

MICHAŁ PŁACZYNTA

## Reaktywność, ruchliwość procesów nerwowych i inteligencja a czas reakcji prostej<sup>1</sup>

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie hipotezy o istnieniu związku między specyficznymi mechanizmami reaktywności i ruchliwości procesów nerwowych a inteligencją w ich wpływie na czasy reakcji prostej przy niewielkiej liczbie ekspozycji bodźców.

W literaturze psychologicznej istnieje wiele danych świadczących o związku ruchliwości procesów nerwowych z czasami reakcji (por. Pejsachow 1977; Lejtes 1972; Troszichin, Mołdawskaja, Kolczenko 1978 i inni). Jednocześnie wielu badaczy (Rawicz-Szczerbo 1956; Borysowa 1969; Wasilec 1975 i inni) podkreśla brak specyficznego mechanizmu ruchliwości w kontekście jej związków z innymi cechami układu nerwowego.

W badaniach kwestionariuszowych cech temperamentalnych stwierdzono wysoką korelację pomiędzy ruchliwością a reaktywnością. J. Strelau przytacza w swojej pracy (1985) wiele danych na ten temat. We wcześniejszych badaniach, prowadzonych przez psychologów radzieckich, również czasami stwierdzano związek pomiędzy wskaźnikami ruchliwości procesów nerwowych oraz siły układu nerwowego (Borysowa 1969; Lejtes 1956).

Przedstawione w niniejszym artykule badania podjęto, w sytuacji braku literatury uwzględniającej interakcję czynników temperamentalnych (zwłaszcza reaktywności i ruchliwości) i inteligencji w odniesieniu do czasów reakcji – zarówno prostej jak i z wyborem – od siły bodźca i procesów poznawczych.

Na temat związku czasów reakcji z inteligencją uzyskano wiele wyników potwierdzających hipotezę, że już na poziomie tak prostych zadań jak pomiar czasów reakcji uwidacznia się związek tych czasów z tą zmienną tym silniejszy, im bardziej złożone stają się te zadania z uwagi na konieczność uwzględnienia przez badanego większej liczby alternatyw reakcji (Hick 1952; Jensen 1979, 1980, 1982).

Do badań nad czasami reakcji (CR) prostej zastosowano aparat zaprojektowany i wykonany w r. 1986, a następnie zmodyfikowany przystawką umożliwiającą ekspozycję w dowolnej konfiguracji (ze względu na położenie i siły) bodźców świetl-

<sup>1</sup> Praca finansowana w ramach resortowego programu badań RPBP.III.25

nych i dźwiękowych. Aparat pozwala eksponować dwa bodźce świetlne: słabe (błyski małe lampki, 0,1 wat) i silne (błyski lampy fotograficznej, 36 dżula). Bodźce te mogą być eksponowane oddzielnie dla prawego lub lewego oka w specjalnej skrzynce z dwiema komorami, do której osoba badana patrzy przez przymocowaną do niej obudowę lornetki. Aparat pozwala eksponować także bodźce słuchowe (dźwięki o częstotliwości 1000 Hz i sile 20, 40, 60, 80, 100 i 120 dB), odbierane dzięki słuchawkom (również oddzielnie dla prawego i lewego ucha). W omówionym badaniu stosowano bodźce świetlne (słabe i silne) oraz dwa bodźce dźwiękowe: 40 dB (słabe) i 100 dB (silne).

W trakcie badania każdej osobie eksponowano losowo 64 bodźce (32 wzrokowe i 32 słuchowe), które tworzyły dwie identyczne serie. Połowa z nich była poprzedzona informacją o rodzaju, sile, a także o miejscu aplikacji bodźca – słuchowy/wzrokowy, słaby/silny, prawe/lewe ucho/oko. Przed każdą ekspozycją bodźca (na około 2 sek.) podawano hasło „uwaga”. Zadaniem osoby badanej było jak najszybsze puszczenie przycisku (klucza reakcyjnego) po usłyszeniu dźwięku lub zobaczeniu światła.

