

Wpływ przeciążenia poznawczego na dostępność zasobów: efekt rozgrzania poznawczego¹

Sławomir Śpiewak, Joanna Ziaja

Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński

Dariusz Doliński

Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej, Wydział Zamiejscowy we Wrocławiu

THE IMPACT OF COGNITIVE LOAD ON THE AVAILABILITY OF COGNITIVE RESOURCES: THE WARM-UP EFFECT

Abstract. The follow-up effects of cognitive effort on availability of mental energy were examined. One major prediction was assumed: performing a cognitive task results in temporary subsequent depletion of cognitive resources ("cognitive depletion"). 72 participants took part in the experiment. Subjects' attentional abilities were measured to control initial differences between groups. The cognitive load was manipulated between subjects by using an attentional task (difficult, easy and control). As a measure of the cognitive resources' availability (immediately following the cognitive load manipulation) a random interval generation task was applied. Performance of the subsequent task was better (more random generation of time intervals) after the difficult and easy attentional task than after the control version. Further analyses showed that subjects, who performed the attentional task worse, improved the random interval generation over time. The results are inconsistent with the predicted cognitive depletion effect, and they suggest an alternative cognitive warm-up effect.

Nikogo nie dziwi fakt, że energia mentalna człowieka podlega wielu ograniczeniom. Aby przekonać się o tym, wystarczy spróbować wykonać jednocześnie dwie czynności wymagające kontroli poznawczej, np. pisać list i prowadzić rozmowę telefoniczną. W takiej sytuacji następuje „upośledzenie” wykonania obydwu czynności, prowadzące najczęściej do przerwania jednej i skupieniu się na drugiej. Ograniczenie związane z dostępnością zasobów poznawczych odpowiedzialnych za przetwarzanie docierających do nas informacji stanowi jeden z podstawowych przedmiotów dociekań psychologii poznawczej. Kwestia ta wzbudza również wiele kontrowersji wśród naukowców (Navon, 1984). Przedmiotem sporu jest między innymi to, jakie czynności podlegają najsilniejszemu ograniczeniu energetycznemu. Podczas gdy jedni badacze dowodzą, że energia mentalna ma charakter niespecyficzny, tzn. istnieje jeden wspólny rezerwuuar energetyczny odpowiedzialny za „zasilanie” wszystkich wykonywanych funkcji (Kahneman, 1973), inni twierdzą, że energia poznawcza ma formę specyficznych magazynów, zapewniającą względną autonomię nie związanym ze sobą czynnościom (Gopher, Brickner, Navon, 1982; Hirst, Kalmar, 1987; Navon, Gopher, 1979; Navon, Gopher, 1980). Ograniczeniu energetycznemu podlegać powinny najsilniej czynności podobne, mniejszemu czynności korzystające z różnych modalności. W cieniu sporu wokół wpływu zadań wykonywanych w tym samym czasie na sprawność funkcjonowania poznawczego pozostała kwestia konsekwencji wysiłku poznawczego i jego efektów następczych na dostępność energii mentalnej. Do tej pory wiadomo na ten temat niewiele. Bez względu na rozstrzygnięcie toczącej się debaty na temat specyficzności i wielości różnych magazynów energetycznych, można przyjąć, że łączna wielkość dostępnej człowiekowi energii mentalnej jest stała w określonej jednostce czasu. Następstwem wysiłku poznawczego powinno zatem być uszczuplenie dostępnych zasobów i wynikający z niego czasowy spadek efektywności procesów przetwarzania informacji.

Szukając analogii dla problemu dostępności energii, można posłużyć się ulubioną przez psychologów poznawczych metaforą komputerową (Wolski, 1998). Dla czynności wykonywanych jednocześnie analogią byłaby praca procesora. Musi on rozdysonować dostępne mu zasoby, które są ściśle ograniczone, na wszystkie wykonywane procesy. W ekstremalnej sytuacji stan przeciążenia może doprowadzić do „zawieszenia” systemu, który nie dysponuje wystarczającą energią, aby obsłużyć wszystkie uruchomione zadania. Analogią dla problemu skutków dostępności zasobów wywołanych stanem przeciążenia byłby układ zasilany ze źródła, o pewnej bezwładności energetycznej, czyli w przypadku komputera – z baterii. Stan intensywnej pracy prowadzi do „uszczuplenia” dostępnej energii, a nawet wyczerpania energetycznego, który będzie trwał dopóty, dopóki nie nastąpi odtworzenie rezerwuuaru energetycznego. W takim przypadku nastąpi czasowe i wymuszone przejście na tzw. rezerwowy tryb zasilania, który charakteryzuje się niezbędnymi ograniczeniami, takimi jak wykonywanie uproszczonych operacji czy czasowe zawieszenie funkcji mniej ważnych. Wracając do analogii

¹Adres do korespondencji: Sławomir Śpiewak, Instytut Psychologii UJ, al. Mickiewicza 3, 31-120 Kraków, e-mail: slawek@apple.phils.uj.edu.pl

funkcjonowania systemu przetwarzania informacji u człowieka, stan intensywnego wysiłku poznawczego powinien prowadzić do uszczuplenia dostępnej puli zasobów i w konsekwencji do następczej zmiany sposobu funkcjonowania poznawczego².

Jak dotąd, przeprowadzono niewiele badań umożliwiających poznanie natury tego zjawiska i elementarnych procesów poznawczych leżących u jego podłoża. Kwestia wpływu niedoborów zasobów poznawczych nie ogranicza się jedynie do podstawowej wiedzy z zakresu psychologii poznawczej. Deficyt energetyczny może dotyczyć wielu sfer funkcjonowania społecznego człowieka, gdzie brak odpowiedniej wielkości zasobów wymusza korzystanie ze zautomatyzowanych wzorców reakcji umożliwiających sprawne działanie przy mniejszym zapotrzebowaniu na energię mentalną.

W dalszej kolejności zostaną omówione przesłanki empiryczne przemawiające za możliwością istnienia zjawiska „drenażu poznawczego” przejawiającego się czasowym spadkiem wydolności poznawczej. Pochodzą one z kilku niezależnych grup badań, gdzie uszczuplenie dostępnych zasobów było związane z motywacyjno-wolicjonalnymi aspektami funkcjonowania społecznego oraz z podatnością na niektóre strategie wpływu społecznego.

Po pierwsze wiadomo, że do stanu wyczerpania mogą prowadzić rozmaite czynniki o charakterze motywacyjnym. Jednym z nich jest doświadczenie niepowodzenia, leżące u podłoża poczucia bezradności, które przejawia się między innymi czasowym spadkiem wydolności poznawczej (Kofta, Sędek, 1989; Sędek, Kofta, 1990; Sędek, Kofta, Tyszką, 1993). Zgodnie z poznawczym modelem bezradności, stan wyczerpania wynika z doświadczenia braku kontroli nad sytuacją, wymagającego od podmiotu intensywnego wysiłku poznawczego. Doświadczenie niepowodzenia, któremu towarzyszyła intensywna aktywność poznawcza, prowadzi do stanu czasowej demobilizacji charakteryzującej się wycofaniem i niechęcią do podejmowania dalszego wysiłku poznawczego.

