

Kontrola zautomatyzowania i wprawa. Przypadek efektu Stroopa

Joseph Tzelgov *, Avishai Henik

Department of Behavioral Sciences,
Ben Hurion University of the Negrev Beer Sheva, Israel 84105

AUTOMATICITY CONTROL AND SKILL: THE CASE OF STROOP EFFECT

In four experiments the Stroop task was performed by subjects who were asked to ignore the meaning of the color words presented to them while reporting the ink color of the words. It was found that the Stroop effect (RT difference in the responses to incongruent and congruent stimuli), usually taken as the prime example of automatic processing, decreases (rather than increases) with reading skill. In contrast to what is usually believed about automatic processing, it was also shown that subjects are able to reduce the magnitude of Stroop interference, and that this ability to control automatic processing increases with skill level. The implications of these findings for the concept of automaticity, as reflecting acquired skill, are discussed.

WPROWADZENIE

Początkowo przetwarzanie zautomatyzowane definiowano jako nieświadome, mimowolne i nie wymagające wysiłku (Schneider i Shiffrin, 1977; Shiffrin Schneider, 1977; Posner, 1978; Hasher i Sacks, 1979). Owa mimowolność przetwarzania automatycznego miała ujawniać się w kilku jego właściwościach: procesy automatyczne zachodzą nieintencjonalnie; po rozpoczęciu dążą do zakończenia; nie da się ich całkowicie powstrzymać oraz trudno ignorować ich rezultaty. Źródła przetwarzania automatycznego dopatrywano się albo w preprogramowaniu genetycznym (jak to ma miejsce w przypadku odruchów), albo w intensywnym ćwiczeniu, które jest niezbędne dla opanowania takich umiejętności jak np. czytanie (patrz Hasher i Sacks, 1979). Tu będziemy określać przetwarzanie automatyczne związane z dużym wyćwiczeniem, jako przetwarzanie automatyczne oparte na wprawie.

Zachowanie automatyczne może występować w dwóch postaciach. Zastanówmy się nad sytuacją, gdy czytamy ten akapit ze zrozumieniem. Ponieważ proces przekształcania serii znaków graficznych liter w ich nazwy jest tłem dla ekstrakowania znaczenia zdań, to zachodzi on automatycznie i w związku z tym nie jest w centrum uwagi (Jacoby, Levy, Steinbach, 1992; patrz także Carlson, Alejano, Carr, 1991; Carr, Brown, 1990). Jest to przykład zamierzonego przetwarzania automatycznego: chcieliśmy przeczytać ten akapit. Vallacher i Wegner (1987) zwrócili uwagę, że daną aktywność podmiotu można opisywać na różnych poziomach kiedy podmiot skupia się na określonym poziomie, to poziomy niższe są wykonywane automatycznie. A spróbujmy popatrzeć na słowa tego akapitu nie czytając ich. Nie jest to możliwe (o ile wcześniej nie zdejmujemy naszych okularów do czytania). Jest to przykład przetwarzania niezamierzonego czy automatycznego (patrz Zbrodoff, Logan, 1986).

* Korespondencję dotyczącą artykułu można kierować pod adresem: Joseph Tzelgov, Department of Behavioral Sciences, Ben Hurion University of the Negrev Beer Sheva, Israel 84105

Mimowolne przetwarzanie automatyczne nie podlega kontroli. Twierdzono więc, że przetwarzanie automatyczne i kontrola są pojęciami przeciwstawnymi (Logan, 1985; Schneider, Dumais, Schiffman, 1984). Wydaje się jednak, że w kontekście zamierzonego autonomicznego przetwarzania automatycznego termin „kontrola” może mieć bardzo różne znaczenia. W przetwarzaniu zamierzonym kontrola dotyczy zdolności do zmiany ogniskowego poziomu przetwarzania w celu zmodyfikowania lub zatrzymania jakiegoś wcześniej zaplanowanego zachowania. Na przykład: można jechać do domu (prowadząc samochód) i po drodze wyprzedzać inne samochody. Prowadzenie samochodu (będąc tłem dla „jechania do domu”) ma charakter automatyczny. Natomiast przy wyprzedzaniu jest ono w centrum uwagi i nie jest już automatyczne. Wydaje się, że do badania kontrolowalności zamierzonego przetwarzania automatycznego najbardziej pasuje paradygmat sygnału stop (patrz Logan, w druku). W tym paradygmacie, gdy badani wykonują określone zadanie, od czasu do czasu rozlega się dźwięk, po usłyszeniu, którego mają przerwać wykonywanie tego zadania lub mają przejść do innego. Stwierdzono, że osoby charakteryzujące się wysokim poziomem wprawy bez trudu potrafią zatrzymać swoje działanie. W badaniu Logana (1982) sprawne maszynistki potrafiły przestać pisać na maszynie po wykonaniu jednego czy dwóch uderzeń w klawisze. Również dorośli potrafią łatwo powstrzymać się przed mówieniem w swoim języku ojczystym (patrz Logan, Cowan, 1984). A więc, chociaż nie znamy żadnych danych bezpośrednio wskazujących na to, że łatwiej zatrzymać zachowanie automatyczne niż zachowanie nieautomatyczne, to słusznym wydaje nam się wniosek, że łatwo zatrzymać wysoce wyćwiczone zamierzone zachowanie automatyczne. Gordon Logan¹ uważa za bezcelowe przeprowadzanie eksperymentu ujmującego zdolność do zatrzymywania zachowania jako funkcję poziomu wprawy. Według niego wyniki są z góry wiadome: zdolność do zatrzymania przetwarzania nie zmniejsza się wraz ze wzrostem poziomu wprawy. A więc możemy stwierdzić, że możliwość kontrolowania zamierzonego zachowania automatycznego nie zmniejsza się na skutek automatyzacji.

