

Po co ekonomom mózgi, czyli o pożytkach z neuroekonomii

Większość pracy ekonomów polega w dużej mierze na zbieraniu rozległych baz danych, poszukiwaniu w ich obrębie zależności i próbie ich ekstrapolacji na przyszłość poprzez tworzenie formalnych modeli zaobserwowanych w ten sposób zjawisk. W procesie tym na początku bierze się dane „wejściowe”, takie jak parametry produktów określone liczbowo, oraz dane „wyjściowe”, takie jak zestawienia sprzedaży, i próbuje się znaleźć równanie, które najlepiej opisowałoby zależność między „wejściem” a „wyjściem”. To, co jest w „środku”, czyli prawdziwy mechanizm przetwarzający dane na wejściu i doprowadzający do zaistnienia danych na wyjściu, pozostaje poza obszarem zainteresowania ekonomów tak długo, jak tylko zebrane dane pasują do znalezionego równania, tak jakby opisywało ono ów „środek”. Przykładowo, ekonomistów nie interesuje psychologiczna reakcja na podniesienie ceny jakiegoś produktu tak długo, jak są oni w stanie przewidzieć konsekwencje takiego ruchu na podstawie modeli popytu i podaży. Na pewno podejście to jest bardzo efektywne w przypadku, gdy mamy dostęp do bogatych baz danych i musimy przewidywać zachowania podmiotów ekonomicznych działających w stabilnych lub powtarzających się warunkach. Jednak kiedy parametry środowiskowe ulegają zmianie i pojawiają się nowe zmienne (szczególnie takie, co do których nie ma analogicznych odpowiedników w przeszłości), ekonomiści bez znajomości uniwersalnych mechanizmów rządzących ludzkim zachowaniem nie mają właściwie wielu narzędzi, by przewidywać, jak zachowają się podmioty na rynku – a to dlatego, że stare równania często nie przystają do nowych sytuacji. Ponadto ekonomiści w swojej pracy nie zwykli manipulować zmiennymi, by sprawdzać swoje hipotezy co do różnych zjawisk, i w konsekwencji zdani są w pełni na ich weryfikację przez wydarzenia dziejące się spontanicznie w świecie rzeczywistym, takie jak kolejne kryzysy gospodarcze.

Pozostaje pytanie, czy w ogóle możliwe jest odkrycie uniwersalnych praw rządzących ludzkim zachowaniem, które pozwoliłyby na jego przewidywanie niezależnie od warunków środowiskowych. Pewne nadzieje można wiązać z faktem, że każdy człowiek do radzenia sobie z rzeczywistością używa mózgu, który wyewoluował setki tysięcy lat temu i którego struktura oraz zasady działania pozostają względnie niezmiennie na przestrzeni długich okresów historycznych. Badanie reakcji tego organu w sytuacjach ekonomicznych, wraz z wykorzystaniem do tego metod psychologii eksperymentalnej, może rzucić światło na to, co dzieje się pomiędzy danymi wejściowymi i wyjściowymi, oraz w konsekwencji doprowadzić do stworzenia modeli przewidujących zachowanie bez wiedzy o tym, jaki był jego wynik w przeszłości. Wydaje

się, że fakt ten odkryli już praktycy marketingu, którzy w obliczu ciągłego zmagania się z sytuacją wprowadzania zupełnie nowych produktów na rynek zaczęli sięgać po alternatywne narzędzia do pomiaru ludzkich preferencji, takie jak badania EEG czy reakcji układu autonomicznego. Ten nowy kierunek, nazwany neuromarketingiem, zdobywa obecnie coraz większą popularność ze względu na coraz mniejsze zaufanie do miar samoopisowych.

