

Rozgrzewanie uwagi: wpływ przeciążenia poznawczego na proste i złożone zadania poznawcze*

Sławomir Śpiewak**

Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński

THE WARMING UP OF ATTENTION:
THE INFLUENCE OF COGNITIVE EFFORT
ON SIMPLE AND COMPLEX COGNITIVE TASKS

Abstract. According to the metaphor of mental energy, cognitive resources are strictly limited. Thus, cognitive effort should result in a temporary depletion of available energy. Existing evidence however has proved an opposite cognitive warm-up effect which is characterized by an increase in the availability of cognitive resources as a function of the previous mental effort. The goal of current research is to replicate the discovered phenomenon by using two different measures of available resources. Cognitive effort manipulation (control, moderate and intensive version of DIVA attentional task) followed the selective attention test used to control initial, between-subjects differences in attentional skills and preceded dependent measure which consisted of simple (experiment 1) or complex (experiment 2) cognitive tasks. It was hypothesized that the effect of mobilization of cognitive resources should depend on the insensitivity of cognitive effort manipulation and the complexity of the measure of cognitive resources. Thus, it was expected that cognitive warm-up effect would be stronger after the intensive cognitive effort manipulation and would be revealed by the measure consisting of complex, rather than simple cognitive task. Conducted experiments provided further evidence for cognitive warm-up effect in line with expectations. Alternative explanations of the phenomenon are discussed in terms of the cognitive resources integration, arousal and implicit learning.

* Praca finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2006 jako projekt badawczy 2 H01F 036 25. Dziękuję Jarosławowi Orzechowskiemu za udostępnienie programu ART wykorzystanego w eksperymencie 2, Joannie Ziai za pomoc w przeprowadzeniu eksperymentów, Błażejowi Szymurze, Jarosławowi Orzechowskiemu oraz dwóm anonimowym recenzentom za komentarze do wczesnej wersji artykułu.

** Adres do korespondencji: Instytut Psychologii UJ, al. Mickiewicza 3, 31-120 Kraków; e-mail: slawek@apple.phils.uj.edu.pl

Konstrukt zasobów poznawczych zajmuje ważne miejsce we współczesnej psychologii (DeShon, Brown, Greenis, 1996; Hirst, Kalmar, 1987; Kahneman, 1973; Navon, Gopher, 1979; Navon, 1984; Wickens, 2002; Worthen i in., 2000; Yzerbyt, Coull, Rocher, 1999). Posługując się językiem metafory energetycznej, zasoby poznawcze można rozumieć jako swego rodzaju energię mentalną niezbędną do przetwarzania docierających do człowieka informacji. Ich wielkość jest ograniczona i umożliwia sprawne wykonywanie skończonej liczby operacji umysłowych w tym samym czasie. Jako dowód potwierdzający słuszność takiego założenia przytacza się wyniki wielu badań empirycznych sugerujących ograniczone możliwości poznawcze człowieka. Jednymi z lepiej udokumentowanych są eksperymenty prowadzone w paradygmacie zadań podwójnych (*dual task paradigm*) (Fracker, Wickens, 1989; Navon, Gopher, 1980). Dowodzą one, że obciążenie uwagi poprzez konieczność rozwiązywania dwóch zadań jednocześnie – w porównaniu z osobnym wykonywaniem każdego z nich – może prowadzić do ogólnej utraty zarówno szybkości, jak i poprawności reakcji u człowieka (Verhaeghen i in., 2003). Koncepcja zasobów poznawczych może wyjaśniać również inne znane fenomeny, np. spadek sprawności wykonywania zadań wraz ze wzrostem ich trudności i złożoności (Navon, 1984), istnienie przetargu pomiędzy szybkością a sprawnością wykonywania zadań (*speed-accuracy trade-off*) (Meyer i in., 1988) czy spadek czujności uwagi (*vigilance decrement*) w trakcie wykonywania prostych zadań opartych na selekcji informacji (Parasuraman, Nestor, Greenwood, 1989; See i in., 1995).

Implikacje metafory energetycznej

Dotychczasowe badania naukowe koncentrowały się na aspekcie bieżącej dostępności zasobów poznawczych i polegały na obserwacji zachodzących zmian sprawności poznawczej jako rezultatu zadań wykonywanych w tym samym czasie. Problem dynamiki zmian zasobów w czasie oraz wpływu zdarzeń poprzedzających o charakterze poznawczym mogących modyfikować wielkość dostępnej energii mentalnej nie wzbudzał zainteresowania naukowców. Opierając się na podstawowej przesłance metafory zasobów poznawczych, że rezerwuuar energetyczny, jakim dysponuje system, jest ograniczony, można przewidywać, że wysiłek poznawczy powinien prowadzić do jego stopniowego wyczerpywania.

Istniejące dowody empiryczne zdają się potwierdzać słuszność takiego wniosku. Badania zapoczątkowane jeszcze w okresie drugiej wojny światowej przez Normana Mackwortha (1948 – za: See i in., 1995) dowodzą, że czujność uwagowa w trakcie prostych zadań selekcyjnych może ulec gwałtownemu pogorszeniu wraz z upływającym czasem, i to już po kilkunastu, a nawet kilku minutach od momentu rozpoczęcia zadania. Jeżeli przyjmiemy, że sprawność procesów selekcji informacji jest uzależniona od chwilowej dostępności energii mentalnej, to można wyjaśnić spadek czujności uwagowej w odwołaniu do procesu wyczerpywania się zasobów (Hitchcock i in., 2003).

Badania prowadzone w paradygmacie drenazu *ego* (*ego depletion*) dowodzą z kolei, że efekt wydrenowania poznawczego nie musi być związany z wpły-

wem czynników *stricte* poznawczych (Baumeister i in., 1998; Schmeichel, Vohs, Baumeister, 2003; Muraven, Slessareva, 2003). Efekt drenazu zasobów może być wywołany zadaniem wcześniejszym, i to niezwiązanym z bieżącą aktywnością poznawczą. W serii badań, jaką przeprowadzili Baumeister i współpracownicy, wykazano, że wcześniejszy wysiłek wolicjonalny (np. opieranie się pokusie zjedzenia czekoladowych ciastek) może wpłynąć na pogorszenie sprawności poznawczej w zadaniach następujących chwilę po dokonanej manipulacji eksperymentalnej (Baumeister i in., 1998). Zdaniem Baumeistera zasoby człowieka stanowią swoistą całość i mogą być wyczerpywane poprzez wcześniejszą, kosztowną energetycznie aktywność. Można zatem oczekiwać, że tym bardziej wysiłek poznawczy powinien w konsekwencji prowadzić do efektu wydrenowania zasobów, przejawiającego się czasowym spadkiem wydolności poznawczej.

Drenaż czy rozgrzanie – możliwe następstwa wysiłku poznawczego

Zarówno badania nad czujnością uwagi, jak i badania zespołu Baumeistera nie uwzględniały wpływu przeciążenia poznawczego na sprawność innych zadań poznawczych, niezwiązanych bezpośrednio ze specyfiką wcześniejszego wysiłku. Taki cel miało badanie przeprowadzone przez Śpiewaka, Ziaję i Dołęńskiego (2003), którego wyniki nie potwierdziły postulowanego efektu uszczuplenia zasobów jako następstwa działania przeciążenia poznawczego. Co więcej, badanie ujawniło przeciwny efekt rozgrzania – czyli lepszego wykonania zadań poznawczych w sytuacji silniejszego obciążenia uwagi. Eksperyment ten polegał na poddaniu osób badanych różnicowanemu wysiłkowi poznawczemu poprzez odpowiednie wersje zadania uwagowego DIVA (Nęcka, 1994; 2000; Szymura, Wodniecka, 2003). Moment pomiaru dostępności zasobów następował tuż po zakończeniu zadania przeciążającego i do tego celu wykorzystano zupełnie inne zadanie o charakterze poznawczym. Miarą dostępności energii mentalnej było generowanie losowych interwałów czasowych (Piotrowski, 1999; Vandierendonck, 2000; Stettner, Nęcka, 2003) – zadanie z założenia nieautomatyzowalne – silnie uzależnione od bieżącej dostępności zasobów. Wyniki przeprowadzonego eksperymentu dowodzą, że osoby wcześniej przeciążane poznawczo (warunki eksperymentalne) potrafiły wykonać zadanie bardziej losowo od osób nie poddanych przeciążeniu (warunek kontrolny). Innymi słowy, wcześniejszy wysiłek poznawczy ułatwiał wykonanie zadania w sposób kontrolowany, czyli taki, który jest możliwy jedynie w sytuacji dużej dostępności energii mentalnej. Żadna z przeprowadzonych analiz nie wykazała efektu spadku wydolności poznawczej – drenazu poznawczego. Przeciwnie, nawet osoby mniej sprawne uwagowo, czyli takie, które powinny dysponować mniejszą pulą zasobów poznawczych, po poddaniu ich wcześniejszej manipulacji silnym przeciążeniem zwiększały losowość generowania interwałów w trakcie wykonywania zadania.