W kontekście autonomicznego przetwarzania automatycznego, termin „kontrola” dotyczy możliwości (lub niemożności) wywierania wpływu na proces, który rozpoczął się w sposób niezamierzony². Oczywista sprzeczność pomiędzy autonomicznym przetwarzaniem automatycznym i kontrolą jest najbardziej wyrazista w efekcie Stroopa. W eksperymencie Stroopa osoby badane mają określić kolor atramentu, którym napisano słowo i powstrzymać się przed przeczytaniem samego słowa (np. gdy prezentowane jest słowo ZIELONY napisane kolorem czerwonym, to badani mają odpowiedzieć: „czerwony”). Gdy dwa wymiary bodźca są zgodne (np. CZERWONY w kolorze czerwonym) to nazywanie koloru atramentu jest szybsze, niż wtedy gdy są one niezgodne (np. ZIELONY w kolorze czerwonym). Oznacza to, że ludzie nie potrafią „wyłączyć” przetwarzania znaczenia słów, chociaż w danej sytuacji nie jest ono istotne. Podobne efekty uzyskano i w innych badaniach, polegających na porównywaniu wielkości (Banks, Flora, 1977), porównywaniu cyfr (Henik, Tzelgov, 1982) i nawet w zadaniach arytmetycznych (np. Winkelman, Schmidt, 1974). Ogólniej mówiąc, efekt Stroopa i zjawiska do niego podobne charakteryzują się tym, że przetwarzanie wymiaru istotnego jest zakłócanie przez wpływ nieistotnego wymiaru (który powinien być pominięty). Twierdzi się, że efekt Stroopa jest sumą składnika facylitującego i hamującego. Składnik hamujący (czasami określany jako interferencja Stroopa) jest definiowany operacyjnie jako różnica w czasach reakcji na bodźce niezgodne i bodźce neutralne (tzn. bodźce, które nie są kolorowymi słowami). Natomiast składnik facylitujący określa się jako różnicę w czasach reakcji na bodźce neutralne i bodźce zgodne. Zwykle składnik hamujący jest większy i bardziej rzetelny niż składnik facylitujący (MacLeod, 1991) i to głównie ten składnik odzwierciedla aspekt mimowolności zautomatyzowania. W tym przypadku na obecność kontroli wskazuje wrażliwość hamujących czynników strategicznych. Niżej przedstawimy serię eksperymentów, które pokazują, że hamowanie jest raczej krzywoliniową niż monotonicznie wzrastającą funkcją poziomu wprawy, i że

² Należy podkreślić, że proces może odzwierciedlać zamiary podmiotu, chociaż to nie one zaktywizowałyby dany proces (patrz Neumann (1984), rozwija ten punkt).

¹ Informacja prywatna (29 marca, 1994).

autonomiczne przetwarzanie automatyczne jest wrażliwe na wpływ czynników kontroli.

METODA BADAŃ

EKSPERYMENT 1³:

EFEKT STROOPA I UMIEJĘTNOŚĆ CZYTANIA

Rozkład wielkości efektu Stroopa jako funkcji poziomu umiejętności badaliśmy w pięciu grupach wiekowych (od grupy uczniów pierwszej klasy szkoły podstawowej do grupy studentów uniwersytetu). Założyliśmy, że w tym przedziale wiekowym wzrasta umiejętność czytania i nazywania kolorów. W oparciu o wyżej przeprowadzoną analizę przewidywaliśmy, że w następstwie rozwoju danej umiejętności interferencja Stroopa będzie się stopniowo zmniejszać.

METODA

Badani. W eksperymencie brało udział pięć grup osób badanych. Każda grupa składała się z 16 osób. W skład czterech grup wchodziły dzieci ze szkoły podstawowej, które właśnie ukończyły kolejno 1, 3, 5 i 8 klasę, i które ochotniczo zgłosiły się do udziału w eksperymencie. Piątą grupę stanowili studenci uniwersytetu, dla których udział w eksperymencie był jednym z warunków uzyskania zaliczenia kursu.

Bodźce. W eksperymencie wykorzystano cztery kolory: czerwony, niebieski, zielony i czarny. Przygotowano dwie plansze z bodźcami. Każda z nich składała się z czterech kolumn po 12 bodźców. Na pierwszej planszy, która była wykorzystana w neutralnych warunkach eksperymentalnych w zadaniu polegającym na nazywaniu kolorów, bodźcami było 48 serii czterech X-ów. Dwanaście z nich było napisanych kolorem czarnym, dwanaście niebieskim, dwanaście zielonym i dwanaście czerwonym. Bodźce były ułożone w kolejności losowej. Na planszy stosowanej w niezgodnych warunkach eksperymentu, każda nazwa koloru pojawiała się cztery razy w każdym z pozostałych trzech kolorów. Przygotowano też dodatkową kartę zawierającą nazwy kolorów: „czarny”, „niebieski”, „czerwony” i „zielony” (każdy na-

pisany dwanaście razy, ułożone w kolejności losowej). Ta karta służyła do określenia czasu potrzebnego na przeczytanie słów.

Plan i procedura eksperymentu. Zadaniem osób badanych było określenie koloru bodźca i nazwanie koloru atramentu, którym było napisane każde ze słów (przy pominięciu jego znaczenia). Osoby badane wykonywały zadanie dwa razy: raz z planszą zawierającą bodźce neutralne i raz z planszą zawierającą bodźce niezgodne. Przy prezentacji każdej planszy osoby badane były proszone o maksymalnie szybkie reagowanie na każdy bodziec i o unikanie błędów. Dodatkowo badani wykonywali zadanie kontrolne polegające na czytaniu nazw kolorów⁴. Czas wykonania zadania mierzono za pomocą stopera.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie czasy reakcji (wyrażone w sekundach) jako funkcję wieku grupy i zgodności bodźców otrzymane w zadaniu polegającym na określaniu koloru przedstawia tabela 1.

Tabela 1
Czasy reakcji w zadaniu polegającym na nazywaniu koloru w eksperymencie 1

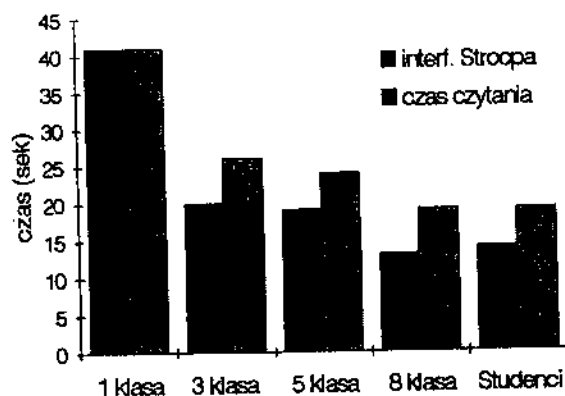
Klasa	Nazywanie koloru	
	Bodźce neutralne	Bodźce niezgodne
1	47.51	88.50
3	35.79	55.57
5	30.49	49.51
8	23.87	37.14
Studenci	22.62	34.95

Analiza wariancji w klasyfikacji podwójnej, w której wiek grupy był czynnikiem międzygrupowym a zgodność czynnikiem wewnątrzgrupowym, przeprowadzona na danych uzyskanych w zadaniu dotyczącym nazywania kolorów, ujawniła istotny efekt interakcji ($F(4,75) = 32.72, p < .001$). A więc efekt Stroopa jest różny w różnych grupach wiekowych (patrz rys. 1).

