

Marcin BIERNACKI, Piotr ZIELIŃSKI

INTELEGENCJA PŁYNNĄ A POZIOM KOORDYNACJI WZROKOWO-RUCHOWEJ U KANDYDATÓW NA PILOTÓW*

INTELLIGENCE GF AND LEVEL OF SIGHT-MOTOR COORDINATION IN CANDIDATES FOR MILITARY PILOTS*

Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Warszawa
Zakład Psychologii Lotniczej

Military Institute of Aviation Medicine, Warsaw
Department of Aviation Psychology

STRESZCZENIE: Wstęp. Sprawność psychomotoryczna oraz funkcjonowanie poznawcze są tymi czynnikami, które pełnią istotną rolę w procesie diagnostycznym pilotów. Mają one nie tylko znaczenia w przygotowaniu się do lotów, ale również definiują możliwości wprowadzania planów działania w zachowanie. **Cel pracy.** Celem pracy była ocena zależności między poziomem koordynacji wzrokowo-ruchowej a inteligencją płynną. **Badani i metoda.** W badaniu wzięło udział 560 kandydatów na pilotów. Zastosowano test koordynacji sensomotorycznej SMK, charakteryzujący się stałym poziomem trudności dla całego zadania oraz Test Matryc Ravena w wersji dla Zaawansowanych. **Wyniki.** Dane analiz wskazują na istotny główny wynik kolejności pomiaru koordynacji sensomotorycznej ($F_{(1,829, 574,337)} = 1931,699, p < 0,001, \eta^2 = 0,86$) oraz istotny wpływ interakcji między kolejnością pomiaru a poziomem inteligencji płynnej ($F_{(1,829,574,337)} = 26,470, p < 0,001, \eta^2 = 0,078$). Osoby z wyższym poziomem inteligencji płynnej uzyskują istotnie lepsze wyniki w początkowej ($t_{(283,116)} = -6,751, p < 0,001, d \text{ Cohena} = 0,77$), środkowej ($t_{(282,272)} = -4,777, p < 0,001, d \text{ Cohena} = 0,54$) oraz końcowej fazie zadania sensomotorycznego ($t_{(314)} = -6,200, p < 0,001, d \text{ Cohena} = 0,7$), choć siła tych wyników jest zróżnicowana. **Wnioski.** Inteligencja płynna pełni nie tylko istotną rolę w szybkości i dokładności reakcji motorycznych, ale także jest istotna z punktu widzenia przebiegu funkcji motorycznych w czasie. Czynnikiem ten może mieć znaczenie dla tempa automatyzacji czynności operatorskich.

* Pracę wykonano w ramach realizacji projektu BST 107/2008

Adres do korespondencji: mgr Marcin Biernacki, Zakład Psychologii Lotniczej WIML,
ul. Krasińskiego 54, 01-755 Warszawa, e-mail: mbiernacki@wiml.waw.pl

SŁOWA KLUCZOWE: inteligencja płynna, koordynacja wzrokowo-ruchowa, kandydaci na pilotów

SUMMARY: Background. Psychomotor efficiency and cognitive function belong to these factors, which play an important role in diagnostic process in pilots. They are important not only in preparation for flights but also define possibilities to implement plans of action into behavior. **Objectives.** Assessment of relationship between sensorimotor coordination level and intelligence *gf*. **Participants and methods.** Five hundred sixty individuals, candidates for military pilots, were included into the study. Sensorimotor Coordination test (SMK) characterized by the constant degree of difficulty for the whole task and Raven's Advanced Progressive Matrices were used. **Results.** Obtained data indicate significant main effect of sensorimotor coordination measurements ($F_{(1.829,574.337)} = 1931,699$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,86$) and significant effect of interaction between measurements sequence and level of intelligence *gf* ($F_{(1.829,574.337)} = 26,470$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,078$). Individuals with the higher intelligence *gf* level have significantly better results in the initial ($t_{(238,1160)} = 6,751$; $p < 0,001$; Cohen's $d = 0,77$), middle ($t_{(282,272)} = 4,777$; $p < 0,001$; Cohen's $D = 0,54$), and final phase of sensorimotor task ($t_{(314)} = -6,200$; $p < 0,001$; Cohen's $d = 7$) although power of these effects isn't equal. **Conclusions.** Intelligence *gf* not only plays an important role in the speed and accuracy of motor reactions but also is important from the point of view of the motor functions over time. General factor (*gf*) may be of importance for automation of operator's activity **KEY WORDS:** intelligence *gf*, sensorimotor coordination, candidates for military pilots

