

JAK MAŁO WIEDZIELIŚMY DWIEŚCIE LAT TEMU, A ILE DOWIEDZIELIŚMY SIĘ PRZESZ OSTATNIE DWIEŚCIE LAT!

Małgorzata Kossut

i ANDRZEJ M. KOBOS



foto Andrzej M. Kobos

O wczesnych latach

ANDRZEJ MICHAŁ KOBOS [AMK] – *Pani Profesor, proszę opowiedzieć, co intelektualnie uformowało Panią w młodości?*

MAŁGORZATA KOSSUT [MK] – Wychowałam się na Antonim Słonimskim. A naukowo – miałam szczęście. Kiedy byłam na studiach biologii na Uniwersytecie Warszawskim, słuchałam wykładów wielkich biologów: profesorów Zdzisława Raabego i Wacława Gajewskiego. To było fantastyczne przeżycie. Moją grupą studencką opiekował się dr Krzysztof Śliwiński, który później odszedł od nauki – zajął się polityką i filozofią. Jest nadzwyczajnym człowiekiem i intelektualnie miał na nas wielki wpływ.

AMK – *Ma Pani w biografii epizod afrykański...*

MK – Tak. Mój Ojciec, przez parę lat pracował w Tanzanii. Przez pół roku mieszkaliśmy w Dar es Salaam. To był 1966 r., wkrótce po uzyskaniu niepodległości przez większość krajów afrykańskich. Jakie one wtedy były piękne, czyste i przyzwoite. Takie piękne, że tego nie da się opisać. Tanzania była spokojna i dobrze się rozwijała; teraz podobno jest tam strasznie.

W Dar es Salaam chodziłam do szkoły klasztornej, która była nudna. Spotykaliśmy się na ogół w grupie Polonii, pracowników dyplomatycznych i ONZ. Tam poznałam mojego przyszłego męża, Jacka Kossuta, który później został fizykiem i pracuje w Instytucie Fizyki PAN. Spotkaliśmy się w kinie w Dar es Salaam, na filmie *Doktor Żiwago*.

AMK – *Jaka była Pani droga do biologii?*

AMK – Przypadkowa. W licealnej klasie przypadkowo przeczytałam artykuł o doświadczeniu polegającym na pobudzaniu ośrodka przyjemności w mózgu szczura przy pomocy wprowadzonej elektrody: szczur naciskając pedał doznaje przyjemności (aż do śmierci z wycieńczenia). Artykuł zafascynował mnie i spowodował, że zainteresowałam się pracą mózgu. Wcześniej interesowałam się indianistyką, ale to ostatnie było tak ciekawe, że przy tym już zostałam. Zainteresowań mózgiem nie można było kontynuować na Uniwersytecie Warszawskim, ale Instytut Biologii Doświadczalnej im. Nenckiego PAN w Warszawie był naturalnym miejscem, do którego kierowali się ludzie, którzy chcieli zajmować się takimi problemami.

Kiedys – opowiem to Panu, bo chciałabym, aby zostało to wydrukowane – był incydent, który bardzo przeżyłam. Coś takiego kształtuje człowieka w sensie myślenia o feminizmie. Bardzo chciałam pracować w Instytucie Nenckiego. To był jednak dość hermetyczny instytut, nie było łatwo tam się dostać, nie miałam żadnych znajomości. Pewnego dnia w Instytucie Zoologii Wydziału Biologii UW pojawiło się ogłoszenie z Instytutu Nenckiego. Ówczesny kierownik Zakładu Neurofizjologii Instytutu Nenckiego ogłosił, że poszukuje studenta chcącego zrobić tam pracę magisterską. A pod tym napisał: „Mężczyźni preferowani”. Więc nie zgłosiłam się.

Studia skończyłam na Uniwersytecie Warszawskim i w 1973 r. dostałam się na studium doktoranckie w Instytucie Nenckiego. Był wtedy duży dopływ młodziży do Instytutu Nenckiego, tłum doktorantów, bardzo aktywnych. Zrobiliśmy sobie sami własne seminarium.

O Instytucie Biologii Doświadczalnej im. Marceliego Nenckiego i profesorze Jerzym Konorskim

AMK – *Czy wtedy Instytut Nenckiego był znany w skali międzynarodowej?*

MK – Był znany znacznie wcześniej. To jest niezależny instytut, założony w 1918 r. Marcele Nencki (1847-1901) był wielkim biologiem, a Instytut został stworzony za pieniądze zakochanej w nim kobiety, jego dawnej asystentki. Przed wojną Instytut finansowała Kasa im. Mianowskiego. Instytut był bogaty, miał swoją siedzibę przy ul. Twardej. Zajmowano się tam biologią doświadczalną.

Miał liczne stacje naukowe: na Helu, w Wigrach i w Mikołajkach. Dział ekologiczny Instytutu był bardzo rozbudowany.

Zakład Neurofizjologii w Instytucie Nenckiego stworzył jeszcze przed wojną profesor Jerzy Konorski. Już przed wojną był wybitnym i znanym neurofizjologiem. Podczas wojny, uciekając na wschód, znalazł się w Związku Radzieckim. Pracował w Suchumi, co pozwoliło mu przetrwać wojnę.

Konorski stał się znany na Zachodzie od 1948 r., kiedy to w Anglii opublikował książkę *Conditioned Reflexes and Neuron Organization*, która była pewnym przewrotem w myśleniu o neurofizjologii i stąd niezwykle popularna. W wczesnych latach 1950. zaczął wyjeżdżać za granicę, dużo podróżował. Opowiadali mi ludzie z Zachodu, że po wykładzie na seminarium nagle wstawał nieznanym nikomu nieduży człowiek i zadawał absolutnie przenikliwe pytania. To był Konorski. Stał się bardzo sławny; jego Zakład był sławny. W 1967 r. opublikował następną ważną książkę: *Integrative Activity of the Brain*.

Został przez Polskę zgłoszony do Nagrody Nobla i miał w tym międzynarodowe poparcie. Wtedy Zakład Neurofizjologii Instytutu Nenckiego był bardziej znany niż obecnie. Przychodziłam tutaj na jego wykłady. Profesor Konorski zmarł w 1973 r. A potem – pamiętam – w pierwszych moich lat w Instytucie Nenckiego, krótko po Konorskim, mieliśmy większy przepływ zagranicznych gości niż teraz.