⁴ W rzeczywistości osoby badane wykonywały dwa dodatkowe zadania związane z czytaniem: jedno dotyczyło bodźców zgodnych, drugie niezgodnych. Ponieważ wykonanie tych zadań nie ma związku z tematem tej pracy ich rezultatów nie analizowano.

³ Szczegółowy opis tego eksperymentu w pracy Henika, Tzelgova, Cohena i Henik (wystane do druku).

W trzech młodszych grupach interferencja Stroopa malała wraz ze wzrostem wieku ($F(2,45) = 21.77, p < .005$). Liniowy składnik tej interakcji ($F(1,30) = 30.68, p < .001$) był istotny statystycznie i wyjaśnił on około 84% całkowitej zmienności w tych grupach. Nie stwierdzono natomiast różnic w wielkości interferencji Stroopa ($F(1,30) = 3.93, ns$) pomiędzy dwiema starszymi grupami (uczniowie 8 klasy i studenci).



Rys. 1. Wielkość efektu Stroopa i czas czytania jako funkcja wieku

Na rysunku 1 widać również, że czas reakcji badanych w zadaniu kontrolnym (tzn. czas czytania nazw kolorów) obniża się z wiekiem. Poziom wykonania tego zadania można traktować jako wskaźnik wzrostu umiejętności czytania, a więc umiejętność czytania powinna być raczej negatywnie, a nie pozytywnie skorelowana z interferencją Stroopa. Wynik ten nie jest zaskakujący (Comalli, Wapner, Werner, 1962; Schiller, 1966, ale patrz Schadler, Thissen, 1981). Odzwierciedla on ogólne braki teorii traktujących przetwarzanie automatyczne jako „funkcję umiejętności”, według których przetwarzanie automatyczne wzrasta wraz ze wzrostem umiejętności i interferencja jest jedynie funkcją jej poziomu. Ponieważ nasz eksperyment wyraźnie pokazuje, że interferencja zmniejsza się ze wzrostem poziomu wprawy, to modele oparte na tych teoriach (np. Logan, 1988) nie mogą wyjaśnić uzyskanych w nim wyników.

Można przypuszczać, że decydujące znaczenie ma tu raczej trening i doświadczenie, a nie dojrzewanie jako funkcja wieku *per se* (patrz Comalli i in., 1962). Przypuszczaliśmy, że trening i doświadczenie zwiększają kontrolowalność efektu

Stroopa (patrz Tipper, McLaren, 1990) i aby sprawdzić słuszność naszej hipotezy przeprowadziliśmy kolejny eksperyment.

EKSPERYMENT 2⁵:

KONTROLOWANIE EFEKTU STROOPA

Prawdopodobnie za oznakę kontrolowalności efektu Stroopa (i efektów podobnych do niego) można traktować jego wrażliwość na oczekiwania. W badaniu Logana (1980; patrz także Logan, Zbrodoff, Williamson, 1984; Lowe, 1974) poprzez zwiększenie proporcji bodźców zgodnych (*vs* niezgodnych) skrócono czas reakcji na bodźce zgodne i wydłużono czas reakcji na bodźce niezgodne. Manipulacja proporcją bodźców zgodnych zwiększa trafność wskaźnikową wymiarów nieistotnych i w związku z tym „uruchamia tendencję do posługiwania się taktyką dzielenia uwagi pomiędzy dwoma wymiarami” (MacLeod, 1991, str. 177). W naszym drugim eksperymencie manipulowaliśmy oczekiwaniami dotyczącymi kolorowych słów (nie wpływając na związek pomiędzy bodźcami zgodnymi i niezgodnymi). Taka manipulacja nie zmienia trafności wskaźnikowej nieistotnego wymiaru.

METODA

Badani. Eksperyment obejmował sześć grup. Każda grupa składała się z 12 studentów Ben-Gurion University w Negrevie, których językiem ojczystym był język hebrajski. Wzrost wszystkich osób badanych był normalny lub skorygowany do normalnego. Żadna z osób badanych nie wykazywała ślepoty na kolory. Dla tych studentów udział w eksperymencie był jednym z warunków uzyskania zaliczenia kursu.

Bodźce i aparatura. W eksperymencie wykorzystano cztery kolory: czerwony, zielony, niebieski i żółty. Bodźcami neutralnymi (tzn. niezwiązanymi z kolorem) był pewien wzór (pojedyncza litera języka hebrajskiego napisana cztery razy) albo wyrazy będące nazwami zwierząt.

Eksperyment przeprowadzano indywidualnie na mikrokomputerze Olivetti M240. Bodźce prezentowano na kolorowym monitorze graficznym EGA 12". W celu określenia czasu reakcji wo-

⁵ Bardziej szczegółowy opis tego eksperymentu i przeprowadzonych analiz statystycznych w pracy Tzelgowa, Henika i Bergera (1992).

kalnej badanych wykorzystano sterowany głosem przekątnik Gerbranda (model G1341T) połączony z mikrokomputerem.

Plan i procedura eksperymentu. Każda z osób badanych brała udział w jednej sesji eksperymentalnej obejmującej 192 bodźce (taka sama liczba bodźców zgodnych i niezgodnych). Dla trzech grup bodźcami neutralnymi były nazwy zwierząt, dla trzech serie hebrajskiej litery „shin”. Trzy grupy w każdej triadzie miały kolejno: 48 (25%), 96 (50%) i 144 (75%) bodźców niezwiązanych z kolorem.

Uczestników eksperymentu badano indywidualnie. Bodźce prezentowano na środku ekranu. Odpowiedzi osób badanych zatrzymywały mechanizm zegarowy i usuwały bodziec z monitora. Na początku sesji eksperymentalnej wyjaśniono badanym, na czym będzie polegało stojące przed nimi zadanie: poproszono je o ignorowanie znaczenia napisanego słowa i o jak najszybsze nazwanie koloru atramentu, którym napisano słowo, bez mylenia się. Główną zmienną zależną był czas reakcji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Tabela 2 przedstawia średnie czasy reakcji osób badanych w różnych warunkach eksperymentalnych. W prawej kolumnie podano wielkość efektu Stroopa (w milisekundach).

