

ANNA BAZARNIK*, KATARZYNA GĄSIOREK**
(UNIwersytet Jagielloński*, Instytut Neuromedica**)

AMERICAN CAT,
CZYLI KOTY I LUDZIE W NEURONAUCIE

STRESZCZENIE

W artykule zaprezentowano krótki opis badań amerykańskich z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych przeprowadzonych na gruncie neuronauki, które doprowadziły do zasadniczych zmian w technikach behawioralnych i umożliwiły trwale modyfikowanie wzorca aktywności mózgu. Omówiono także kulturowe oraz historyczne tło tych odkryć.

Uzyskanie pierwszego zapisu spontanicznej aktywności bioelektrycznej mózgu ludzkiego w latach dwudziestych XX wieku pozwoliło na dokładną obserwację zmian w jego pracy, szczególnie tych, które zachodzą podczas procesu uczenia się.

W oparciu o podstawowe teorie uczenia się, stanowiące podłoże zmian wzorców behawioralnych: warunkowanie pawłowskie oraz warunkowanie instrumentalne Thorndike'a, badacze amerykańscy udowodnili, że także aktywność bioelektryczna mózgu może być rozpatrywana jako zachowanie i, zgodnie z zasadami warunkowania, można ją modyfikować.

Dalsze badania Stermana nad paliwem raketowym i rytmem sensomotorycznym u kotów doprowadziły do spektakularnego osiągnięcia, które okazało się pomocne w redukcji ilości napadów padaczkowych u ludzi. Ta nowa metoda terapeutyczna została nazwana neurofeedback (lub EEG biofeedback) i obecnie znajduje również zastosowanie w leczeniu ADHD, ADD, zaburzeń nastroju, zaburzeń lękowych, bólu chronicznego, a także w treningach typu *mind fitness*.

Prawdopodobnie istnieją takie cechy charakterystyczne dla amerykańskiej mentalności, które mogły przyczynić się do światowej dystrybucji metody neurofeedback. Tradycyjne korzenie uczenia się modyfikacji funkcji mózgu i ciała można zaś odnaleźć w taoizmie, hinduizmie, sufizmie oraz w chrześcijaństwie...

SŁOWA KLUCZOWE

Stany Zjednoczone, elektroencefalografia, rytm sensomotoryczny, EEG biofeedback, neurofeedback, mentalność kulturowa, dyfuzja

INFORMACJE O AUTORKACH

Anna Bazarnik
Katedra i Klinika Neurologii
Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum
e-mail: annabazarnik@interia.pl

Katarzyna Gąsiorek
Instytut Neuromedica
e-mail: kgrek@interia.pl

Indianin widzi w zwierzęciu istotę wcale nie niższą od siebie. Dostrzega jego siłę, spryt, pomysłowość, nadzwyczajny węch i wiele innych cech, które w rozumieniu Indian czynią zwierzę podobnym do człowieka i często obdarzonym mądrością większą niż on sam.

*Legendy indiańskie*¹

Czy wszystkiego można się nauczyć? Czy umysł potrafi zmieniać mózg? Czy w Stanach Zjednoczonych Ameryki wszystko jest możliwe?

Niniejsza praca ma na celu prezentację amerykańskich badań z dziedziny neuronauki, przeprowadzonych w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku, które po dziś dzień mają swoje implikacje na gruncie zarówno naukowym, jak i terapeutycznym. Dlatego, z uwagi na ich dynamiczną popularyzację w świecie pod postacią metody neurofeedbacku, w zakończeniu podjęto krótką refleksję dotyczącą kulturowego tła omawianych zagadnień.

Analizę wzajemnych zależności pomiędzy mózgiem a umysłem można przeprowadzić na wielu poziomach, począwszy od analizy molekularnej, a skończywszy na interpretacji różnych wytworów umysłu, takich jak na przykład omamy. Jednocześnie można przyjąć odmienne perspektywy wyjaśniania zaobserwowanych zjawisk: antropologiczną, filozoficzną czy też poznawczą. W obszarze neuronauki interakcja mózg – umysł omawiana jest często w oparciu

¹ *Legendy indiańskie*, tłum. M. Skibniewska, wybór i oprac. E. Kmiecik, Wrocław 2006, s. 42.

o neurofizjologię oraz paradygmat uczenia się, w toku którego dochodzi do wykształcenia nowych połączeń synaptycznych między komórkami mózgu. W pracy tej przyjęto rozumienie relacji mózg – umysł zgodnie z ideami nauki złożoności², według których mózg jest systemem złożonym, nieliniowym, dalekim od równowagi, zdolnym do samoorganizacji oraz – co najważniejsze – zdolnym do nieustannych zmian i przechodzenia z jednego stanu w inny, co w ontogenezie ma nieodwracalny charakter. Umysł zaś nie posiada materialnych właściwości, ale jest procesem, który wywodzi się w rozwoju filogenetycznym oraz ontogenetycznym z mózgu. Umysł może również zmieniać mózg, zarówno w zakresie jego funkcji, jak i struktury³.