O pracy naukowej w neurokognicystyce

AMK – Doktorat zrobiła Pani zapewne w Instytucie Nenckiego?

MK – Tak, w 1976 r. Dotyczył ruchów oczu. Chodziło o plastyczność struktur mózgowych, o przemodelowanie reakcji mózgu w sytuacji, kiedy zwierzę nie widzi. Opiekunem mojej pracy doktorskiej był profesor Bogusław Żernicki. Wkrótce potem wyjechałam na krótki *post-doc* do Anglii, a później do University of Pennsylvania w Filadelfii, gdzie wówczas zaczęto stosować nową metodę mapowania aktywności funkcjonalnej mózgu.

AMK – Nad czym pracowała Pani po doktoracie?

MK – Przywiozłam z Filadelfii nową technologię autoradiograficzną, którą rozwinęłam po powrocie. Pozwalała na pewne mapowanie funkcjonalne mózgu w czasach przed PET-em i funkcjonalnym rezonansem jądrowym FMRI. Wtedy do autoradiografii na małych zwierzętach używana była ta sama substancja, która obecnie używana jest do mapowania PET-em. Jej cząsteczki, podobne do glukozy, są znaczone radioaktywnie. Metabolizm mózgu bardzo silnie zależy od ilości dostarczanej glukozy. Lokalizując cząsteczki radioaktywne w mózgu, znajdowaliśmy miejsca o zwiększonym metabolizmie po uczeniu się zwierzęcia.

AMK – *Profesor Jerzy Vetulani wspomniał mi o Pani słynnym wycinaniu wąsów u szczurów i myszy.*

MK – No tak, żyję z głaskania wąsów. Bardzo cenię profesora Jerzego Vetulaniego, który jest nie tylko erudyta, ale i dowcipny i prowokujący. Ta kombinacja jest czarująca.

Wyciskamy, co możemy z jednego wąsa. U szczurów i myszy wąsy są nadzwyczajnie czułe. Ich reprezentacja zajmuje ogromny kawał mózgu szczura, połowę reprezentacji zmysłu dotyku – więc muszą być ważne dla życia szczurów czy myszy. Można prześledzić, co dzieje się w określonym miejscu mózgu szczura lub myszy, gdy ruszamy ich określonym wąsem. Okazało się, że u myszy – które uczą się – że głaskanie wąsów sygnalizuje przyjemne albo nieprzyjemne odczucie; rośnie w komórkach nerwowych poziom tzw. neurotransmitera hamującego. Neurony odpowiadające wąsom stają się bardziej aktywne – rozprzestrzenia się sygnał z pobudzanych wąsów, a hamowane są interneurony odpowiadające innym wąsom; zmienia się mapa powierzchni ciała w korze mózgowej.

AMK – *Rozumiem, że interneurony pozwalają skoncentrować się...*

MK – Termin „interneuron” oznacza neuron, który ma krótki axon, nie sięga daleko. Może być albo pobudzeniowy albo hamujący. Umożliwia przekazywanie informacji na krótką odległość – albo pobudzającej albo hamującej. Gdy hamującej, ogranicza rozptył pobudzenia. W sumie chodzi o to, aby dany bodziec wyróżnił się z tła innych, jednoczesnych bodźców dochodzących z innych procesów, z całego obszaru mózgu.

AMK – *Zajmuje się Pani neurokognitywistyką, a w szczególności neuronalnym podłożem procesu uczenia się.*

MK – Zawsze najbardziej interesowało mnie, jak to się dzieje, że powstaje pamięć, że można się czegoś nauczyć. No więc tego staram się dowiedzieć.

Na modelach zwierzęcych, zajmuję się neurochemią uczenia się. Kiedy zwierzę uczy się, zaczyna powstawać ślad pamięciowy, następuje długa kaskada zdarzeń biochemicznych. Jedno wynika z drugiego. To wiemy w zarysie, ale nie zawsze w szczegółach.

W 1988 r., po habilitacji, zostałam kierownikiem Pracowni Neuroplastyczności w Instytucie Nenckiego. Badania mojej pracowni od dawna skupiają się na momencie, kiedy zaczyna działać neuroprzekaźnik z jednego neuronu, aby pobudzić drugi neuron. Aby pobudzić ten drugi neuron, neuroprzekaźnik musi związać się z receptorami dla neuroprzekaźnika na drugim neuronie, neuronie postsynaptycznym. To jest stadium, które jest łatwo modyfikowalne. Coś musi

się zmienić, aby kontakt między neuronem a neuronem był lepszy, aby ślad pamięciowy zrobił się lepszy. Wydawało się, że jest to miejsce łatwe do zmiany przez różne procesy. Badaliśmy, czy możemy opracować prosty model uczenia się myszy, stwierdzić czy własności przekaźników i receptorów w procesie uczenia zmieniają się. Zajęło to sporo lat.

AMK – *Czy całe uczenie się następuje w części mózgu zwanej hipokamp (hipocampus)?*

MK – Nie całe. W hipokampie następuje uczenie się, które nazywa się deklaratywne, tzw. pamięć deklaratywna, czyli uczenie się faktów, zdarzeń autobiograficznych, tzn. zapamiętywanie tego, co się z nami dzieje. Ponadto istnieje duża sfera uczenia się, która zachodzi z mniejszym udziałem świadomości, tzw. uczenie się proceduralne, pamięć proceduralna. Do tego potrzebne są inne struktury mózgu i różne dość wyszukane rzeczy, które nie zależą od aktywacji hipokampu.

AMK – *Z pamięcią wiąże się cały szereg zagadnień, chociażby starzenie się.*

MK – Zanikają nie tylko synapsy, ale połączenia między neuronami. Jeden neuron z drugim połączony jest axonem, rodzajem włókna. Neuron może mieć bocznice, cały pęczek axonów, które rozgałęziają się. Te połączenia zanikają, neurony „łysieją”. To jest straszny proces.