Po drugie, istnieją dowody wskazujące, że efekt czasowego zmniejszenia dostępności zasobów poznawczych może być wynikiem wcześniejszego zaangażowania w czynność o charakterze wolicjonalnym. Zdaniem Muravena i Baumeistera (2000), „kontrolowanie własnego zachowania wymaga wydatkowania jakiś wewnętrznych, ograniczonych zasobów, które zostają w konsekwencji uszczuplone[...] ludzie mają ograniczoną wielkość zasobów dostępnych dla aktów autokontroli i te różne akty autokontroli korzystają z tych ograniczonych zapasów” (s. 247). W serii eksperymentów udało się udowodnić, że wysiłek wolicjonalny, taki np. jak opieranie się pokusie zjedzenia czekoladowych ciastek, obrona stanowiska niezgodnego z własną postawą, nieokazywanie emocji w trakcie oglądania filmu wywołującego silne emocje czy publiczne wyrażenie krytyki wywołują następczy efekt ograniczenia sprawności poznawczej (Baumeister i in., 1998; Ciarocco, Sommer, Baumeister, 2001). Jak uważają Baumeister i Muraven, za integrację energetyczną odpowiedzialna jest struktura ja, która pełni rolę kierowniczą (*executive function*) podobną do poznawczej funkcji uwagi w przydziale energii mentalnej. Integracja energetyczna, zdaniem Baumeistera i współautorów (1998), nie dotyczy jedynie czynności poznawczych, ale również wszelkich aktów wolicjonalnych, stąd zaangażowanie w zadanie wymagające autokontroli może prowadzić w konsekwencji do uszczuplenia zasobów *ego* (*ego depletion*) i wywołać następczy efekt pogorszenia funkcjonowania poznawczego.

Po trzecie, podejmowany problem stanowi rozwinięcie prowadzonych już badań dotyczących związków między dostępnością zasobów poznawczych a skutecznością wybranych technik wpływu społecznego (Śpiewak, 2002a; 2002b). Udało się wykazać między innymi, że pod wpływem stanu intensywnego funkcjonowania poznawczego zwanego „przeciążeniem poznawczym” dochodzi do zmiany skuteczności dwóch różnych strategii wpływu społecznego. Założono, że mechanizmy porównywanych technik opierają się na tendencji do kontrolowanego („drzwi zatrzaśnięte przed nosem” – Cialdini i in., 1975) lub automatycznego przetwarzania informacji („huśtawka emocji” – Doliński, Nawrat, 1994; 1998), stąd prawidłowy przebieg obydwu procesów jest silnie uzależniony od chwilowej dostępności zasobów. Obydwie techniki były poprzedzone zadaniem poznawczym o różnym stopniu intensywności, którego celem było wywołanie następczego efektu „wydrenowania poznawczego”. Założono, że chwilowy spadek dostępności zasobów zwiększy prawdopodobieństwo wystąpienia procesów automatycznych, charakteryzujących się mniejszym zapotrzebowaniem na energię mentalną (Schneider, Shiffrin, 1977; Shiffrin, Schneider, 1977). Uzyskane wyniki potwierdziły słuszność założeń w odniesieniu do „drzwi”. Przeciążenie poznawcze również modyfikowało skuteczność „huśtawki”, jednak kierunek wpływu był odwrotny do oczekiwanego, tzn. silniejsze dociążenie zmniejszało skuteczność tej techniki. Pomimo licznych przesłanek świadczących o istnieniu zjawiska drenażu poznawczego, żaden z przedstawionych dowodów nie może być uznany za rozstrzygający. Każdy z opisanych wyżej efektów może mieć alternatywne

2 Kwestia drenażu zasobów poznawczych nierozdzielnie wiąże się z problemem odtwarzalności energii w czasie. Jeżeli wielkość dostępnej energii jest ograniczona i zakładamy możliwość jej uszczuplenia, to musimy przyjąć jednocześnie istnienie mechanizmu polegającego na jej uzupełnianiu. Chociaż nieznanne są dane empiryczne umożliwiające wyjaśnienie tego zjawiska, można przyjąć, że odtworzenie rezerwuaru następuje wtedy, gdy bieżące obciążenie systemu poznawczego jest minimalne, tzn. nie pochłania ono energii, która jest na bieżąco odtwarzana. Należy również przyjąć, że odtwarzana energia musi być „magazynowana”, czyli „przechowywana” do momentu, kiedy okaże się potrzebna do wykonania określonych zadań.

ROZGRZANIE POZNAWCZE

wyjaśnienie. W przypadku poczucia bezradności nie wiadomo, czy pogorszenie funkcjonowania poznawczego wynika ze zmniejszenia dostępności puli energii mentalnej, czy jest efektem braku motywacji do podejmowania jakiegokolwiek aktywności lub – jak twierdzą Frankel i Snyder (1978) – świadomą techniką obrony poczucia własnej wartości.

Równie kontrowersyjny z poznawczego punktu widzenia jest efekt drenażu *ego* (Baumeister i in., 1998). Wszystkie zadania o charakterze wolicjonalnym, które zdaniem Baumeistera i współautorów prowadzą do spadku efektywności przetwarzania informacji, zawierają element konfliktu wolicjonalnego, mogącego prowadzić do ubocznego efektu obniżenia motywacji do podejmowania dalszych działań, podobnego jak w przypadku bezradności. Kontrowersje może wzbudzać również zastosowany sposób pomiaru efektywności poznawczej. Zazwyczaj były to proste zadania, w mniejszym stopniu podatne na deficyty energetyczne, czasami były one nierozwiązywalne, a więc „z natury” podatne na spadek motywacji osób badanych. Dodatkowo w żadnym z eksperymentów związanych z efektem „drenażu *ego*” nie kontrolowano wstępnej efektywności procesów przetwarzania informacji u osób poddawanych później manipulacji wolicjonalnej, co dodatkowo utrudnia interpretację uzyskanych wyników.

W przypadku badań dotyczących związku przeciążenia poznawczego i skuteczności technik wpływu społecznego również nierozstrzygnięty pozostaje rzeczywisty wpływ wysiłku poznawczego na problem dostępności energii mentalnej. Nie zastosowano bowiem niezależnej miary dostępności zasobów poznawczych, nie można zatem wyeliminować wyjaśnień alternatywnych. Jednym z nich może być przeciwny do zakładanego efekt „rozgrzania poznawczego” (Kofta, informacja osobista, 2002), polegający na adaptacji podmiotu do zaistniałej sytuacji. W przypadku stanu przeciążenia poznawczego może nastąpić integracja rozproszonych zasobów i uwolnienie ich w celu sprostaną zaistniałej sytuacji. W takim przypadku efektem następczym może być chwilowe zwiększenie dostępności energii, a nie – jak można by się spodziewać – jej uszczuplenie.