JAK PRACUJE MÓZG – ELEKTROENCEFALOGRAFIA

Aktywność bioelektryczna mózgu, wyrażona poprzez zapis możliwy do uzyskania w badaniu elektroencefalograficznym (EEG), przedstawia obraz funkcjonowania neuronów (komórek nerwowych) kory mózgowej. Obraz ten umożliwia odczyt pracy fal mózgowych, które charakteryzują się odmienną częstotliwością (wyrażaną w hercach – Hz, czyli w ilości cykli na sekundę) oraz mogą mieć różną amplitudę (mierzoną w mikrowoltach – μV). Taką aktywność w mózgu zwierzęcym zaobserwował jako pierwszy w 1875 roku angielski lekarz Richard Caton. Piętnaście lat później, niezależnie, do takiego samego odkrycia doszedł polski fizjolog urodzony w Krakowie – Adolf Beck. Pierwszy zapis elektroencefalograficzny ludzkiego mózgu uzyskał z kolei w 1929 roku niemiecki profesor psychiatrii i neurologii – Hans Berger⁴, który wyróżnił także pierwszą falę mózgową, nazwaną rytmem Bergeera lub falą alfa⁵. Kolejne poszukiwania przyniosły odkrycia dotyczące zróżnicowania zapisu elektroencefalograficznego w czasie snu i czuwania, a także dowody na odmienny jego obraz u osób zdrowych oraz u osób po urazach

² Zob. V. K. Wadhawan, *Nauka złożoności. Trudne pytania, które zadajemy o sobie i o naszym Wszechświecie*, tłum. M. Koraszewska, Wrocław 2010.

³ T. Scrimali, *Neuroscienze e psicologia clinica*, Milano 2010, s. 31–40.

⁴ A. Coenen, O. Zayachkivska, *Adolf Beck: A Pioneer in Electroencephalography in between Richard Caton and Hans Berger*, „Advances in Cognitive Psychology” 2013, Vol. 9 (4), s. 216–221. Hans Berger jako pierwszy użył nazwy „elektroencefalograf” w odniesieniu do urządzenia mierzącego aktywność elektryczną mózgu za pomocą galvanometru i przypinanych do skóry głowy elektrod.

⁵ H. Berger, *Über das Elektrenkephalogramm des Menschen* [On the electroencephalogram of humans], „Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten” 1929, Vol. 87, s. 527.

mózgu⁶. Następnie wyróżniono cztery podstawowe pasma fal mózgowych: delta, theta, alfa, beta⁷. Obecnie wiadomo, iż poszczególnym stanom fizjologicznym, takim jak: sen, relaksacja, czuwanie, pobudzenie, towarzyszy odmienna architektonika fal, przy czym jej zróżnicowanie zależy również od obszaru występowania w mózgu.

Mózg zmienia zatem swoją pracę w zależności od czynności, w jaką jest w danej chwili zaangażowany. Co jednak dzieje się w mózgu, gdy wykonywana czynność jest nowa? Przystawianie nowych umiejętności możliwe jest dzięki zachodzącym w mózgu procesom uczenia się.

UCZENIE SIĘ A MÓZG

Podjmując rozważania nad procesami uczenia się z perspektywy neurofizjologicznej, należy zwrócić uwagę na osiągnięcia Iwana Pawłowa, dotyczące tak zwanego warunkowania klasycznego⁸. Rosyjski fizjolog podjął serię eksperymentów, dzięki którym udowodnił, że istnieje możliwość wyuczenia zwierzęcia reagowania na bodziec dla niego obojętny (to znaczy taki, który dotąd nie był nośnikiem żadnej informacji). Wystarczy jedynie prezentacja tego początkowo nieistotnego sygnału (na przykład dźwięk dzwonka) wraz z ważnym dla zwierzęcia bodźcem (pożywienie), aby w niedługim czasie uzyskać reakcję ślinienia się w odpowiedzi na sam dźwięk, bez podania pokarmu. Stąd też określenie „pies Pawłowa” opisuje reakcję całkowicie zautomatyzowaną i wyuczoną do tego stopnia, iż znajduje się poza świadomą kontrolą (co można także odnieść do wielu zachowań człowieka). O krok dalej w badaniach nad procesem uczenia się poszedł Edward Thorndike – amerykański psycholog, który udowodnił, że każda reakcja odpowiednio wiele razy powtórzona i nagrodzona ulega utrwaleniu. Na podstawie obserwacji badanych przez siebie kotów sformułował on prawo efektu (*law of effect*), zgodnie z którym każde zachowanie przynoszące pożądane efekty (na przykład łączy się z nagrodą w postaci pożywienia) ma większą szansę na powtórzenie w przyszłości i odwrotnie – zachowanie, które skutkuje niechcianą konsekwencją (brakiem nagrody lub karą),

⁶ P. Gloor, *Hans Berger and the Discovery of the Electroencephalogram*, [w:] *Hans Berger on the Electroencephalogram of Man. The Fourteen Original Reports on the Human Encephalogram*, ed. P. Gloor, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Amsterdam 1969, s. 1–36.

⁷ Zakresy fal: delta 0,5–4 Hz; theta 4–8 Hz; alfa 8–12 Hz; beta 12–35 Hz.

⁸ Zob. J. C. Malone, *Theories of Learning: A Historical Approach*, Belmont, California 1990, s. 55–91.

powinno pojawiać się z coraz mniejszą częstotliwością⁹. Obydwa odkrycia zrewolucjonizowały ówczesny świat fizjologii¹⁰, a podobny przewrót miały przynieść przeprowadzone w latach sześćdziesiątych oraz siedemdziesiątych badania amerykańskie, dotyczące bioelektrycznej aktywności mózgu zwierzęcia oraz możliwości jej modyfikacji.