AMK – *Miała Pani szerokie naukowe kontakty brytyjskie m.in. ze Stevenem Rose z Open University i Imperial College, znanym neurochemikiem.*

MK – Steven Rose jest znaną postacią angielskich nauk neurobiologicznych (i radykalnej ideologii). Prowadził badania w tym samym temacie, zajmował się neurochemią pamięci, najpierw modelem imprintingu, a później modelem uczenia się kurcząt. Pracował nad jednopróbowym uczeniem się unikania. Scharakteryzował wiele procesów, w którym momencie po uczeniu się zachodzą, a także jak można je zahamować. Pracował nad tym, aby neurochemia została uznana za coś odrębnego od reszty biochemii. Byłam w jego grupie wielokrotnie, robiłam razem z nim rozmaite doświadczenia, mapowałam mózg kurcząt.

AMK – *Dużą część Pani działalności naukowej zajmują problemy neuroplastyczności mózgu, tworzenia nowych połączeń, np. po udarze mózgu.*

MK – Uczenie się i pamięć są działką neuroplastyczności, tego, co w mózgu dzieje się w rozwoju i co dzieje się, gdy mózg naprawia się.

Od lat zajmuję się udarem mózgu. Kolega z Niemiec, profesor Otto Witte, specjalista od plastyczności poudarowej, proponował mi kiedyś, abyśmy

współpracowali. Mieliliśmy dobre modele badania plastyczności, nauczyliśmy się robić sztuczne udary u szczurów. Chodziło o to, aby potwierdzić jego hipotezę, że udar tak lokalnie zmienia własności fizjologiczne i biochemiczne neuronów w obszarach nieodległych od ogniska udaru, że sprzyja to procesom naprawczym. Jednakże zupełnie nie udało się tego potwierdzić. Owszem, widzimy zmiany plastyczne w mózgach po udarze – i spontaniczne i indukowane, ale są one mniejsze niż w zdrowych mózgach. Spontaniczna plastyczność w mózgu po udarze, ma miejsce pomimo tego, że jest trudniej, a nie dlatego, że coś jest ułatwione przez uszkodzenie mózgu.

AMK – *Tak czy inaczej, plastyczność mózgu zmniejsza się z wiekiem.*

MK – Mózg niemowlęcia czy mózg dziecka jest nieporównanie bardziej plastyczny niż mózg dorosły, tym bardziej starzejący się. Składa się na to bardzo wiele czynników, które później trudno jest odkręcić. Po prostu program genetyczny jest inny. W młodym mózgu program genetyczny nastawiony jest na wzrost i rozwój. Różne białka, które są produkowane w młodym mózgu, po jakimś czasie przestają być produkowane. Trudno jest nakłonić komórki, żeby znowu zaczęły robić to, co w młodości. Nie mówimy, że to zupełnie niemożliwe, ale są ekstra utrudnienia. W wieku dwudziestu kilku lat mamy szczyt możliwości umysłowych, a potem trzyma nas już tylko dobry trening.

AMK – *Może dlatego ludzie po latach dostają Nagrody Nobla za prace doktorskie?*

MK – Różnie z tym bywa. Po okresie rozwoju, kiedy wszystko w mózgu urosło, co miało urosnąć, mamy wielką pulę zmian plastycznych, która przynależy do procesu uczenia się. Uczymy się przez całe życie; jest nam coraz trudniej, ale cały czas jeszcze możemy zapamiętać. Gdy przestajemy, to wszystko się kończy.

AMK – *Czy pracowała Pani tylko ze zwierzętami modelowymi, czy także z ludźmi?*

MK – Przez wiele lat pracowałam tylko ze zwierzętami modelowymi. Natomiast ostatnio biorę udział w projekcie, który zajmuje się obrazowaniem mózgu u ludzi. Z obrazowaniem mózgu, to jak z końcem komunizmu w Polsce. Naprawdę nie spodziewaliśmy się, że aż tak się zmieni, że będziemy mieli dostęp do tych technologii. Ale zmieniło się.

Współpracując z dużym zespołem specjalistów, próbujemy popatrzeć na neurorehabilitację pewnego objawu poudarowego, który nazywa się zaniedbywaniem stronnym. Tacy ludzie nie dostrzegają połowy świata.

AMK – *Co tutaj znaczy „połowa świata”?*

MK – Na przykład ci ludzie nie zauważają niczego, co jest na lewo od ich nosa, nie czują połowy swojego ciała z jednej strony, nawet w wyobraźni. Badacze z Mediolanu zrobili w laboratorium znane doświadczenie. „Proszę sobie wyobrazić, że stoi pan na placu naprzeciw katedry w Mediolanie, proszę powiedzieć, co pan widzi”. Pacjent opisał, co widzi, ale tylko z prawej strony. „A teraz proszę sobie wyobrazić, że stoi pan tyłem do katedry”. Wtedy pacjent opisywał drugą połowę placu. To jest zaburzenie uwagi – człowiek nie jest w stanie przestawić uwagi. Widzi, ale nie dostrzega. Jeśli takiego człowieka poprosi się, aby narysował zegar, rysuje godziny 1 do 6, albo rysuje koło, a dwanaście godzin mieści w jednej połówce. Jeśli ma narysować kwiat, rysuje połowę kwiatu, zjada jedzenie z połowy talerza, ubiera połowę ciała. To nie jest uszkodzenie nerwu wzrokowego ani układu wzrokowego. Są to intelektualnie normalni ludzie. To są niezwykle ciekawe zaburzenia, powstające w wyniku uszkodzenia płata skroniowego po dużym udarze. Na ogół spontanicznie się cofają. Jeśli nie, trzeba stosować rehabilitację. Obrazujemy mózgi takich pacjentów, którzy są rehabilitowani, aby zwalczyć ten syndrom – co się udaje. Staramy się prześledzić, jak zmienia się proces aktywacji mózgu podczas rehabilitacji.

AMK – *Wspomniała Pani, jakim przełomem było obrazowanie mózgu przy pomocy PET (Positron Emission Tomography) i FMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging). Czy można na bieżąco widzieć, co dzieje się w mózgu?*

MK – To nie jest „real-time”. Jest opóźnienie, około sekundowe. Rzecz nie jest w „processing time”, ale w tym, że sygnał, który jest rejestrowany w FMRI, narasta wolno.