Pewną odpowiedzią na powyżej zarysowane problemy jest wyłonienie się mniej więcej przed dziesięć laty neuroekonomii, czyli subdziedziny nauki starającej się łączyć zaczerpniętą z ekonomii matematyczną precyzję w definiowaniu problemów decyzyjnych z wiernym odwzorowaniem rzeczywistego zachowania ludzi, jak próbuje się to czynić w psychologii, a także z próbą wytlumaczenia mechanizmów leżących u podłoża tych zachowań na głębokim poziomie, co jest zamiarem neurobiologii. O ile sami przedstawiciele tego nowego kierunku mówią o rewolucji w myśleniu [Camerer 2008], o tyle „tradycyjni ekonomowie” wątpią, czy neuroekonomia jest w stanie wnieść cokolwiek nowego do tego, co już zostało ustalone przez klasyków myśli ekonomicznej [Gul, Pesendorfer 2008]. Część tego sceptycyzmu wynika być może z uprzedzeń, które wiążą się z samą nazwą owej subdziedziny. Sugeruje ona bowiem nowy paradygmat, którego rdzeniem miałyby być neurobiologia. Tymczasem neuroekonomia jest niczym więcej jak naturalnym rozwinięciem ekonomii behawioralnej, czyli mariażu psychologii i ekonomii, który został już w dużej mierze zaakceptowany przez tradycyjnych ekonomistów. Miarą tej akceptacji z pewnością może być Nagroda Nobla w dziedzinie ekonomii dla Daniela Kahnemana i Vernona Smitha – dwóch pionierów w zakresie psychologicznego podejścia do problematyki rynku i podejmowania decyzji.

Postępy teoretyczne w ekonomii, jak w żadnej innej nauce społecznej, dość łatwo przekuwane są na praktyczne wnioski. Warto się więc zastanowić, czy chociaż pośrednio wiedza o funkcjonowaniu mózgu jest w stanie przyczynić się do rozwoju tych postępów. Najprawdopodobniej wsparcie ze strony neurobiologii może być, po pierwsze, wykorzystane w zagadnieniach ekonomicznych w taki sam sposób, w jaki wykorzystuje się je w psychologii, czyli może ono ułatwić rozstrzygnięcie, która z konkurencyjnych teorii posiada odpowiadające jej korelaty neuronalne i przez to jest bardziej wiarygodna. Po drugie, wiedza o funkcjonowaniu systemów neuronalnych może ukierunkowywać stawiane hipotezy, po trzecie zaś, metody neurobiologiczne mogą umożliwiać pomiar zmiennych, które mimo swojej wagi dla procesu podejmowania decyzji były do tej pory trudne do uchwycenia, jak na przykład emocje.

Przykładem sytuacji, w której dane neurobiologiczne mogą dostarczać dodatkowego wsparcia dla jednej z opozycyjnych teorii, jest przypadek teorii oczekiwanej użyteczności i teorii portfelowej. Według pierwszej, w sytuacji niepewnych wyników, każdej z wartości oczekiwanej nagrody (ang. *expected outcome*), rozumianej jako iloczyn wielkości nagrody i prawdopodobieństwa jej otrzymania, przypisujemy subiektywną użyteczność, która jest podstawą podjęcia decyzji. Według drugiej koncepcji do podjęcia racjonalnej decyzji oprócz wartości oczekiwanej nagrody potrzebna jest również ocena wariacji tejże, która jest najwyższa dla prawdopodobieństwa wynoszącego 50% i najmniejsza dla wynoszącego 0% lub 100% (funkcja opisująca zależność wariacji od prawdopodobieństwa nagrody ma kształt odwróconego U). Jak pokaza-

ły rejestracje pojedynczych neuronów dopaminergicznych w brzuszny prążkowie u makaków [Fiorillo, Tobler, Schultz 2003], a także rejestracja aktywności tej struktury u ludzi za pomocą fMRI [Preuschoff, Bossaerts, Quartz 2006], fazowa aktywność w prążkowie, w odpowiedzi na sygnał zapowiadający nagrodę dostarczaną z określonym prawdopodobieństwem, jest współmierna do wartości oczekiwanej nagrody – co jest spójne z obiema teoriami. Co jednak ważne, aktywność toniczna, występująca po wygaśnięciu aktywności fazowej, utrzymuje się na poziomie współmiernym do wariancji tej nagrody w przeszłości – co sugeruje, że w mózgu kodowany jest element, który został określony przez teorię portfelową jako niezbędny do podjęcia racjonalnej decyzji. Nie falsyfikuje to oczywiście teorii oczekiwanej użyteczności, ale sugeruje, że to teoria portfelową jest biologicznie bardziej prawdopodobnym modelem tego, jak zachowują się ludzie w obliczu konieczności podjęcia decyzji w warunkach niepewności.