Procedurę badawczą oparto na metodyce opracowanej w latach pięćdziesiątych przez E. Bojko (1976).

Przed rozpoczęciem eksperymentu każda osoba badana naciskała 3–4 razy przycisk, przytrzymywała na nim przez chwilę palec, po czym jak najszybciej zwalniała go. Celem tej części badania było przygotowanie osoby do efektywnego wykonywania zadania eksperymentalnego. Oprócz tego eksponowano jej 8 bodźców bez pomiaru czasów reakcji, prosząc, aby po każdym z nich mówiła jaki to był bodziec (wzrokowy, słuchowy, słaby, silny, z prawej lub lewej strony). Osobę badaną pytano również, czy jest prawo- lub leworęczna, czy ma dobry wzrok i słuch. Następnie podawano instrukcję:

„Twoim zadaniem jest jak najszybsze puszczenie przycisku po usłyszeniu dźwięku lub zobaczeniu światła zarówno słabego jak i silnego, bez względu na stronę – lewą czy prawą. Czasami będę uprzedzał, jakie światło lub jaki dźwięk i z której strony pojawi się. Czasami zaś nie będę tego mówił. Bez względu na zapowiedź lub jej brak należy każdorazowo po pojawieniu się światła lub dźwięku jak najszybciej puścić przycisk. Po puszczeniu przycisku i usłyszeniu słowa «uwaga» należy ponownie nacisnąć przycisk czekając na pojawienie się światła lub dźwięku. Czy wszystko jest dla Ciebie jasne? Teraz, gdy powiem «uwaga», naciśniesz przycisk i puścisz go po pierwszym usłyszeniu dźwięku lub zobaczeniu światła. Zrób to jak najszybciej potrafisz! Czy jesteś gotowy? Zaczynamy”.

W badaniach nad czasami reakcji uczestniczyło 130 uczniów (wyłącznie chłopcy) III klas kilku szkół średnich w Krakowie.

Pomiar poziomu cech temperamentalnych (reaktywności i ruchliwości procesów nerwowych) tych uczniów przeprowadzono przy zastosowaniu „Kwestionariusza temperamentu” J. Strelau. Do badania poziomu inteligencji zastosowano „Skalę” Ravena. Z powodów technicznych w tych badaniach uczestniczyło tylko 70 osób (ze 130).

Po uprzednim sprawdzeniu rozkładów czasów reakcji i wskaźników wyżej wymienionych cech (inteligencji, reaktywności i ruchliwości) wybrano ze względu na układ cech indywidualnych wyniki 24 osób (z 70) do analizy wariacyjnej. Kryterium wyodrębnienia układów cech stanowiły mediany wartości poszczególnych wskaźników. Przeprowadzono 4 czteroczynnikowe analizy wariacyjne (z powtarzanymi pomiarami w obrębie dwóch czynników), sprawdzając oddzielnie zależność czasów reakcji na bodźce wzrokowe i słuchowe od cech indywidualnych oraz manipulacji eksperymentalnych. Niżej przedstawiam warianty tych analiz.

1. Inteligencja (A), reaktywność (B)<sup>2</sup>, informacja o bodźcach (C)(dalej: informacja), siła bodźca (D) – wariant słuchowy;

2. Inteligencja (A), reaktywność (B), informacja (C), siła bodźca (D) – wariant wzrokowy;

3. Inteligencja (A), ruchliwość (B), informacja (C), siła bodźca (D) – wariant słuchowy;

4. Inteligencja (A), ruchliwość (B), informacja (C), siła bodźca (D) – wariant wzrokowy.

Wyniki przeprowadzonych analiz wariacyjnych przedstawione są w tabelach 1–4.

Z tabeli 1 wynika, że najbardziej na czasy reakcji prostej (w przypadku analizatora słuchowego) wpływa siła bodźca oraz informacja. Również silny jest wpływ interakcji informacji z siłą bodźca na CR. W tym czasy reakcji uzależnione są także od inteligencji ( $p < 0.01$ ). Nie zaobserwowano interakcji pomiędzy inteligencją a reaktywnością. Wystąpił jedynie trend w kierunku takiej zależności ( $F = 2.49$ ). Zaznaczyły się również trendy w kierunku wpływu interakcji inteligencji z informacją (AC), inteligencji z informacją i siłą bodźca (ACD), a także (mniej wyraźny) inteligencji z siłą bodźca na czasy reakcji.