Sygnały z przepływu krwi mają pewną latencję w stosunku do sygnału elektrycznego. Mózg jest bardzo zależny od dostarczania mu substancji energetycznych. Wiadomo, że mózg ma nieproporcjonalnie duże zużycie energii w stosunku do reszty ciała, gdyż neurony pracują i muszą odbudować potencjał błonowy. Koszt energetyczny tego jest wysoki, musi więc dopływać krew z cukrem i tlenem. Związek funkcjonalny z przepływem krwi jest dobrze opisany, a o aktywności funkcjonalnej mózgu wnioskujemy z przepływu krwi. Aby badać aktywność funkcjonalną mózgu w czasie rzeczywistym, musimy mieć rejestrację magnetoelektryczną. Ma to swoje niedoskonałości, ale jest w *real time*. Można widzieć natychmiastową reakcję.

AMK – *Które swoje prace uważa Pani za dotychczas najważniejsze?*

MK – To, co najbardziej przydaje nam się w pracy, to opisanie dobrze zlokalizowanej zmiany w mózgu myszy pod wpływem uczenia się. Gdy zaczynałam pracę w tej dziedzinie, bardzo trudno było powiedzieć, w której części mózgu

należy szukać zmian neurochemicznych po uczeniu się. Gdy zwierzę uczy się jednej rzeczy, to naturalne jest, że nie obejmuje to całego mózgu. Gdy nie wiedziało się, gdzie to następuje, do próbówki brało się cały mózg i ta zmiana, nawet jeżeli lokalnie duża, rozmywała się. Trzeba było wymyślić, co będzie się zmieniać w dokładnie określonym miejscu.

AMK – *Jak przenosi się to na ludzi?*

MK – Uważamy, że biologia zjawisk jest podobna. To, co wiemy o impulsach nerwowych, generalnie pochodzi z badań nad kalamarnicą. Biochemia jest podobna. Szlaki biochemiczne są dosyć konserwatywne w trakcie ewolucji, stąd zachowane jest podobieństwo. Czterdzieści procent genów mamy wspólne z kartoflem. Niewielki procent, nawet niekiedy ułamek procenta genów decyduje o różnicach.

AMK – *Czy wykonuje się nieinwazyjne mapowanie uczenia się u ludzi?*

MK – Laboratorium profesor Anny Grabowskiej na tym samym piętrze Instytutu Nenckiego prowadzi bardzo ciekawe badania nad pamięcią używając FNMR. Badania pamięci u ludzi będą narastać. W Warszawie jest już pierwsza profesjonalna pracownia profesor Marii Barcikowskiej badania zaburzeń pamięci u ludzi. Ustawiona tam jest maszyna FNMR. Maszyna w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu profesora Henryka Skarżyńskiego jest także poświęcona pracom naukowym. Profesor Skarżyński i jego zespół wstawiają implanty ślimakowe do ucha wewnętrznego. Ludzie kompletnie głusi zaczynają słyszeć.

To jest fascynujące pole do badania neuroplastyczności. Nerw słuchowy ma 120 000 włókien, a implant ma 30 działających elektrod. Ludzie potrafią tak wytrenować się, osiągnąć taką plastyczność swojej drogi słuchowej, że rozumieją, jak do nich mówić przez telefon, kiedy nie widać mówiącego. To jest niesłychany przykład plastyczności mózgu – tego, jak mózg potrafi się przekształcić¹. Widzę szalenie ciekawą perspektywę badania kształtowania się mowy u dzieci głuchoniemych od urodzenia, które dostają implanty. Takie dzieci zaczynają mówić. Jak to się dzieje? Nie da się tego niestety badać przy pomocy technik rezonansowych, ale są inne sposoby obrazowania mózgu.

AMK – *Czy neuroscience w Polsce ma warunki do rozwoju, podobne jak na Zachodzie?*

MK – No nie... Tu wchodzi w grę wielkie pieniądze. Różnica jest ogromna.

¹ W kwietniu 2009, w Instytucie profesora Henryka Skarżyńskiego wstawiono implanty słuchu jednemu z członków PAU, ponad osiemdziesięcioletniemu. Już po wstępnym etapie rehabilitacji („uczenia się”) znowu słyszy – choć jeszcze nie przez telefon. Uważa to triumf technologii i neurochirurgii XXI wieku. (AMK)

Idzie niby ku lepszemu – nigdy w Instytucie Nenckiego nie mieliśmy tylu pieniędzy na badania. Dzięki systemowi grantów i pewnemu ukierunkowaniu jest lepiej niż kiedykolwiek. Cały czas jednak nasze granty mają się nijak do grantów w Stanach Zjednoczonych. Przyznawanie małych grantów nie ma sensu. Nie sposób jest zaprogramować wszystkich wydatków materiałowych na trzy lata. Wystarczy, że jedna seria badań nie wyjdzie. Zaoszczędzić z grantu też nie warto, bo nazywane to jest „negatywną samooceną”. Biurokracja, która wzięła się za rozliczanie grantów, przeraża mnie coraz bardziej.

O wzmacnianiu pamięci

AMK – *Pamięć można farmakologicznie wzmacniać. Czołowy neurobiolog kognitywny Michael Gazzaniga nie ma nic przeciwko takiemu wzmacnianiu pamięci*².

MK – Michael Gazzaniga jest specjalistą od *split brain*, tj. od badań co dzieje się, gdy chirurgicznie przecina się spoidło wielkie – co robi jedna półkula mózgu, a co robi druga³. W latach 1960. zaczynał z Rogerem Sperry’em – który w 1981 r. otrzymał Nagrodę Nobla za *split brain* – i kontynuował takie badania przez następne 40 lat.

Wzmacnianie pamięci (*memory enhancement*) jest ciekawym zagadnieniem, którym teraz ekscytujemy się, a w związku z tym, czy jest to w porządku, czy jest to moralne? Wydaje się, że w zasięgu ręki są leki, przy pomocy których zdrowy człowiek może polepszyć swoją sprawność umysłową. Z jednej strony są obawy, że rodzice będą takie leki dawać dzieciom przed egzaminami, aby sztucznie polepszyły swoje wyniki. Pewnie, że polepszą – gdy tylko będą mogły. Niech Pan pomyśli, ile wysiłku kosztuje nas dobre nauczanie się angielskiego. Zamiast marnować lata na uczenie się słówek – czyż nie byłoby cudnie wziąć trzy pastylki i w trzy tygodnie mieć to z głowy?