NAGRADZANIE MÓZGU

Jeśli spojrzeć na aktywność bioelektryczną mózgu w perspektywie behawioralnej, to pojawia się pytanie o możliwość zmiany jego aktywności poprzez odpowiednie nagradzanie (analogicznie do działań podejmowanych przez Pawłowa i Thorndike'a). Takie założenie przyjął w 1958 roku amerykański psycholog – Joe Kamiya z Uniwersytetu w Chicago. Pracując nad procesami świadomości podjął on próbę wzmacniania rytmu alfa u ludzi¹¹. Kamiya nagradzał każdorazowo jego pojawienie się u osób badanych za pomocą dźwięku o różnej tonacji i po serii prób okazało się, że mózgi osób trenujących zaczęły produkować większą ilość tego rytmu. W ten sposób doktor Kamiya jako pierwszy naukowo udowodnił fakt, że procesy zachodzące w mózgu można świadomie modyfikować. Co więcej, dysponując elektroencefalografem (który pozwala na ich monitorowanie oraz dostarczanie na bieżąco informacji zwrotnej – nagrody – w sytuacji, gdy aktualny obraz aktywności mózgu jest prawidłowy), realne staje się jeszcze precyzyjniejsze wprowadzanie oraz utrwalanie pożądanych zmian¹². Odkrycie naukowca nie doczekało się jednak bezpośredniej kontynuacji na gruncie terapeutycznym, znalazło za to zastosowanie w treningach adresowanych do osób chcących podnieść swój poziom wydajności psychicznej oraz poszerzyć świadomość wewnętrznych procesów mentalnych (tak zwany trening alfa).

Kolejną – kluczową z punktu widzenia tematyki artykułu – próbę zmiany aktywności bioelektrycznej mózgu podjęli w końcówce lat sześćdziesiątych polska profesor biologii Wanda Wyrwicka oraz amerykański neurobiolog, profesor Barry Serman z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Los Angeles.

⁹ Zob. E. L. Thorndike, *Edward Lee Thorndike*, [w:] *A History of Psychology in Autobiography*, ed. C. Murchison, Vol. 3, Worcester, MA 1936, s. 263–270.

¹⁰ Czego dowodem jest Nagroda Nobla przyznana Iwanowi Pawłowowi w 1904 roku.

¹¹ Rytm ten pojawia się w mózgu w stanach głębokiej relaksacji, związany jest także z twórczością, wizualizacją, szybkim przetwarzaniem informacji oraz wzrostem wydolności psychicznej.

¹² J. Kamiya, *Operant Control of the EEG Alpha Rhythm and Some of Its Reported Effects on Consciousness*, [w:] *Altered States of Consciousness*, ed. C. Tart, New York 1969.

Dzięki podłączeniu elektrod do mózgów wyselekcjonowanej grupy kotów dokonana została rejestracja ich zapisu EEG. Zaobserwowano wówczas, że w sytuacji oczekiwania na podanie pokarmu (mleka lub rosółu) okresowo i spontanicznie pojawiał się u nich rytm sensomotoryczny (*sensorimotor rhythm*, SMR o częstotliwości 12–15 Hz)¹³. Zgodnie z modelem warunkowania instrumentalnego, w każdym kolejnym pomiarze EEG koty były nagradzane prezentacją pokarmu w chwili, gdy ich mózgi zaczynały produkować ów rytm. Na pojedynczą sesję składało się pięćdziesiąt automatycznych prezentacji mleka w odpowiedzi na pojawiający się rytm sensomotoryczny. Po dwudziestu sesjach zaobserwowano znaczący wzrost ilości/amplitudy SMR w kocich mózgach. Rytm ten utrzymywał się nawet po zakończeniu całościowej procedury warunkowania i – mimo przejścia do etapu wygaszania (koty przestały być nagradzane za pojawienie się SMR) – był on rejestrowany również w sytuacjach nie związanych z podawaniem pokarmu. Badacze dowiedli w ten sposób, iż aktywność mózgu może być postrzegana w kategoriach behawioralnych, a tym samym możliwa jest jego zmiana za pomocą warunkowania instrumentalnego. Co najważniejsze, wysunięto wówczas wniosek, że trwała zmiana wzorca pracy mózgu ulega generalizacji i występuje również w sytuacjach odmiennych od tej, w której dany wzorzec został uwarunkowany. Zaobserwowano ponadto, iż tuż przed pojawieniem się rytmu sensomotorycznego w zapisie EEG koty przybierały pewne charakterystyczne postury – pozostawały nieruchome, przy jednoczesnym obniżeniu napięcia mięśniowego i ciągłym wpatrywaniu się w miejsce, gdzie powinien ukazać się podajnik z pokarmem. Równocześnie następował spadek aktywności oddechowej; koty zachowywały czujność i oczekiwały na mający się pojawić znajomy bodziec zewnętrzny. Odzwierciedlały w tym polującego na wolności kota, który redukuje aktywność behawioralną, pozostając jednocześnie w pełnym skupieniu i gotowości do podjęcia działania w chwili, w której dostrzeże swoją zdobycz¹⁴. Niedługo po tych odkryciach okazało się, że występowanie w mózgu rytmu sensomotorycznego – oprócz stanu skupienia wraz z obniżeniem napięcia mięśniowego – niesie ze sobą jeszcze inne, nieznane dotąd implikacje.

¹³ Zob. W. Wyrwicka, B. M. Serman, *Instrumental Conditioning of Sensorimotor Cortex EEG Spindles in the Waking Cat*, „Physiology and Behavior” 1968, Vol. 3, s. 703–707. Nazwa SMR koreluje z obszarem mózgu, w którym odnotowano największy jej wzrost, to znaczy w korze czuciowo-ruchowej.

