

## Specyficzne typy reprezentacji umysłowych: reprezentacje linearne

### 1. Czym są reprezentacje niespecyficzne?

By mówić o reprezentacjach specyficznych, należy najpierw doprecyzować, co rozumie się przez pojęcie reprezentacji „klasycznych”, niespecyficznych. W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że zaliczają się do nich trzy rodzaje reprezentacji: a) słowo (kod werbalny), b) obraz (kod niewerbalny) i c) sąd o relacjach (kod propozycjonalny). Cały czas należy pamiętać, że wśród ekspertów nie został osiągnięty konsensus co do natury reprezentacji. Część badaczy, na przykład Paivio, twierdzi, że do zawarcia całej wiedzy o świecie, jaką posiada człowiek, nie wystarczy jeden rodzaj reprezentacji (jeśliby nawet wystarczył, byłby on nieekonomiczny). Z tego powodu zakłada on, że występuje zarówno kod werbalny, jak i niewerbalny [por. Nęcka, Orzechowski, Szymura 2006]. Reprezentacje specyficzne to takie, za pomocą których może być reprezentowana tylko część wiedzy o świecie zewnętrznym, obejmują one zatem tylko pewien fragment tego, co człowiek spostrzega i o czym myśli.

Typowym przykładem specyficznych reprezentacji są reprezentacje linearne. Jednym z fenomenów świadczących o ich istnieniu jest efekt SNARC, czyli *Spatial-Numerical Association of Response Codes* [Dehaene, Bossini, Giraux 1993]. Polega on na tym, że decyzje o parzystości liczb są podejmowane szybciej po tej stronie ciała, po której znalazłaby się oceniana liczba, gdyby przedstawić ją na osi liczbowej zgodnej z kierunkiem, w którym pisze Osoba Badana (od lewej do prawej lub od prawej do lewej). Być może nie jest to nowy rodzaj reprezentacji, ale specyficzna, przestrzenna organizacja reprezentacji. Pozwala to wnioskować, że liczby w umyśle są reprezentowane na pewnym kontinuum osi liczbowej, która znajduje się na zewnątrz ciała. Kierunek tej osi liczbowej jest zgodny z kierunkiem, w jakim pisze dana osoba.

Efekt pojawił się w zadaniu polegającym na ocenie parzystości liczb. Badanie pierwotnie miało na celu odkrycie, jak kodowane są informacje o parzystości cyfr. W późniejszych badaniach replikowano go również w innych zadaniach, na przykład a) detekcji fonemów, b) osądzaniu symetryczności, c) ocenie parzystości, d) porównywaniu wielkości, e) klasyfikowaniu do klas (na przykład spółgłoska/samogłoska), f) porównywaniu z kryterium [za: Nuerk i in. 2005].

Efekt SNARC zależy od kilku czynników. Po pierwsze, od względnej wartości liczby (a nie bezwzględnej). Te same liczby umieszczone w różnym kontekście (liczb od siebie mniejszych i liczb od siebie większych) raz oceniane są według wzoru dla liczb małych, a raz według wzoru dla liczb dużych. U osób dwujęzycznych kierunek efektu SNARC jest zależny od długości wprawy w pisanie w danym kierunku. Jest również zależny od zachodzenia kongruencji lub niezgodności między parzystością cyfry dziesiątek a parzystością cyfry jedności. Na przykład SNARC jest silniejszy dla liczb 13 czy 28, a słabszy dla liczb 34 czy 41. Istotny jest tu również poziom kompetencji matematycznej. Na ogół efekt jest słabszy w przypadku osób o wysokiej kompetencji. Warto jednak zaznaczyć, że osoby te znacznie szybciej podejmowały decyzje na temat parzystości [za: Dehaene, Bossini, Giroux 1993].

Efekt SNARC jest natomiast niezależny od takich czynników jak: 1) rodzaj bodźca, 2) bezwzględna wielkość cyfry, 3) prawo-lewo ręczność osoby badanej, 4) modalność prezentowanych bodźców, 5) lateralizacja mózgu [za: Dehaene i in., 1993 i Nuerk i in. 2005]. Pojawia się zarówno dla cyfr, jak i liter (w zadaniu polegającym na klasyfikowaniu jako spółgłoski/samogłoski lub w zadaniu porównywania z kryterialną literą O [por. Gevers i in. 2003]), klasyfikowaniu liczebników, a nawet ich lustrzanych odbić, podejmowaniu decyzji na temat ilości kropek. Zależność od bezwzględnej wartości liczby została już omówiona. Taki sam wzorec efektu SNARC pojawia się zarówno u osób praworęcznych, jak i leworęcznych. Efekt nie jest również zależny od modalności ocenianych bodźców (dźwięk/obraz) czy lateralizacji mózgu. Identyczny wzorec efektu uzyskano bowiem w warunkach, w których osoby badane reagowały skrzyżowanymi rękami (lewą ręką po prawej stronie ciała i prawą po lewej stronie). W ciekawym eksperymencie *SNARC in the dark* [Fisher i Hill 2004], podczas którego prezentowano osobom badanym dźwiękowe bodźce w ciemnym pomieszczeniu, wykazano efekt SNARC tylko w warunkach ze skrzyżowanymi rękami. Efekt został również uzyskany na próbie osób niewidomych – zatem nie jest ograniczony do modalności wzrokowej. Autorzy tego badania [Castronovo i Seron 2007] sugerują, że ta zależność jest oparta na kodzie semantycznym.