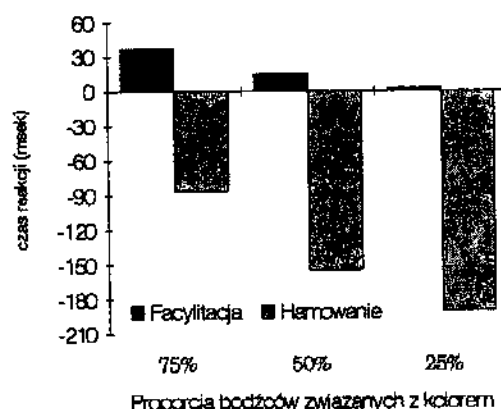
Tabela 2
Czasy reakcji i wielkość efektu Stroopa w eksperymencie 2

	Proporcja kolorowych słów	Zgodność bodźców			Wielkość efektu Stroopa
		Zgodne	Niezg.	Neutralne	
Słowa neutralne	75%	670	787	733	117
	50%	617	760	658	143
	25%	618	862	682	244
Nie-słowa neutralne	75%	583	700	618	117
	50%	607	779	623	172
	25%	646	842	649	196

Najciekawszym rezultatem przeprowadzonej analizy statystycznej był brak potrójnej interakcji ($F(4,132) = 1.53$, n.s., $MSe = 1813.82$) i wystą-

pienie istotnej interakcji pomiędzy procentem kolorowych słów i zgodnością ($F(4,132) = 13.71$, $p < .001$, $MSe = 1813.82$). A więc procent kolorowych słów zmniejszał wielkość efektu Stroopa, bez względu na to czy bodźcami neutralnymi były słowa czy nie-słowa.

W kolejnych analizach sprawdziliśmy wrażliwość składnika facylitującego i hamującego na procent kolorowych słów⁶. Czasy reakcji na bodźce niezgodne (788) były dłuższe o 126 msek niż czasy reakcji na bodźce neutralne, czyli pojawiło się hamowanie [$F(1,66) = 283.25$, $p < .00001$, $MSe = 2018.22$]. Im mniejszy był procent kolorowych słów tym hamowanie było większe, czego efektem było wystąpienie istotnej interakcji ($F(2,66) = 19.25$, $p < .00001$, $MSe = 2018.22$) (patrz rys. 2).



Rys. 2. Facylitacja i hamowanie jako funkcja proporcji związanej z kolorem

Z analizy trendu interakcji pomiędzy hamowaniem i procentem kolorowych słów wynika, że hamowanie zmniejsza się liniowo wraz ze wzrostem procentu tych słów ($F(1,66) = 41.05$, $p < .00001$, $MSe = 2018.22$). Trend liniowy wyjaśnił 99% sumy kwadratów interakcji. Rezultat tej analizy jest oczywisty: wielkość składnika hamującego była liniowo (i odwrotnie proporcjonalnie) związana z procentem kolorowych słów.

Z drugiej strony, czasy reakcji na bodźce zgodne (623 msek) były krótsze niż czasy reakcji na bodźce neutralne (662 msek), co świadczy o występowaniu facylitacji ($F(1,66) = 46.72$, $p < .00001$,

⁶ Wiemy, że kontrasty określające składnik facylitacji i hamowania nie są statystycznie niezależne, a więc że odpowiednie testy interakcji porównań również nie są niezależne. Niemniej jednak zdecydowaliśmy się wykorzystać te testy ze względu na ich znaczenie teoretyczne.

$MSe = 1170.17$), która nie podlegała wpływowi różnic procentowych ($F(1,66) = 1.10$, n.s., $MSe = 1170.17$).

Zmniejszenie procentu kolorowych słów wydłużało czasy reakcji na bodźce niezgodne, ale nie miało wpływu na czasy reakcji na bodźce zgodne i neutralne. Wynikało to stąd, że składnik hamujący był negatywnie skorelowany z proporcją słów kolorowych, a składnik facylitujący był niezmienny we wszystkich warunkach eksperymentu. Wyniki tego eksperymentu pozwalają przypuszczać (patrz także La Heij, Van der Heij, Schreuder, 1985; Neill, Westberry, 1987), że za facylitację i hamowanie mogą być odpowiedzialne odmienne mechanizmy przetwarzania. Poza tym, jak już wspomniano, to głównie składnik hamujący ujawnia mimowolny aspekt przetwarzania automatycznego. A więc odkrycie, że to raczej hamowanie (a nie facylitacja) jest wrażliwe na manipulację proporcją kolorowych słów, dostarcza bezpośredniego dowodu na rzecz naszej tezy, że przetwarzanie automatyczne w ogóle, a efekt Stroopa w szczególności, jest wrażliwe na wpływ czynników strategicznych. Należy jeszcze udowodnić, że stopień tej wrażliwości jest tym wyższy im wyższy jest poziom wprawy. W tym celu przeprowadziliśmy eksperyment 3 i 4.

EKSPERYMENT 3 I 4⁷

W dwujęzycznej wersji testu Stroopa osobom badanym prezentuje się bodźce napisane w ich języku ojczystym (J1) lub w języku obcym (J2). Ich zadanie polega na nazwaniu koloru bodźca napisanego w J1 lub J2. Wielokrotnie stwierdzono, że efekt Stroopa w obrębie jednego języka jest większy niż efekt Stroopa występujący pomiędzy językami (patrz MacLeod, 1991). Ponadto efekt Stroopa jest większy w języku ojczystym (patrz Magiste, 1984).

Założmy, że w czasie jednej sesji eksperymentalnej dwujęzycznej osobie badanej prezentujemy różne bodźce Stroopa — niektóre z nich są napisane w J1, inne w J2. W różnych sesjach zmieniamy proporcję bodźców w danym języku. Możemy oczekiwać, że efekt Stroopa będzie większy w obrębie jednego języka i będzie większy dla bodźców napisanych w J1. Z poprzedniego eks-

perymentu wiemy już, że efekt Stroopa jest wrażliwy na wpływ oczekiwań osób badanych i to nawet wtedy, gdy oczekiwania nie mają wpływu na trafność wskaźnikową nieistotnego wymiaru. Pojawia się interesujące pytanie, czy wrażliwość na oczekiwania jest skorelowana ze stopniem biegłości językowej. W celu znalezienia odpowiedzi na to pytanie przeprowadziliśmy kolejne dwa eksperymenty (eksperyment 3 i eksperyment 4). W obu eksperymentach przedstawiliśmy osobom badanym bodźce napisane w języku hebrajskim i języku arabskim (w obu językach słowa pisze się od strony prawej do strony lewej, lecz innym alfabetem). W eksperymencie 3 J1 był język arabski, w eksperymencie 4 J1 był język hebrajski. Pozostałe warunki eksperymentalne były identyczne i w związku z tym szczegóły obu eksperymentów przedstawiamy razem.