Obecnie neuroekonomia zajmuje się testowaniem istniejących teorii ekonomicznych i poszukiwaniem dla nich neuronalnych korelatów, jednak niewykluczone, że w przyszłości kierunek tej zależności będzie odwrotny – to znaczy zaobserwowana reakcja układu nerwowego może stać się podstawą do stworzenia teorii, która następnie będzie testowana na gruncie ekonomicznym. Przykładem pierwszych kroków w tym kierunku jest próba wytłumaczenia quasi-hiperbolicznego kształtu funkcji spadku subiektywnej wartości nagrody wraz z odroczeniem czasu jej dostarczenia. Zauważono bowiem, że oddalenie nagrody w czasie gwałtownie zmniejsza jej subiektywną wartość, ale tylko do momentu odsunięcia jej około roku od sytuacji jej obiecania – później dodatkowe wydłużenie czasu oczekiwania, na przykład o rok i dwa miesiące, dewaluje nagrodę w znacznie mniejszym stopniu. Doprowadza to do sytuacji, w których ludzie preferują dużo mniejsze nominalnie nagrody, ale dostarczane natychmiastowo, od nagród dużo większych, ale dostarczonych z dwumiesięcznym opóźnieniem, preferując jednocześnie większe nagrody, gdy na mniejszą nagrodę muszą czekać rok, a na większą rok i dwa miesiące. Badania z użyciem fMRI pokazały, że natychmiastowe nagrody silniej aktywują przyśrodkową korę przedczołową i jądro półleżące, a nagrody odroczone w czasie aktywują silniej grzbietowo-boczną korę przedczołową i tylną korę ciemieniową [McClure, Laibson, Loewenstein, Cohen 2004; McClure, Ericson, Laibson, Loewenstein, Cohen 2007]. Dowiedziono przy tym, że wybór danej osoby zależy w dużej mierze od tego, która z par tych struktur jest bardziej aktywna. Natura rywalizacji między tymi dwiema parami staje się bardziej jasna w momencie przyjrzenia się ich prawdopodobnym funkcjom. Pierwsza para jest silnie unerwiona przez neurony dopaminergiczne i jest najprawdopodobniej związana z emocjonalno-motywacyjnym znaczeniem wzmocnień – wykazano przykładowo, że im silniej aktywowane jest jądro półleżące w fazie ekspozycji produktu i przyśrodkowa kora przedczołowa w fazie podania informacji o jego cenie, tym bardziej prawdopodobny jest zakup danego produktu [Knutson, Rick, Wimmer, Prelec, Loewenstein 2007]. Co ważne, siła aktywności tych struktur pozwalała na lepsze przewidywanie decyzji o zakupie niż miary samoopisowe. Druga para struktur bierze udział w procesach związanych z pamięcią roboczą i kontrolą poznawczą [Miller, Cohen 2001]. Oba te procesy poznawcze uważane są za podłoże inteligencji, która umiarkowanie koreluje ze zdolnością do opierania się pokusie wybrania natychmiastowej nagrody

[Shamosh, Gray 2008]. Sprowadza to quasi-hiperboliczną funkcję dewaluacji wartości nagrody wraz z czasem jej odroczenia do klasycznego konfliktu emocje–rozum. Wiedza o tym może pozwolić na efektywniejsze planowanie wpływu na podmioty ekonomiczne stojące przed dylematem natychmiastowej konsumpcji lub oszczędzania na trudniejsze czasy – wiemy bowiem, że wpływ na procesy emocjonalne wymaga innych środków niż wpływ na procesy racjonalne.