¹⁴ „Fakt, że kot reaguje w podobny sposób wobec każdej myszy, wykazuje, że tworzy on pojęcia i teorie, służące mu za drogowskazy w jego świecie wrażeń zmysłowych”, za: A. Einstein, L. Infeld, *Ewolucja fizyki. Rozwój poglądów od najdawniejszych pojęć do teorii względności i kwantów*, Warszawa 1998, s. 249.

RYTM SENSOMOTORYCZNY – FUNKCJA OCHRONNA

Zaskakujące właściwości rytmu sensomotorycznego zostały opisane dzięki przypadkowemu odkryciu profesora Stermana, który w 1969 roku został poproszony przez amerykańską agencję NASA o zbadanie niepokojących reakcji pilotów i astronautów na opary paliwa raketowego – hydrazyny. Na reakcje te składały się między innymi wzory zapisu EEG o charakterze napadowym¹⁵. W eksperymencie naukowiec po raz kolejny wykorzystał koty i obserwował ich reakcję na podaną dawkę hydrazyny. Spośród pięćdziesięciu zaangażowanych zwierząt u siedmiu aktywność napadowa wystąpiła z opóźnieniem oraz była słabsza w stosunku do reszty badanych, a u trzech napady nie wystąpiły w ogóle¹⁶. Naukowiec zwrócił uwagę, że zaobserwowana odporność na toksyczne efekty iniekcji paliwa raketowego wystąpiła u tych dziesięciu kotów, które brały udział we wcześniejszym badaniu dotyczącym warunkowania SMR. Potwierdziło to wcześniejsze odkrycie, że zmiany we wzorcu pracy mózgu utrzymują się w czasie i ich występowanie może zostać uogólnione na sytuacje odmienne od tej, w jakiej zostały wypracowane. Co jednak ważniejsze, Sterman na podstawie zaskakujących wyników badań dla NASA postawił hipotezę, że rytm sensomotoryczny podwyższa próg pobudliwości neuronów w mózgu, wpływając na regulację wzgórzowo-korową pobudzenia, i obniża tym samym prawdopodobieństwo wystąpienia aktywności o charakterze napadowej. Hipoteza ta została potwierdzona w dalszych badaniach – doprowadzono do podjęcia prób wzmacniania rytmu sensomotorycznego u ludzi z rozpoznaniem padaczki i otrzymano pożądane zmiany. Profesor udowodnił tym samym, że sukcesywne wzmacnianie rytmu sensomotorycznego prowadzi do podwyższenia progu drgawkowego i wyraźnej redukcji ilości napadów padaczkowych, uzyskując potwierdzenie zarówno w trwałej modyfikacji zapisu EEG, jak i w relacjach osób badanych, dotyczących zmian w częstotliwości występowania napadów¹⁷. Od tego czasu promocja SMR u chorych na padaczkę stanowi nieinwazyjną formę terapii, komplementarnej wobec leczenia farmakologicznego¹⁸, a przegląd wielu lat badań nad efektami warunkowania instrumentalnego aktywności

¹⁵ M. B. Sterman, R. W. LoPresti, M. D. Fairchild, *Electroencephalographic and Behavioral Studies of Monomethylhydrazine Toxicity in the Cat*, AMRLTR-69-3, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base, June 1969, Ohio.

¹⁶ www.skiltopo.com/skil3/barrys_story.ppt [dostęp: 04. 08. 2015].

¹⁷ M. B. Sterman, L. Friar, *Suppression of Seizures in an Epileptic Following Sensorimotor EEG Feedback Training*, „*Electroencephalography Clinical Neurophysiology*” 1972, Vol. 33 (1), s. 89–95.

¹⁸ R. S. Monderer, D. M. Harrison, S. R. Haut, *Neurofeedback and Epilepsy*, „*Epilepsy & Behavior*” 2002, Vol. 3, s. 214–218. Również w przypadku padaczki lekoopornej metoda neurofeedbacku cechuje się bardzo wysoką skutecznością.

bioelektrycznej mózgu celem leczenia napadów padaczkowych pozwala mieć pewność, że metoda ta nie jest w fazie „eksperymentalnej”, ale stanowi szeroko udokumentowaną, skuteczną procedurę wspomagającą leczenie i niosącą trwałe zmiany na poziomie neurofizjologii mózgu¹⁹. Sumując, odkrycie to okazało się być krokiem milowym w badaniu oddziaływań behawioralnych i prowadziło do nauki obserwacji pracy mózgu oraz uzyskiwania nad nią świadomej kontroli, a także zapoczątkowało serię badań nad zastosowaniem wolicjonalnej modulacji fal mózgowych w rozmaitych schorzeniach. Metodę nauki regulacji czynności bioelektrycznej mózgu nazwano EEG biofeedback, inaczej neurofeedback²⁰ (*feedback* – informacja zwrotna), a wyniki uzyskane przez Stermana i Wyrwicką przyczyniły się do utworzenia licznych protokołów terapeutycznych wykorzystywanych w leczeniu nie tylko padaczki, ale także: ADHD i ADD, chronicznego bólu, depresji, PTSD, zaburzeń lękowych i innych²¹. Udokumentowano również szerokie zastosowanie metody EEG biofeedback u osób zdrowych, w treningach typu *mind fitness*, gdzie wykorzystując swoje zasoby, trenujący dąży do utrwalenia optymalnego modelu własnej codziennej aktywności psychofizycznej oraz uczy się rozpoznawać dwukierunkowe powiązania, jakie istnieją pomiędzy jego stanem umysłu i emocji a samopoczuciem fizycznym²². Osoby biorące udział w treningach neurofeedback otrzymują informację zwrotną dotyczącą własnych procesów fizjologicznych oraz psychicznych, skorelowanych z określoną dynamiką aktywności bioelektrycznej mózgu, która prezentowana jest im w formie graficznej (w przypadku badań Stermana nad kotami informacja zwrotna była jednocześnie nagrodą w postaci pokarmu). Obecnie najczęściej przybiera ona postać gry video, której poszczególne elementy, zarówno wizualne jak i dźwiękowe, reprezentują różne fale mózgowie. Nagrodą dla trenującego jest uzyskanie pożądanego przebiegu gry, co wiąże się również