Wstęp

Zastosowanie badań nad inteligencją w psychologii wojskowej ma swoją tradycję sięgającą początków ubiegłego stulecia. Wtedy to Włosi, jako pierwsi, a później Francuzi, wprowadzili program selekcji pilotów, w którym skupili się na pomiarze szeregu aspektów funkcjonowania człowieka, które w znacznym stopniu zawierają się w tym, co obecnie traktowane jest jako składowe sprawności intelektualnej (czyli szybkość oraz dokładność przetwarzania informacji) [1]. Później, w okresie Pierwszej Wojny Światowej, Yerkes [1] wskazał, że sprawność intelektualna jest ważnym komponentem w przewidywaniu sukcesu w szkoleniu lotniczym. W badaniach swoich odnosił się do koncepcji Spearmana, w której inteligencja rozumiana jest jako rodzaj energii mentalnej, przydzielanej poszczególnym czynnościom i zadaniom umysłowym. Tym samym różnice indywidualne w wykonywaniu określonych zadań miałyby stanowić wynik tego, jakim poziomem energii mentalnej dana osoba dysponuje. Badania Thurstone'a [2] stanowiły kontynuację badań nad rolą inteligencji w selekcji kandydatów do armii, z tym tylko, że w podejściu zaproponowanym przez tego badacza inteligencja rozumiana była jako składowa szereg równorzędnych czynników. Pod wpływem tej teorii powstało wiele baterii testów, spośród których należy wymienić chociażby Differential Aptitude Test, Ge-

neral Aptitude Test Battery, Armed Services Vocational Aptitude Battery oraz Air Force Officer Qualifying Test [3]. W bateriach tych skupiano się zarówno na zdolnościach motorycznych, rozumieniu technicznym, zdolnościach przestrzennych, jak i szybkości oraz dokładności przetwarzanych informacji.

Sprawność intelektualna, niezależnie, za którym podejściem teoretycznym byśmy się opowiedzieli, jest niewątpliwie obok cech osobowości kluczowym czynnikiem brany pod uwagę w przewidywaniu sukcesu w szkoleniu lotniczym. Badacze argumentują, że w połączeniu z wysoką sumiennością, sprawność intelektualna jest tą cechą, która umożliwia zarówno szybkie uczenie się nowych czynności, jak i planowanie swoich działań w perspektywie czasowej oraz adekwatne działanie w sytuacji złożonej [4]. W jednym z badań częstotliwość i powaga naruszeń w wykonywaniu lotu była zapisywana za pomocą rejestratora parametrów lotu. Wykazano, że zmienne mierzone narzędziami z testu CogScreen, składającego się z szeregu podtestów dotyczących procesów uwagi, pamięci krótkotrwałej, percepcji wzrokowej, rozwiązywania problemów, zdolności liczbowych, szybkości i dokładności reakcji, równoległego przetwarzania informacji i funkcji wykonawczych, wyjaśniały od 30 do 45% wariacji naruszeń w wykonaniu lotu [5]. Ponadto, Carretta i Zelenski [3] twierdzą, że osoby cechujące się szybkością i dokładnością przetwarzania informacji przestrzennych powinny być rekomendowane do szkolenia na samolotach myśliwskich.

Wychodząc z założenia, że inteligencja jest biologicznie uwarunkowana i odnosi się do zasobów poznawczych, jakimi dysponuje jednostka, badacze podejmują wysiłek w poszukiwaniu związków między inteligencją a szybkością i dokładnością reakcji. Jensen [6] w swoich pracach wykazuje, że inteligencja związana jest zarówno z szybkością działania, umiejętnością utrzymywania względnie równego poziomu wykonania w czasie, jak i liczbą popełnianych błędów. Co więcej, im zadania stają się trudniejsze, tym różnice między osobami charakteryzującymi się wysokim i niskim poziomem inteligencji płynnej stają się większe, na korzyść osób inteligentniejszych.