AMK – *Jak trwale będzie takie nauczanie się?*

MK – Może trzeba będzie powtórzyć to trzy razy? Nie robimy jeszcze takich rzeczy. Ale perspektywa wydaje mi się znakomita. Dlaczego nie mieć czegoś za darmo?

AMK – *Jakie mogą być skutki uboczne tych leków?*

MK – Te leki są jeszcze hipotetyczne. Będą to leki podobne do używanych

² Michael S. Gazzaniga, *The Ethical Brain*, Dana Press, New York & Washington, DC, 2005, 201 pp.

³ Michael S. Gazzaniga, *The Mind's Past*, University of California Press, Berkeley-Los Angeles-London, 1998, 206 pp.

w chorobie Alzheimera, jedynych obecnie dopuszczonych do obrotu z tych bezpośrednio działających na pamięć. Te zaś mają paskudne efekty uboczne. Ale może inne leki, np. typu ampakin, nie będą miały takich efektów ubocznych? Są jeszcze w próbach.

Środki wzmacniające pamięć, które obecnie są dostępne, wzmagają neurotransmisję, wspomagają połączenia między neuronami w układzie cholinergicznym, który steruje uwagą. Wydłużają czas, kiedy zwracamy na coś uwagę (*attention span*). Tworzy się sytuacja, w której neurony hipokampa i kory mózgowej można nieco łatwiej pobudzić, tzn. łatwiej się do nich „dobrać”.

AMK – *Do tych dziewięćdziesięciu kilku procent komórek bezpośrednio nieużywanych w mózgu?*

MK – Po pierwsze, to nieprawda, że nieużywanych. Po drugie, jest tu analogia z komputerem, gdzie mamy nie wiadomo ile programów, ale nie możemy używać wszystkich na raz. Mamy możliwości robienia wielu rzeczy, ale w danym momencie robimy jedną.

AMK – *Czyli owo 3% komórek w użyciu jest momentaryczne, wirtualne?*

MK – Nigdy to nie jest 3%. Zawsze więcej – zależy, od czego liczyć bazę. Jeśli robi się obrazowanie mózgu i patrzy potem obrazki, na których są czerwone (aktywowane specyficznie w badanym zadaniu) obszary – trzeba sobie zdawać sprawę z tego, że jest to wynik odjęcia aktywacji mózgu w takim stanie, kiedy nie dochodzi do niego ta specyficzna stymulacja, od tej, kiedy np. widzimy lub czytamy, ruszamy palcem albo myślimy, kochamy etc. Wtedy wychodzą takie drobne miejsca aktywacji. Natomiast, jeżeli weźmiemy *baseline* zupełnie nieaktywnego mózgu – jak np. po uszkodzeniu, kiedy kora nic nie robi, tylko jest – to widać, że normalna aktywacja jest ogromna. Nie wiadomo, skąd wzięło się to bzdurne przekonanie o używaniu tylko paru procent mózgu, ale strasznie jest to trwałe.

AMK – *W pewnym wywiadzie, który czytałem, powiedziała Pani, „Proszę pomyśleć, mamy niespełna półtora kilograma galaretki, z czego zaledwie 13 dk stanowi białko; reszta to woda i trochę tłuszczu”. Czy ta reszta jest tylko efektownym dodatkiem?*

MK – Ta galaretka generuje prąd elektryczny i stąd bierzemy się my – nasza psychika, myślenie, pamięć, emocje. Ta reszta jest dodatkiem potrzebnym, aby przeżyć, mieć przyjemności.

AMK – *To ładne! Jakie ma Pani pozazawodowe zainteresowania?*

MK – Lubię gotować. Tutaj nie jestem wąskim specjalistą. Żarcie jest przyjemne.

AMK – *Jeżeli można wzmocnić pamięć, to czy można ją zmodyfikować?*

MK – Mówmy o sytuacji normalnej. Człowiek brałby te tabletki nie dlatego, aby lepiej przypomnieć sobie co było, tylko lepiej zapamiętać to, czego ma się nauczyć. Wygląda na to, że pamięć można modyfikować. Około 2000 r. koleżanka Jurka Vetulaniego i moja, Susan Sara odkryła proces rekonsolidacji pamięci.

Mamy dobrze utrwalony ślad pamięciowy. Powiedziałam już tutaj, że gdy robi się ślad pamięciowy, to następuje kaskada zdarzeń biochemicznych. Podobna kaskada, przynajmniej w części tego łańcucha, zachodzi wówczas, kiedy sobie coś przypominamy.

Są takie doświadczenia na zwierzętach: zwierzę jest świetnie wyuczone: na dzwonek, podchodzi do kotleta; robi tak przez dwa miesiące. Wiadomo, że aby utrwalił się ślad pamięciowy, potrzebna jest synteza białek. Gdy zwierzę już tak to świetnie robi, podaje mu się inhibitor syntezy białek. Następnego dnia, nie potrafi tego, co umiało tak cudnie. Wygląda na to, że ślad pamięciowy, kiedy jest reaktywowany, robi się labilny i zapisywany jest powtórnie, a kiedy jest zapisywany, można mu na rozmaite sposoby zrobić krzywdę, zmodyfikować go. Można go polepszyć, albo pogorszyć. Modnym kierunkiem badań jest, aby ślad pogorszyć; tutaj chodzi o supresję negatywnych, traumatycznych wspomnień.

Mnie odsuwanie traumatycznych wspomnień wydaje się przecenionym problemem, ale to zapewne zależy od kultury psychologicznej społeczeństwa. Po drugiej wojnie światowej tak się tym nie przejmowano, natomiast w Stanach Zjednoczonych po wojnie w Wietnamie – gdy poziom wiedzy psychologicznej był już inny – przejmowano się tym szalenie.

AMK – *To jest kwestia wychodzenia z traumy.*

MK – U nas ludzie dawali sobie z tym dobrze radę. Było mnóstwo ludzi, którzy odmawiali wspomniania wojny.