W przypadku analizatora wzrokowego (tabela 2) zanotowano analogiczną zależność CR od siły bodźca, informacji oraz od interakcji pomiędzy nimi. Mniejszy okazał się wpływ inteligencji na czasy reakcji. Natomiast zaobserwowany trend interakcji inteligencji z reaktywnością potwierdza statystycznie istotna na poziomie 0.05 interakcja reaktywności z czynnikiem informacji.

Istotnym na poziomie 0.05 okazał się również wpływ zależności czynników A, C i D (inteligencji, informacji i siły bodźca) na CR ( $F = 6.16$ ). Zaznaczył się także trend w kierunku wpływu interakcji BCD na CR oraz interakcji ABCD na CR.

W przypadku trzeciego wariantu analizy wariacyjnej, wariant słuchowy (tabela 3), uzyskano identyczne wyniki jak w poprzednich: największy wpływ na czasy reakcji okazały: siła bodźca (D), informacja (C) oraz ich interakcja (CD). Również statystycznie istotny na poziomie 0.01 okazał się wpływ inteligencji (A) na czasy reakcji.

---

<sup>2</sup> Wpływ drugiego z pary czynników temperamentalnych (reaktywność-ruchliwość) był równoważony poprzez dobór osób do każdej z czterech podgrup eksperymentalnych o wyższym i niższym poziomie wyników w odpowiednim wskaźniku.

Wyniki analizy wariancyjnej wpływu inteligencji (A), reaktywności (B), informacji (C) i siły bodźca (D) na czasy reakcji prostej; wariant słuchowy.

Źródło wariancji	MS	df	F
A	297.51	1	8.22**
B	1.26	1	0.03
AB	90.10	1	2.49
Os.wewn.grupy	36.21	20	–
C	1155.09	1	127.21***
AC	23.02	1	2.54
BC	0.10	1	0.01
ABC	5.49	1	0.60
C x os.wewn.gr.	9.08	20	–
D	2081.34	1	308.80***
AD	11.35	1	1.68
BD	0.02	1	0.
ABD	0.83	1	0.12
D x os.wewn.gr.	6.74	20	–
CD	311.77	1	66.19***
ACD	9.99	1	2.12
BCD	0.00	1	0.
ABCD	0.30	1	0.
CD x os.wewn.gr.	4.71	20	–

MS – średnie kwadraty

df – stopnie swobody

F – wartość stosunku

os. wewn. gr. (lub os. wewn. grupy) – osoby wewnątrz grupy

\*\*\* – poziom istotności statystycznej odpowiednio 0.05, 0.01 i 0.001

Jak i w poprzednich wariantach w przypadku analizy czwartej, wariant wzrokowy (tabela 4) na czasy reakcji najbardziej wpływa siła bodźca (D), informacja (C) oraz ich interakcja (CD). Nieistotny okazał się – jak w przypadku wariantu drugiego (również analizatora wzrokowego) – wpływ inteligencji na CR. Statystycznie istotny na poziomie 0.05 jest wpływ zależność ACD (inteligencji z informacją i siłą bodźca) na czasy reakcji.

Tabela 2

Wyniki analizy wariancyjnej wpływu inteligencji (A), reaktywności (B), informacji (C) i siły bodźca (D) na czasy reakcji prostej; wariant wzrokowy

Źródło wariancji	MS	df	F
A	250.26	1	3.14
B	12.76	1	0.16
AB	173.35	1	2.17
Os. wewn. grupy	79.81	20	–
C	635.51	1	70.07***
AC	12.77	1	1.41
BC	44.02	1	4.85*
ABC	0.49	1	0.05
C x os. wewn. gr.	9.07	20	–
D	3301.76	1	148.06***
AD	29.27	1	1.31
BD	3.02	1	0.14
ABD	0.24	1	0.01
D x os. wewn. gr.	22.30	20	–
CD	90.10	1	22.19***
ACD	24.99	1	6.16*
BCD	9.99	1	2.46
ABCD	15.88	1	3.91
CD x os. wewn. gr.	4.06	20	–