Wyniki tego eksperymentu wydają się sprzeczne z istniejącymi teoriami ograniczonych zasobów poznawczych. Zgodnie z teorią jednego niespecyficznego rezerwuaru zasobów Kahnemana (1973) przeciążenie powinno, poprzez

uszczerpienie dostępnej puli energetycznej, prowadzić do drenażu zasobów. Z kolei teorie zakładające względną autonomię energetyczną niektórych funkcji (Gopher, Brickner, Navon, 1982; Hirst, Kalmar, 1987; Navon, Gopher, 1979; Navon, Gopher, 1980) mogą wyjaśnić jedynie brak efektu drenażu zasobów w następstwie wysiłku poznawczego, w przypadku, gdy wcześniejsza i późniejsza aktywność korzystają z różnych rezerwuarów energetycznych. Na gruncie żadnej ze znanych teorii zasobów nie da się jednak wytłumaczyć efektu mobilizacji wynikającego z wcześniejszego wysiłku poznawczego.

Konieczne zatem staje się poszukiwanie innego modelu wyjaśniającego. Przyjmując założenie, że wielkość ogólnej puli energii mentalnej jest stała w określonym czasie, efekt wzrostu dostępności zasobów można wyjaśnić poprzez uwzględnienie możliwości transferu i integracji energii wokół dominującej aktywności. Można przyjąć, że system poznawczy charakteryzuje się pewną bezwładnością, a więc adaptacja do nowej sytuacji dokonuje się w czasie. W stanie braku obciążenia energia może być rozproszona na wiele niezależnych podsystemów. Taka właściwość pozwalałaby utrzymywać stan ciągłej gotowości do podjęcia zróżnicowanej aktywności. Obciążenie poznawcze stawia specyficzne wymagania poszczególnym podsystemom, a więc konieczne staje się przegrupowanie zasobów oraz ich optymalne alokowanie, dostosowane do wymogów sytuacji. Po pewnym czasie dochodzi zapewne do integracji energii wokół najbardziej aktywnych podsystemów, których zapotrzebowanie energetyczne jest szczególnie duże, a więc nie może być kompensowane energią bazową. Z kolei zanik obciążenia prowadziłby do stopniowego rozgrupowania zasobów. Efekt rozgrzania wynikałby więc z chwilowego skupienia zasobów wokół podsystemów poznawczych zaangażowanych we wcześniejszą aktywność. Efekt drenażu poznawczego byłby dalszym następstwem przedłużającego się stanu przeciążenia, gdy zmobilizowane zasoby ulegałyby nieuchronnemu wyczerpywaniu.

Należy podkreślić, że wyjaśnienie to ma charakter hipotetyczny i bazuje na wielu niezawerifikowanych empirycznie założeniach. Również materiał empiryczny dokumentujący efekt rozgrzania jest dość skromny. Przeprowadzenie systematycznie modyfikowanych autoreplikacji wydaje się zatem warunkiem niezbędnym, pozwalającym wykluczyć potencjalny artefakt badawczy (Wojciszke, 2004). W przypadku badania Śpiewaka i współpracowników (2003) jego źródłem mógł być zastosowany dość specyficzny paradygmat pomiaru zasobów. Warto podkreślić, że kwestia pomiaru dostępności zasobów jest przedmiotem licznych kontrowersji (Navon, 1984). Szczególnie mają one związek z trudnością i złożonością zadania mierzącego dostępność zasobów poznawczych. Spróbujmy przyjrzeć się nieco bliżej tej kwestii.

Niektórzy badacze zakładają, że o wydolności poznawczej świadczyć mogą dość proste zadania pojedyncze (Baumeister i in., 1998; Schmeichel i in., 2003). Najczęściej zadania te przetwarzane są na poziomie płytkim, a poziom ich wykonania nie oscyluje wokół granicznych możliwości systemu przetwarzania informacji. Stąd uzasadnione podejrzenie, że stosowana zmienna za-

leżna w większym stopniu jest podatna na wpływ czynników motywacyjno-wolicjonalnych niż ograniczeń systemu poznawczego.

Inna tradycja badania zasobów, wywodząca się z psychologii poznawczej, opiera się na paradygmacie zadań podwójnych. Jednoczesne rozwiązywanie obydwu zadań zwykle wykracza poza granice wydolności uwagowej, prowadząc do pogorszenia wykonywania jednego lub obydwu zadań. Zakłada się, że im większa pula dostępnej energii, tym mniejsza utrata sprawności przetwarzania informacji w zadaniu podwójnym w porównaniu z pojedynczym. Man-kamentem takiego ujęcia problemu jest możliwość interpretacji efektu spadku sprawności poznawczej zarówno w odwołaniu do zasobów (Kahneman, 1973; Moscovitch, 1994), jak i do interferencji czynności (Navon, 1984; Pashler, 1993; 1994; Temprado i in., 2001).

Można przypuszczać, że poziom wykonania prostych, pojedynczych zadań poznawczych jest mało precyzyjną miarą bieżącej dostępności zasobów. Jeżeli poziom złożoności takich zadań nie jest wystarczający do uruchomienia „pełnej mocy przetworzeniowej” systemu poznawczego, to ewentualny chwilowy spadek dostępności energii mentalnej może nie mieć wpływu na poziom wykonania tego typu zadań. Z kolei czynniki wolicjonalno-motywacyjne mogą hamować wykonywanie nawet dość prostych zadań poznawczych, jednak nie musi to oznaczać, że chwilowa dostępność zasobów poznawczych została uszczuplona (a raczej, że jednostka nie chce ich angażować w bieżącą aktywność). Szczególne znaczenie może mieć zatem kierunek oczekiwanej zmiany. Jeżeli w wyniku manipulacji eksperymentalnej spodziewamy się efektu poznawczej mobilizacji, to proste zadania poznawcze mogą ich nie wykazać, gdyż przyrost wielkości dostępnej energii mentalnej może nie mieć wpływu na poziom ich wykonania (przy założeniu, że osiągnięcie maksymalnej sprawności prostych zadań wymaga relatywnie niewielkiej wielkości zasobów poznawczych). Innej zależności można spodziewać się w przypadku zadań złożonych, które wymagają dzielenia zasobów na kilka równocześnie wykonywanych aktywności. W takiej sytuacji wielkość dostępnych zasobów poznawczych może mieć bezpośredni i zauważalny wpływ na poziom ich wykonania.

Niejasność związana z możliwością wykazania efektu poznawczej mobilizacji w zależności od złożoności użytej miary dostępności zasobów jest celem dwóch eksperymentów opisanych w tej pracy. W pierwszym badaniu jako wskaźnik sprawności poznawczej użyto prostego, pojedynczego zadania poznawczego opartego na detekcji sygnałów, w drugim – zadania złożonego, angażującego jednocześnie procesy wnioskowania przez analogię oraz aktywność o charakterze motorycznym (kontrola opadającej kreski). Przewidywano, że w wyniku krótkotrwałego intensywnego wysiłku poznawczego (rozgrzewki poznawczej) nastąpi mobilizacja systemu przetwarzania informacji przejawiająca się większą sprawnością wykonania kolejnego – niezwiązanego z poprzednim – zadania poznawczego. Oczekiwano, że ujawniona wielkość efektu rozgrzania będzie uzależniona od dwóch czynników: (1) intensywności wcześniejszego wysiłku; (2) złożoności zadania poznawczego użytego jako miara dostępności zasobów. Przyjęto zatem, że silniejszy efekt poznawczej mobilizacji

ujawni się pod wpływem intensywnego niż umiarkowanego wysiłku poznawczego. Założono również, że prawdopodobieństwo ujawnienia efektu mobilizacji jest większe w przypadku złożonego niż prostego zadania poznawczego.

Pierwsza przesłanka opiera się na założeniu, że mobilizacja systemu poznawczego jest pochodną intensywności wcześniejszego wysiłku poznawczego. Innymi słowy, wraz ze wzrostem intensywności wysiłku poznawczego rośnie konieczność uruchomienia procesów adaptacji, których celem jest sprostanie wymogom sytuacji.

Drugie założenie dotyczy rozważanej już kwestii wpływu poziomu złożoności miary dostępności zasobów poznawczych na wykazanie efektu mobilizacji. Przyjęto zatem, że efekt mobilizacji (poznawczego rozgrzania) ujawni w większym stopniu złożone zadanie wymagające rozdysponowania dostępnych zasobów na dwie równoległe aktywności (eksperyment 2) niż proste zadanie poznawcze polegające wyłącznie na selekcji informacji (eksperyment 1). Korzyści wynikające z przegrupowania i mobilizacji powinno zatem wyraźniej wykazać zadanie podwójne, a więc takie, którego poziom wykonania oscyluje wokół granicznych możliwości systemu przetwarzania informacji. Proste zadanie pojedyncze może być wykonywane sprawnie przy relatywnie niewielkiej wielkości dostępnych zasobów. Innymi słowy, można oczekiwać, że poziom wykonania prostych zadań poznawczych w mniejszym stopniu jest uzależniony od chwilowej dostępności zasobów poznawczych.