METODA

Badani. W eksperymencie 3 brało udział szesnastu dwujęzycznych studentów, których językiem ojczystym był j. arabski, i którzy przynajmniej od dwunastu lat uczyli się (i używali) języka hebrajskiego. W eksperymencie 4 brało udział szesnaście osób, których językiem ojczystym był język hebrajski, i które od około czterech lat uczyły się języka arabskiego.

Bodźce i aparatura. W eksperymentach wykorzystano następujące kolory: czerwony, zielony, niebieski, żółty i czarny. Nazwy kolorów były napisane na białych kartach. Każde słowo zajmowało powierzchnię prostokąta o wymiarach 30 mm × 8 mm na środku karty. Bodźce były prezentowane w odległości 80 cm od oczu osoby badanej.

Aparatura składała się z trójpółowego tachistoskopu Gerbrand's Harvard, połączonego z przełącznikiem sterowanym głosem i chronometrem Monsano HT 8510.

Plan eksperymentu. W dwóch z czterech sesji eksperymentalnych badani odpowiadali w języku hebrajskim, w dwóch w języku arabskim. W jednej z dwóch sesji j. hebrajski stosowany był częściej (tzn. 80% słów było napisanych w j. hebrajskim, 20% w j. arabskim), w drugiej zaś arabski (tzn. 80% słów było napisanych w j. arabskim, 20% w języku hebrajskim). W obrębie sesji mani-

⁷ Szczegółowy opis tych eksperymentów w pracy Tzelgova, Henika i Leisera (1990).

pulowano zgodnością kolor-słowo. Każda sesja składała się z bloku 50 bodźców prezentowanych dwukrotnie. 40 bodźców w bloku napisanych było w języku stosowanym częściej a 10 w drugim języku. Połowa bodźców w obrębie każdego bloku miała charakter zgodny, połowa zaś niezgodny.

20 bodźców niezgodnych w języku używanym częściej uzyskano poprzez wydrukowanie każdej z pięciu nazw kolorów czterema różnymi kolorami farby. 20 bodźców zgodnych otrzymano drukując cztery razy nazwę każdego z pięciu kolorów atramentem w tym kolorze. Na 10 bodźców w języku używanym rzadziej składało się 5 bodźców zgodnych i 5 bodźców niezgodnych. Każda z grup pięciu bodźców składała się ze wszystkich pięciu nazw kolorów i kolorowych atramentów. Na każdej sesji wybierano 5 niezgodnych bodźców z dwudziestu możliwych. Każda sesja miała inny zestaw takich pięciu bodźców, tak że w trakcie

czterech sesji prezentowano 20 możliwych bodźców.

Podsumowując, w każdym z eksperymentów stworzyliśmy szesnaście różnych warunków: dwa języki odpowiedzi (j. hebrajski vs j. arabski) X dwa poziomy częstotliwości używania języka (80% hebrajskiego vs 80% arabskiego) X dwa poziomy zgodności (zgodność vs niezgodność) X dwa języki bodźca (słowa napisane w j. hebrajskim vs słowa napisane w j. arabskim).

Procedura eksperymentu. Każda próba rozpoczynała się od 300-milisekundowej ekspozycji punktu fiksacji (czarny krzyżyk na białym tle), po której następowała 200-milisekundowa przerwa (ciemne pole). Po przerwie pojawiało się kolorowe słowo. Znikało ono, gdy osoba badana podała nazwę koloru, w którym było ono napisane. Odpowiedź osoby badanej zatrzymywała zegar i usuwała bodziec.

Tabela 3

Czasy reakcji w różnych warunkach eksperymentalnych w eksperymencie 3 i eksperymencie 4

Eksperyment 3

Język częściej używany	Język hebrajski				Język arabski			
	Język hebrajski		Język arabski		Język hebrajski		Język arabski	
Język bodźca	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
Odpowiedzi w języku hebrajskim	724	877	824	897	718	882	598	808
Odpowiedzi w języku arabskim	706	776	622	829	805	885	718	821

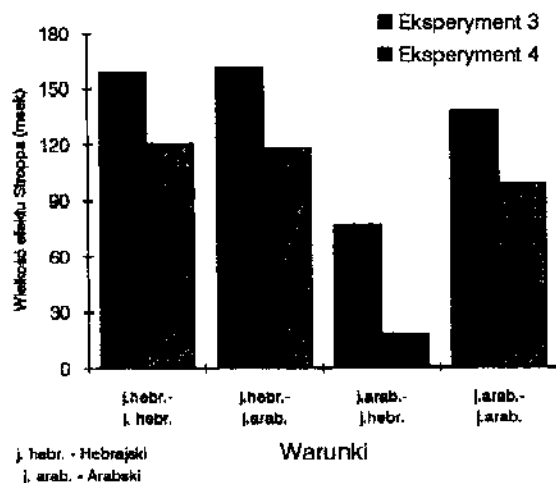
Eksperyment 4

Język częściej używany	Język hebrajski				Język arabski			
	Język hebrajski		Język arabski		Język hebrajski		Język arabski	
Język bodźca	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
Odpowiedzi w języku hebrajskim	622	774	731	746	674	807	693	713
Odpowiedzi w języku arabskim	721	811	708	816	758	899	691	781

WYNIKI

Średnie czasy reakcji uzyskane przez badanych w różnych warunkach eksperymentalnych (w eksperymencie 3 i 4) przedstawia tabela 3.

W obu eksperymentach bodźce zgodne były nazywane szybciej niż bodźce niezgodne ($F(1,15) = 176.35, p < .001$; $F(1,15) = 79.56, p < .005$; odpowiednio w eksperymencie 3 i 4). W obu eksperymentach efekt interferencji wewnątrzjęzykowej był zmniejszony poprzez kombinację języka bodźca i języka odpowiedzi, co w rezultacie dało istotną interakcję potrójną pomiędzy językiem bodźca, językiem odpowiedzi i zgodnością ($F(1,15) = 37.26, p < .005$; $F(1,15) = 12.42, p < .01$; odpowiednio w eksperymencie 3 i 4). Interakcje te przedstawia rys. 3, na którym efekt Stroopa (tzn. różnica w czasach reakcji w warunkach zgodnych i niezgodnych) jest ujęty jako funkcja języka bodźca i języka odpowiedzi.