Zob. objaśnienia do tab. 1

Z przeprowadzonych badań wynika, że decydujący wpływ na czasy reakcji prostej miała manipulacja eksperymentalna siłą bodźca i informacja. Czynnikiem siły bodźca był dominujący. Interakcja pomiędzy tymi czynnikami również w sposób wysoce statystycznie istotny skracała czasy reakcji.

Na podstawie tych badań nie można jednak określić, który z tych czynników jest ważniejszy. Aby uzyskać odpowiedź na tak postawione pytanie, należy przeprowadzić eksperyment z zastosowaniem ekstremalnych wartości siły bodźca oraz ilości bitów informacji. Naturalnie wartości te muszą być graniczne w tym sensie, że poza ich zakresem nie można już zaobserwować w danej populacji typowych prawidłowości dla czasów reakcji. Stosowane w badaniu bodźce nie spełniały warunków graniczności ze względów technicznych. Manipulacja informacją spełniała ten warunek

tylko częściowo (przy podaniu informacji niepewność co do pojawienia się bodźca wynosiła zero bitów).

Tabela 3

Wyniki analizy wariancyjnej wpływu inteligencji (A), ruchliwości (B), informacji (C) i siły bodźca (D) na czasy reakcji prostej; wariant słuchowy

Źródło wariancji	MS	df	F
A	197.51	1	8.22**
B	15.84	1	0.44
AB	23.02	1	0.64
Os. wewn. grupy	36.21	20	–
C	1155.09	1	133.07***
AC	23.02	1	2.65
BC	6.52	1	0.75
ABC	7.57	1	0.87
C x os. wewn. gr.	8.68	20	–
D	2081.34	1	321.19****
AD	11.35	1	1.75
BD	0.52	1	0.08
ABD	4.49	1	0.69
D x os. wewn. gr.	6.48	20	–
CD	311.77	1	73.01***
ACD	9.99	1	2.33
BCD	0.00	1	0.
ABCD	0.14	1	0.03
CD x os. wewn. gr.	4.27	20	–

Zob. objaśnienia do tab. 1

W przypadku czynników indywidualnych statystycznie ważny okazał się wpływ inteligencji na czasy reakcji (choć znacznie mniejszy niż wyżej wymienionych zmiennych) przy ekspozycji bodźców słuchowych. Przy aplikacji bodźców wzrokowych ten wpływ jest słabszy (poniżej  $p = 0.05$ ). Również interakcja inteligencji z informacją oraz z informacją i siłą bodźca w przypadku bodźców wzrokowych wpływała na CR prostej (na poziomie 0.05).

Porównując wpływ czynników indywidualnych z eksperymentalnymi na czasy reakcji należy mieć na uwadze specyfikę populacji badanych osób. Pod względem inteligencji populacja była mało zróżnicowana (prawdopodobnie mniej niż w przy-

padku czynników temperamentalnych). Nie uwzględniono również zmian rozwojowych. Z tego względu można przypuszczać, że w rzeczywistości wpływ inteligencji (przy uwzględnieniu różnic międzypopulacyjnych) jest znacznie większy. Wniosek ten można wyprowadzić z wielu innych prac nad czasami reakcji.