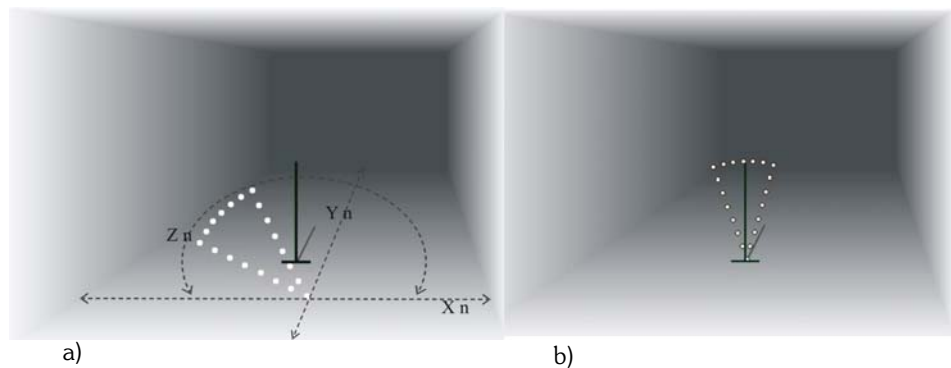
Sprawność psychomotoryczna nie sprowadza się jednak tylko do wymiaru szybkości i dokładności reakcji, ale także ma swoją, podobnie jak nabywanie innych umiejętności, charakterystykę czasową. Fitts i Posner [7] zaproponowali, aby proces nabywania umiejętności rozpatrywać w trzech fazach. W fazie pierwszej, określanej jako poznawcza (cognitive phase), zachodzi proces identyfikacji i rozwoju umiejętności. Dochodzi do uformowania się obrazu umysłowego działania oraz struktury działania. Następnie, w kolejnej fazie, asocjacyjnej (associative phase) dochodzi do połączenia poszczególnych komponentów działania w płynną sekwencję. Wreszcie w ostatniej, trzeciej fazie, określanej jako autonomiczna (autonomous phase), dochodzi do automatyzacji czynności, przez co do działania mogą być włączane kolejne czynności. Przy czym jak zauważają Fitts i Posner nie wszyscy osiągają poziom wykonania umożliwiający automatyzację czynności [7].

Celem naszej pracy jest ocena na ile poziom koordynacji wzrokowo-ruchowej w różnych odcinkach trwania zadania zależy od zasobów poznawczych, jakimi dysponuje jednostka.

Badani i metoda

Do wstępnej analizy danych zaliczono wyniki 560 kandydatów na pilotów w wieku 19-25 lat. Do oceny poziomu inteligencji płynnej zastosowano Test Ravena w wersji dla Zaawansowanych (TMZ) [8]. Test ten składa się z 48 zadań, z czego 12 pierwszych prezentowanych jest w serii próbnej, natomiast pozostałe 36 zadań wykonywane jest w ciągu 30 min. Osoby badane zostały podzielone, według kwartyli, na dwie grupy ze względu na poziom inteligencji płynnej. Pierwszy kwartyl ($n=169$) oznaczał niski poziom inteligencji płynnej szacowanej za pomocą TMZ Ravena, natomiast trzeci ($n=147$) oznaczał wysoki poziom inteligencji.

W badaniu zastosowano również test SMK w wersji 15 minutowej, jako miarę koordynacji wzrokowo-ruchowej [9]. W trakcie wykonywania testu widoczna jest trójwymiarowa przestrzeń, w której umieszczony jest element docelowy przypominający odwróconą literę „T” oraz element, którym osoba badana manewruje – „wycinek koła”. Wycinek koła w sposób nieprzewidywalny dla badanego porusza się w płaszczyznach: kątowej - Z_n ; poziomej – X_n ; oraz przód-tył – Y_n (ryc. 1a). Osoba badana ma w taki sposób kierować ruchem wycinka koła, aby ustawiać jego wierzchołek w punkcie skrzyżowania linii pionowej i poziomej figury „+” oraz aby linia pionowa figury „+” stanowiła wysokość wycinka koła (ryc. 1b). Takie ustawienie wycinka koła określane jest jako tzw. idealne położenia.



Ryc. 1a i 1b. Widok na zadanie testu SMK. (linie osi X_n , Z_n i Y_n nie są widoczne podczas badania).

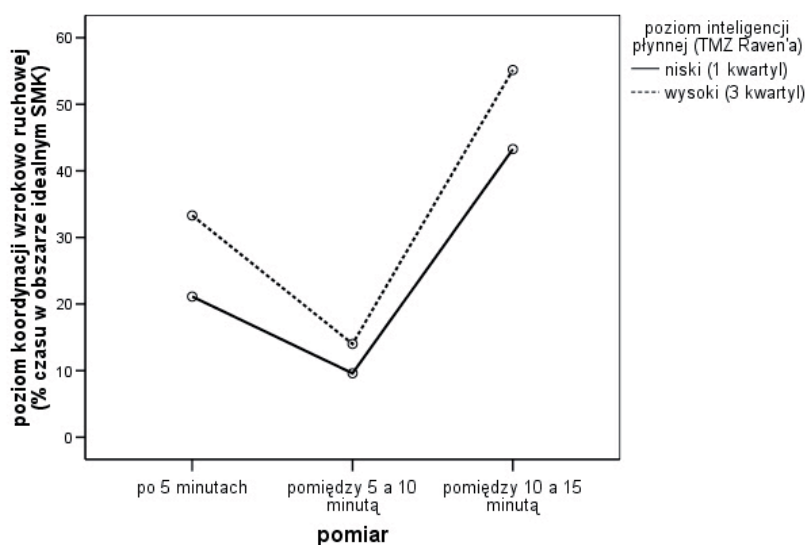
Fig. 1a and 1b. SMK test view (axes X_n , Z_n , and Y_n are not visible during test).