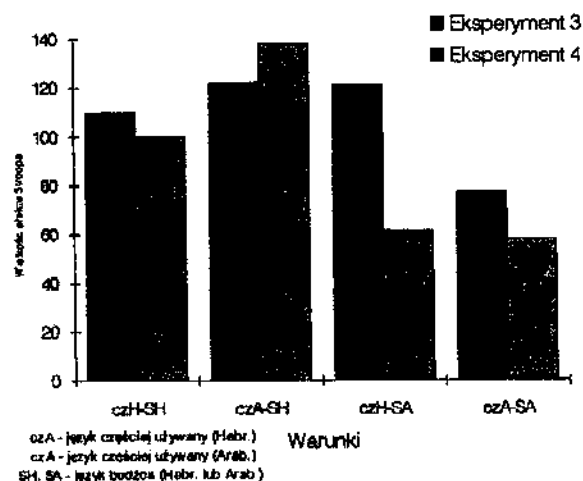


Rys. 3. Wielkość efektu Stroopa w eksperymencie 3 i 4 jako funkcja języka bodźca i języka odpowiedzi

Jak widać na rys. 3 — w obu eksperymentach zaobserwowano wystąpienie wewnątrzjęzykowego i międzyjęzykowego efektu Stroopa. Zgodnie z oczekiwaniami efekt międzyjęzykowy był mniejszy. W eksperymencie 3 wielkość dwóch wewnątrzjęzykowych efektów Stroopa była mniej więcej taka sama. Zgodnie z faktem wysokiej biegłości osób badanych w języku obcym (czyli w języku hebrajskim) to samo zjawisko zaobserwowano w warunkach międzyjęzykowych. Wskazywał na to także brak efektu głównego języka

bodźca i języka odpowiedzi. W eksperymencie 4 stwierdzono dominację języka hebrajskiego w obu efektach Stroopa (wewnątrzjęzykowymi i międzyjęzykowymi), co odpowiada oczywistej różnicy w stopniu opanowania języka przez osoby badane. Wskazują na to z jednej strony szybsze odpowiedzi w języku hebrajskim, z drugiej dłuższe czasy reakcji na bodźce napisane w tym języku.

Najciekawszym uzyskanym przez nas wynikiem było jednak wystąpienie potrójnej interakcji (istotnej statystycznie w obu eksperymentach) pomiędzy zgodnością, językiem bodźca i częstością używania języka bodźca ($F(1,15) = 8.53, p < .01$; $F(1,15) = 4.84, p < .05$; odpowiednio w eksperymencie 3 i 4). Na rysunku 4 przedstawiliśmy wielkość efektu Stroopa jako funkcję kombinacji częstości używania języka i języka bodźca.



Rys. 4. Wielkość efektu Stroopa w eksperymencie 3 i 4 jako funkcja częstości używania języka bodźca i języka bodźca

Analizując dane uzyskane w eksperymencie 3 można zauważyć, że we wszystkich kombinacjach warunków eksperymentalnych występował duży efekt Stroopa. Manipulacja częstością używania języka nie wpłynęła na bodźce napisane w języku hebrajskim. W przypadku bodźców w języku arabskim efekt Stroopa był mniejszy wtedy, gdy osoby badane oczekiwały bodźca w j. arabskim (tzn. gdy większość bodźców była napisanych po arabsku) niż wtedy, gdy takie bodźce nie były oczekiwane. Z późniejszych analiz wynikało, że za wystąpienie tego zjawiska była odpowiedzialna redukcja latencji czasu reakcji na niezgodne bodźce a nie wydłużenie reakcji na bodźce zgodne.

Rezultaty eksperymentu 4 można opisać odwołując się do analogii lustra. Oczekiwanie na bodźce w języku arabskim nie miało wpływu na wielkość efektu Stroopa. Równocześnie efekt Stroopa dla bodźców oczekiwanych napisanych w języku hebrajskim był o wiele mniejszy niż dla bodźców nieoczekiwanych napisanych w tym języku. Podobnie jak w eksperymencie 3, tak i tu efekt Stroopa zmniejszył się na skutek wystąpienia szybszych odpowiedzi na bodźce niezgodne. Należy podkreślić, że podczas gdy efekt Stroopa jest wyraźnie większy dla bodźców w j. hebrajskim (języku ojczystym badanych), to jest on też wrażliwy na wpływ oczekiwania (efekt Stroopa jest mniejszy, gdy bodźce są napisane w języku obcym dla osób badanych) (patrz rys. 4).

Interpretując wyniki obu eksperymentów należy pamiętać, że językiem ojczystym osób badanych w eksperymencie 3 był język arabski, a w eksperymencie 4 hebrajski. Przy uwzględnieniu tego faktu rezultaty obu eksperymentów prowadzą do tego samego wniosku: efekt Stroopa jest mniejszy, gdy język oczekiwany przez badanego jest równocześnie jego językiem ojczystym.

WNIOSKI

Według Magiste (1984) efekt Stroopa bezpośrednio wiąże się z językiem, a szczególnie z biegłością w czytaniu. Chociaż pierwotnie teza Magiste dotyczyła sytuacji uczenia się języka obcego, to jednak „hipoteza biegłości” nie ogranicza się tylko do tego przypadku. Dotyczy ona pierwszych etapów nabywania umiejętności czytania (np. Schiller, 1966). Ogólniej mówiąc, jeżeli przetwarzanie autonomiczne (np. w teście Stroopa) jest głównym wskaźnikiem zautomatyzowania (patrz Bargh, 1992), to hipotezę biegłości można traktować jako szczególny przypadek podejść, dla których zautomatyzowanie jest odzwierciedleniem jedynie poziomu wprawy. Rezultaty naszego pierwszego eksperymentu wskazują jednak, że na skutek wzrostu poziomu wprawy wielkość efektu Stroopa może się raczej zmniejszyć a nie zwiększyć, co jest zgodne z danymi uzyskanymi wcześniej przez Schillera (1966). Oczywiście wysoka biegłość w czytaniu może zwiększać prawdopodobieństwa wystąpienia efektu Stroopa. Rezultaty eksperymentu 3 i 4 są zgodne z tezą, że wraz ze

wzrostem poziomu opanowania języka wzrasta interferencja.