Tabela 4

Wyniki analizy wariancyjnej wpływu inteligencji (A), ruchliwości (B), informacji (C) i siły bodźca (D) na czasy reakcji prostej; wariant wzrokowy

Źródło wariancji	MS	df	F
A	250.26	1	3.14
B	31.51	1	0.30
AB	78.85	1	0.99
Os. wewn. grupy	79.81	20	–
C	635.51	1	56.28***
AC	12.77	1	1.13
BC	0.02	1	0.
ABC	0.24	1	0.02
C x os. wewn. gr.	11.29	20	–
D	3301.74	1	156.78***
AD	29.29	1	1.39
BD	25.04	1	1.19
ABD	2.97	1	0.14
D x os. wewn. gr.	21.06	20	–
CD	90.12	1	17.10***
ACD	24.97	1	4.74*
BCD	1.22	1	0.23
ABCD	0.57	1	0.11
CD x os. wewn. gr.	5.27	20	–

Zob. objaśnienia do tab. 1

Z cech temperamentalnych jedynie reaktywność wchodziła w statystycznie znaczące interakcje z informacją w przypadku bodźców wzrokowych. Bliska poziomu istotności statystycznej 0.05 okazała się interakcja reaktywności z inteligencją, informacją i siłą bodźca (również tylko w odniesieniu do bodźców wzrokowych).

Ważnym wnioskiem z punktu widzenia teorii reaktywności jest stwierdzenie braku analogii pomiędzy siłą bodźca (jako czynnika eksperymentalnego) a tą cechą temperamentalną. W odróżnieniu bowiem od analogii informacja-inteligencja nie

udało się, zgodnie z jej treścią, urangować średnich czasów reakcji dla poszczególnych poziomów: siła bodźca  $\times$  reaktywność. Można przypuszczać (zwłaszcza w odniesieniu do bodźców słabych), że różnica w reakcjach osób mało i wysoce reaktywnych związana jest z mechanizmami informatycznymi w układzie nerwowym. W tym kontekście wyniki klasycznych badań W. Niebylicyna z lat sześćdziesiątych wymagają reinterpretacji. Osoby mało reaktywne w mniejszym stopniu od wysoce reaktywnych reagują na trudności związane z detekcją sygnałów. Mechanizm reaktywności pomnaża efekt sprawniejszego przebiegu procesu detekcji sygnałów u osób bardziej inteligentnych zgodnie z treścią Jerkesa-Dodsona i przebiegiem krzywych aktywacji. Dobierając ochotników do badań spośród studentów i pracowników naukowych, można zakładać stosunkowo wysoki przeciętny poziom inteligencji. Z tego względu mogły pojawić się w badaniach Niebylicyna zależności pomiędzy poziomem SPP (siły procesu pobudzenia) a krzywą CR. Ważne będzie sprawdzenie, czy analogiczne rezultaty pojawią się, gdy badania przeprowadzone zostaną na specjalnie dobranych grupach uwzględniających powyższą hipotezę.

Na szczególną uwagę zasługuje brak wpływu ruchliwości procesów nerwowych na czasy reakcji prostej. Ze sposobu przeprowadzonego eksperymentu (sposób doboru osób badanych do porównywanych grup) można podejrzewać, że mechanizm ruchliwości pokrywa się z mechanizmami inteligencji i reaktywności. Jest to przypuszczenie niezwykle istotne z punktu widzenia problemu struktury cech indywidualnych. Ruchliwość stanowiłaby niejako „wypadkową” inteligencji i reaktywności, a jej poziom określałyby mechanizmy tych cech. Z uwagi na doniosłość tej kwestii przyjęty schemat badań zostanie odpowiednio zmodyfikowany, aby na poziomie mechanizmów CR sprawdzić w dalszych badaniach tę hipotezę.

W przedstawionych badaniach nie stwierdzono wyraźnych różnic międzyanalitycznych w zakresie omówionych relacji. Należy jednak mieć na uwadze niewielkie liczebności w podgrupach eksperymentalnych.

Ogólnie można powiedzieć, że analiza statystycznie istotnych lub bliskich takiej istotności czynników interakcji wskazuje na konieczność uwzględniania różnic indywidualnych w reaktywności i inteligencji w badaniach nad czasami reakcji.