EKSPERYMENT 1

Celem pierwszego eksperymentu było zweryfikowanie wpływu manipulacji wysiłkiem poznawczym na prosty test uwagi selektywnej. Jako zmienną zależną wykorzystano dwie różne wersje (pretest i posttest) Testu Zegarków Moronia (Nęcka, Szymura, 2001; Szymura, Słabosz, 2002). Manipulacja wysiłkiem poznawczym polegała na użyciu jednej z trzech wersji zadania DIVA różniących się intensywnością (Śpiewak i in., 2003). Założono, że trudniejsze zdanie poznawcze (intensywniejszy wysiłek) w konsekwencji doprowadzi do większej sprawności wykonania Testu Zegarków.

Metoda

Osoby badane. Uczestnikami eksperymentu było 57 studentów UJ (32 kobiety i 25 mężczyzn). Średnia wieku wynosiła $M = 21,18$ lat ($SD = 1,82$). Za udział w badaniu uczestnicy nie otrzymywali wynagrodzenia. Jediną formą gratyfikacji była możliwość wglądu w uzyskane przez siebie wyniki.

Materiały i aparatura

Test Zegarków Moronia jest rodzajem krótkiego, dwuminutowego testu uwagi selektywnej typu papier i ołówek. Na kartce formatu A4 rozmieszczonych jest 400 tarcz zegarków w 20 rzędach i 20 kolumnach. Tarcze różnią się jedynie wskazaniem małej wskazówki godzinowej, pokazującej jedną z 12 war-

tości. Długa wskazówka (minutowa) zawsze była umieszczona wertykalnie (na godzinie 12.00). W eksperymencie 1 wykorzystano dwie wersje testu różniące się wzorcem, który należało odszukać i zaznaczyć. W preteście jako wzorca użyto godziny 5.00, w postteście 11.00. Sposób ułożenia kartki był taki sam u wszystkich badanych, jednak mogli oni przyjąć dowolną strategię wyszukiwania i zaznaczania tarcz. Po zakończeniu rozwiązania testu osoby badane zaznaczały przeszukany obszar, dzięki czemu możliwe było obliczenie wskaźników sprawności wykonania zadania. Jednym z nich była szybkość procesów selekcji, czyli liczba tarcz zegarków przeszukanych w trakcie wykonywania zadania. Kolejnymi wskaźnikami były trafienia, czyli liczba odszukanych zegarków wzorcowych, ominięcia definiowane jako liczba ominięć wzorca, fałszywe alarmy będące liczbą nieprawidłowych wskazań wzorca oraz ogólna liczba popełnionych błędów. W celu obliczenia ogólnego wskaźnika efektywności wykonania Testu Zegarków wskaźnik trafność i szybkość procesów selekcji wystandaryzowano, a następnie uśredniono.

Zadanie komputerowe DIVA¹. Jako zadania przeciążającego użyto jednej z trzech wersji komputerowego testu do pomiaru uwagi podzielnej i selektywnej. Analogicznie jak w badaniach wcześniejszych (Śpiewak, 2002a; Śpiewak i in., 2003), wykorzystanie testu DIVA umożliwiło zróżnicowanie manipulacji intensywnością wysiłku poznawczego. Wersje zadania różniły się zarówno czasem trwania, jak i stopniem złożoności operacji poznawczych wykonywanych w trakcie jego trwania. Ogółem wykorzystano trzy wersje zadania: kontrolną, trwającą 3 min, oraz umiarkowaną i intensywną – trwające ok. 20 min każda. Warunek kontrolny różnił się od wersji umiarkowanej jedynie parametrem czasowym. Założono, że sytuacja 3-minutowej umiarkowanej aktywności poznawczej będzie optymalnym warunkiem kontrolnym, stanowiącym kompromis pomiędzy koniecznością ujednoczenia procedury badawczej z jednej strony, a minimalizacją zaangażowania procesów poznawczych – z drugiej.

Pole prezentacji bodźców składało się z 25 małych prostokątów tworzących pięć rzędów. Środkowy prostokąt otaczała ramka centralna, wizualnie wyodrębniająca pole prezentacji litery wzorcowej. Litera wzorcowa pojawiała się więc na środku pola prezentacyjnego i zmieniała się co kilkanaście sekund. W międzyczasie w pozostałych prostokątach prezentowane były litery stanowiące szum informacyjny. Zadaniem osób badanych było możliwie jak najszybsze wciśnięcie lewego klawisza myszy komputerowej, jeżeli w polu centralnym oraz w jakimkolwiek innym pojawiły się litery o takim samym znaczeniu.

W umiarkowanej i kontrolnej wersji zadania DIVA selekcja informacji była ułatwiona ze względu na obecność ramki środkowej obejmującej osiem prostokątów otaczających pole centralne. W tych wersjach zadania litery istotne z punktu widzenia wykonywanego zadania pojawiały się wyłącznie w ramach: centralnej i środkowej. Prostokąty tworzące ostatni rząd otaczała ramka zewnętrzna, zamykająca percepcyjnie pole prezentacji liter na ekranie monitora. W ramce zewnętrznej – w wersji umiarkowanej i kontrolnej zadania – prezentowane były dystraktory, czyli litery takie same, jak prezentowany na środku wzorec.

¹ Szczegółowy opis procedury DIVA znaleźć można również w ogólnie dostępnych publikacjach w języku polskim (Nęcka, 1994; 2000).

W wersji intensywnej, środkowej ramki nie było. Litery stanowiące dystrakcję nie były zatem fizycznie oddzielone od pozostałych liter, co zwiększało trudność selekcji pojawiających się bodźców. Czas prezentacji liter również znacząco różnicował trudność wykonywanych wersji zadania. W wersji intensywnej każda litera prezentowana poza ramką centralną była widoczna jedynie przez 750 ms (por. Szymura, Wodniecka, 2003), podczas gdy w wersji umiarkowanej i kontrolnej czas ten był wydłużony do 1 s. Trzecia istotna różnica dotyczyła reguły zgodności liter decydującej o warunku prawidłowej selekcji. We wszystkich wersjach zadania litery wzorcowe były dużej wielkości. To, co różniło poszczególne wersje zadania DIVA, to wielkość liter prezentowanych poza ramką centralną: w wersji umiarkowanej i kontrolnej litery, spośród których dokonywano selekcji, były takiej samej wielkości co litera wzorcowa (np. A-A), natomiast w intensywnej litery wyświetlane poza ramką wzorcową były małe – warunkiem prawidłowej selekcji była zatem wyłącznie zgodność znaczenia liter pomimo różnic w ich wielkości (np. A-a).

Czwarta i ostatnia różnica polegała na wprowadzeniu w wersji intensywnej dodatkowego zadania równoległego: kontroli opadającej kreski, prezentowanej losowo w jednej z dwóch prostokątnych ramek umieszczonych poza polem prezentacji liter, na wysokości ramki centralnej. Przesunięcie kreski poza miejsce optymalne, stanowiące środkową, kilkucentymetrową część prostokąta, sygnalizowane było dźwiękiem. Wersja intensywna składała się zatem z dwóch części następujących bezpośrednio po sobie. W części pierwszej badani rozwiązywali jedynie zadanie selekcyjne. W części drugiej oprócz zadania selekcyjnego dodatkowo musieli kontrolować opadanie kreski.

Bez względu na wersję zadania badani na wstępie zapoznawali się z pisemną instrukcją oraz wykonywali krótki trening, powtarzany w razie konieczności. W przypadku wersji intensywnej trening wykonywany był zarówno przed częścią pojedynczą, jak i podwójną zadania.

Procedura. Uczestnicy po przybyciu do laboratorium podpisali zgodę na udział w badaniu i wykonywali Test Zegarków Moronia (pretest). Następnie – w zależności od warunku, do którego byli losowo przydzielani² – zapoznawali się z instrukcją i treningiem umożliwiającym prawidłowe wykonanie odpowiedniej wersji DIVY. Po zakończeniu manipulacji przeciążeniem poznawczym (zadanie DIVA) następował ostatni etap eksperymentu, czyli ponowne wypełnienie Testu Zegarków (posttest).