Od dość dawna było wiadomo, że emocje i stany motywacyjne są ważnymi czynnikami mogącymi wpływać na kształt podejmowanych decyzji. Przykładowo wykazano, że bycie głodnym powoduje przeszacowanie ilości potrzebnego jedzenia do codziennej konsumpcji [Nisbett, Richard, Kanouse 1969], a pozytywny afekt powoduje przecenianie wysokiego ryzyka i niedocenianie niskiego w grach hazardowych [Isen, Patrick 1983]. Mimo że podobne przykłady można by mnożyć, emocje dość długo były pomijane w różnych teoriach opisujących mechanizmy dokonywania wyboru, gdyż uznawane były za zbyt nieuchwytnie i subiektywne, by mogły być traktowane ilościowo. Związane jest to najprawdopodobniej z tym, że nawet w psychologii dominującą metodą badania afektów były zawsze miary samoopisowe, które są bezsilne w przypadku emocji dyskretnych, których nie można wyrazić werbalnie lub które są zbyt subtelne, by były uświadomione. Ponadto istnieje wiele zastrzeżeń, na ile takie miary można traktować ilościowo, a na ile jedynie jakościowo. Problem ten został usunięty wraz z coraz powszechniejszym używaniem do badania emocji różnych miar psychofizjologicznych, takich jak reakcja skórno-galwaniczna, napięcie mięśni twarzy, czy po prostu pomiar aktywności różnych struktur w mózgu za pomocą technik obrazowania. Wraz z ich zastosowaniem okazało się, że emocje towarzyszą nam dużo powszechniej, niż się nam wydaje – według koncepcji markera somatycznego są one wręcz niezbędne w podejmowaniu efektywnych decyzji [Bechara, Damasio 2004]. Konkretniej mówiąc, gdy jakiś bodziec wzbudza w nas reakcje układu wegetatywnego, to reprezentacja tego bodźca zostaje sprzężona, za pośrednictwem ciała migdałowatego, z wzorcem aktywacji odpowiadającym przeżywanej emocji na poziomie kory somatosensorycznej i ośrodków w pniu mózgu. W ten sposób reprezentowana jest informacja o sumie kar i nagród związanych z danym bodźcem (tzw. marker somatyczny). Brzuszo-przyśrodkowa kora przedczołowa bierze następnie udział w wykorzystywaniu tej informacji w trakcie procesów decyzyjnych, mogąc rozstrzygać w sposób bezwysiłkowy, która opcja spośród możliwych do wyboru jest najkorzystniejsza. Co ciekawe, pacjenci z uszkodzeniem tej struktury są niewrażliwi na tak zwany paradoks pepsi, który polega na tym, że mimo iż w ślepej próbie większość badanych przedkłada w teście smakowym pepsi nad coca-colę, to po nadaniu etykiet napojom większość badanych odwraca swoje preferencje – ale nie pacjenci z lezjami w brzuszo-przyśrodkowej korze przedczołowej, co sugeruje, że nie włączają oni w proces decyzyjny emocjonalnego komponentu związanego z marką [Koenig, Tranel 2008]. Udział tej struktury w „paradoksie pepsi” potwierdzają również wcześniejsze badania z użyciem fMRI [McClure, Li, Tomlin, Cypert, Montague, Montague 2004]. Emocje okazują się także odpowiedzialne za wiele tendencyjnych błędów popełnianych w sytuacjach decyzyjnych, co dobrze ilustruje badanie Benedetto De Martino i współpracowników [2006]. Pokazało ono, że za efekt kontekstu, który polega na tym, iż podkreślanie możliwych zysków kieruje badanych ku opcjom

pewnym, a podkreślanie możliwych strat kieruje badanych ku opcjom ryzykownym, mimo że oczekiwana wartość nagrody jest w obu opcjach taka sama, zależy od ciała migdałowatego – struktury kluczowej dla emocji, która im bardziej pozostawała aktywna, tym bardziej dana osoba była podatna na opisany efekt.