## Bibliografia

- Bojko E.I., *Miechanizmy umstwiennoj diejatielnosti*, Pedagogika, Moskwa 1976
- Borysowa M.N., *O tipologiceskom znaczenii niekotorych pokazitieliej dwigatielnych rieakcji*, [w:] *Problemy differencjalnoj psichofiziologii*, (red.) W.D. Niebylicyn, t.6, Proswieszczenije, Moskwa 1969
- Hick W.G., *On the Rate of Gain Information*, [in:] *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1952, 4, s.11–26
- Jensen A.R., *Reaction Time, Movement Time and Intelligence*, [in:] *Intelligence*, 1979, 3, s.121–126
- Jensen A.R., *Chronometric Analisis of Intelligence*, [in:] *Journal of Social and Biological Structures*, 1980, 3, s. 103–122
- Jensen A.R., *Reaction Time and Psychometric g*, [in:] *A Model for Intelligence*, (ed.) H.J. Eysenck, Springer-Verlag Hejdelberg, F.R.G., 1982, s.93–132



- Lejtes N.S., *K woprosu o tipologiczeskich razliczijach w posliediejstwii wozbuditielnogo i tormoznogo processow*, [w:] *Tipologiczeskije osobiennosti wysszej nierwnoj diejatielnosti czelowieka*, (red.) B.M. Tieplow, t.1, APN RSFSR, Moskwa 1956
- Pejsachow N.M. (red.), *Psichologiczeskije i psichofizjologiczeskije osobiennosti studentow*, Izdatielstwo Kazanskogo Uniwersitieta, Kazan' 1977
- Rawicz-Szczerbo I.W., *Ocenka siły nierwnoj sistiemy po zawisimosti wriemieni reakcji ot intiensiwnosti stimula*, [w:] *Problemy diffierencjalnoj psichofizjologii*, (red.) W.D. Niebylicyn, t.6, Proswieszczeniye, Moskwa 1969
- Strelau J., *Temperament, osobowość, działanie*, PWN, Warszawa 1985
- Troszichin W.A., Mołdawszkaja S.I., Kolczenko N.W., *Funkcionalnaja podwiznost' nierwnych processow i professionalnyj otbor*, Naukowa Dumka, Kijew 1978
- Wasiliec T.W., *Problemy podwiznosti nierwnych processow i jee gienieticzeskij aspekt*, Autoriefierat kand.diss., Moskwa 1975

MICHAŁ PŁACZYNTA

### **Reactivity, mobility of nervous processes, intelligence and time of simple reaction**

#### **S u m m a r y**

The paper is the attempt at discovery relations between times of simple reaction and individual traits. There were measured times of simple reaction for auditory and visual stimuli, temperamental traits and intelligence in 70 pupils (boys) of third grade of secondary school in Cracow.

Analysis of results showed that experimental manipulation of strenght of stimulus and information and also interaction among these variables had main effect on the time of reaction. Intelligence as individual difference had statistically significant effect on times of reaction during exposition of auditory stimuli – though smaller than variables mentions above. During exposition of visual stimuli this effect was smaller (below  $p = 0.05$ ). The interaction among intelligence and information and interaction between intelligence, information and strenght of stimulus during exposition of visual stimuli influenced the times of simple reaction ( $p = 0.05$ ).

МИХАИЛ ПЛАЧИНТА

**Реактивность, подвижность нервных процессов  
и интеллигенция и время простой реакции**

Резюме

Статья представляет собой попытку найти связи между временем реакции и индивидуальными чертами испытуемых. С этой целью определялось время реакции на слуховые и зрительные раздражители, темпераментные свойства и уровень умственного развития 70 учащихся (мужчин) третьих классов нескольких краковских средних школ.

Анализ результатов свидетельствует о том, что решающее влияние на величину времени реакции имела экспериментальная манипуляция силой раздражителя и информация (о последующем раздражителе), а также интеракция между этими факторами. На время реакции испытуемых – особенно при применении слуховых раздражителей – оказал влияние уровень интеллигенции (хотя это влияние было слабее, чем в случае силы раздражителя и информации). При зрительных раздражителях влияние этого фактора на время реакции менее заметно ( $p = 0.05$ ). На величину времени реакции влияют также интеракция между интеллигенцией и информацией, а также между интеллигенцией, информацией и силой раздражителя в случае зрительных раздражителей ( $p < 0.05$ ).