Wyniki drugiego eksperymentu wskazują, że wielkość hamowania jest modulowana przez proporcję „kolorowych” (vs neutralnych) bodźców. Wcześniej inni badacze (np. Logan, 1980; Logan, Zbrodoff, 1979; Lowe, 1979) manipulując proporcją bodźców zgodnych (vs niezgodnych) stwierdzili, że efekt Stroopa jest wrażliwy na wpływ oczekiwań. Logan (1980) zaproponował model, który wyjaśnia efekt wpływu proporcji bodźców zgodnych w teście Stroopa i w testach do niego podobnych. Jest on oparty na założeniu, że przetwarzanie koloru jest poprzedzone przez przetwarzanie znaczenia słowa. Według modelu Logana wzory facylitacji i hamowania w paradigmatcie Stroopa można wytłumaczyć za pomocą pojedynczego mechanizmu integrującego dane z różnych źródeł i wybierającego odpowiedź opartą na takiej zintegrowanej informacji. Model ten jest podobny do mechanizmu „primingu opartego na oczekiwaniach” (Neely, 1991), a zwłaszcza do mechanizmów oczekiwania zaproponowanych przez Posnera i Snydera (1975). Jednak koncepcja kontroli, która wynika z naszych badań, nie odpowiada koncepcji Posnera i Snydera. Uzyskany przez nas wynik — proporcja słów kolorowych vs neutralnych zmienia tylko wielkość hamowania, nie jest zgodny z przewidywaniem Logana (1980). Według niego facylitacja i hamowanie powinny podobnie podlegać wpływom podobnych manipulacji. A więc więcej niż jeden mechanizm może być związany z modulowaniem efektu Stroopa przez oczekiwania.

W eksperymencie 3 i 4 wykorzystaliśmy dwujęzyczną wersję testu Stroopa i okazało się, że oczekiwanie bodźców w języku ojczystym zmniejsza wielkość efektu Stroopa. Zjawisko to ograniczało się do oczekiwań dotyczących bodźców w języku ojczystym badanych. Chociaż w obu tych eksperymentach nie posługiwano się żadnymi bodźcami neutralnymi, to oczekiwania wpływały tylko na wyniki prób niezgodnych. Z tego wynika, że tylko składnik hamujący efektu Stroopa podlega oddziaływaniu oczekiwań językowych. A więc oczekiwania językowe i oczekiwania na kolorowe słowa w podobny sposób wpływają na proces przetwarzania i obydwa modyfikują składnik hamujący. Można przypuszczać, że odzwierciedlają one te same mechanizmy przetwarzania. Na podstawie faktu dotyczącego tego, że wrażliwość na

oczekiwania związane z bodźcami dotyczącymi koloru była ograniczona do języka ojczystego osób badanych, można wnioskować że występowanie mechanizmów odpowiedzialnych za zmniejszenie składnika hamującego efektu Stroopa jest możliwe tylko przy wysokich poziomach wprawy. Uzyskane przez nas wyniki pokazują, że interferencję Stroopa można kontrolować a warunkiem wstępnym wystąpienia kontroli jest biegłość językowa. W eksperymencie 3 i 4 osoby badane potrafiły zmniejszać interferencję oczekiwanego języka, jednak kontrola ta była ograniczona — efekt Stroopa był mniejszy ale nie zniknął. Na przykład w eksperymencie 3 interferencja bodźców w języku hebrajskim była mniejsza w warunkach 80% bodźców w j. hebrajskim niż w warunkach 20% bodźców w tym języku. Niemniej jednak, interferencja wywołana przez słowa hebrajskie była nadal większa niż interferencja wywołana przez słowa arabskie.

Związek pomiędzy poziomem wprawy i zdolnością do sprawowania kontroli implikuje istnienie krzywoliniowej zależności pomiędzy interferencją Stroopa i biegłością w czytaniu w danym języku. By w ogóle wystąpiła interferencja niezbędny jest przynajmniej minimalny poziom biegłości w czytaniu. By litery C-Z-E-R-W-O-N-Y mogły wywołać interferencję trzeba wiedzieć, że znaczą one „czerwony”. Automatyzacja zadań związanych z czytaniem, pojawiająca się jako rezultat ćwiczenia, przyspiesza proces czytania i w rezultacie zwiększa się interferencja. Jednak na zaawansowanych poziomach nabywania biegłości w czytaniu, uczymy się stosować mechanizmy kontroli i interferencja zmniejsza się. Należałoby więc oczekiwać wzrostu interferencji na pierwszych etapach uczenia się języka i późniejszego jej spadku. Takie wyniki uzyskał w swoich badaniach Schiller (1966), lecz wyniki pierwszego z czterech przeprowadzonych przez nas eksperymentów są inne. Najprawdopodobniej badani przez nas młodzi uczniowie osiągnęli już zaawansowane poziomy biegłości w czytaniu.

Należy zwrócić uwagę na różnicę istniejącą pomiędzy naszą próbą wyjaśnienia zaobserwowanych zjawisk a wyjaśnieniami opartymi na modelu traktującym „zautomatyzowanie jako funkcję wprawy”. Zgadza się z założeniem, że zautomatyzowanie czynności jest rezultatem ćwiczenia. Nie twierdzimy jednak, że zautomatyzowanie jest jedyną konsekwencją osiągniętej

biegłości i że jedynie poziom zautomatyzowania determinuje wielkość interferencji. Naszym zdaniem osiągnięcie poziomu kontrolowalności jest najwyższym etapem w procesie nabywania wprawy i zarówno kontrolowalność, jak i zautomatyzowanie, określają wielkość interferencji w zjawiskach podobnych do zjawiska Stroopa. Kontrolowalność i zautomatyzowanie działają przeciwnie; podczas gdy zautomatyzowanie przetwarzania wymiaru zwiększa jego podatność na interferencję, to jego kontrolowalność ją zmniejsza.