Warto również wymienić inne, przestrzennie zorganizowane reprezentacje umysłowe [za: Nuerk i in. 2005]. Są to 1) liczby ujemne (choć ich przetwarzanie jest znacznie mniej zautomatyzowane niż przetwarzanie liczb dodatnich), 2) dni tygodnia, 3) miesiące, 4) litery, 5) dźwięki – efekt SMARC – linearna reprezentacja wysokości dźwięku – tzw. pianino w głowie [Lidji i in. 2007].

Najistotniejsza z punktu widzenia przedstawianych tu treści jest metoda polegająca na ocenie parzystości cyfr. To jej bowiem dotyczyć będzie prezentowane w dalszej części badanie.

## 2. Eksperyment – hipotezy

Postawione pytanie badawcze dotyczyło tego, jak realna jest owa mentalna oś liczbowa. Czy odległość przycisków reakcyjnych będzie miała wpływ na siłę i kierunek efektu SNARC. Na podstawie przeglądu literatury można wysunąć następujące hipo-

tezy: Hipoteza 1: Jeżeli mentalna oś liczbowa jest bardzo realna, wręcz „fizyczna”, to odległość między przyciskami będzie miała wpływ na efekt SNARC. Hipoteza 2: Efekt SNARC będzie silniejszy wówczas, gdy odległość między przyciskami reakcyjnymi będzie większa. Hipoteza 3: Gdy przyciski reakcyjne będą blisko siebie, to za ich pomocą szybciej będą podejmowane decyzje na temat parzystości liczb ze środka przedziału, wolniej natomiast decyzje na temat liczb z krańców przedziału.

### 3. Eksperyment – metoda

Przebadano 16 osób (10 kobiet i 6 mężczyzn), średni wiek osób badanych wynosił 22,13 lat (SD = 3,05). Przed rozpoczęciem właściwej części badania osoby subiektywnie oceniały poziom swoich kompetencji matematycznych na skali 1–10. Średnia ocena 5,06; SD 1,57.

Do badań wykorzystano komputer przenośny z dołączaną poprzez port USB klawiaturą. Zastosowano dwa różne klucze reakcyjne. Dużą odległość (warunek „daleko”) uzyskano dzięki klawiszom „” oraz „-” na klawiaturze numerycznej (odległość między tymi przyciskami wynosiła 43 cm); małą odległość (warunek „blisko”) – dzięki klawiszom „v” i „n” (odległość między przyciskami wynosiła ok. 3 cm).

Osoby badane podejmowały decyzje o parzystości cyfr 0–9, naciskając jeden z klawiszów, gdy prezentowana liczba była parzysta i drugi, gdy była nieparzysta. Po 100 reakcjach następowała zmiana klucza. Klawisz będący według poprzedniego klucza reakcyjnego klawiszem „dla” liczb nieparzystych stawał się miejscem reakcji „dla” liczb parzystych, analogicznie zmieniono rolę drugiego klawisza. Każdą serię eksperymentalną poprzedzała seria 10 bodźców treningowych pozwalająca na oswojenie się z sytuacją eksperymentalną. Łącznie w seriach eksperymentalnych było po 10 reakcji na każdą cyfrę każdą z rąk. Razem było zatem 200 reakcji plus 20 treningowych.

W ramach grup „blisko” i „daleko” kolejność reakcji ręka/parzystość była zbalansowana (połowa osób badanych zaczynała od reakcji prawą ręką na liczby parzyste, połowa od reakcji prawą ręką na liczby nieparzyste).

### 4. Eksperyment – wyniki

Ogólna poprawność wynosiła 90,12%; SD = 4,66, została zresztą zaniżona głównie przez cyfrę 0, ogólnie była znacznie wyższa. Liczbę 0 zatem wykluczono z dalszych analiz, wskaźnik poprawności wynosił dla niej 52,1% (dla poszczególnych osób maksimum wynosiło 100%, a minimum 0%).