¹⁹ M. B. Sterman, *Basic Concepts and Clinical Findings in the Treatment of Seizure Disorders with EEG Operant Conditioning*, „Clinical Electroencephalography” 2000, Vol. 31, 1, s. 45–55.

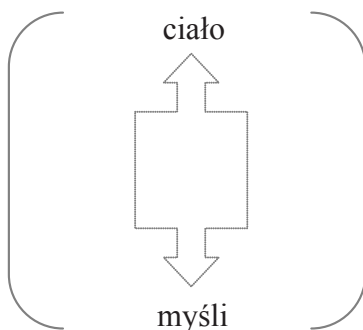
²⁰ Zob. więcej w: *Handbook of Neurofeedback. Dynamics and Clinical Applications*, ed. J. R. Evans, New York 2007, s. 18.

²¹ C. Yucha, D. Montgomery, *Evidence-Based Practice in Biofeedback And Neurofeedback*, Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2008, s. 6. Należy przy okazji dodać, że podstawę indywidualnie dobranego protokołu terapeutycznego każdorazowo stanowi badanie EEG lub QEEG, dające wgląd w całościową aktywność bioelektryczną mózgu, a tym samym pozwalające uniknąć potencjalnych „skutków ubocznych”, będących wynikiem nieprawidłowo dobranych parametrów treningowych. Por. http://www.victorzelek.com/What_is_NFB.pdf

²² Więcej na temat psychoneuroimmunologii w: P. Martin, *Umysł, który szkodzi. Mózg, zachowanie, odporność i choroba*, tłum. P. Turski, Warszawa 2011 (rozdział 4: *Umysł a odporność*).

ze zdobyciem większej ilości punktów. W ten sposób możliwe jest promowanie tych pasm częstotliwości, których mózg produkuje zbyt mało, oraz hamowanie fal o zbyt wysokiej amplitudzie²³. Proces ten przyjmuje postać integracji różnych oddziaływań oraz aktywnego uczestnictwa pacjenta w procesie dążenia do poprawy swojej kondycji.

Ryc. Integrująca funkcja rytmu sensomotorycznego



Źródło: opracowanie własne.

SMR to częstotliwość, która łączy się z harmonijną percepcją informacji odbieranych z otoczenia przez zmysły: wzrok, słuch, dotyk, węch, smak, równowagę przy równoczesnej gotowości psychofizycznej na reakcję adekwatną względem bodźca.

Nie zawsze jednak neurofeedback stanowi właściwą terapeutyczną drogę. Potencjalne ograniczenia mogą leżeć zarówno po stronie terapeuty EEG biofeedback, jak i samego pacjenta (dokładniej – po stronie specyfiki jego zaburzeń). Terapeuta powinien w szczególności zwrócić uwagę na prawidłowe przypięcie elektrod, właściwe ustawienie programu treningowego i aktywne kontrolowanie poziomu trudności podczas przebiegu video gry. Może zdarzyć się tak, iż nie dostosuje on optymalnego, indywidualnego protokołu i będzie

²³ Więcej w: J. D. Gunkelman, J. Johnstone, *Neurofeedback and the Brain*, „Journal of Adult Development” 2005, Vol. 12, Nos. 2/3, s. 93–98.

trenować niewłaściwe obszary mózgu. Zaś specyfika niektórych problemów pacjenta może wpłynąć na ograniczenie zastosowania neurofeedbacku lub wręcz stanowić przeciwwskazanie do jego użycia. Na przykład u osób cierpiących na schizofrenię obserwuje się wyraźne osłabienie funkcji poznawczych, szczególnie w zakresie uwagi oraz pamięci krótkoterminowej²⁴. Deficyty te zachęcają do zlecenia neurofeedbacku, ponieważ faktycznie wykazuje on wysoką skuteczność w procesie neurorehabilitacji funkcji poznawczych²⁵. Pacjenci cierpiący na schizofrenię, przyjmujący leki przeciwpsychotyczne, odczuwają najczęściej poprawę koncentracji już po stosunkowo niewielkiej ilości treningów neurofeedback, gdy choroba jest w remisji. W trakcie treningów może się jednak okazać, iż pacjent wkomponuje moduł video gry w swoje urojenia. Trening funkcji poznawczych utraci wtedy na znaczeniu, gdyż pojawi się problem nadbudowania struktury urojeniowej. Dlatego też niezmiernie ważne jest, aby metoda neurofeedback była stosowana przez kompetentnych profesjonalistów, najlepiej dobrych diagnostów, obserwujących na bieżąco zachowanie pacjentów podczas treningów, którzy w razie wątpliwości zasięgną konsultacji innego specjalisty.