Aby rozstrzygnąć kwestię wpływu przeciążenia poznawczego na następczy efekt dostępności zasobów, postanowiono empirycznie zweryfikować, jak zmienia się efektywność procesów poznawczych pod wpływem wysiłku poznawczego o różnej intensywności. Podobnie jak w opisanych wcześniej badaniach (Śpiewak, 2002a; 2000b) postanowiono wykorzystać różne stopnie trudności zadania poznawczego w celu wywołania stanu przeciążenia poznawczego.

Powstaje jednak pytanie, w jaki sposób mierzyć potencjalne deficyty energetyczne wynikające z wcześniejszego wysiłku poznawczego? Rozwiązaniem optymalnym byłoby znalezienie zadania, którego wykonanie jest silnie uzależnione od chwilowej dostępności energii mentalnej. Warunek taki spełniają zadania polegające na kontrolowanym przetwarzaniu informacji i unikaniu reakcji zautomatyzowanych, które – jak wiadomo – umożliwiają sprawne funkcjonowanie przy minimalnym zapotrzebowaniu na energię mentalną. Jednym z zadań, które spełnia powyższe założenia, jest generowanie losowych interwałów czasowych (m.in. Piotrowski, 1999; Vandierendonck, 2000; Stettner, Nęcka, 2003), czyli nierytmiczne przyciskanie klawisza komputerowego. Jego trudność polega na ciągłym zapobieganiu automatyzacji czynności, a więc niedopuszczaniu do generowania rytmu.

Oczekuje się, że silniejsze dociążenie poznawcze spowoduje w konsekwencji większe uszczuplenie zasobów poznawczych, co przejawia się tendencją do bardziej rytmicznego generowania interwałów czasowych. Powyższe założenie postanowiono zweryfikować, przeprowadzając następujący eksperyment.

Idea badania

Istota manipulacji eksperymentalnej polegała na wykonaniu jednej z trzech wersji tego samego zadania poznawczego (łatwego, trudnego i kontrolnego) w trzech niezależnych grupach. Założono, że im trudniejsze zadanie, tym silniejszy efekt uszczuplenia dostępnej energii mentalnej przejawiający się w sprawności wykonania kolejnego zadania. Procedura eksperymentu przebiegała w trzech etapach. Na wstępie uczestnicy byli poddani krótkiemu testowi uwagi selektywnej, który miał za zadanie ocenę wstępnych różnic międzygrupowych w zakresie zdolności uwagowych, mogących wystąpić pomimo losowego doboru uczestników do warunków eksperymentu. Po nim następowała manipulacja eksperymentalna, polegająca na poznawczym przeciążeniu badanych (jedna z trzech wersji zadania uwagowego). Ostatnim etapem procedury było zadanie polegające na nierytmicznym, losowym przyciskaniu klawisza komputera. Założono, że silniejsze uszczuplenie zasobów (trudniejsza wersja zadania poznawczego) wywoła następczy efekt drenażu poznawczego przejawiający się mniej losowym (bardziej rytmicznym) zachowaniem.

METODA

Osoby badane

Eksperyment został przeprowadzony na grupie 72 osób (54 kobiet i 18 mężczyzn), w wieku 21 lat ($SD = 2,02$), studentów kierunków humanistycznych Uniwersytetu Jagiellońskiego. Uczestnicy badań nie mieli wcześniej do czynienia z testami wykorzystanymi w eksperymencie. W zamian za udział w badaniach nie otrzymywali żadnego wynagrodzenia.

Materiały i aparatura

Test Zegarków Moronia. Zadanie to zostało skonstruowane jako prosty test uwagi selektywnej. Na kartce formatu A4 znajdowało się 400 tarcz zegarków podzielonych na 20 rzędów i 20 kolumn. Zegarki były zróżnicowane w taki sposób, że każdy z nich wskazywał jedną z 12 pełnych godzin. Zadanie osoby badanej polegało na wyszukaniu i zakreśleniu w ciągu dwóch minut wszystkich tarcz wskazujących godzinę 5 (tzw. wzorzec). Po upływie czasu przeznaczanego na rozwiązanie testu osoba badana zaznaczała ostatnią przeanalizowaną przez siebie ikonę (w celu późniejszego obliczenia wskaźników wykonania testu). Sposób przeszukiwania materiału był dowolny, jednak ułożenie kartki na stole w trakcie trwania testu było jednakowe u wszystkich badanych.

Zadanie komputerowe DIVA. W eksperymencie wykorzystano dwie 20-minutowe wersje testu (trudna i łatwa) oraz jedną 3-minutową, kontrolną wersję zadania. Wszystkie wersje testu składały się z zadania selekcyjnego polegającego na dostrzeżeniu w polu prezentacyjnym litery zgodnej z wzorcem. Jako wzorce wykorzystane były wielkie litery. Jedynym parametrem różnicującym wersję łatwą i kontrolną był czas trwania testu. Wersja trudna różniła się od pozostałych krótszym czasem prezentacji bodźców (dla każdej litery wynosił on 750 ms, w pozostałych wersjach testu – 1000 ms) oraz intensywniejszą dystrakcją (w przeciwieństwie do wersji łatwej i kontrolnej prawidłowa reakcja polegała tutaj na dostrzeżeniu małej litery, będącej odpowiednikiem semantycznym wzorca). Dodatkowo, w trudniejszej wersji, po wykonaniu pierwszej części, następowało zadanie podwójne, złożone z opisywanego wcześniej zadania selekcyjnego oraz motorycznego polegającego na kontroli kreski opadającej naprzemiennie po prawej i lewej stronie pola prezentacji liter. Zadanie badanego polegało na wciskaniu i puszczeniu prawego przycisku myszy komputerowej w celu utrzymania kreski w optymalnym, środkowym położeniu. Zmiana położenia kreski była dodatkowo sygnalizowana dźwiękiem, gdy znalazła się ona poza wyznaczonym obszarem. Program umożliwiał zapis czasu reakcji w zadaniu selekcyjnym oraz liczbę błędów ominięć i fałszywych alarmów. Dodatkowo w zadaniu podwójnym rejestrowano wielkość odchylenia kreski od punktu środkowego i czas trwania sygnału ostrzegawczego.

Losowe generowanie interwałów czasowych. Zadanie to miało postać prostego programu komputerowego. Osoba badana proszona była o nierytmiczne (losowe) wciskanie klawisza „Enter”. Program rejestrował odstępy czasowe pomiędzy poszczególnymi wciśnięciami klawisza. Gdy przerwa między kolejnymi reakcjami była dłuższa niż 5 sekund, na ekranie monitora wyświetlała się informacja: „Naciśnij!!!”, mająca na celu uświadomienie osobie badanej konieczności kontynuowania zadania. Łącznie całe zadanie trwało 6 minut.