Osobnym zagadnieniem jest kwestia różnic indywidualnych. Większość modeli opisujących mechanizmy podejmowania decyzji zakłada jednorodność efektów w populacji, tymczasem istnieje dużo danych sugerujących, że zmienne takie jak na przykład inteligencja [Shamosh, Gray 2008] czy impulsywność [Benjamin, Robbins 2007] mogą wyjaśniać istotną część wariacji w ich zakresie. W ekonomii istnieje założenie, że o preferencjach do ryzyka czy preferencjach względem różnych dóbr możemy wnioskować dopiero po dokonaniu przez daną osobę wyborów (ang. *revealed preferences*), a następnie opierając się na danych historycznych, możemy próbować przewidywać jej zachowanie w przyszłości. Psychologia idzie o krok dalej i pytając kwestionariuszowo ludzi o zachowania w różnych sytuacjach, próbuje wnioskować o posiadaniu przez daną jednostkę cech predysponujących ją do określonych zachowań również w innych sytuacjach. Podejście to ma jednak wiele praktycznych wad, spośród których najpoważniejszą jest fakt, że jednostki posiadają wewnętrzną motywację do wypadania jak najlepiej w różnych kwestionariuszach i łatwo mogą się domyślić, jakie odpowiedzi mogą być preferowane na przykład w kwestionariuszu preferencji do ryzyka, gdy jest on częścią procedury rekrutacyjnej na stanowisko maklera giełdowego. Trudniejsze do oszukania metody używane w neurobiologii pozwalają obejść ten problem, a poza tym przynoszą obiecujące wyniki. Przykładowo, poranny poziom testosteronu we krwi u handlowców z londyńskiego City pozwalał przewidywać, czy ich zysk był w danym dniu większy niż średnia tygodniowa, a poziom kortyzolu informował o tym, jak duża była wariacja zysku tego dnia [Coates, Herbert 2008]. Również stopień ekspozycji na androgeny w okresie prenatalnym, mierzony za pomocą stosunku długości palca serdecznego do wskazującego, wydaje się dobrą miarą średniego miesięcznego utargu w skali dwudziestomiesięcznej ($r = -0.48$; $p < 0.001$), przy czym – co warto zaznaczyć – jest to miara lepsza niż ilość doświadczenia w zawodzie liczona w latach [Coates, Gurnell, Rustichini 2009]. Inną miarą impulsywności może być stosunek pobudzenia lewej części kory przedczołowej do prawej – w zadaniu detekcji sygnału tłumaczył on aż 55% wariacji fałszywych alarmów [Pizzagalli, Sherwood, Henriques, Davidson 2005].

Podsumowując, mimo że neuroekonomia jest stosunkowo młodą subdziedziną, spotykającą się z dość chłodnym przyjęciem ze strony klasycznych ekonomistów, wydaje się, iż powoli wychodzi ona z fazy ustalania fundamentów oraz poszukiwania neuronalnych korelatów dla uznanych teorii podejmowania decyzji, zmierzając w kierunku rozszerzania tych teorii i tworzenia nowych koncepcji. Prawdopodobnie w następnych latach proces ten ulegnie przyspieszeniu wraz z próbami włączenia do modeli konstruktów uznawanych wcześniej za zbyt rozmyte, by mogły być przedmiotem modelowania, takich jak emocje i różnice indywidualne. Systematycznie zbliżając się do rdzenia uniwersalnych mechanizmów ludzkiego funkcjonowania, prawdopodobnie stworzy ona w przyszłości teorie opisujące proces podejmowania ekonomicznych decyzji w sposób naturalistycznie wiarygodny, matematycznie precyzyjny i zgodny z rzeczywistym zachowaniem podmiotów. Pozwoli to najprawdo-

podobniej na nowe praktyczne zastosowania wynikające przede wszystkim z możliwości lepszego przewidywania tego, jakie decyzje podejmować będą ludzie w danych warunkach.

