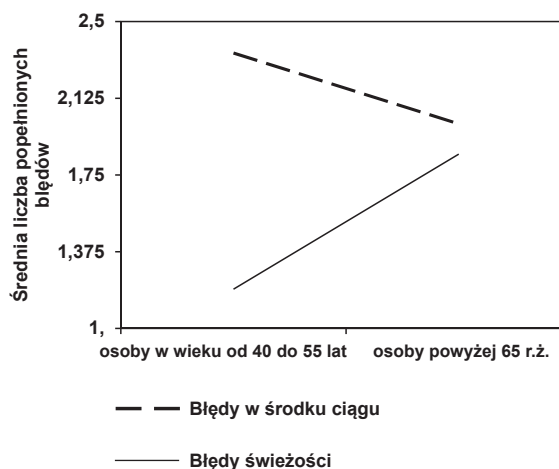
Tabela 1. Średnie wyniki w testach pamięci operacyjnej w badanych grupach (SD w nawiasach)

Test	Grupa		statystyka t
	Kryterialna	Porównawcza	
Powtarzanie Cyfr			
WPROST	5,89 (1,62)	7,08 (2,08)	2,32*
WSPAK	4,11 (1,67)	5,58 (1,45)	3,41***
Test Łączenia Punktów			
CZĘŚĆ A	65,52 (19,34)	47,65 (14,59)	-3,78***
CZĘŚĆ B	164,56 (67,94)	118,96 (39,96)	-2,96**

SD – odchylenie standardowe

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p < 0,001$

Kolejnym krokiem mającym na celu dokładną analizę typów błędów w każdej z badanych grup było przeprowadzenie analizy wariancji z powtarzaniem pomiarem. Zmiennymi niezależnymi były typy popełnianych błędów: błędy w środku szeregu oraz błędy świeżości. Zmienną zależną zaś przynależność do grupy: kryterialnej bądź porównawczej. Opisaną zależność przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Efekt główny zadania i interakcja typów błędów z grupą

Stwierdzono efekt główny zadania: zarówno osoby starsze, jak i młodsze popełniały znacznie więcej błędów w środku szeregu ($F_{(1,70)}=7,44$; $p<0,05$). Kolejnym efektem potwierdzonym w analizie była interakcja grupy i zadania ($F_{(1,70)}=4,39$; $p<0,05$), co oznacza, że wraz z wiekiem wzrasta liczba błędów na końcu szeregu cyfr, związanych ze zniesieniem efektu świeżości.

OMÓWIENIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę parametrów strukturalnych i procesualnych pamięci operacyjnej u osób w wieku podeszłym. Wyniki badań dostarczyły danych potwierdzających pogląd o pojawiającej się z wiekiem dysfunkcji pamięci operacyjnej, która organizuje, integruje oraz ukierunkowuje aktywność poznawczą człowieka.

Osoby w wieku podeszłym uzyskały istotnie gorsze wyniki w zadaniach badających strukturalny aspekt pamięci operacyjnej. Otóż utrzymywały one znacznie krócej materiał w pamięci. Wyniki te wskazują na ograniczony zakres i zmniejszoną pojemność pamięci operacyjnej w jesieni życia. Osoby starsze osiągnęły również słabsze wyniki we wszystkich zadaniach badających parametr procesualny pamięci operacyjnej. Najwięcej trudności sprawiły im zadania wymagające podzielności uwagi, szybkiej reorganizacji materiału oraz płynnego przełączania się pomiędzy różnymi aspektami rozwiązywanego zadania. Uzyskane dane sugerują, iż osoby starsze mają większe trudności z sekwencyjnym przetwarzaniem informacji, a więc umiejętność dokonywania operacji umysłowych ulega z wiekiem pogorszeniu. Przytoczone wyniki mogą wskazywać na skojarzone z wiekiem pogorszenie funkcjonowania centralnego systemu wykonawczego, a tym samym zmniejszoną elastyczność poznawczą. Uzyskane dane korespondują z wynikami meta-analiz przeprowadzonych przez Bopp i Verhaeghen (2005), według których różnice między osobami starszymi i młodszymi wystąpi-

ły we wszystkich zadaniach mierzących pamięć operacyjną, przy czym proste zadania odnoszące się do parametrów strukturalnych WM wykazały mniejszy efekt wieku niż zadania skupiające się na parametrach procesualnych. Jednakże te wyniki są sprzeczne z wcześniejszymi badaniami przeprowadzonymi przez Babcock i Salthouse (1990), które z kolei wykazały niewielki wpływ wieku na aspekt strukturalny WM.

Charakterystycznym deficytem osób w wieku senioralnym jest spowolnienie tempa myślenia, zwłaszcza podczas seryjnego, a więc bardziej kontrolowanego niż automatycznego przetwarzania informacji. Warto w tym miejscu przytoczyć fragment klasycznej już monografii Bromleya (1969, s. 203–204), w której podkreśla, że „ludzie starsi potrzebują więcej czasu na przeczucie się z jednego nastawienia na drugie. Czas przeczucia jest prawdopodobnie proporcjonalny do trudności zadania. Zwłoka jest dłuższa, pomyłki mogą być częstsze, jeśli człowiek starszy nie może opierać się na sygnałach zewnętrznych (...)”.