Procedura

Eksperyment w całości miał charakter badania indywidualnego. Osoby badane zostały dobrane spośród studentów przebywających na terenie budynku Instytutu Psychologii UJ. Informowano ich, że eksperymencie polega na rozwiązaniu kilku zadań komputerowych badających uwagę, a ich czas nie przekroczy 30 min. Zapewniano, że w każdej chwili mogą się wycofać z eksperymentu, jeżeli uznają to za stosowne. Po wyrażeniu ustnej zgody na udział w eksperymencie badani byli przydzielani do jednej z trzech grup na podstawie ustalonego wcześniej schematu randomizacyjnego. Na wstępie uczestnicy rozwiązywali dwuminutowy Test Zegarków Moronia, którego celem było kontrolowanie potencjalnych różnic w sprawności uwagowej, mogących wystąpić pomimo losowego doboru do warunków eksperymentu. Po wykonaniu zadania badani wyrażali zgodę na udział w eksperymencie. Oprócz wymogu natury formalnej, podpisanie zgody umożliwiło wprowadzenie kilkuminutowej przerwy, co – jak założono – powinno wystarczyć od wyeliminowania zakłócającego wpływu Testu Zegarków Moronia na dostępność zasobów poznawczych.

Kolejnym etapem eksperymentu było rozwiązanie jednego z trzech rodzajów zadania uwagowego (DIVA), poprzedzonego pisemną instrukcją oraz krótkim treningiem. Ostatnim elementem procedury było generowanie losowych interwałów czasowych. Po zakończeniu zadania informowano uczestników o celu eksperymentu i dziękowano im za pomoc.

Zmienne i wskaźniki

Głównymi wskaźnikami wykonania Testu Zegarków Moronia były: wielkość obszaru poddanego selekcji w trakcie wykonywania zadania (SPEED – maksymalna wartość tego wskaźnika mogła wynosić 400), liczba

ROZGRZANIE POZNAWCZE

poprawnie zaznaczonych wzorców (HIT), liczba ominięć wzorca (OM), liczba fałszywych alarmów (FA) polegających na nieprawidłowym zaznaczeniu bodźca oraz łączna suma błędów (BŁĄD = OM + FA). Jako ogólny wskaźnik efektywności procesów selekcji uwagi uwzględniono uśredniony wynik wystandaryzowanych wskaźników: HIT i SPEED.

Ze względu na złożoność zjawiska losowości zdecydowano się na mierzenie go za pomocą wszystkich znanych wskaźników (Vandierendonck, 2000). Obliczenie wskaźników na podstawie danych surowych było możliwe dzięki programowi RigAnal autorstwa Vandierendoncka (2000)³. Pierwszy ze wskaźników – „surowe korelacje” (*lag correlations*) – polega na pomiarze siły związku dla odcinków czasu między dwoma reakcjami (uderzeniami w klawisz). Jeśli wygenerowane ciągi są całkowicie losowe, można się spodziewać, że długości następujących po sobie interwałów czasowych pozostają bez związku, czyli korelacja między nimi wynosi zero. Na przykład, korelacja dla *lag1* oznacza związek między następującymi bezpośrednio po sobie interwałami czasowymi, korelacja dla *lag10* – związek między dwoma interwałami, które są oddzielone dziewięcioma innymi. Ponieważ proces generowania interwałów jest obciążony błędami, korelacje mogą być wysokie i pozytywne (błąd persewacji – *perseveration bias*) lub wysokie i negatywne (błąd alternacji – *alternation bias*). Błąd persewacji polega na tendencji do powtórzenia poprzedniego zdarzenia, natomiast błąd alternacji – na tendencji do generowania zdarzenia przeciwnego.

Drugi wskaźnik bazuje na założeniu, że u podstaw zachowania polegającego na generowaniu interwałów losowych tkwi sekwencja stałych interwałów czasowych, z których każdy zawiera reakcję (uderzenie w klawisz) lub jej brak. Mając wyznaczone takie przedziały czasowe, można utworzyć ciąg binarny (0,1), gdzie „1” oznacza reakcję, a „0” jej brak (w danym interwale czasowym). Podział taki pozwala na zastosowanie kilku metod statystycznych określających poziom losowości. Jedną z nich są „serie” (*runs*) będące proporcją sekwencji następujących po sobie zdarzeń, w których wystąpiła reakcja, do wszystkich serii złożonych z takiej samej liczby zdarzeń, np. statystyka *run3* określa proporcję następujących po sobie trzech zdarzeń zawierających reakcję (1,1,1) do wszystkich serii złożonych z trzech zdarzeń. Kolejną statystyką z tej grupy są „autokorelacje” (*autocorrelation*). Ten wskaźnik to proporcja liczby par zdarzeń, zawierających reakcję oddzielonych jakąś liczbą interwałów czasowych, do wszystkich możliwych kombinacji par zdarzeń oddzielonych taką samą liczbą interwałów, np. autokorelacja dla *lag2* to proporcja par zdarzeń z reakcją (1,1) rozdzielonych jednym interwałem do wszystkich par zdarzeń rozdzielonych jednym interwałem. Dla zdarzeń całkowicie losowych współczynnik ten wynosi 0,25, ponieważ możliwe są cztery kombinacje takich zdarzeń (0,0; 0,1; 1,0; 1,1). Ostatnią statystyką z tej grupy jest „wskaźnik zmienności” (*alternation index*). Mierzy on proporcję par zdarzeń z alternatywnymi zdarzeniami (0,1; 1,0) do wszystkich par zdarzeń.

Trzeci wskaźnik to „oszacowania entropii” (*approximate entropy*). Wywodzi się on z założenia, że w odniesieniu do sekwencji interwałów czasowych wyższy poziom losowości wiąże się z wyższym stopniem złożoności, natomiast sekwencje interwałów odchylające się od losowości są bardziej przewidywalne i tym samym mniej złożone.

Podsumowując, w celu ustalenia poziomu losowości generowanych przez zbadane osoby interwałów czasowych analizowano kilka wskaźników losowości: surowe korelacje między interwałami od *lag1* do *lag10*, miary entropii (dla sąsiednich par i par rozdzielonych jednym interwałem), autokorelacje (od 1 do 10), serie (od 1 do 10) oraz wskaźnik zmienności. Przeprowadzono kilka analiz, osobno dla całości zadania (sześć minut) oraz dla każdej połowy (3 minuty).