NEUROFEEDBACK NA ŚWIECIE

Interesujące jest spojrzenie na zjawisko dynamicznego rozwoju neurofeedbacku w świecie w perspektywie kulturowej – to jest na te cechy charakteryzujące mentalność amerykańską, które mogły przyczynić się do tak szerokiej i zróżnicowanej dystrybucji omawianej metody. Dlaczego akurat Stany Zjednoczone stały się centrum jej rozwoju oraz celowej popularyzacji na innych kontynentach, skoro w okresie zimnej wojny badania nad warunkowaniem fal mózgowych podejmowano równoległe w laboratoriach dawnego Związku Radzieckiego w stopniu tak zaawansowanym, że można mówić o odrębnej szkole, czego współczesnym potwierdzeniem są liczne placówki badawczo-naukowe koncentrujące swoje zainteresowania wokół mechanizmu

²⁴ Więcej w: T. Scrimali, *Entropia della mente ed entropia negativa. Nuove prospettive, cognitiviste e complesse per la schizofrenia e la sua terapia*, Milano 2006, s. 184–189. Autor przedstawia kompleksowe ujęcie schizofrenii oraz jej terapii. W dalszych rozdziałach książki opisuje także psychoterapię schizofrenii opartą na bezpiecznej relacji terapeutycznej, integrującą początkowe leczenie lekami przeciwpsychotycznymi z metodą biofeedbacku aktywności elektrodermalnej (EDA/ GSR biofeedback)

²⁵ Zob. więcej w: *Handbook of Neurofeedback...*, op. cit., s. 137–153. O znaczeniu rehabilitacji funkcji poznawczych w zaburzeniach psychicznych pisze szerzej w swoich pracach także T. Scrimali.

biologicznego sprzężenia zwrotnego²⁶? Ów szlak dystrybucji wygląda następująco: Stany Zjednoczone²⁷, Kanada²⁸, Australia²⁹, Europa³⁰, Azja³¹. Bynajmniej nie przebiegał on liniowo, lecz zgodnie z dynamiką procesów o charakterze dyfuzyjnym, to znaczy dokonujących się z różnym nasileniem w różnych kontekstach geograficznych³². Symptomatyczny w tym świetle jest też fakt, że prezydentem Europejskiej Federacji Biofeedbacku jest doktor Erik Peper, profesor Uniwersytetu Stanowego San Francisco³³.

CAN DO ATTITUDE

Przyjawszy, że kulturę tworzą „wzory sposobów odczuwania, reagowania i myślenia, wartości i wyrastające z tych wartości normy, a także sankcje skłaniające do ich przestrzegania”³⁴ trzeba podkreślić, że proces konsolidowania się społeczeństwa amerykańskiego (określanego poręcznym mianem „tygła narodów”³⁵), dokonywał się w duchu utylitarystycznej myśli Johna Stuarta Milla oraz pragmatyzmu, którego wyrazicielami byli John Dewey

²⁶ Jedną z wiodących jednostek jest Institut of the Human Brain of the Russian Academy of Science w Sankt Petersburgu, gdzie pracuje między innymi profesor Jurij Kropotow – ważny przedstawiciel rosyjskiej szkoły neurofizjologii. Odrębnym zagadnieniem jest coraz wyrazistsza od czasu upadku sowieckiego imperium dominacja amerykańskiej nauki w świecie, czego niewątpliwym sygnałem było przyjęcie przez George’a Busha w 1989 roku rezolucji numer 174, na mocy której lata dziewięćdziesiąte XX wieku ustanowiono Dekadą Mózgu. Zob. oficjalne oświadczenie: <http://www.loc.gov/loc/brain/proclaim.html> [dostęp: 02.08.2015].

²⁷ <http://www.sfsu.edu/~ihhs/resources.html> [dostęp: 02.08.2015]; <https://bfe.org> [dostęp: 02.08.2015].

²⁸ <http://www.addcentre.com> [dostęp: 02.08.2015].

²⁹ <http://www.neurotherapy.com.au> [dostęp: 02.08.2015].

³⁰ Rosja – http://smetank.in/Htm_En/012E.htm [dostęp: 02.08.2015]; Czechy – <http://www.eegbiofeedback.cz> [dostęp:02.08.2015]; Polska – <http://ptnk.pl/sekcje-i-komisje,112.html> [dostęp: 02.08.2015].

³¹ Zob. <http://www.spectrumlearning.com.sg/nfbconference2015/> [dostęp: 02.08.2015]; <http://www.cns.org.sg/CNS.sg/Welcome.html> [dostęp:02.08.2015].

³² Por. R. Linton, *Dyfuzja*, [w:] *Świat człowieka, świat kultury. Antologia tekstów klasycznej antropologii*, red. E. Nowicka, M. Głowacka-Grajper, Warszawa 2009, s. 345.

³³ <http://www.sfsu.edu/~ihhs/resources.html> [dostęp: 02.08.2015]; <https://bfe.org> [dostęp: 02.08.2015].

³⁴ B. Szacka, *Wprowadzenie do socjologii*, Warszawa 2003, s. 78.