Wyniki

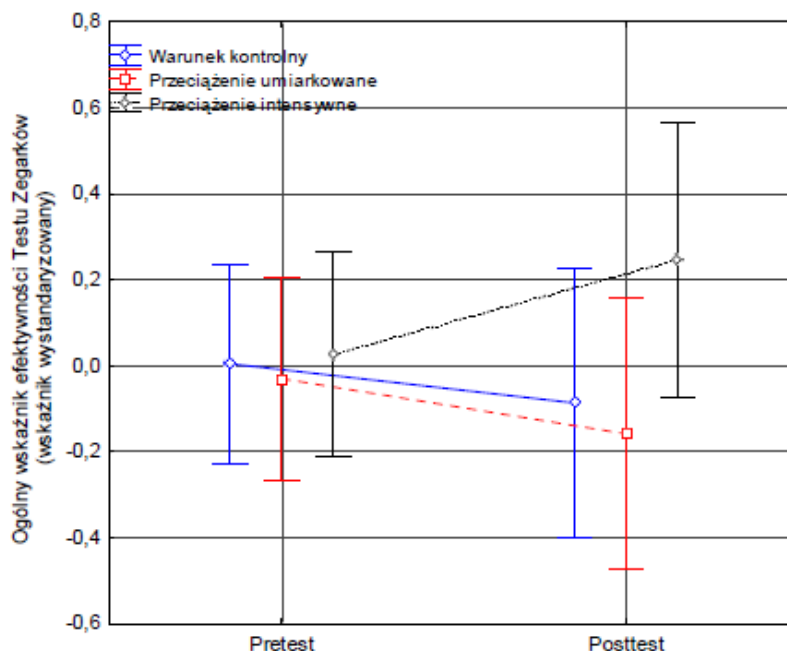
Analiza różnic międzygrupowych w wykonaniu pretestu. Analiza różnic międzygrupowych w preteście wykazała istnienie niejednorodności osób badanych w szybkości procesów selekcji informacji. Osoby przydzielone losowo do grupy przed mającą nastąpić manipulacją intensywnym wysiłkiem poznawczym przeszukiwały średnio o 46 tarcz zegarków mniej ($M = 299,42$; $SD = 57,27$) niż osoby przydzielone do grupy z mającym później nastąpić

² Podziału losowego dokonano za pomocą programu Research Randomizer, dostępnego pod adresem: www.randomizer.org

umiarkowanym przeciążeniem poznawczym ($M = 345,73$; $SD = 53,6$; $F_{(1,54)} = 4,42$, $p = 0,04$), nie różniły się jednak pod tym względem od grupy kontrolnej ($M = 330,73$; $SD = 87,55$; $F_{(1,54)} = 2,02$, $p = 0,2$). Ze względu na wykrytą niejednorodność szybkość procesów selekcji poddano kontroli w dalszych analizach statystycznych.

Wpływ manipulacji przeciążeniem poznawczym na wykonanie posttestu. W celu weryfikacji oczekiwań dotyczących wpływu wysiłku poznawczego na ogólny wskaźnik efektywności wykonania Testu Zegarków przeprowadzono ANCOVE w układzie z dwoma poziomami powtarzanych pomiarów (pretest i posttest), przeciążeniem poznawczym (DIVA) jako zmienną grupującą i szybkością procesów selekcji w preteście jako kowariantem. Zgodnie z ujawnioną wcześniej niejednorodnością grup, analiza wykazała istotny wpływ szybkości procesów selekcji $F_{(1,53)} = 63,82$; $p < 0,001$ na ogólną efektywność wykonania testu. Nie wykazano jednak istotnego wpływu zmiennej niezależnej – $F_{(2,53)} = 0,99$; $p = 0,4$ – ani czynnika powtarzanych pomiarów – $F_{(1,53)} = 1,05$; $p = 0,3$, jak i ich wzajemnej interakcji – $F_{(2,53)} = 1,65$, $p = 0,2$.

Szczegółowe porównania różnic w postteście wykonano za pomocą analizy kontrastów, która ujawniła trend zgodny z przyjętą hipotezą. Mianowicie osoby poddane intensywnemu przeciążeniu poznawczemu rozwiązywały Test Zegarków (ogólny wskaźnik efektywności testu) nieco lepiej od pozostałych uczestników eksperymentu (tzn. łącznie dwie pozostałe grupy) – $F_{(1,53)} = 3,49$, $p = 0,07$, jak również w porównaniu z grupą, która poddana była umiarkowanemu przeciążeniu – $F_{(1,53)} = 3,14$, $p = 0,08$.



Rysunek 1. Wpływ przeciążenia poznawczego na ogólny wskaźnik efektywności Testu Zegarków (pretest i posttest) z uwzględnieniem różnic międzygrupowych w szybkości procesów selekcji w preteście (kowariant)

Dyskusja wyników

Uzyskane wyniki należy uznać za zgodne z oczekiwanymi. Prosty test uwagi selektywnej wykazał marginalnie istotny efekt mobilizacji poznawczej. Przewidywano, że poziom wykonania prostych zadań poznawczych nie musi być silnie uzależniony od dostępności zasobów poznawczych. Warto podkreślić dodatkowo, że zgodnie z drugą predykcją efekty mobilizacji dotyczyły tylko osób poddanych intensywnemu wysiłkowi poznawczemu. Nie udało się natomiast wykazać takiego wpływu w grupie poddanej umiarkowanemu przeciążeniu poznawczemu. Nie bez znaczenia okazał się wpływ początkowych różnic międzygrupowych w szybkości procesów selekcji informacji u badanych przydzielonych losowo do grup eksperymentalnych. Zastosowanie pomiaru początkowego (pretest) okazało się więc zabiegiem trafnym i umożliwiło poddanie kontroli wpływu niejednorodności grup w zakresie szybkości procesów selekcji informacji na uzyskane wyniki.

Warto na koniec zauważyć, że pomimo niewątpliwych zalet wynikających z zastosowania pomiaru początkowego i końcowego tej zmiennej zależnej, schemat taki ma pewne mankamenty. Alternatywna interpretacja uzyskanych efektów może zakładać, że dwukrotne wykonanie tego samego zadania umożliwia jego automatyzację – stąd poprawa wykonania zadania może być zarówno funkcją adaptacji do wysiłku poznawczego, jak i pozytywnego transferu wprawy. Zakładając, że pozytywny transfer wprawy był podobny we wszystkich grupach, uzyskana przewaga grupy poddanej intensywnemu przeciążeniu poznawczemu stanowi argument przeciwko powyższej interpretacji. Nie da się jednak całkowicie wykluczyć, że intensywność wysiłku poznawczego mogła sprzyjać skuteczniejszemu transferowi wprawy, stąd w kolejnym eksperymencie postanowiono zrezygnować z powtórnego pomiaru tej samej zmiennej.

EKSPERYMENT 2

Drugi z zaplanowanych eksperymentów miał na celu porównanie następczych efektów przeciążenia poznawczego poprzez wykorzystanie bardziej „czulej” miary dostępności zasobów poznawczych. W celu kontroli jednorodności grup (przed manipulacją przeciążeniem) w zakresie zdolności uwagowych wykorzystano ponownie Test Zegarków. Pod względem proceduralnym eksperyment 2 różnił się od poprzedniego jedynie rodzajem zmiennej zależnej użytej po manipulacji przeciążeniem poznawczym. Test uwagi selektywnej (posttest) wykorzystany w poprzednim eksperymencie został zastąpiony zadaniem podwójnym polegającym na rozwiązywaniu analogii (zadanie priorytetowe) wraz z jednoczesną aktywnością o charakterze motorycznym (kontrola opadającej kreski). Z uwagi na podobieństwo obydwu eksperymentów, w opisie metody pominięto powtarzające się elementy procedury oraz szczegóły dotyczące wykorzystanych wcześniej narzędzi.

Metoda

Osoby badane. W eksperymencie wzięło udział 65 studentów UJ różnych kierunków. W analizie statystycznej uwzględniono wyniki 60 osób, które ukończyły całą procedurę eksperymentalną, kompletując wszystkie dane niezbędne do obliczeń. Grupa ta składała się z 48 kobiet i 12 mężczyzn w wieku – $M = 21,81$ ($SD = 2,19$), z czego 34 osoby były studentami pierwszego i drugiego roku psychologii. Udział w badaniu był dobrowolny, jednak studenci psychologii otrzymywali punkty kredytowe w ramach programu studiów.

Materiały i aparatura

Manipulacja przeciążeniem poznawczym (DIVA) oraz początkowy pomiar zdolności uwagowych (Test Zegarków) pozostały bez zmian. W dalszym opisie narzędzi uwzględniono jedynie zmienną zależną.