Istotnym problemem w jesieni życia jest także wybór optymalnej strategii zapamiętywania. Zaobserwowano, że osoby starsze popełniały więcej błędów na końcu szeregu niż młodsze. Tendencja do mylenia ostatnich cyfr może być wynikiem hamowania proaktywnego, osoby starsze zaczynają powtarzać cicho materiał natychmiast po usłyszeniu pierwszej cyfry, w wyniku czego przestają zwracać uwagę na kolejne cyfry. Zjawisko to jest typowe dla syndromu selektywnego deficytu pamięci krótkotrwałej werbalnej (Warrington i Shallice, 1969). Obserwacja ta jest szczególnie interesująca, ponieważ osoby z grupy kryterialnej w porównaniu do grupy porównawczej powtórzyły znacznie mniej cyfr, co może świadczyć o tym, że przyjęta przez nie strategia zapamiętywania okazała się nieskuteczna.

Układ wyników pokazuje, iż osoby w wieku podeszłym w porównaniu z osobami młodszymi, wyraźnie gorzej wykonują zadania angażujące funkcje pamięci operacyjnej. Jednocześnie ukazuje, iż osoby starsze mają przede wszystkim problemy z wydobyciem materiału z pamięci

ci, stąd wyraźnie gorzej wypadają w zadaniach, które wymagają szybkiego dostępu do zmagazynowanej wiedzy. Uzyskane wyniki wyraźnie korespondują z danymi przytoczonymi przez Jodzio (2008b). U osób w jesieni życia obserwuje się problemy przy rozwiązywaniu zadań złożonych, które wymagają dużej przerzutności uwagi. Znaczne trudności sprawiają starszym osobom zadania angażujące koncentrację oraz szybkie przełączanie się między różnymi aspektami danej sytuacji. Osoby starsze wykonujące kilkakrotnie złożone zadania, wymagające dużej koncentracji otrzymywały różne wyniki. Takiej dysproporcji wyników prawie nigdy nie obserwowano w grupie osób młodszych. W przypadku zadań prostych i automatycznych dysproporcja nie pojawiała się także w grupie osób starszych. Wyniki przytoczonych badań wskazują na pojawiające się z wiekiem osłabienie procesów kontroli. Skojarzone z wiekiem osłabienie kontroli ujawnia się m.in. w zadaniach wymagających przełączania się między zadaniami oraz aktualizowania zawartości WM. Jodzio (2008a) opisuje badania Oberauera, w których wykorzystano diagramy Brinleya. Badania te ujawniły dłuższy czas reakcji u osób starszych w trakcie przełączania się między zadaniami, co jest charakterystyczne dla osób o niskiej pojemności pamięci operacyjnej, dodatkowo osoby w wieku podeszłym przejawiały trudności w zapamiętywaniu ciągów mieszanych, a więc tych złożonych z różnych bodźców. Diagram Brinleya w swoich badaniach wykorzystali również Brzezicka-Rotkiewicz i Sędek (2005). Badania pokazały, iż osoby starsze są wolniejsze w stosunku do młodszych. W zadaniu prostym zaobserwowano podobny współczynnik spowolnienia, co sugeruje, iż ułatwienie zadania skutkuje poprawą w zakresie względnej ilości czasu potrzebnej do wykonania zadania na poziomie charakteryzującym osoby młodsze.

Wielu badaczy postuluje, iż pamięć operacyjna odgrywa kluczową rolę w wyjaśnianiu pogorszenia wraz z wiekiem działania funkcji poznawczych (por. Brzezicka-Rotkiewicz i Sędek, 2005; Salthouse, 1991). Warto podkreślić, iż większość

badaczy łączy centralny system wykonawczy z płatami czołowymi. Przy czym strukturami szczególnie aktywnymi w trakcie rozwiązywania zadań angażujących pamięć operacyjną są okolice grzbietowo-boczne kory przedczołowej, a więc te okolice, które zaangażowane są w koordynację i alokację zasobów uwagowych (Crottaz-Herbertte, Anagnoson i Menon, 2004). Najogólniej rzecz ujmując, proces starzenia się zaburza funkcjonowanie płatów czołowych, które stanowią biologiczne podłoże pamięci operacyjnej. Równie często z pamięcią operacyjną łączy się korę zakrętu obręczy, która jest zaangażowana w kontrolę uwagi oraz proces hamowania (Brzezicka-Rotkiewicz i Sędek, 2005). Upośledzenie procesów kontroli wskazuje się natomiast jako częsty problem u osób w wieku podeszłym.

Pomimo upływu ponad trzech dekad koncepcja WM niezmiennie budzi zainteresowanie w środowisku naukowym. Zagadnienie pamięci operacyjnej oraz jej udziału w procesie poznawczego starzenia się nadal pozostaje nierozwiązane, przemawiając za koniecznością podejmowania dalszych badań w obrębie tej problematyki, zwłaszcza z uwzględnieniem parametrów pamięci operacyjnej. Ponadto wskazane byłoby rozszerzenie badań o pomiar inteligencji ogólnej, brak kontroli tego czynnika utrudnia interpretację wyników. Zrównoważenie grup pod względem inteligencji umożliwiłoby pełne wnioskowanie.