³⁵ Ang. *melting pot*, z którym to określeniem polemizuje G. R. Weaver, proponując „*cookie-cutter*” *shape*. Zob. G. R. Weaver, *American Cultural Values*, Kokusai Bunka Kenshu (Intercultural Training) 1997, Vol. 14, s. 3.

oraz Wiliam James³⁶. Stąd też czynnikami, które mogły mieć wpływ na tak żywy rozwój metody oraz jej popularyzację poza granicami USA są: ethos pracy (*work culture*), mający mocne historyczne zakorzenienie w kalwinizmie i zorientowany na wydajność³⁷. Następnie otwartość, idea wzajemności i współpracy³⁸, postawa „dasz radę” (*can do attitude*)³⁹, poczucie prestiżu oraz dumy (*be proud of*)⁴⁰, zarówno z dążenia do wyznaczonego celu, jak i z osiągnięcia go – sukces bowiem, będący wynikiem podjętych przez Amerykanina twórczych, innowacyjnych działań, określa jego jednostkową wartość, a tym samym współtworzy jego tożsamość⁴¹. Kwestia prestiżu odgrywa niebagatelną rolę również z perspektywy grupy przyjmującej – postrzeganie przedstawicieli społeczności przekazującej jako prestiżowej jest (prócz kategorii użyteczności i zgodności)⁴² gwarancją skutecznej adaptacji oferowanych dóbr w nowym kręgu kulturowym.

Na koniec warto zapytać o to, czy i w jakim stopniu wspomniane odkrycia zespołu Serman/Wyrwicka mogą stanowić empirycznie weryfikowalne odzwierciedlenie intuicji wynikających z obserwacji natury, z jakimi spotykamy się na gruncie różnych tradycji? Wszak kocie cechy opisane przez naukowców: wyciszenie, czujność, spostrzegawczość, odporność odnajdujemy w wielu kulturach, które w różnym stopniu nawiązywały do nich, nierzadko doprowadzając do perfekcji w ramach określonych szkół bądź systemów. Wymieńmy tu pokrótce: nauczycieli tajji („Poruszaj się jak kot, jakbyś odwijał jedwabną nić z kokonu”⁴³), adeptów qigong (gdzie stare powiedzenie związane z tą praktyką mówi: „Kiedy ćwiczysz Wu Qin Xi, nie imituj zwierząt, a stań się nimi”)⁴⁴, mistyków sufickich (praktykujących medytację, *muraqaba*, tak zwaną „czujność, która oznacza uważność”)⁴⁵, adeptów jogi (bogaty system hatha jogi zna między innymi „pozycję kot”, *marjaryasana*) i z kręgu chrześcijaństwa

³⁶ Zob. C. Hancock, *Amerykańskie społeczeństwo demokratyczne w oczach Amerykanki*, [w:] *Wyzwania współczesnej demokracji*, „Człowiek w Kulturze” 2008, nr 20, s. 124.

³⁷ Zob. H. G. Gutman, *Work, Culture, and Society in Industrializing America, 1815–1919*, „The American Historical Review” 1973, Vol. 78, No. 3, s. 531–588.

³⁸ D. Mauk, J. Oakland, *American Civilization. An Introduction*, Roudledge 1995, s. 12.

³⁹ Zob. C. Hancock, op. cit., s. 125.

⁴⁰ Na tę cechę zwrócił uwagę Vance Packard, który określił Stany Zjednoczone jako kraj ludzi konkurujących w dążeniu do pozycji, żeby zaimponować innym.

⁴¹ Por. G. R. Weaver, op. cit., s. 17.

⁴² R. Linton, *Dyfuzja*, op. cit., s. 350–352.

⁴³ Słowa mistrza Wu Yuxiang za: <http://www.wudang.cis.com.pl> [dostęp: 22.04.2015].

⁴⁴ *Ćwiczenia Pięciu Zwierząt* za: www.oldyangstyle.wordpress.com [dostęp: 22.04.2015].

⁴⁵ Szajch Hazrat Azad Rasool, *W stronę serca. Przebudzenie na ścieżce sufich*, tłum. A. Saramowicz, Jaworze 2011, s. 117 (znajduje się tam świadectwo Szajcha Dżunaida z Bagdadu, który – jak twierdził – medytacji nauczył się od polującego kota).

hezychastów, dla których czujność (*nepsis*) stanowiła warunek sine qua non w drodze do zjednoczenia z Absolutem⁴⁶. Oczywiście zasygnalizowane tu wątki wymagają znacznie głębszej analizy. Można jednak wyrazić przypuszczenie, że opisane wyżej badania nieoczekiwanie nawiązały w twórczy sposób do wielowiekowej spuścizny mistrzów, umożliwiając równocześnie współczesnemu mieszkańcowi Zachodu lepsze poznanie oraz pełniejsze wykorzystanie własnego potencjału, kształtowanego wpływami coraz bardziej charakterystycznymi dla rzeczywistości matriksa. Ponadto, zjawisko felinoterapii⁴⁷ czy gadżet o nazwie *nekomimi* (będący popkulturowym echem odsyłającym do osiągnięć z dziedziny elektroencefalografii oraz samoregulacji⁴⁸) zdają się potwierdzać, jak płodny i niezmiennie zaskakujący jest to obszar.

NEUROFEEDBACK – PERSPEKTYWY

Obecnie metoda neurofeedback stosowana jest przede wszystkim komplementarnie w leczeniu wspomnianych wcześniej schorzeń, głównie psychiatrycznych, ale także u osób po wypadkach, urazach czaszkowo-mózgowych⁴⁹, w chorobach neurodegeneracyjnych⁵⁰ oraz – niezmiennie od czasu odkryć Stermana i Wyrwickiej – jako technika wspomagająca redukcję napadów padaczkowych. W Polsce stosują ją przeważnie psycholodzy i pedagodzy, ale także lekarze różnych specjalności. Coraz częściej, zgodnie z biopsychospołecznym modelem zdrowia, neurofeedback wkomponowany jest w całościowy program terapeutyczny, obok psychoterapii, farmakoterapii oraz rehabilitacji ruchowej⁵¹. Systematycznej analizie poddawana jest także ocena efektów uzyskiwanych za pomocą różnych

⁴⁶ Greckie pojęcie νῆψις odnosi się w literaturze hezychastycznej do „duchowej trzeźwości”, zaś termin oznaczający czujność sensu stricto (γρηγορήσις) występuje w tekstach oryginalnych znacznie rzadziej. Warto przy okazji nadmienić, że ojcowie neptyczni również posługiwali się obrazem „łowcy i ofiary” w procesie wykrywania pokus oraz natychmiastowej reakcji na nie w postaci wzmożonej modlitwy (zob. *Filokalia. Teksty o modlitwie serca*, tłum. i oprac. J. Naumowicz, Kraków 1998, s. 179).