AMK – *To było dość powszechne wśród Żydów, którzy ocaleli z Zagłady. Nie chcieli o tym mówić. Podobnie, ludzie odmawiają wspomnień tragedii osobistych. Jest to zapewne mechanizm obronny: zapominanie, milczenie.*

MK – Ale z drugiej strony teraz wytwarza się nastrój medialny: wszyscy opowiadają o wszystkim, żeby nie wiem, jak przykre...

AMK – *Bo to się sprzedaje.*

O świadomości, bólu, religiach i snach

AMK – *Czy zajmowała się Pani świadomością?*

MK – Interesowałam się, bo jest to fascynujący temat, ale nie zajmuję się świadomością w sensie mojego twórczego myślenia.

AMK – *Jak neuroscienze podchodzi do stanów medytacyjnych, stanów wyłączonej kontroli, wręcz innych „planów” świadomości? Za dużo jest takich opowieści, aby je można zupełnie odrzucić. Czy robiono skany mózgu (PET i FMRI) w stanach medytacyjnych?*

MK – Zbyt liczne rzeczy, które były uważane za paranaukę i nonsensy, okazały się prawdziwe, żeby można to zupełnie odrzucić, natomiast nie mamy danych eksperymentalnych. Badania były prowadzone, ale nie pamiętam ich wyników. Jestem sceptyczna. Różnie mogą ludzie przeżywać, różne rzeczy sobie wyobrażać.

Niedawno opublikowane badania pokazały, jakie interesujące przeorganizowanie działania ważnych obszarów mózgu zachodzi w zmienionym stanie świadomości, jakim jest hipnoza. Obszar, nazywany przedklinkiem, wrażliwy na wyobrażenia jest w czasie hipnozy bardzo aktywny w odpowiedzi na sugestie hipnotyzera. Kiedy ten mówi np. „nie możesz ruszyć ręką”, przedklinek wpływa hamująco na powstającą w korze ruchowej komendę ruchową i ta komenda nie zostaje wysłana do obszarów wykonawczych.

AMK – *Rozumiem, że zajmowała się Pani również neurobiologią bólu.*

MK – Profesor Barbara Przewłocka z Instytutu Farmakologii PAN w Krakowie zajmuje się bólem. Ja kiedyś napisałam artykuł o bólu fantomowym. Były doniesienia w pismach naukowych, że bóle fantomowe biorą się stąd, iż po amputacji kończyny następuje przemapowanie jej reprezentacji w korze mózgowej. Jeśli obetnie się kończynę, to jej reprezentacja w mózgu bardzo szybko kurczy się i zanika, natomiast reprezentacja pozostałej kończyny rozrasta się. Nawet jeżeli nie zrobi się amputacji, a zrobi tzw. funkcjonalną deafferentację – czyli zaciśnie gumkę, aby nerw nie działał – to już widać zmianę równowagi tzw. wejść do kory mózgowej. Gdy sygnał z jednego nerwu obwodowego słabnie, to zmienia się równowaga w korze i sygnały z sąsiednich nerwów rozpychają się, dominują w korze. Taka plastyczność, może mieć także złe skutki; sądzono, że takim złym skutkiem może być odczuwanie bólów fantomowych. Przejęłam się tym – w końcu obcinałam szczyrom wąsy. Przemapowanie w korze, jest podobne. Ale nie pasowało mi to z teorią, że takie przemapowanie daje bóle fantomowe. Tak wydawało się kiedyś, ale to chyba nie jest prawda.

AMK – *Jest zapewne cała neurobiologia bólu, cierpienia, tak jak jest już neurobiologia moralności, religii, etc. Czy takimi problemami zajmowała się Pani? Czy ma Pani jakieś przemyślenia o takich kierunkach neurobiologii?*

MK – Takimi problemami interesowałam się, ale nie zajmowałam. Żyjemy w wieku zaniku religii. Wydaje mi się, że doświadczenia ukazujące aktywację mózgu w różnych stanach religijnych bardzo dobitnie pokazują, że stany, któ-

re wymagają koncentracji – nie ekstazy – ale skupienia, aktywują dokładnie te same obszary mózgu, co myślenie matematyczne i koncepcyjne, zaś stany ekstazy aktywują ośrodki emocyjne mózgu. Takie badania potwierdzają, jak rozmaite religie są geograficznie rozmieszczone, jak inny jest ich kulturowy przekaz. Zgodziłabym się z Richardem Dawkinsem, że religie są wytworem ludzkiego mózgu, który poprzednio był ważny, a przestaje mieć rolę teraz; nie jest zakodowany w mózgu na stałe.

AMK – *Jeżeli można obrazować mózg w każdej sytuacji, to czy posunęło się coś zrozumienie snów?*

MK – Zrozumienie snów? Ja nie słyszałam, żeby ktoś mógł spać w skanerze FNMR, ze względu na koszmarny hałas. Jeżeli poda mu się narkozę, to wtedy już nie śni.

AMK – *To jest też problem dotyczący pamięci. Większość ludzi zapomina sny zaraz po przebudzeniu.*

MK – Znakomita większość ludzi nie pamięta snów. Mózg wie, czy śpi, czy nie śpi. Gdy śpi, jest sygnał do jego kory i sygnał do hipokampu, że to nie jest naprawdę i nie trzeba tego pamiętać. Rozrusznik snu informuje, jakie drogi mają być używane.

AMK – *Jest to problem od tysięcy lat, potem Freud, Jung... Czy wiadomo, co to są sny, dlaczego takie, a nie inne?*

MK – Mniej więcej wiadomo, przeżywamy takie czy inne niepokoje i zdarzenia z tego, co mieliśmy na jawie. Marnie sny pamiętamy, więc trudno je zanalizować.

Freuda przestało się uczyć, ale jest to ogromna postać przez samo zwrócenie uwagi na sprawy podświadome, które są niesłychanie ważne. Coraz więcej wiemy o tym jak to, co nieświadome, a raczej nieświadomienie wpływa na niby świadome decyzje i postępowanie. Zaczynamy o tym myśleć, badać, ale nie w takim sensie, jak uważał to Freud.