Komputerowy test rozumowania przez analogię, znany również jako Analogical Reasoning Test (ART), jest narzędziem do analizy zdolności umysłowych, a w szczególności wnioskowania przez analogię (Orzechowski, 1998; 1999). W eksperymencie 2 wykorzystano zmodyfikowaną wersję ART, składającą się z dwóch zadań wykonywanych jednocześnie przez osoby badane (*dual task*). Zadanie priorytetowe polegało na rozwiązywaniu analogii złożonej z układu figur geometrycznych generowanych przez komputer. Wygląd figur był zbliżony do bodźców używanych w znanym Teście Matryc Progresywnych Ravena (Raven, Court, Raven, 1983). Analogia złożona była z czterech członów (A, B, C, D). Człon A zawierał określoną figurę geometryczną, która mogła zostać poddana jednemu z trzech rodzajów przekształceń (rotacji o 180 stopni oraz odbiciu lustrzanemu względem osi x lub y). W wyniku zastosowanego przekształcenia powstawał drugi człon analogii (B). Następnym elementem zadania była nowa figura geometryczna (C) generowana losowo przez komputer, którą należało przekształcić, stosując regułę wyabstrahowaną na podstawie zaprezentowanej wcześniej sekwencji (A:B). W tym celu osoby badane dokonywały wyboru jednej z trzech figur, wśród których znajdowała się właściwa, spełniająca warunek analogii (D). Dodatkowo osoby badane w trakcie rozwiązywania zadania priorytetowego kontrolowały opadającą kreskę, wyświetlaną na tej samej wysokości w dwóch prostokątnych polach (po prawej i lewej stronie) obok pola prezentacji figur. Optymalna wysokość była wyznaczona za pomocą wzorca – linii mogącej zmieniać swoje położenie na dowolnej wysokości prostokątnego pola – wymuszając w ten sposób ciągłą aktywność poznawczą. Całe zadanie było wykonywane za pomocą klawiatury komputerowej: prezentacja i wybór figur analogii odbywała się przy użyciu klawiszy strzałek; kontrola motoryczna kreski – poprzez klawisz spacji.

Zadanie ART wykorzystane w opisywanym eksperymencie składało się z dwóch części, każda z nich była złożona z 10 analogii. Druga część, nieco trudniejsza, wymuszała silniejsze zaangażowanie pamięci krótkotrwałej, gdyż pojawienie się kolejnego członu analogii powodowało zniknięcie z ekranu poprzedniej figury. Ze względu na brak możliwości odtworzenia wcześniej zaprezentowanych informacji osoba badana musiała sekwencyjnie przetwarzać dopływające informacje i wykorzystywać je w dalszych etapach procesu wnioskowania. Czas wykonania całego zadania nie był limitowany i zależał od indywidualnej preferencji osób badanych. ART umożliwiał pomiar takich parametrów, jak czas wykonywania zadania priorytetowego, liczba błędów oraz stopień kontroli zadania równoległego (odchylenie kreski).

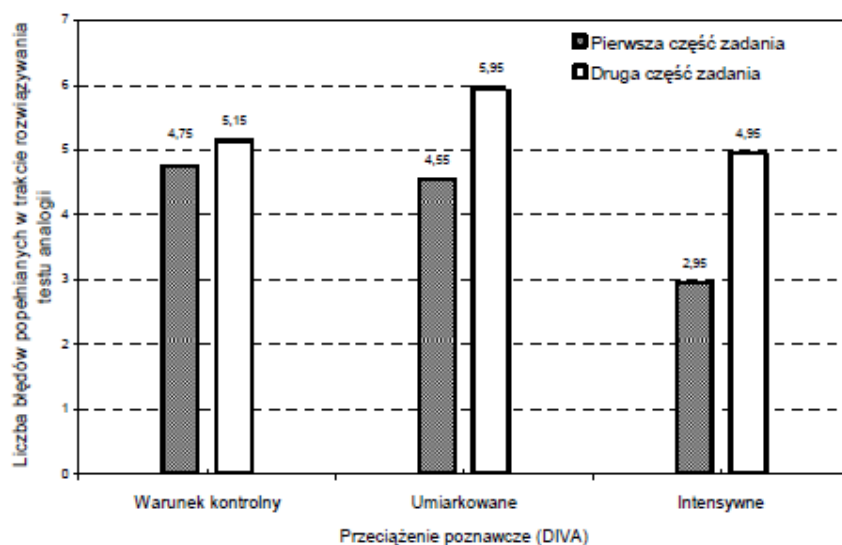
Procedura. Z uwagi na duże prawdopodobieństwo zakłócenia efektu rozgrzania przerwą niezbędną na zapoznanie się osób badanych z instrukcją wszystkie elementy procedury dotyczące narzędzi komputerowych zostały przedstawione osobom badanym przed manipulacją eksperymentalną. Po rozwiązaniu Testu Zegarków osoby badane czytały zatem instrukcje dotyczące zadania ART oraz odbywały konieczny trening, a następnie zapoznawały się ze specyfiką rozwiązywania testu DIVA. Dzięki temu natychmiast po zakończeniu manipulacji przeciążeniem poznawczym można było rozpocząć zadanie ART.

Wyniki

Porównanie początkowych różnic międzygrupowych dla ogólnego wskaźnika efektywności wykonania Testu Zegarków nie wykazało istotnych zależności – $F_{(2,56)} = 1,41$; $p = 0,2$. Przyjęto zatem, że badani przydzieleni losowo do trzech grup charakteryzowali się podobnymi zdolnościami uwagowymi.

Kolejne analizy statystyczne dotyczyły porównania efektywności wykonania zadania ART³ w zależności od wcześniejszej manipulacji przeciążeniem poznawczym. W pierwszej kolejności wykonano serię analiz dla zadania priorytetowego (rozwiązywanie analogii). ANOVA z dwoma poziomami powtarzanych pomiarów (pierwsza i druga część zadania) dla poprawności wykonania testu (liczba błędów) ujawniła szereg interesujących zależności. Istotny okazał się efekt główny wielkości przeciążenia poznawczego – $F_{(2,57)} = 4,32$; $p = 0,02$, czynnika powtarzanych pomiarów – $F_{(1,57)} = 23,69$; $p < 0,001$ oraz ich wzajemna interakcja – $F_{(2,57)} = 3,21$; $p = 0,05$.

³ Współczynnik rzetelności α Cronbacha dla obydwu części zadania ART wyniósł 0,88 dla czasów reakcji i 0,54 dla poprawności odpowiedzi. Co interesujące, rzetelność dla poprawności rozwiązywanych zadań była satysfakcjonująca we wszystkich grupach oprócz umiarkowanej wersji zadania przeciążającego (DIVA kontrolna = 0,72; DIVA umiarkowana = -0,02; DIVA intensywna = 0,71).



Rysunek 2. Poprawność wnioskowania przez analogię (zadanie priorytetowe) w pierwszej i drugiej części zadania ART jako efekt następczy manipulacji przeciążeniem poznawczym

Najsilniejszy efekt dotyczył pierwszej części zadania ART, gdzie osoby poddane wcześniej intensywnemu wysiłkowi poznawczemu popełniły znacząco mniej błędów ($M = 2,95$, $SD = 1,7$) zarówno w odniesieniu do grupy poddanej umiarkowanemu wysiłkowi poznawczemu ($M = 4,55$, $SD = 1,95$) $F_{(1,57)} = 7,02$, $p = 0,01$, jak i grupy kontrolnej ($M = 4,75$, $SD = 2,04$) $F_{(1,57)} = 8,89$, $p = 0,004$. Dodatkowo postanowiono sprawdzić, czy poprawność odpowiedzi udzielanych w tej części zadania różniła się od poziomu przypadku. Nie jest bowiem wykluczone, że chociaż odpowiedzi osób z grupy poddanej intensywnemu przeciążeniu poznawczemu charakteryzowała większa poprawność niż uczestników przydzielonych do pozostałych grupy, to trafność tych odpowiedzi mogła nie różnić się od poziomu losowego. Porównano zatem oczekiwany poziom prawdopodobieństwa udzielenia prawidłowej odpowiedzi z obserwowanymi wynikami poprawności w pierwszej części zadania ART⁴. Wyniki dowodzą, że poprawność odpowiedzi, liczona łącznie dla wszystkich grup, była istotnie większa od poziomu przypadku $\chi^2(59) = 96,83$; $p = 0,001$, niemniej jednak porównanie z uwzględnieniem każdej z grup osobno wykazało, że jedynie poprawność wykonania zadania u osób poddanych wcześniejszemu intensywnemu przeciążeniu poznawczemu była istotnie większa od poziomu losowego $\chi^2(19) = 49,58$; $p < 0,001$ i pozostawała na poziomie przypadku w dwóch pozostałych grupach $\chi^2(19) < 23$, $p > 0,2$.

⁴ Dla pojedynczej analogii prawdopodobieństwo losowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosi 0,33, co dla każdej z części zadania ART (10 odpowiedzi) oznaczało odpowiednio 3,3 odpowiedzi.