Dla różnic czasów reakcji (RT prawa ręka – RT lewa ręka) obliczono kontrast liniowy. Uzyskane wyniki dopasowano do prostej, zatem wykazują trend liniowy [ $F(1,15) = 23,88$ ;  $p < 0,001$ ]. Nie uzyskano natomiast istotnego dopasowania zarówno do krzywej kwadratowej, jak i sześcienniej.

Uzyskany efekt był silniejszy dla warunku „blisko”. Wykazano w nim istotne statystycznie różnice dla ocen parzystości poszczególnych cyfr za pomocą prawej i lewej ręki [seria testów t-Studenta z uwzględnieniem poprawki Bonferroniego wykazała różnicę dla 1 i 9  $t(7) = 5,53$ ;  $p = 0,0009$ ]. Nie udało się natomiast stwierdzić takich różnic w sytuacji „daleko”.

## 5. Eksperyment – dyskusja i wnioski

Zarówno w warunku „blisko”, jak i w warunku „daleko” udało się zreplicować klasyczny efekt SNARC. Niezgodnie z przewidywaniami był on jednak silniejszy w warunku „blisko”.

Nie udało się potwierdzić hipotezy 3. Wzór wyników dla warunku „blisko” odpowiadał wynikom klasycznego efektu SNARC, przeciwnie do założeń, zgodnie z którymi cyfry ze środka przedziału będą oceniane szybciej niż cyfry skrajne.

W kwestii odpowiedzi na pytanie badawcze wydaje się, że można ostrożnie stwierdzić, iż mentalna oś liczbowa nie jest w tak „realny”, fizyczny sposób reprezentowana, jak wynikać by mogło z przeglądu literatury. Odpowiedzi tej nie można traktować jako kategoriycznej, ponieważ odnosi się ona do takiego pojęcia „realności”, jakie zostało przedstawione powyżej.

Z pewnością w dalszej części badań należałoby założyć większą próbę i nieco zmodyfikować materiał. Pomimo losowania, w kilku miejscach pojawiały się następujące po sobie pary cyfr. Sprawdzenia wymagałoby również to, jaki byłby rozkład różnic czasów reakcji dla bardzo dużych odległości między przyciskami. Pozwoliłoby to prześledzić kształt krzywej zależności kierunku i siły efektu SNARC od odległości przycisków reakcyjnych.

Należałoby również sprawdzić, jak dobrą miarą poziomu kompetencji matematycznej jest jej subiektywne oszacowanie. Dokładniejszego sprawdzenia (i zapewne modyfikacji) wymaga aparatura eksperymentalna. Trudno stwierdzić, w jakim stopniu wyniki uzyskane za pomocą standardowej klawiatury podłączanej przez port USB są rzetelne i czy impulsy z klawiatury numerycznej były przesyłane w takim samym tempie, co z pozostałej części urządzenia. Być może z tego właśnie powodu wyniki z warunku „dalej” nie osiągnęły wymaganego poziomu istotności statystycznej. Z pewnością temat wymaga dalszych badań, najlepiej z wykorzystaniem bardziej profesjonalnej aparatury.

## BIBLIOGRAFIA

- Castronovo J., Seron X. 2007, *Semantic numerical representation in blind subjects: The role of vision in the spatial format of the mental number line*, „The Quarterly Journal of Experimental Psychology” 60 (1), s. 101–119.
- Dehaene S., Bossini S., Giraux P. 1993, *Mental Representation of Parity and Number Magnitude*, „Journal of Experimental Psychology: General” 122, s. 371–396.

- Fischer M.H., Hill R. 2004, *A SNARC in the dark: Input modality affects number representation. A poster presented at the 22nd European Workshop of Cognitive Neuropsychology*, Bressanone, Italy.
- Gevers W., Reynvoet B., Fias W. 2003, *The mental representation of ordinal sequences is spatially organized*, „Cognition” 87, B87–B95.
- Lidji P., Kolinsky R., Lochy A., Morais J. 2007, *Spatial Associations for Musical Stimuli: A Piano in the Head?*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 33, s. 1189–1207.
- Nęcka E., Orzechowski J., Szymura B. 2006, *Psychologia poznawcza*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nuerk H.Ch., Iversen W., Willmes K. 2004, *Notational modulation of the SNARC and the MARC (linguistic markedness of response codes) effect*, „The Quarterly Journal of Experimental Psychology”, 57A (5), s. 835–863.
- Nuerk H.Ch., Wood G., Willmes K. 2005, *The universal SNARC effect. The association between number magnitude and space is amodal*, „Experimental Psychology” 52 (3), s. 187–194.