O perspektywach neurobiologii

AMK – *Gdzie jesteśmy w wiedzy o mózgu? Czego dowiedzieliśmy się, a czego nie wiemy?*

MK – Wydaje mi się, że jesteśmy przed dużą zmianą w sensie zrozumienia elektrycznego funkcjonowania neuronów. W rozumieniu tego, jaki jest kod przekazywania informacji w mózgu nie wychodzimy jeszcze poza ogólnikowe sformułowania typu: „częstotliwość wyładowania neuronów koduje intensywność

ność bodźca”. Ale bodziec, to nie jest jedyne, co mózg odbiera – bodziec jest przetwarzany i zmieniany. Nie rozumiemy tego kodu. Wydaje mi się, że najbliższe lata pozwolą na zrozumienie kodu, gdyż w ciągu ostatnich kilku lat metody analizy czynności elektrycznych mózgu posunęły się nieprawdopodobnie.

Myśli się również o takich urządzeniach, jak *interface* mózg-komputer. To robi się przede wszystkim dla pacjenta, który ma bezwład kończyn. Jeszcze kilka lat temu, takie maszyny były prymitywne, teraz stają się coraz mądrzejsze.

Wydaje się, że coraz lepiej rozumiemy, co znaczą prądy neuronów. Rejestrowany jest sygnał EEG. Dawniej trzeba było człowieka trenować, aby uzyskać rytm alfa z tzw. wolnego potencjału mózgu. W tej chwili mechanizm wzorca czytania EEG jest taki, że wychwytuje komendę mózgu. Komputer potrafi z szumu fal wyczytać intencje człowieka. Software analizuje to, co spontanicznie wychodzi z mózgu. Jest już robot sterowany myślą małpy, który podaje jej jedzenie. Małpa chce banana – robot podaje banana. Jak już można naśladować, to łatwiej zrozumieć – można zamodelować.

AMK – *Mówi Pani o ulepszeniu EEG. Elektroencefalografia jest dość starą metodą, natomiast PET, FMRI itd. są kwestią ostatnich lat. Zapewne również stają się coraz bardziej zaawansowane.*

MK – 40 lat temu przy pomocy EEG można było powiedzieć, czy człowiek śpi, czy nie, a przy odrobinie szczęścia zlokalizować ognisko epileptyczne z dokładnością do półkuli. Teraz jest o wiele lepiej, ale jeśli chodzi o lokalizację anatomiczną, nie jest nadzwyczajnie, bo czaszka jest wielkim filtrem i sygnał, który przechodzi przez nią jest słaby i rozmyty. I w tym o wiele lepiej nie będzie.

Natomiast w technikach wizualizacji rezonansem magnetycznym lokalizacja zmian w mózgu jest znacznie lepsza. Po kilku minutach badania otrzymuje się bardzo dobry obraz struktury żywego, działającego mózgu. Neurologzy musieli uczyć się nowego sposobu diagnozowania. Nie trzeba już wnioskować o uszkodzeniach na podstawie zaburzeń funkcji – koniec zgadywania, można zobaczyć. W obrazowaniu mózgu postęp idzie w kierunku zwiększenia zdolności rozdzielczej, robi się doświadczenia z magnesami o silniejszym polu. Osiągnięta została prawie rozdzielczość komórkowa.

AMK – *Jaka jest perspektywa stosowania komórek macierzystych w chorobach mózgu, degeneracyjnych w szczególności? Pomijając nienaukowe problemy, niektóre przeszczepy komórek macierzystych prowadzą do nowotworów.*

MK – Były próby, w których po transplantacji komórek macierzystych otrzymywano nowotwory. Ale to jest problem, który pewnie będzie można obejść. Mało jest doświadczeń, z których można by coś fundamentalnego wywnioskować,

dotychczas nie ma znaczącej korelacji. Nieliczne są kliniczne próby podawania rozmaicie potraktowanych komórek macierzystych. To jest tak, jak z terapią genową. Nie tak jak w farmakologii – miareczkowalnej, przewidywalnej. Tu wpuszcza się biologię w biologię i traci kontrolę. Komórki mogą zacząć żyć swoim życiem, zrobić coś, co nie zostało przewidziane. Sporo jeszcze nie rozumiemy z biologii rozwoju komórki, nie opanowaliśmy jeszcze tej techniki. Niedawno opublikowano prace, w których pokazano zestaw genów, który może sterować rozwojem komórek macierzystych w kierunku neuronalnym. Ale na ile będzie to doskonałym, powtarzalnym, fabrycznym procesem? Tego jeszcze nie wiemy i stąd to jest fascynujące. Wiemy jednak, że w dojrzałym układzie nerwowym neuronów może przybywać. Chciałoby się, aby neuronów przybywało w miejscu udaru czy degeneracji wywołanej chorobą neurodegeneracyjną. To jednak jest jeszcze długa droga.

Zupełnie ostatnio pokazano „garść” komórek hybrydowych człowiek-zwierzę. To są badania, na które otrzymano zezwolenie, ale ponieważ doprowadzono je do jakiegoś stadium i upubliczniono, nastąpiło moralne oburzenie. *Catch* w tym jest taki, że Kościół katolicki przyjmuje, że embriion jest człowiekiem od momentu zapłodnienia. A w tej technice nie ma zapłodnienia. Do pustej komórki jajowej krowy zostało wprowadzone jądro komórki ludzkiej. To jest technika używana przy klonowaniu.

AMK – *A czego nigdy się nie dowiemy? Zrozumienia świadomości?*

MK – Dlaczego nie? Nie widzę powodu, żeby nie. Wciąż pojawiają się nowe zagadki, ale *neuroscience* posuwa się naprzód fantastycznie. Jak mało wiedzieliśmy dwieście lat temu, a ile dowiedzieliśmy się przez ostatnie dwieście lat!

AMK – *Tylko dwieście lat.*

MK – Ludzkość jest niesłuchanie młoda w stosunku do reszty świata, mowa jest bardzo młoda. O ile nie zginiemy przez ocieplenie klimatu albo inną katastrofę, możemy – myślę – wszystkiego się dowiedzieć.