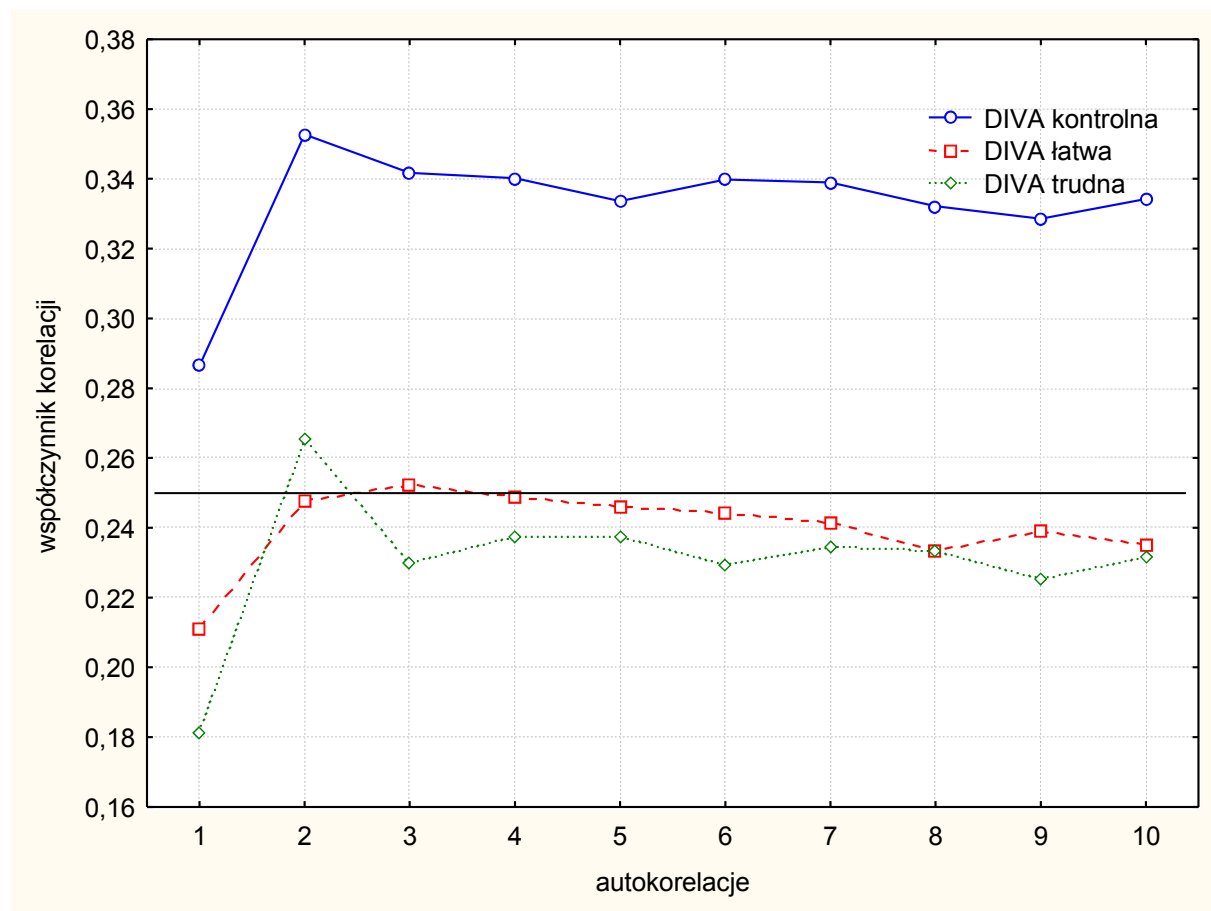
3 Dokładny opis programu oraz wskaźników przedstawiony został w artykule Vandierendoncka (2000).

WYNIKI

Analizę statystyczną uzyskanych wyników rozpoczęto od porównania początkowych zdolności uwagowych osób badanych przed dokonaną manipulacją eksperymentalną. Ogólny wskaźnik efektywności wykonania testu Moronia był taki sam zarówno w grupie poddanej później DIVIE łatwej ($M = -0,08$; $SD = 0,82$), jak i trudnej ($M = -0,08$; $SD = 0,81$) i nie różnił się pod tym względem od grupy kontrolnej ($M = 0,15$; $SD = 0,79$); $F_{[2,69]} = 0,66$; $p = 0,52$, co pozwala sądzić, że grupy te były zbliżone pod względem podstawowych właściwości uwagowych.

Analiza wpływu przeciążenia poznawczego na poziom losowości generowanych interwałów czasowych

W celu zbadania wpływu przeciążenia poznawczego na losowość generowanych interwałów czasowych wykorzystano wszystkie opisywane wcześniej wskaźniki losowości (surowe korelacje, serie, autokorelacje, wskaźnik zmienności, oszacowanie entropii). Dla każdego z nich przeprowadzono osobne analizy wariancji w układzie z powtarzającymi pomiarami. Jako zmienną grupującą użyto rodzaj zadania poznawczego (DIVA kontrolna, łatwa, trudna), czynnikiem powtarzanych pomiarów był podział na dwie części zadania (2 x 3 min.) oraz – w przypadku poszczególnych zmiennych – liczba poziomów określonego wskaźnika. Jedynie autokorelacje wykazały różnice istotne statystycznie, gdy wzięto pod uwagę całe zadanie (6 min).



Rys. 1. Wpływ wielkości przeciążenia poznawczego na losowość generowanych interwałów czasowych dla wskaźnika autokorelacje: $F_{[18, 351]} = 1,22$; $p = 0,24$ (linia ciągła oznacza poziom całkowicie losowy)

ROZGRZANIE POZNAWCZE

Ciągi generowane przez badanych z grup poddanych wcześniejszemu przeciążeniu nie różniły się między sobą $F_{[1,39]} = 0,02$; $p = 0,89$ i wbrew oczekiwaniom były zbliżone do poziomu całkowitej losowości (0,25): DIVA trudna ($M = 0,23$; $SD = 0,17$) i DIVA łatwa ($M = 0,24$; $SD = 0,15$). Grupa kontrolna wykazywała się natomiast większą rytmicznością ($M = 0,33$; $SD = 0,21$) i różniła się pod tym względem od pozostałych grup $F_{[1,39]} = 4,03$; $p = 0,051$. Analizy dla pozostałych wskaźników nie ujawniły istotnych zależności związanych z trudnością zastosowanego wcześniej zadania poznawczego, tzn. surowe korelacje, $F_{[18,450]} = 0,69$; $p = 0,83$, serie, $F_{[8,80]} = 0,36$; $p = 0,94$, wskaźnik zmienności, $F_{[2,43]} = 0,48$; $p = 0,62$ oraz oszacowania entropii $F_{[2,50]} = 0,39$; $p = 0,68$.