Niewątpliwie współczesny postęp badań zwiększył możliwość efektywnego oddziaływania na przebieg zaburzeń poznawczych. Nie każdy problem natury poznawczej należy traktować jako oznakę choroby. Niedomogi mentalne w większości stanowią przejaw skojarzonego z wiekiem (prawidłowego) funkcjonowania poznawczego (Treder i Jodzio, 2013). Wczesna interwencja może poprawić jakość życia pacjentów i zdolność ich prawidłowego funkcjonowania.

BIBLIOGRAFIA

- Arbuthnott, K., Frank, J. (2000). Trail Making Test, part B as a measure of executive control: Validation using a set-switching paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 518–528.
- Babcock, R. L., Salthouse, T. A. (1990). Effects of increased processing demands on age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 5, 421–428.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Psychology Press.
- Bopp, K. L., Verhaeghen, P. (2005). Aging and verbal memory span: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 60B, 223–233.
- Bromley, D. B. (1969). *Psychologia starzenia się*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Brzezińska-Rotkiewicz, A., Sędek, G. (2005). Porównanie ograniczeń pamięci operacyjnej w starzeniu się i depresji: przegląd i wnioski z badań własnych. *Studia Psychologiczne*, 43, 63–73.
- Brzeziński, J., Gaul, M., Hornowska, E., Machowski, A., Zakrzewska, M. (1996). *Skala Inteligencji D. Wechslera dla Dorosłych WAIS-R(PL). Wersja zrewidowana Podręcznik*. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego.
- Crottaz-Herbertte, S., Anagnoson, R. T., Menon, V. (2004). Modality effects in verbal working memory: differential prefrontal and parietal responses and to auditory and visual stimuli. *NeuroImage*, 21, 340–351.
- Engle, R. W., Sędek, G., Hecker, U., McIntosh, D. N. (2006). *Ograniczenia poznawcze. Starzenie się i psychopatologia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Jodzio, K. (2008a). *Neuropsychologia intencjonalnego działania. Koncepcje funkcji wykonawczych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Jodzio, K. (2008b). Neuropsychologiczne badania funkcji wykonawczych u schyłku życia. *Psychologia Rozwojowa*, 13, 13–24.
- Jodzio, K. (2011). *Diagnostyka neuropsychologiczna w praktyce klinicznej*. Warszawa: Wydawnictwo Difin.
- Kądziaława, D. (1990). *Podręcznik do Baterii Testów Neuropsychologicznych Halsteda-Reitana*. Maszynopis niepublikowany.
- La Rue, A. (1992). *Aging and Neuropsychological Assessment*. New York: Plenum Press.
- Ostrosky-Solis, F., Lozano, A. (2006). Digit span: effect of education and culture. *International Journal of Psychology*, 41, 333–341.
- Salthouse, T. A. (1991). Mediation of adult age differences in cognition by reductions in working memory and speed of processing. *Psychological Science*, 2, 179–183.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London*, 298, 199–209.
- Stańczak, J. (2010). *MMSE Polska Normalizacja*. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego.
- Susułowska, M. (1989). *Psychologia starzenia się i starości*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Szatkowska, I. (2005). Udział podstawnej kory przedczołowej w pamięci operacyjnej. *Studia Psychologiczne*, 43, 29–36.
- Treder, N., Jodzio, K. (2013). Heterogeniczność funkcjonowania poznawczego i jego zaburzeń u osób starszych. *Psychiatria i Psychoterapia*, 9, 3–13.
- Warrington, E. K., Shallice, T. (1969). The selective impairment of auditory verbal short-term memory. *Brain*, 92, 885–96.

Natalia Treder-Rochna

Institute of Psychology
University of Gdansk

Daria Biechowska

Institute of Psychiatry and Neurology
Warsaw

WORKING MEMORY IN THE ELDERLY PEOPLE

ABSTRACT

Memory loss is one of the most common complaints among older adults, therefore, a lot has been said in the literature about the age-related memory problems. Working memory system is usually the first to suffer impairment, thus, it has been receiving a great deal of researchers attention.

In the research seventy two people have been tested. The subjects were divided into two groups: experimental and control one. The experimental group includes 37 people, who are more than 65 years of age. The control group consists of 35 people, ranged from 40 to 55 years. The methods used in the research are those designed for testing working memory, i.e. the Digit Span test from the WAIS-R(PL) and Trail Making Test (TMT).

Both the structural and processual parameters of working memory differentiated the elderly from younger patients. The results show the intergroup differences in the capacity of working memory and the switching ability. Yet another example of a problem typical of the elderly is a slowdown in the thinking process. Finally the results prove the view saying that there is a link between memory problems developing with age and frontal lobe dysfunctions.

Keywords: working memory, aging, frontal lobe