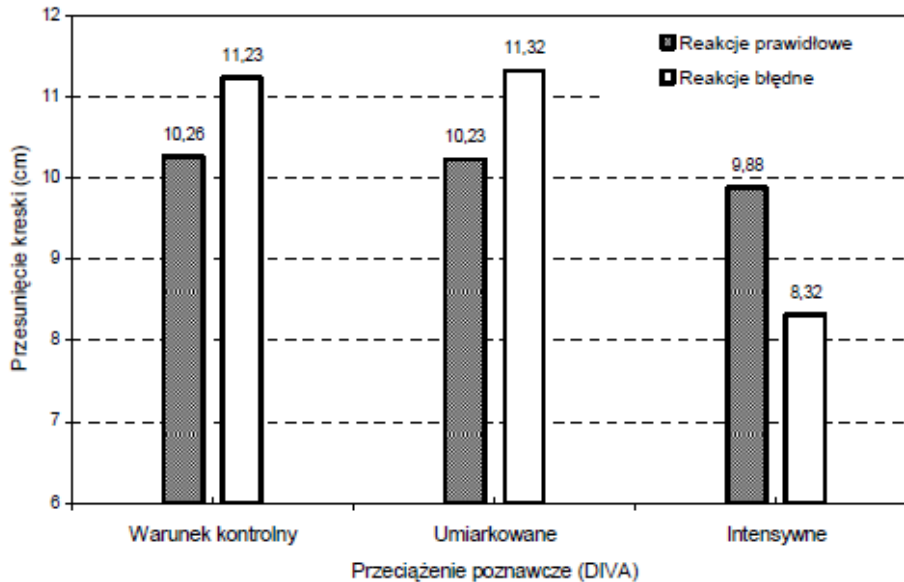
Przewaga osób poddanych wcześniej intensywnemu przeciążeniu poznawczemu ograniczała się jednak tylko do pierwszej części zadania. Wskazuje na to zwiększenie liczby błędów w drugiej części testu ($M = 4,95$, $SD = 1,31$) $F_{(1,57)} = 19,68$, $p = 0,001$ i zrównanie się pod tym względem z pozostałymi grupami ($M_{DIVA \text{ umiarkowana}} = 5,95$, $SD = 1,66$; $M_{DIVA \text{ kontrolna}} = 5,15$, $SD = 1,87$) $F_{(1,57)} = 1,79$, $p = 0,2$. Wpływ wzrostu trudności zadania był zauważalny również w grupie osób poddanych wcześniej umiarkowanemu przeciążeniu, na co wskazuje spadek poprawności wykonania zadania w drugiej części testu $F_{(1,57)} = 9,64$, $p = 0,003$. Jedynie poprawność wykonania zadania w grupie kontrolnej była na podobnym poziomie, bez względu na trudność testu $F_{(1,57)} = 0,78$, $p = 0,4$. Analiza losowości udzielanych odpowiedzi wykazała, że w drugiej części zadania ART poziom poprawności odpowiedzi osób badanych statystycznie nie odbiegał od poziomu losowego $\chi^2(59) = 40,03$; $p > 0,9$ we wszystkich grupach.

Osobną analizę przeprowadzono dla czasów reakcji (zmienna zależna), jednak nie ujawniła ona żadnych istotnych – z punktu widzenia postawionych hipotez – zależności. Istotny okazał się jedynie wpływ czynnika powtarzanych pomiarów, który wskazuje na wydłużenie czasów reakcji w drugiej, trudniejszej części zadania ART ($M_{\text{część 1}} = 18,72$ s, $SD = 9,3$, vs $M_{\text{część 2}} = 15,81$ s, $SD = 9,04$) $F_{(1,57)} = 14,37$, $p < 0,001$. Czas wykonywania zadania był zbliżony we wszystkich trzech grupach ($M = 17,26$, $SD = 9,25$), bez względu na manipulację przeciążeniem poznawczym – $F_{(2,57)} = 0,04$, $p = 0,9$. Nieistotna okazała się również interakcja czynnika powtarzanych pomiarów i wielkości przeciążenia poznawczego – $F_{(2,57)} = 0,4$, $p = 0,6$.

Dalsze analizy dotyczyły kontroli opadającej kreski (zadanie równoległe). ANOVA z dwoma poziomami powtarzanych pomiarów (część pierwsza i druga zadania ART) oraz intensywnością wysiłku poznawczego (trzy wersje testu DIVA) wskazuje na zbliżony stopień kontroli zadania równoległego we wszystkich trzech grupach $F_{(2,57)} = 0,33$, $p = 0,7$ w trakcie obydwu części zadania $F_{(1,57)} = 0,0002$, $p = 0,9$. Nie wykryto również istotnych zależności wynikających z interakcyjnego wpływu czynników powtarzanych pomiarów i przeciążenia poznawczego $F_{(2,57)} = 0,01$, $p = 0,9$.

W celu jednoznacznej interpretacji wyniku uzyskanego przez osoby poddane intensywnemu przeciążeniu poznawczemu (większa poprawność wnioskowania przez analogię w pierwszej części zadania ART) postanowiono sprawdzić, czy poziom kontroli zadania równoległego był podobny we wszystkich grupach. Mniejsza liczba błędów w pierwszej części zadania mogła być zarówno wynikiem wzrostu dostępności zasobów, jak i różnic w ich rozdysponowaniu pomiędzy dwoma równoległymi wykonywanymi zadaniami. Osoby poddane intensywnemu przeciążeniu poznawczemu mogły zatem popełniać mniej błędów w zadaniu priorytetowym, kosztem gorszej kontroli opadającej kreski. W takiej sytuacji uzyskany wynik świadczyłby raczej o odmiennych strategiach alokacji zasobów niż o różnicy w ich dostępności. Aby wyjaśnić powyższą wątpliwość, przeprowadzono osobną analizę uwzględniającą stopień kontroli opadającej kreski w pierwszej części zadania ART. Jako czynnik powtarza-

nych pomiarów wprowadzono odległość przesunięcia kreski osobno dla reakcji prawidłowych i błędnych. Zmienną grupującą była wielkość wcześniejszego przeciążenia poznawczego. Analiza ta ujawniła istotną interakcję czynnika powtarzanych pomiarów i zmiennej grupującej $F_{(2,57)} = 4,96, p = 0,01$.



Rysunek 3. Kontrola opadającej kreski (zadanie równoległe) w pierwszej części zadania ART jako funkcja manipulacji przeciążeniem poznawczym oraz poprawności rozwiązywania zadania priorytetowego

W przypadku reakcji prawidłowych stopień kontroli opadającej kreski okazał się niemal identyczny we wszystkich trzech grupach ($M_{DIVA\ kontrolna} = 10,26, SD = 3,87; M_{DIVA\ umiarkowana} = 10,23, SD = 4,00, M_{DIVA\ intensywna} = 9,88, SD = 3,15$) $F_{(2,57)} = 0,06, p = 0,9$. W przypadku reakcji błędnych kontrola kreski była lepsza w grupie poddanej wcześniej intensywnemu przeciążeniu ($M = 8,32, SD = 2,93$), w przeciwieństwie do dwóch pozostałych grup ($M_{DIVA\ kontrolna} = 11,23, SD = 4,95, M_{DIVA\ umiarkowana} = 11,32, SD = 0,46$) $F_{(1,57)} = 6,57, p = 0,01$. Wyniki te jednoznacznie wskazują, że większa efektywność rozwiązywania testu analogii uzyskana w grupie poddanej intensywnemu przeciążeniu nie była kompensowana mniejszą uwagą poświęcaną zadaniu równoległemu. Co interesujące, grupa poddana wcześniej intensywnemu przeciążeniu zyskiwała niekiedy przewagę w kontroli zadania równoległego – jednak dotyczyło to wyłącznie przypadków błędnie rozwiązanych analogii.

Podsumowując, można przyjąć, że osoby poddane intensywnemu przeciążeniu poznawczemu uzyskały przewagę w zakresie poprawności wnioskowania przez analogię i efekt ten nie wynikał z mniejszej uwagi poświęcanej zadaniu równoległemu.

Dyskusja wyników

Eksperyment 2 dostarczył kolejnych dowodów potwierdzających istnienie zjawiska poznawczej mobilizacji rozumianego jako następstwo adaptacji do wcześniejszego wysiłku poznawczego. Obydwa przeprowadzone eksperymenty wskazują dodatkowo, że na wielkość uzyskanego efektu wpływ wywiera intensywność wcześniejszego zadania przeciążającego. W żadnym z eksperymentów nie udało się bowiem wykazać efektów poznawczej mobilizacji pod wpływem umiarkowanego przeciążenia poznawczego. Prawdopodobnie przy niewielkiej intensywności wysiłku system poznawczy może sprostać wymaganiom bez konieczności uruchamiania mechanizmów adaptacyjnych. Co więcej, proste zadanie poznawcze może ulegać szybkiej automatyzacji i poprzez swoją monotonię może w sposób niezamierzony prowadzić do efektu spadku motywacji do dalszego działania. Chociaż w badaniu tym nie kontrolowano efektów motywacyjnych, pośrednio świadczy o tym niska rzetelność zadania ART dla poprawności rozwiązywanych analogii, która ujawniła się jedynie w grupie poddanej wcześniej umiarkowanemu wysiłkowi poznawczemu.