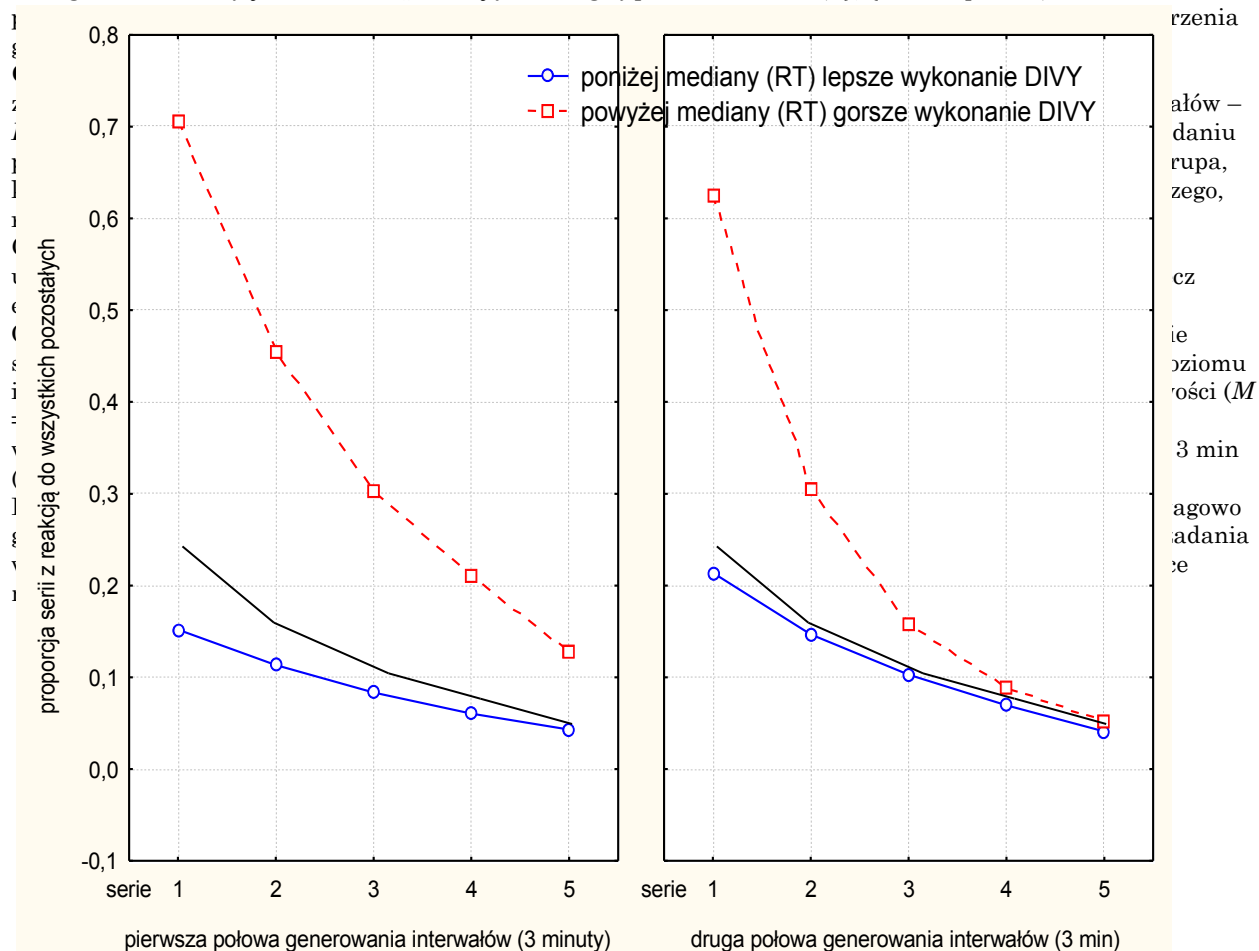
Analiza wpływu różnic w wykonaniu trudnej DIVY na poziom losowości generowanych interwałów czasowych

Zastosowanie trudnej wersji testu poznawczego jako zadania przeciążającego umożliwiło przeprowadzenie dodatkowych analiz uwzględniających wpływ wysiłku poznawczego na losowość generowanych ciągów. Ze względu na niewielką trudność wersji łatwej i kontrolnej oraz niską zdolność różnicującą (Śpiewak, 2002a; 2002b) zrezygnowano z podobnych analiz dla pozostałych wersji testu.

Kolejny etap analizy statystycznej polegał na zdychotomizowaniu badanych ze względu na wielkość pogorszenia DIVY, rozumianego jako różnica w wykonaniu zadania podwójnego w porównaniu z zadaniem pojedynczym (kryterium podziału była mediana). Analizy dotyczyły osobno dwóch wskaźników wykonania: czasów reakcji oraz liczby błędów. Ze względu na możliwość wpływu różnic w bezwzględnej szybkości reakcji na wielkość spowolnienia w zadaniu podwójnym, w przypadku wskaźnika czas reakcji, dychotomizacji dokonano, uwzględniając proporcję różnicy czasu reakcji w zadaniu podwójnym i pojedynczym do szybkości reakcji w zadaniu pojedynczym.

Założono, że pogorszenie wykonania zadania drugiego (w porównaniu z pierwszym) świadczy o sprawności uwagowej, a co za tym idzie – o wielkości dostępnych zasobów poznawczych. Zgodnie z takim założeniem można oczekiwać, że osoby sprawniejsze poznawczo będą generować bardziej losowe ciągi. Podobnie jak we wcześniejszych analizach postanowiono wykorzystać wszystkie opisane wskaźniki losowości.

Liczba błędów. Analiza losowości generowanych ciągów dla wskaźnika surowe korelacje ujawniła istotne zależności wśród osób różniących się poziomem poprawności wykonania testu DIVA – $F_{[1,11]} = 5,82$; $p = 0,03$. Efekt ten dotyczył jedynie pierwszych 3 minut generowanych zdarzeń losowych. Osoby, dla których wcześniejsze wykonanie DIVY okazało się bardziej „kosztowne” (popępniały więcej błędów pod wpływem wzrostu trudności zadania), rytmiczniej uderzały w klawisz ($M = 0,15$; $SD = 0,22$), w przeciwieństwie do osób, dla których wzrost trudności DIVY nie okazał się równie „destrukcyjny” ($M = -0,0006$; $SD = 0,19$) $F_{[1,11]} = 7,76$; $p = 0,017$. Co szczególnie interesujące, różnice te „zniknęły” w drugiej połowie zadania ($F_{[1,11]} = 0,01$; $p = 0,9$): badani



Rys. 3. Wpływ spowolnienia czasu reakcji w zadaniu DIVA na losowość generowanych serii interwałów w zależności od czasu wykonywania zadania (linią ciągłą oznaczono poziom całkowicie losowy)