Główną zmienną testu SMK jest czas w obszarze idealnym podawany w procentach (100% oznacza, że wycinek koła cały czas znajdował się w idealnym położeniu). Obszar idealny określony został, jako odchylenie maksymalnie ± 25 pikseli w linii poziomej i pionowej oraz odchylenie maksymalnie ± 25 stopni w przechylnym ruchu od „idealnego położenia”. Zadaniem badanej osoby jest osiągnięcie jak najwyższego poziomu wykonania dla zmiennej „czas w obszarze idealnym” oraz utrzymywanie wycinka koła przy minimalnych jego odchyleniach. Wycinek koła „ucieka” a osoba badana musi podążać za jego ruchem, aby sprowadzić go do obszaru idealnego. Wymaga to od badanej osoby ciągłości uwagi i umiejętności dysponowania własną aktywnością [9].

W analizie statycznej zastosowano analizę wariancji dla powtarzanych pomiarów w modelu mieszanym, gdzie czynnikiem wewnątrzobiektywnym był moment pomiaru (5, 10 i 15 min trwania testu SMK), a czynnikiem międzyobiektywnym poziom inteligencji płynnej mierzonej TMZ.

Wyniki

W analizie wariancji dla powtarzanych pomiarów, ze względu na nieznaczne odstępstwo od założenia sferyczności, stopnie swobody zostały skorygowane o współczynnik ϵ Greenhouse-Geissera o wartości 0,915. Zgodnie z oczekiwaniami wynik główny momentu pomiaru okazał się istotny statystycznie ($F_{(1,829,574.337)} = 1931,699$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,86$). Ponadto, interakcja między momentem pomiaru a poziomem inteligencji płynnej także okazała się istotna statystycznie ($F_{(1,829,574.337)} = 26,470$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,078$). Analizy efektów prostych wskazują, że osoby uzyskujące wysoki wynik w TMZ Ravena istotnie lepiej wykonywały zadanie koordynacji wzrokowo-ruchowej w początkowej ($t_{(283.116)} = -6,751$, $p < 0,001$, d Cohena = 0,77) środkowej ($t_{(282.272)} = -4,777$, $p < 0,001$, d Cohena = 0,54) jak i końcowej fazie zadania sensomotorycznego ($t_{(314)} = -6,200$, $p < 0,001$, d Cohena = 0,7). Zależności te zilustrowano na poniższym wykresie (ryc. 2).



Ryc. 2. Poziom koordynacji wzrokowo-ruchowej w różnych odcinkach trwania zadania SMK w zależności od poziomu inteligencji płynnej szacowanej TMZ Ravena.

Fig. 2. Level of sensorimotor coordination in different phases of SMK test in dependence of gf estimated with Raven's APM.

Omówienie

Sprawność psychomotoryczna oraz funkcjonowanie poznawcze są tymi czynnikami, które pełnią istotną rolę w procesie diagnostycznym pilotów. Mają one nie tylko znaczenie w przygotowywaniu się do lotów, ale również definiują możliwości wprowadzania planów działania w zachowanie. Zgodnie – co znajduje swoje potwierdzenie w strukturze baterii testów stosowanych do diagnozy pilotów – przyjmuje się, że pożądanym jest wysoki poziom funkcji poznawczych i motorycznych u pilotów [1].