Intensywne przeciążenie poznawcze przyniosło spektakularny efekt w postaci większej – niż w innych grupach – poprawności wnioskowania przez analogię. Jak wykazały dodatkowe analizy, większa poprawność wnioskowania przez analogię istotnie różniła się od poziomu przypadku, nie może również być wytłumaczona jako wynik słabszej koncentracji na zadaniu równoległym. Rzetelność zadania ART – pomimo stosunkowo niewielkiej liczby zadań wchodzących w skład każdej z części – okazała się zadowalająca we wszystkich grupach, z wyjątkiem grupy poddanej umiarkowanemu przeciążeniu poznawczemu.

Uzyskany efekt dowodzi, że „rozgrzewka” uwagowa może wpłynąć mobilizująco na zadania wymagające wykorzystania złożonych funkcji poznawczych. Należy podkreślić, że wpływ efektu rozgrzania dotyczył jedynie łatwiejszej, pierwszej części zadania ART. W drugiej części, poprawność wnioskowania była na podobnym poziomie we wszystkich grupach i – jak dowiodły dodatkowe analizy – nie przekraczała poziomu przypadku. Przyczyna spadku przewagi osób poddanych intensywnemu przeciążeniu poznawczemu może mieć kilka źródeł. Możliwe, że wzrost trudności drugiej części zadania ART był zbyt wysoki, aby wykazać efektywność dokonanej wcześniej manipulacji (efekt podłogowy). Niewykluczone również, że przyczynę „zaniku” przewagi osób silnie przeciążonych można przypisać nietrwałości następczych efektów mobilizacji. Nie da się wreszcie wykluczyć przyczyny wynikającej ze specyfiki działającego wcześniej przeciążenia. Zarówno model integracji zasobów, jak i wyjaśnienie bazujące na wzroście pobudzenia pozwalają przewidzieć większą efektywność w pierwszej, uwagowej części zadania ART. Jeżeli przyjmiemy, że intensywne przeciążenie poznawcze sprzyjało koncentracji zasobów wokół podsystemów uwagi, to można oczekiwać, że kolejne zadanie będzie lepiej wykonywane, jeżeli będzie wymagało właśnie zasobów uwagowych. W drugiej, trudniejszej części zadania proces rozumowania przez analogię wynikał z dostępności zasobów nie tylko uwagowych, ale również i pamięciowych (poszczególne ele-

menty analogii znikają, wymuszając silne obciążenie zasobów pamięciowych). Nie jest więc wykluczone, że zadaniu o silniejszym zapotrzebowaniu na zasoby pamięci roboczej rozgrzanie uwagowe mogło „nie służyć”. Wzrost pobudzenia z kolei sprzyja dostępności zasobów uwagowych, radykalnie zmniejszając wielkość zasobów pamięci roboczej (Nęcka, 1994; 2000), stąd gorsze wykonanie drugiej części zadania ART można wyjaśnić zarówno na gruncie modelu integracji energii, jak i opierając się na wzroście pobudzenia.

DYSKUSJA PODSUMOWUJĄCA

Otrzymane wyniki zdają się potwierdzać istnienie efektu rozgrzania poznawczego, rozumianego jako następczy efekt czasowego wzrostu dostępności zasobów. Zarówno prosty test uwagi selektywnej, jak i zadanie polegające na rozwiązywaniu analogii ujawniły ten sam efekt mobilizacji poznawczej, zgodny z wcześniejszym doniesieniem (Śpiewak i in., 2003). Zebrane dowody pozwalają na wysunięcie pewnych wniosków dotyczących natury odkrytego fenomenu, jak również skłaniają do wskazania istniejących ograniczeń interpretacyjnych.

Po pierwsze, efekt ten był wywoływany pod wpływem zadania poznawczego wymagającego selekcji informacji oraz podzielności uwagi, a więc manipulacja zmienną niezależną była ograniczona jedynie do zadań uwagowych. Po drugie, pomimo początkowych przesłanek, sugerujących, że zarówno mniej, jak i bardziej intensywna manipulacja przeciążeniem poznawczym może wywoływać efekt mobilizacji (Śpiewak i in., 2003), opisane w niniejszej pracy badania potwierdziły jedynie skuteczność manipulacji intensywną wersją zadania DIVA. Po trzecie, zgromadzony materiał empiryczny świadczy o tym, że uzyskany efekt rozgrzania nie jest związany ze specyfiką paradygmatu mierzenia zasobów. Warto jednak zauważyć, że zgodnie z oczekiwaniami, proste zadanie selekcyjne okazało się mniej „czułą” miarą wzrostu dostępności zasobów. Potwierdza to słuszność przypuszczenia, że dostępność zasobów diagnozują lepiej zadania złożone, wykonywane na granicy „wydolności” systemu przetwarzania informacji, a więc silniej uzależnione od wielkości aktualnie dostępnej puli paliwa mentalnego. Po czwarte, choć przeprowadzone eksperymenty nie były zaprojektowane do weryfikacji konkretnego modelu wyjaśniającego uzyskany efekt, zrozumienie mechanizmu odkrytego zjawiska możliwe jest tylko wtedy, gdy uwzględni się wyraźnie pomijany w dotychczasowych teoriach zasobów poznawczych aspekt dynamiki zmian zasobów w czasie.

Na obecnym etapie nie da się rozstrzygnąć, który z mechanizmów efektu poznawczego rozgrzania jest bardziej adekwatny. Warto zatem przyjrzeć się uważnie alternatywnym – wobec wyjaśnienia opartego na mobilizacji i integracji energii – interpretacjom. Jednym z nich jest pobudzenie. Zgodnie z formalną teorią inteligencji (Nęcka, 2000) wzrost pobudzenia może zwiększać efektywność procesów uwagowych i jednocześnie działać destrukcyjnie na

sprawność pamięci roboczej⁵. Należałoby zatem rozważyć, czy efekt mobilizacji poznawczej nie sprowadza się do podniesienia poziomu pobudzenia, co w konsekwencji może zwiększać efektywność zadań wymagających udziału uwagi. Zaletą takiej interpretacji z pewnością jest to, że jest prosta w użyciu, jednak budzi ona wątpliwości, gdy uwzględnimy fakt, że intensywna i umiarkowana wersja DIVY, pomimo podobnego poziomu pobudzenia mierzonego we wcześniejszych badaniach (Śpiewak, 2002a, 2002b, eksperyment 2), prowadzi do innych efektów następczych sprawności uwagowej – czego z kolei dowodzą obydwa opisane w niniejszej pracy eksperymenty. Pomiar poziomu pobudzenia fizjologicznego (toniczna reakcja elektrodermalna) w chwili zakończenia identycznych zadań uwagowych wskazuje, że zarówno DIVA umiarkowana, jak i intensywna podnoszą poziom pobudzenia bardziej niż warunek kontrolny zadania i nie różnią się od siebie pod względem intensywności reakcji elektrodermalnej (Śpiewak, 2002a, 2002b, eksperyment 2)⁶. Wynik ten, choć jednoznacznie nie przesądza o braku adekwatności wyjaśnienia pobudzeniowego, sugeruje inne możliwości interpretacyjne.

Inna alternatywna interpretacja efektu rozgrzania może opierać się na założeniu, że czynnik przeciążający prowadzi do pozytywnego transferu wprawy, który ujawnia się w kolejnym zadaniu⁷. Pomimo że zadanie przeciążające i następujące po nim polegają na innym rodzaju aktywności, zadanie DIVA może zawierać podobne elementy, które występują również w zadaniach sprawdzających dostępność zasobów poznawczych. Większe przeciążenie może być rozumiane przy tym jako forma intensywniejszego treningu dającego przewagę osobom badanym w kolejnym zadaniu (efekt swoistego procesu ukrytego uczenia). Zarówno w pierwszym eksperymencie, jak i w drugim taki efekt mógł się pojawić. W drugim eksperymencie podczas intensywnego wysiłku poznawczego podczas rozwiązywania analogii zadanie równoległe opierało się podobnym rodzaju aktywności. Nie da się zatem wykluczyć, że osobom badanym poddanym intensywnemu przeciążeniu poznawczemu łatwiej było kon-

⁵ Problem wpływu pobudzenia na efektywność procesów poznawczych okazuje się dość złożony, czego dowodzą późniejsze wyniki badań nad Formalną Teorią Inteligencji (Nęcka, 2000), wskazujące, że wzrost dostępności zasobów uwagowych jest związany z pobudzeniem o charakterze mobilizacyjnym, natomiast pobudzenie unikowe działa destrukcyjnie zarówno na uwagę, jak i pamięć roboczą. Założenie, że pobudzenie prowadzi do efektów mobilizacji poznawczej, może zostać zatem przyjęte jedynie przy uwzględnieniu specyfiki działającego pobudzenia.