DYSKUSJA WYNIKÓW

Wbrew oczekiwaniom, wyniki przeprowadzonego eksperymentu nie dostarczyły dowodów na istnienie efektu „drenażu poznawczego”. Przeciwnie, uzyskane rezultaty przemawiają na rzecz konkurencyjnej hipotezy „rozgrzania poznawczego”. Świadczy o tym przede wszystkim różnica w rytmiczności generowanych ciągów dla wskaźnika „autokorelacje” u osób poddanych wcześniej różnym wersjom zadania poznawczego. Pod wpływem zarówno łatwego, jak i trudnego testu uwagowego badani generowali ciągi niemal całkowicie losowe, w przeciwieństwie do osób z grupy kontrolnej. Dzięki zastosowanej kontroli zdolności uwagowych przed manipulacją przeciążeniem poznawczym oraz losowemu doborowi badanych do warunków eksperymentu, należy odrzucić interpretację alternatywną o wpływie początkowych różnic międzygrupowych na uzyskany efekt. Można zatem przyjąć, że zaangażowanie poznawcze wynikające z rozwiązywania 20-minutowych wersji testu uwagowego (łatwej i trudnej) prowadziło do czasowej mobilizacji poznawczej, umożliwiającej sprawniejsze wykonanie kolejnego zadania. Warto zaznaczyć, że generowanie interwałów losowych jest czynnością dość trudną, a badani rozwiązujący tego typu zadania odbiegają znacznie od poziomu całkowitej losowości. Dla porównania, w eksperymencie Stettnera i Nęcki (2003) sprawdzano wpływ informacji zwrotnej na losowość generowanych interwałów. Badani z grupy kontrolnej, nie poddanej wcześniej żadnej dodatkowej manipulacji, znacznie odbiegali od poziomu losowości mierzonej współczynnikiem autokorelacji. Zastosowanie informacji zwrotnej miało podobny wpływ jak użycie zadania DIVA w niniejszym eksperymencie – umożliwiło niemal całkowicie losowe wykonanie zadania.

Kolejnych dowodów na istnienie efektu rozgrzania poznawczego dostarcza analiza wpływu zdolności uwagowych na generowanie interwałów losowych. Jak można było oczekiwać, osoby sprawniejsze uwagowo radziły sobie lepiej z tym zadaniem. Wynik ten jest zgodny z założeniem, że większa pula zasobów poznawczych umożliwia większą kontrolę zachowania. W dalszej kolejności można było się jednak spodziewać, zgodnie z postawioną

ROZGRZANIE POZNAWCZE

hipotezą drenażu, że generowanie interwałów dodatkowo uszczupli pulę dostępnych zasobów i wpłynie na pogorszenie wykonania zadania wraz z upływem czasu. Pogorszenie to powinno być bardziej zauważalne w grupie mniej sprawnej uwagowo, dla której dalsza aktywność poznawcza oznacza silniejszy deficyt energii mentalnej.

Uzyskane wyniki nie potwierdzają takiego przypuszczenia. Wraz z upływem czasu osoby mniej sprawne poznawczo generowały coraz bardziej losowe ciągi, a nawet zrównywały się z grupą sprawniejszą uwagowo (wskaźnik liczba błędów). Interpretując uzyskany efekt językiem metafory energetycznej można powiedzieć, że aktywność poznawcza nie musi prowadzić do uszczuplenia zasobów. Wręcz przeciwnie, wykonywanie zadania może chwilowo zwiększać ich dostępność.

Można postawić pytanie: jak to możliwe, że stan aktywności poznawczej prowadzi do wzrostu dostępności zasobów? Mamy tutaj do czynienia z pewnym paradoksem: jeżeli przyjmemy, że wielkość zasobów jest stała w określonym czasie, to każda aktywność powinna prowadzić do jej uszczuplenia. W dalszej części dyskusji postaramy się wyjaśnić tę sprzeczność.

Po pierwsze, poprawność wykonania zadania może wynikać nie ze wzrostu dostępności zasobów, lecz ze wzrostu stopnia zautomatyzowania czynności. Dzięki nabywaniu wprawy wykonanie określonego zadania wymaga od nas znacznie mniej zasobów (Schneider, Shiffrin, 1977; Shiffrin, Schneider, 1977). Osoby mniej sprawne uwagowo mogły wykonywać zadanie lepiej, gdyż dzięki automatyzacji czynności ich efektywność nie zależała od chwilowej dostępności energii mentalnej. Trafność takiego wyjaśnienia łatwo jednak podważyć, gdy uwzględnimy specyfikę generowania interwałów. Jeżeli przyjmemy, że nierytmiczne stukanie wymaga zaangażowania procesów kontrolowanych, to jego wykonanie „z założenia” jest energochłonne i w zasadzie nieautomatyzowalne. Dowodzą tego badania, gdzie osoby wykonujące to zadanie bez dodatkowych wskazówek (takich jak informacja zwrotna) były dalekie od poziomu losowości nawet przy długotrwałym treningu (Neuringer, 1986, Stettner i Nęcka, 2003).

Po drugie, uzyskany efekt może być wyjaśniony jako wynik adaptacji do stanu przeciążenia poznawczego. Adaptacja ta może polegać na integracji energetycznej i mobilizowaniu rozproszonej energii. Do tej pory zakładano, że uwaga umożliwia podział zasobów na kilka konkurencyjnych czynności wykonywanych w tym samym czasie. Nie znane są jednak teorie, które rozpatrują uwagę jako strukturę umożliwiającą kompensację następstw wcześniejszych wydatków energetycznych.

Wydaje się, że stan rozproszenia energii jest optymalny z punktu widzenia gotowości do podjęcia zróżnicowanej aktywności poznawczej. Dzięki rozproszeniu zasobów łatwiej dokonać szybkiej integracji energetycznej wokół dominującej aktywności. Stan skupienia energii na określonym zadaniu może być więc efektem następczym, wynikającym z dostosowania się do nowej sytuacji. W takim ujęciu uwaga pełniłaby funkcję koordynatora, który rozpoznaje sygnały świadczące o konieczności integracji zasobów i dokonuje ich przegrupowania w celu optymalnego wykonania zadania. Podobnie jak dowódca, uwaga może dysponować „odwodami”, które w zależności od sytuacji zostają przegrupowane i skierowane do wykonania najważniejszego zadania⁴.

Można więc przyjąć, że efekt rozgrzania nie polega na wzroście wielkości dostępnych zasobów, ale na ich bardziej efektywnym wykorzystaniu. Wysiłek poznawczy stanowiłby więc informację o konieczności integracji energii na określonym zadaniu. Wcześniejsze zaangażowanie poznawcze może prowadzić do chwilowego wzrostu dostępności energii, czyli jej skupienia na specyficznej aktywności, co wynika zapewne z jej częściowego „uwolnienia” poprzez wygaszenie (zignorowanie) procesów mniej ważnych. Nie wyklucza to jednocześnie istnienia efektu drenażu. Stan intensywnego funkcjonowania poznawczego może uszczuplać globalną pulę zasobów, jednak przy określonym poziomie trudności zadania mechanizmy adaptacyjne mogą kompensować straty wynikające z chwilowego pochłonięcia energii poprzez „wygospodarowanie” rezerw.