AMK – *Przykładowo, uważa się, że neandertalczycy od homo sapiens neurobiologicznie różnili się brakiem połączeń tworzących naszą świadomość. Jak to potwierdzić ponad wątpliwość?*

MK – Nie zajmuję się tą dziedziną. Jest to sfera daleka od mocno ustalonych faktów, niekiedy oparta na autorytecie autora. Odkrycie następnego szczegółu zmienia taką wizję. Proszę popatrzeć na ewolucję człowieka. Wykopuje się coraz to inne kości, coraz starsze i mówi się, że było nieco inaczej. Jest to wiedza modyfikowalna, bo w dużej mierze oparta na drobnym szczególe i dorobionej interpretacji, uogólnianiu – zresztą na bardzo dobrych przesłankach, ale często

ulegających modyfikacji. Wyobrażamy sobie, jak było. Może kiedyś trafi się coś większego, zachowanego w niewyobrażalny sposób?

O Towarzystwach

AMK – *Jest Pani aktywna w Polskim Towarzystwie Badań Układu Nerwowego.*

MK – To Towarzystwo założyłam w 1991 r. Nie mieliśmy organizacji integrującej środowisko. Nudząc się na kolejnym zjeździe fizjologicznym, pomyślałam, że trzeba założyć takie Towarzystwo – podobne do działających w innych krajach Europy – aby było gdzie i z kim podyskutować. To jest środowiskowe towarzystwo naukowe.

Dla publiczności jest Towarzystwo Krzewienia Wiedzy o Mózgu, które od lat organizuje otwarte „Tygodnie Mózgu”.

AMK – *Do niedawna zwykli ludzie bardzo niewiele wiedzieli o mózgu – ot, wylew krwi do mózgu. Czy poziom wiedzy społecznej na tematy związane z neurobiologią został w Polsce podniesiony? Czy widać efekty „Tygodnia Mózgu”?*

MK – Generalnie przychodzą na te wykłady ludzie, którzy coś już wiedzą. Innych to na ogół nie interesuje. To są działania marginalne nawet, jeżeli na taki wykład przyjdzie 300 osób – te same twarze. To jest także problem festiwalu naukowych. Wiadomo, że jeżeli coś nauczy szeroką publiczność – to seriale telewizyjne. Problem zostaje dostrzeżony, o ile został poruszony w scenariuszu popularnego serialu.

AMK – *Jest Pani członkiem Komitetu Neurobiologii PAN. Czym ten Komitet się zajmuje?*

MK – Komitet Neurobiologii PAN jest późniejszy niż Towarzystwo Badań Układu Nerwowego. Komitety Polskiej Akademii Nauk nie mają żadnej roli, oprócz intelektualnej. Spotykamy się, aby posłuchać ciekawego wykładu, opowiedzieć sobie o badaniach. Komitet nie ma żadnej mocy finansowej.

Kontakty naukowe w Warszawie, które odbywają się trochę poza środowiskiem, mają miejsce w Towarzystwie Popierania i Krzewienia Nauk. Jest to małe, upadające Towarzystwo, które w stanie wojennym działało jako Towarzystwo Kursów Naukowych, a potem wygenerowało Komitet Badań Naukowych.

AMK – *Jest Pani aktywna w międzynarodowej Dana Foundation.*

MK – Ponad dziesięć lat temu Dana Foundation, która wspiera naukę, przede wszystkim nauki o mózgu i układzie nerwowym, zainspirowała towarzystwa *neuroscience* w Stanach Zjednoczonych. Kilku ludzi w Europie – ja także – zostało w to wciągniętych. Powstała European Dana Alliance for the Brain.

W Stanach Zjednoczonych była akcja „Dekada Mózgu”. Wówczas wydawało się, że neurobiologia szybko rozwiąże problematykę mózgu. To jednak zaczęło się odsuwać. Wtedy James D. Watson i inni zwrócili się do Dana Foundation. To udało się dzięki niezwyklej marketingowi menadżera tej fundacji. Przy poparciu społecznym, poruszył on kongresmanów i przydzielono duże fundusze na badania mózgu.

Dana Foundation ma wydawnictwa książkowe, wydaje gazetki z wiedzą o mózgu i strony internetowe. To w Ameryce ma ogromny zasięg – wiadomo, że tam w szkołach „science” jest na niższym poziomie niż w Europie, więc nacisk skierowany jest na młodzież.

W Europie to tak nie działa. Tu jest to bardziej idealistyczna działka, trzeba zdobyć popularność dla nauki, aby podzielić się wiedzą. Na przykład w Szwajcarii poważni uczeni i lekarze zgadzają się siedzieć w oknach wystawowych domów towarowych i odpowiadać na pytania publiczności. Europa idzie w kierunku dużych, publicznych wykładów i imprez. Dana Foundation daje pieniądze na określony projekt w ramach Tygodnia Mózgu, pokrywa na przykład koszt wynajęcia sal wykładowych.

O Polskiej Akademii Umiejętności

AMK – Jak postrzega Pani Polską Akademię Umiejętności?

MK – Mówiąc poufnie, Polska Akademia Umiejętności jest starsza niż Polska Akademia Nauk – mam tu na myśli średnią wieku członków. W moim Wydziale widzę, że członkowie PAU przestają zwracać uwagę na doskonałość naukową, a widzą inne potrzeby, jak reprezentacja dyscyplin albo reprezentacja geograficzna. To jest coś, co staraliśmy się zwalczyć w Society for Neurosciences Federation – tak, aby geografia nie miała znaczenia. Jest to niesłychanie trudno przeprowadzić.

W PAU natomiast imponująca jest aktywność naukowa w sensie wykładów, odczytów, spotkań, na które nie przyjeżdżam, bo nie po drodze mi.

Rozmowa w Warszawie, 2 kwietnia 2008;
tekst autoryzowany 2 września 2009.

MAŁGORZATA KOSSUT, dr nauk przyrodniczych, dr hab. w zakresie neurofizjologii, prof. w Zakładzie Biologii Molekularnej i Komórkowej Instytutu im. M. Nenckiego PAN, kierownik Pracowni Neuroplastyczności; czł. koresp. PAN; czł. International Brain Research Organization, Society for Neurosciences, European Dana Alliance for the Brain. Wybrana do PAU na czł. koresp. 23 czerwca 2001.