⁶ Wniosek taki wynika z porównania maksymalnych wartości reakcji EDA mierzonych w chwili zakończenia testu ($M_{DIVA\ kontrolna} = 1,01\ \mu S$; $M_{DIVA\ umiarkowana} = 1,23\ \mu S$; $M_{DIVA\ intensywna} = 1,23\ \mu S$). Wielkość pobudzenia była nominalnie taka sama w sytuacji silnego i słabego przeciążenia, różniła się jednak istotnie w porównaniu z warunkiem kontrolnym $F_{(1,91)} = 5,34$, $p = 0,02$ (Śpiewak, 2002a, 2002b, eksperyment 2).

⁷ Warto zauważyć, że nawet jeżeli odwołamy się do procesów nabywania wprawy, to nie da się jednoznacznie określić, czy automatyzacja powinna prowadzić do efektów facylitacji czy inhibicji. Szymura i Słabosz (2002) uzyskali negatywny transfer wprawy, stosując podobny paradygmat zadań uwagowych.

trolować opadającą kreskę. Nie wykazano, że grupa poddana intensywnemu przeciążeniu lepiej wykonuje zadanie równoległe, co wydawało się najbardziej prawdopodobne. Nie można jednak wykluczyć, że dzięki lepszemu zautomatyzowaniu zadania równoległego uczestnicy eksperymentu mogli więcej zasobów przekierować na zadanie priorytetowe. Warto zaznaczyć, że jak dotąd efekty poznawczej mobilizacji stwierdzono, stosując trzy różne miary zasobów poznawczych – w tym również paradygmat generowania losowych interwałów czasowych (Śpiewak i in., 2003), który opiera się na zupełnie innej aktywności poznawczej niż test uwagi DIVA. Chociaż stosowanie różnych paradygmatów pomiarów zasobów minimalizuje wpływ specyfiki zadania przeciążającego na uzyskany efekt, całkowite wyeliminowanie takiej interpretacji wymaga dalszych badań empirycznych.

Podsumowując, przedstawione wyniki – wbrew znanym koncepcjom zasobów poznawczych – potwierdziły istnienie następczych efektów mobilizacji poznawczej wywołanych stanem przeciążenia uwagowego. Mechanizm odkrytego zjawiska pozostaje jednak nierozstrzygnięty, wyznaczając interesujące perspektywy dalszych badań empirycznych.

BIBLIOGRAFIA

- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1252-1265.
- DeShon, R. P., Brown, K. G., Greenis, J. L. (1996). Does self-regulation require cognitive resources? Evaluation of resource allocation models of goal setting. *Journal of Applied Psychology*, 81, 595-608.
- Fracker, M. L., Wickens, C. D. (1989). Resources, confusions, and compatibility in dual-axis tracking: Displays, controls, and dynamics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 80-96.
- Gopher, D., Brickner, M., Navon, D. (1982). Different difficulty manipulations interact differently with task emphasis: Evidence for multiple resources. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 146-157.
- Hirst, W., Kalmar, D. (1987). Characterizing attentional resources. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 68-81.
- Hitchcock, E. M., Warm, J. S., Matthews, G., Dember, W. N., Shear, P. K., Tripp, L. D., Mayleben, D. W., Parasuraman, R. (2003). Automation cueing modulates cerebral flow and vigilance in simulated air traffic control task. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 4, 89-112.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Meyer, D. E., Irwin, D. E., Osman, A. M., Kounios, J. (1988). The dynamics of cognition in action: Mental processes inferred from speed-accuracy decomposition. *Psychological Review*, 95, 183-237.
- Moscovitch, M. (1994). Cognitive resources and dual-task interference effects at retrieval in normal people: The role of the frontal lobes and medial temporal cortex. *Neuropsychology*, 8, 524-534.

- Muraven, M., Slessareva, E. (2003). Mechanisms of self-control failure: Motivation and limited resources. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 22, 894-906.
- Navon, D. (1984). Resources – a theoretical soup stone? *Psychological Review*, 91, 216-234.
- Navon, D., Gopher, D. (1979). On the economy of the human-processing system. *Psychological Review*, 86, 214-255.
- Navon, D., Gopher, D. (1980). Task difficulty, resources, and dual-task performance. [W:] R. S. Nickerson (red.), *Attention and performance* (vol. 8, s. 297-315). Cambridge, MA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Nęcka, E. (1994). *Inteligencja i procesy poznawcze*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Nęcka, E. (2000). *Pobudzenie intelektu: zarys formalnej teorii inteligencji*. Kraków: TAIWPN Universitas.
- Nęcka, E., Szymura, B. (2001). Who has the temperament to attend? Neuroticism, extraversion, and the mechanisms of attention. *Polish Psychological Bulletin*, 32, 159-166
- Orzechowski, J. (1998). Nieliniowo-równoległy model rozumowania przez analogię a różnice indywidualne w funkcjonowaniu poznawczym człowieka. *Studia Psychologiczne*, 36, 45-56.
- Orzechowski, J. (1999). Nieliniowo-równoległy model rozumowania przez analogię a różnice indywidualne w funkcjonowaniu poznawczym człowieka. Niepublikowana praca doktorska, Kraków, Uniwersytet Jagielloński.
- Parasuraman, R., Nestor, P., Greenwood, P. (1989). Sustained-attention capacity in young and older adults. *Psychology and Aging*, 4, 339-345.
- Pashler, H. (1993). Dual-task interference and elementary mental mechanisms. [W:] D. E. Meyer, S. Kornblum (red.), *Attention and performance* (vol. 14, s. 245-264). Cambridge: The Mit Press.
- Pashler, H. (1994). Graded capacity-sharing in dual-task interference? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 330-342.
- Piotrowski, K. T. (1999). Zadania konwergencyjne i dywergencyjne a pamięć robocza. Badanie metodą generowania interwałów losowych. *Czasopismo Psychologiczne*, 5, 177-186.
- Raven, J. C., Court, J. H., Raven, J. (1983). *Manual for Raven's Progressive Matrices and vocabulary scales* (Section 4, Advanced Progressive Matrices). London: H.K. Lewis.
- Schmeichel, B. J., Vohs, K. D., Baumeister, R. F. (2003). Intellectual performance and ego depletion: Role of self in logical reasoning and other information processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 33-46.
- See, J. E., Howe, S. R., Warm, J. S., Dember, W. N. (1995). Meta-analysis of the sensitivity decrement in vigilance. *Psychological Bulletin*, 117, 230-249.
- Stettner, Z., Nęcka, E. (2003). Pozytywny wpływ informacji zwrotnej na generowanie losowych interwałów czasowych. *Studia Psychologiczne*, 41, 131-148.
- Szymura, B., Słabosz, A. (2002). Uwaga selektywna a pozytywne i negatywne konsekwencje automatyzacji czynności. *Studia Psychologiczne*, 40, 161-183.

- Szymura, B., Wodniecka, Z. (2003). What really bother neurotics? In search for factors impairing attentional performance. *Personality and Individual Differences*, 34, 109-126.
- Śpiewak, S. (2002a). Między drzwiami i huśtawką: drenaż poznawczy a skuteczność wybranych technik wpływu społecznego. *Studia Psychologiczne*, 40, 23-47.
- Śpiewak, S. (2002b). *Przeciążenie poznawcze a skuteczność wybranych technik wpływu społecznego*. Niepublikowana praca doktorska, Kraków, Uniwersytet Jagielloński.
- Śpiewak S., Ziaja J., Doliński D. (2003). Wpływ przeciążenia poznawczego na dostępność zasobów: efekt rozgrzania poznawczego. *Przegląd Psychologiczny*, 46, 291-306.
- Temprado, J. J., Zanone, P. G., Monno, A., Laurent, M. (2001). A dynamical framework to understand performance trade-offs and interference in dual tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 1303-1313.
- Vandierendonck, A. (2000). Analyzing human random time generation behavior: A methodology and a computer program. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 32, 555-565.
- Verhaeghen, P., Steitz, D. W., Sliwinski, M. J., Cerella, J. (2003). Aging and dual-task performance: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18, 443-460.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Sciences*, 3, 159-177.
- Wojciszke, B. (2004). Systematycznie modyfikowane autoreplikacje: logika programu badań empirycznych w psychologii. [W:] J. Brzeziński (red.), *Metodologia badań psychologicznych* (s. 44-68). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Worthen, J. B., Garcia-Rivas, G., Green, C. R., Vidos, R. A. (2000). Test of a cognitive-resource-allocation account of the bizarreness effect. *The Journal of General Psychology*, 127, 117-144.
- Yzerbyt, V. Y., Coull, A., Rocher, S. J. (1999). Fencing of the deviant: The role of cognitive resources in the maintenance of stereotypes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 449-462.