Osoby sprawniejsze uwagowo dysponują zapewne większą pulą zasobów, co umożliwia im sprawniejsze wykonanie zadań (np. losowe generowanie interwałów). Osoby mniej sprawne uwagowo mogą z kolei charakteryzować się większą „bezwładnością energetyczną”, czyli dłuższym czasem, jaki zajmuje im „odzyskanie” częściowo zajętych zasobów. Uzyskane wyniki wskazują, że osoby mniej sprawne poznawczo początkowo reagowały rytmicznie. W drugiej części zadania zachowywały się bardziej losowo, co wskazuje na przystosowanie się do zaistniałej sytuacji wynikające zapewne ze wzrostu dostępności energii.

⁴ Metafora ta ma dwie ważne implikacje teoretyczne. Po pierwsze, pozwala zintegrować stojące w opozycji koncepcje jednego niespecyficznego i kilku specyficznych magazynów energetycznych. Rozproszenie energii może oznaczać, że różne funkcje dysponują określoną „bazową” energią, która w zależności od potrzeb może być integrowana wokół funkcji dominującej. Nawet jeśli energia jest wspólna, stan rozproszenia może oznaczać, że jest ona rozdysponowana na różne niezależne procesy, które w sytuacji niewielkiego ogólnego obciążenia systemu mogą realizować specyficzne zadania, zachowując pewną autonomię. Po drugie, skupianie energii implikuje istnienie pewnej dynamiki, czyli jej „przepływu” i dostosowania się do charakterystyki obciążenia poznawczego w czasie. Możliwe również, że po zakończonej aktywności przez pewien okres energia pozostaje skupiona na dominującej aktywności, zanim nie ulegnie ponownemu rozproszeniu.

Warto również zastanowić się, co wyniki przeprowadzonego eksperymentu wnoszą do wiedzy na temat mechanizmu wyczerpania poznawczego. Najważniejszy wniosek, jaki można wyciągnąć, to brak dowodów, że intensywny wysiłek poznawczy jest czynnikiem zarazem koniecznym i wystarczającym dla wystąpienia efektu drenażu poznawczego. W przypadku naszego badania mogło być tak, że zastosowana trudność i czas trwania zadań przeciążających okazały się niewystarczające do wykazania takiego efektu.

Wyniki eksperymentu dowodzą, że przyczyn spadku sprawności poznawczej pod wpływem zadań wolicjonalnych nie można utożsamiać z wpływem wysiłku poznawczego (por. Baumeister i in., 1998; Ciarocco, Sommer, Baumeister, 2001). Trudność w porównaniu skutków zjawisk drenażu poznawczego i drenażu *ego* (*ego-depletion*) wynika z różnych metod pomiaru dostępności zasobów. Wykonanie prostych zadań poznawczych (stosowanych w paradygmacie *ego-depletion*) w mniejszym stopniu może podlegać ograniczeniom energetycznym a w większym – motywacji i czynnikiem wolicjonalnym.

Wnioski z przeprowadzonego eksperymentu skłaniają też do weryfikacji założonej wcześniej tezy o wpływie mechanizmu drenażu poznawczego jako czynnika powodującego zmianę skuteczności technik wpływu społecznego. Warto zaznaczyć, że efekt rozgrzania stanowi interesującą alternatywę dla wyjaśnienia uzyskanych efektów w badaniach Śpiewaka (2002a; 2002b).

Uzyskane wyniki stanowią – jak do tej pory – jedyny znany dowód wskazujący na wzrost dostępności energii mentalnej pod wpływem wcześniejszego wysiłku poznawczego. Należy jednak traktować je z pewną ostrożnością. Wynika to z dwóch powodów. Po pierwsze, uzyskany efekt, choć niezwykle interesujący, nie był dotychczas przedmiotem badań empirycznych. Wyniki pochodzące z jednego eksperymentu nie mogą być potraktowane jako rozstrzygające. Po drugie, w eksperymencie tym wykorzystano dość specyficzny paradygmat losowego generowania interwałów, który stanowi tylko jeden z możliwych sposobów pomiaru dostępności zasobów poznawczych.

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.
- Cialdini, R. B., Vincent, J. E., Lewis, S. K., Catalan, J., Wheeler, D., Darby, B. L. (1975). Reciprocal concessions procedure for inducing compliance: The door-in-the-face technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31, 206-215.
- Ciarocco, N. J., Sommer, K. L., Baumeister, R. F. (2001). Ostracism and ego depletion: The strains of silence. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27, 1156-1163.
- Doliński, D., Nawrat, R. (1994). Huśtawka emocji jako nowa technika manipulacji społecznej. *Przegląd Psychologiczny*, 37, 7-20.
- Doliński, D., Nawrat, R. (1998). Fear-then-relief procedure for producing compliance. Beware when the danger is over. *Journal of Experimental Social Psychology*, 34, 27-50.
- Frankel, A., Snyder, M. L. (1978). Poor performance following unsolvable problems: Learned helplessness or egotism? *Journal of Personality and Social Psychology*, 46, 839-852.
- 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.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kofta, M., Sędek, G. (1989). Repeated failure: A source of helplessness, or a factor irrelevant to its emergence? *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 3-12.
- Muraven, M., Baumeister, R. F. (2000). Self-regulation and depletion of limited resources: Does self-control resemble a muscle? *Psychological Bulletin*, 126, 247-259.
- 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. 7, s. 297-315). Cambridge, MA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Neuringer A. (1986). Can People Behave „Randomly?": The role of feedback. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 62-75.
- Piotrowski, K. T. (1999). Zadania konwergencyjne i dywergencyjne a pamięć robocza. Badanie metodą generowania interwałów losowych. *Czasopismo Psychologiczne*, 5, 177-186.
- Schneider, W., Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Sędek, G., Kofta, M. (1990). When cognitive exertion does not yield cognitive gain: Toward an informational explanation of learned helplessness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 729-743.
- Sędek, G., Kofta, M., Tyszka, T. (1993). Effects of uncontroatability on subsequent decision making: Testing the cognitive exhaustion hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1270-1281.
- Shiffrin, R. M., Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.

ROZGRZANIE POZNAWCZE

Stettner, Z., Nęcka, E. (2003). Pozytywny wpływ informacji zwrotnej na generowanie losowych interwałów czasowych. *Studia Psychologiczne*, 41, 131-148.

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).

Vandierendonck, A. (2000). Analyzing human random time generation behavior: A methodology and a computer program. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 32, 555-565.

Wolski, P. (1998). O używaniu i nadużywaniu metafory komputerowej w psychologii. *Czasopismo Psychologiczne*, 4, 21-28.