Wyniki naszego badania wskazują, że w zależności od poziomu inteligencji płynnej poziom wykonania zadania koordynacji sensomotorycznej zmienia się w różny sposób. U wszystkich badanych widoczny jest charakterystyczny, U-kształtny przebieg wykonania testu, w którym nakładają się na siebie skutki zmęczenia i treningu (por. podręcznik SMK). Po fazie wstępnej zmęczenie prowadzi do obniżenia poziomu wykonania, jednak stopniowe nabywanie umiejętności w końcu je niweluje, prowadząc do znacznego wzrostu poziomu wyników. Równocześnie analiza statystyczna pokazuje wyraźnie, że w pierwszej fazie badania osoby z wysokim poziomem inteligencji płynnej osiągają wyniki istotnie lepsze w porównaniu z osobami z niskim poziomem tej cechy, w środkowej fazie testu poziom wykonania częściowo się zrównuje (wciąż istotna statystycznie różnica jest znacząco mniejsza, co widać po współczynnikach opisujących siłę efektu), wreszcie w ostatniej fazie (w której powinna nastąpić automatyzacja czynności) znowu istotnie się poprawia u osób z wysokim poziomem inteligencji płynnej względem osób z niższym poziomem tej cechy. Oznacza to, że osoby z wysokim poziomem inteligencji płynnej szybciej nabywają wprawę w zadaniu koordynacji sensomotorycznej, co następuje przez lepszy proces uczenia się i automatyzacji czynności motorycznych. Philip Ackerman w jednej ze swoich prac podkreślił, że proces nabywania umiejętności, także tych motorycznych, jest złożony i rozłożony w czasie, czego przykładem są tak złożone procesy, jak nabywanie wprawy w pilotowaniu samolotu (sam Ackerman podaje przykład prowadzenia samochodu) [10]. Uzyskany w naszej pracy efekt potwierdza to twierdzenie i wskazuje, przez związek poziomu wykonania w każdej z faz testu SMK z poziomem inteligencji płynnej, że odnosi się on do fazy poznawczej (cognitive phase), w której zachodzi proces identyfikacji i rozwoju umiejętności oraz uformowania się obrazu umysłowego działania oraz struktury działania. Tym samym w myśl teorii opisujących proces nabywania umiejętności można przypuszczać, że w sytuacji nabywania umiejętności operatorskich osoby charakteryzujące się wyższymi zasobami poznawczymi szybciej osiągną fazę asocjacyjną (associative phase) a następnie autonomiczną (autonomous phase).

Podsumowując w kontekście uzyskanych w naszej pracy istotnych wyników, celowe byłoby sprawdzenie związku między szerszą liczbą zmiennych a szybkością nabywania umiejętności operatorskich w dłuższym aspekcie czasowym [10].

Wnioski

1. Poziom koordynacji wzrokowo-ruchowej mierzonej w warunkach laboratoryjnych odnosi się do pierwszej fazy, fazy poznawczej, nabywania umiejętności.

2. Wyniki pokazują, że poziom koordynacji wzrokowo-ruchowej jest związany z poziomem inteligencji płynnej. Osoby z wysokim poziomem inteligencji płynnej szybciej nabywają wprawę w zadaniu koordynacji sensomotorycznej, co następuje przez lepszy proces uczenia się i automatyzacji czynności motorycznych.
3. Osoby charakteryzujące się wyższymi zasobami poznawczymi mogą więc szybciej osiągać fazę asocjacyjną (associative phase) a następnie autonomiczną (autonomous phase), co może mieć znaczenie dla szybkości nabywania umiejętności operatorskich związanych z pilotowaniem samolotu.

Pismienictwo

1. Carretta T.R., Ree M.J.: Pilot selection methods. [W]: Tsang P.S., Vidulich M.A.(red.): Principles of aviation psychology. Mahwah, NJ, USA: Erlbaum; 2003. 357-396.
2. Guilford J.P.: Thurstone's primary mental abilities and structure-of-intellect abilities. Psychol. Bull. 1972, 77, 129-143.
3. Carretta T.R., Zelenski W.E.: Basic Attributes Test. Retest Performance. USAF Armstrong Laboratory: Raport AL/HR-TP-1997-0040; 1997.
4. Ree M.J., Carretta T.R.: Central role of „g” in military pilot selection. Intern. J. Aviat. Psychol. 1996, 6, 111-123.
5. Hoffmann C.C., Hoffmann K.P., Kay G.G.: The role that cognitive ability plays in CRM. Edinburgh, UK, RTO MP-4, 1998.
6. Jensen A.R.: Why is reaction time correlated with psychometric “g”? Curr. Dir. Psychol. Sci. 1993, 2, 53-56.
7. Fitts P.M., Posner M.I.: Human performance. Brooks Cole, Belmont, CA 1967.
8. Jaworowska A., Szustrowa T.: Podręcznik do Testu Matryc Ravena. Wersja dla Zaawansowanych. Pracownia Testów Psychologicznych Pol. Tow. Psychol., Warszawa 1991.
9. Bauer H., Guttmann G., Leodolter M., Leodolter U.: Manual for the Sensorimotor Coordination Test. G. Schuhfried GmbH; Modling, Austria 2002.
10. Ackerman P.L.: Ability determinants of individual differences in skilled performance [W] Sternberg R.J., Pretz J. (red.): Cognition and intelligence. Cambridge, UK, Cambridge University Press 2005, 142-159.

Nadesłano: 11.07.2011 r.

Zaakceptowano do publikacji: 26.07.2011 r.