Na zakończenie należy dodać, że uzyskane przez nas (i innych badaczy) dowody na rzecz kontrolowanego przetwarzania wskazują na fakt funkcjonowania świadomości. Niektórzy autorzy podkreślali rolę świadomości w tworzeniu nowych zachowań (Rozin, 1976), co odpowiada założeniom modeli traktujących świadomość jako mechanizm kontrolujący i selekcionujący specyficzne podprocedury podczas wykonywania różnych zadań (np. Frith, 1981). Nasze eksperymenty pokazały wyraźnie, że ludzie biegli w czytaniu są zdolni do sprawowania kontroli umożliwiającej im zatrzymanie pewnych procesów automatycznych. Wydaje się, że taka kontrola pojawia się tylko wtedy, gdy czytający naprawdę dobrze opanowali dany język. Uzyskane przez nas wyniki dostarczają dowodu zarówno na występowanie zautomatyzowania (tzn. efektu Stroopa), jak i pojawianie się kontroli (tzn. mniejszego hamowania w pewnych warunkach). A więc dobrze opanowane zachowania charakteryzują się zautomatyzowaniem i kontrolą, chociaż każda z tych cech odzwierciedla inny aspekt systemu i każda jest związana z inną funkcją. Układ wyników naszych eksperymentów potwierdza przypuszczenie, że zarówno przetwarzanie automatyczne, jak i przetwarzanie kontrolowane, mogą oddziaływać równocześnie.

LITERATURA

- Banks, W. P., Flora, J. (1977). Semantic and perceptual processes in symbolic comparisons. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 278-290.
- Bargh, J. A. (1992). The ecology of automaticity: Towards establishing the conditions needed to produce automatic processing effect. *American Journal of Psychology*, 105, 181-199.
- Carlson, L. A., Alejano, A. R., Carr, T. H. (1991). The level-of-focal attention hypothesis in oral reading: Influences of

- strategies on the context specificity of lexical repetition effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 17, 924-931.
- Carr, T. H., Brown, J. S. (1990). Perceptual abstraction and interactivity in repeated oral reading: Where do things stand? *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 16, 731-738.
- Comalli, P. E., Wapner, S., Werner, H. (1962). Interference effects of Stroop color-word test in childhood, adulthood and aging. *Journal of Genetic Psychology*, 100, 47-53.
- Dunbar, K., MacLeod, C. M. (1984). A horse race of a different color: Stroop interference patterns with transformed words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 622-639.
- Frith, C. D. (1981). Schizophrenia: An abnormality of consciousness. [w:] Underwood, G., Stevens, R. (Eds.). *Aspects of consciousness*. New York: Academic Press. 437-443.
- Hasher, L., Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.
- Henik, A., Tzelgov, J. (1982). Is three greater than five?: the relation between physical and semantic size in comparison tasks. *Memory and Cognition*, 10, 389-395.
- Henik, A., Tzelgov, J., Cohen, D., Henik, M. (w druku). Age-related changes of the Stroop effect.
- Jacoby, L. L., Levy, B., Steinbach, K. (1992). Episodic transfer and automaticity: Integration of data-driven and conceptually driven processing in rereading. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 18, 15-4.
- La Heij, W., Van der Heij, A. H. C., Schreuder, R. (1985). Semantic priming and Stroop-like interference in word naming task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 62-70.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm. [w:] Dagenbach, D., Carr, T. H. (Eds.). *Inhibition process in attention memory and language*, San Diego: Academic Press, 189-239.
- Logan, G. D. (1980). Attention and automaticity in Stroop and priming tasks: Theory and data. *Cognitive Psychology*, 12, 523-553.
- Logan, G. D. (1982). On the ability to inhibit complex actions: A stop signal-study of typewriting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 778-792.
- Logan, G. D. (1985). Skill and automaticity: Relations, implications, and future directions. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 367-386.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95, 583-598.
- Logan, G. D., Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91, 295-27.
- Logan, G. D., Zbrodoff, N. J. (1979). When it helps to be misled: Facilitative effects of increasing the frequency of conflicting stimuli in a Stroop-like task. *Memory and Cognition*, 7, 166-174.
- Logan, G. D., Zbrodoff, N. J., Williamson, J. (1984). Strategies in the color-word Stroop task. *Bulletin of Psychonomic Society*, 22, 135-138.
- Lowe, G. D. (1979). Strategies context and the mechanism of response inhibition. *Memory and Cognition*, 7(5), 382-389.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 193-203.
- Magiste, E. (1984). Stroop task and dichotic translation: The development of interference patterns in bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 10, 304-315.
- Neely, J. H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and theories. [w:] Besner, D., Humphreys, G. W. (Eds.). *Basic processes in reading: Visual word recognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 246-335.
- Neill, W. T., Westberry, R. L. (1987). Selective attention and the suppression of cognitive noise. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 13, 327-334.
- Neumann, O. (1984). Automatic processing: A review of recent findings and a plea for an old theory. [w:] Prinz, W., Sanders, A. F. (Eds.). *Cognition and automatic processing*. Berlin: Springer-Verlag. 255-393.
- Posner, M. I. (1978). Chronometric explorations of mind. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. [w:] Solso, R. L. (Ed.). *Information processing and cognition: The Loyola symposium*, 55-5. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schadler, M., Thissen, D. M. (1981). The development of automatic word recognition and reading skill. *Memory and Cognition*, 9, 132-141.
- Schiller, P. H. (1966). Developmental study of color-word interference. *Journal of Experimental Psychology*, 72, 105-108.
- Schneider, W., Dumas, S. T., Schiffrin, R. M. (1984). Automatic processing and attention. [w:] Parasurman, R., Davies, D.R. (Eds.). *Varieties of attention*. New York, NY: Academic Press.
- Schneider, W., Schiffrin, R. M., (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection search and attention. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Schiffrin, 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.
- Tipper, S. P., MacLaren, J. (1990). Evidence for efficient visual selectivity in children. [w:] Enns, J. T. (Eds.). *The development of attention: Research and theory*. 197-10. North Holland: Elsevier Science Publishers B.V.
- Tzelgov, J., Henik, A., Leiser, D. (1990). Controlling the Stroop interference: Evidence from a bilingual task. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 16, 760-771.
- Tzelgov, J., Henik, A., Berger, J. (1992). Controlling Stroop effect by manipulating expectation for color related stimuli. *Memory and Cognition*, 20, 727-735.
- Vallacher, R. R., Wegner, D. M. (1987). What do people think they are doing? Action identification and human behavior. *Psychological Review*, 94, 3-15.
- Winkelman, J. H., Schmidt, J. (1974). Associative confusions in mental arithmetic. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 734-36.
- Zbrodoff, J. N., Logan, G. D. (1986). On the autonomy of mental processes: A case study in arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 118-30.