BIBLIOGRAFIA

- Bechara A., Damasio A.R. (2004). *The Somatic Marker Hypothesis: A Neural Theory of Economic Decision*. „Games and Economic Behavior” 52, s. 336–372.
- Benjamin A.M., Robbins S.J. (2007). *The Role of Framing Effects in Performance on the Balloon Analogue Risk Task (BART)*. „Personality and Individual Differences” 43, s. 221–230.
- Camerer C.F. (2008). *Neuroeconomics: Opening the Gray Box*. „Neuron” 60, s. 416–419.
- Coates J.M., Gurnell M., Rustichini A. (2009). *Second-to-fourth Digit Ratio Predicts Success among High-frequency Financial Traders*. „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 106, s. 623–628.
- Coates J.M., Herbert J. (2008). *Endogenous Steroids and Financial Risk Taking on a London Trading Floor*. „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 105, s. 6167–6172.
- De Martino B., Kumaran D., Seymour B., Dolan R.J. (2006). *Frames, Biases, and Rational Decision-making in the Human Brain*. „Science” 313, s. 684–687.
- Fiorillo Ch.D., Tobler Ph.N., Schultz W. (2003). *Discrete Coding of Reward Probability and Uncertainty by Dopamine Neurons*. „Science” 299, s. 1898–1902.
- Gul F., Pesendorfer W. (2008). *The Case for Mindless Economics*, [w:] A. Caplin, A. Shooter (red.), *The Foundations of Positive and Normative Economics*. New York: Oxford University Press.
- Isen A.M., Patrick R. (1983). *The Influence of Positive Feelings on Risk Taking: When the Chips Are Down*. „Organizational Behavior and Human Performance” 31, s. 194–202.
- Knutson B., Rick S., Wimmer G.E., Prelec D., Loewenstein G. (2007). *Neural Predictors of Purchases*. „Neuron” 53, s. 147–156.
- Koening M., Tranel D. (2008). *Prefrontal Cortex Damage Abolishes Brand-cued Changes in Cola Preference*. „Social Cognitive and Affective Neuroscience” 3, s. 1–6.
- McClure S.M., Ericson K.M., Laibson D.I., Loewenstein G., Cohen J.D. (2007). *Time Discounting for Primary Rewards*. „Journal of Neuroscience” 27, s. 5796–5804.
- McClure S.M., Laibson D.I., Loewenstein G., Cohen J.D. (2004). *Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards*. „Science” 306, s. 503–507.
- McClure S.M., Li J., Tomlin D., Cypert K.S., Montague L.M., Montague P.R. (2004). *Neural Correlates of Behavioral Preference for Culturally Familiar Drinks*. „Neuron” 44, s. 379–387.
- Miller E.K., Cohen J.D. (2001). *An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function*. „Annual Reviews of Neuroscience” 24, s. 167–202.
- Nisbett R.E., Richard E., Kanouse D.E. (1969). *Obesity, Food Deprivation, and Supermarket Shopping Behavior*. „Journal of Personality and Social Psychology” 12(4), s. 289–294.
- Pizzagalli D.A., Sherwood R.J., Henriques J.B., Davidson R.J. (2005). *Frontal Brain Asymmetry and Reward Responsiveness: A Source-localization Study*. „Psychological Science” 16, s. 805–813.
- Preuschoff K., Bossaerts P., Quartz S.R. (2006). *Neural Differentiation of Expected Reward and Risk in Human Subcortical Structures*. „Neuron” 51, s. 381–390.
- Shamosh N.A., Gray J.R. (2008). *Delay Discounting and Intelligence: A Meta-analysis*. „Intelligence” 36, s. 289–305.

Why Do Economists Need Brains: About Usefulness of Neuroeconomics

Neuroeconomics should be treated not like new direction in research, but rather like natural continuity of behavioral economics, which can benefit from neuroscientific component in analogous way as psychology does. Searching for neural correlates of behavior can be useful in delimitating between plausible and implausible theories, and also can be a source of new hypothesis about underlying mechanisms. Moreover methods used in neuroscience can help in formal description of constructs ignored by classical economics so far, such as emotions and individual differences.