⁴⁷ „Leczenie kotem” (łac. *felis* – kot). Zob. <http://www.kociezycie.pl/?action=strona-&site=134> [dostęp: 22.04.2015].

⁴⁸ Chodzi tu o tak zwane kocie uszy, czyli aparaturę wizualne odzwierciedlającą stan umysłu ich właściciela <http://store.necomimi.com/products/necomimi> [dostęp: 22.04.2015]. W Japonii zaś w 1905 roku powstała oryginalna powieść autorstwa Natsume Sōseki pt. *Jestem kotem*, opisująca świat postrzegany z perspektywy kota.

⁴⁹ Zob. *Handbook of Neurofeedback...*, op. cit., s. 353–356.

⁵⁰ Zob. *ibidem*, s. 231–258.

⁵¹ Więcej w: O. M. Giggins, U. M. Persson, B. Caulfield, *Biofeedback in Rehabilitation*, “*Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*” 2013, Vol. 10, Article 60, s. 1–11.

modułów biofeedbacku: biofeedback aktywności elektrodermalnej (EDA/GSR biofeedback), biofeedback wolnych potencjałów korowych (SCP), biofeedback EMG (trening mięśniowy), biofeedback RSA (trening oddechu) czy też biofeedback oparty na rytmie pracy serca (HRV)⁵².

Wzrost świadomości społecznej dotyczącej zdrowia psychicznego prowadzi również do częstszego sięgania po techniki wspomagające pracę mózgu (takie jak neurofeedback) wśród osób zdrowych, chcących poprawić wydolność mózgu, ale także nabyć umiejętności samoregulacji oraz samokontroli własnych procesów fizjologicznych i psychicznych. Trend ten szczególnie wyraźnie widać w psychologii sportu, gdzie praca w obszarze motywacji klienta często obejmuje także neuroterapię. Coraz bardziej powszechne staje się także stosowanie jednocześnie kilku różnych modułów biofeedbacku, na przykład neurofeedback razem z EDA biofeedback⁵³.

AMERICAN CAT, OR CATS AND HUMANS IN NEUROSCIENCE

The article presents a brief description of American studies from the '60s and the '70s in the field of neuroscience which led towards substantial changes in behavioral methods which enabled to modify permanently patterns of brain activity. Furthermore, cultural and historical background of these findings is discussed.

First recordings of the brain's spontaneous electrical activity in humans in the 1920's made it possible to observe changes in brain's activity, especially those that occur during learning processes.

Based on learning theories that underlie changes in behavioral patterns: Pavlovian conditioning, and Thorndike's operant conditioning, American researchers have shown that brain's electrical activity may be considered as behavior and according to the principles of conditioning, it may be modified.

Sterman's further research on rocket fuel and sensorimotor rhythm in cats led to a spectacular achievement which was soon transformed into a complementary technique of reducing the number of epileptic seizures in humans. The new therapeutic method was named neurofeedback (or EEG biofeedback) and nowadays it can be applied in treating ADHD, ADD, mood disorders, anxiety disorders, chronic pain but also in mind fitness trainings.

⁵² Por. P. L. A. Schoenberg, A. S. David, *Biofeedback for Psychiatric Disorders: A Systematic Review*, "Applied Psychophysiology and Biofeedback" 2014, Vol. 39, s. 109–135

⁵³ Zob. B. Blumentstein, *Biofeedback Applications in Sport and Exercise: Research Findings*, [w:] *Brain and Body in Sports and Exercise. Biofeedback Applications in Performance Enhancement*, eds B. Blumentstein, M. Bar-Eli, G. Tenenbaum, West Sussex 2002, s. 37–43

There are some characteristics of the American mentality which could have contributed to the global distribution of neurofeedback. However, traditional origins of learning how to modify brain and body functions can be found in taoism, hinduism, sufism and christianity.

KEYWORDS

United States of America, electroencephalography, sensorimotor rhythm, EEG biofeedback, neurofeedback, cultural mentality, diffusion

BIBLIOGRAFIA

1. Berger H., *Über das Elektrenkephalogramm des Menschen* [On the electroencephalogram of humans], „Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten” 1929, Vol. 87, s. 527–570.
2. Blumentstein B., *Biofeedback Applications in Sport and Exercise: Research Findings*, [w:] *Brain and Body in Sports and Exercise. Biofeedback Applications in Performance Enhancement*, eds B. Blumentstein, M. Bar-Eli, G. Tenenbaum, West Sussex 2002, s. 37–43
3. Coenen A., Zayachkivska O., *A Adolf Beck: A Pioneer in Electroencephalography in between Richard Caton and Hans Berger*, „Advances in Cognitive Psychology” 2013, Vol. 9 (4), s. 216–221.
4. Einstein A., Infeld L., *Ewolucja fizyki. Rozwój poglądów od najdawniejszych pojęć do teorii względności i kwantów*, Warszawa 1998.
5. *Filokalia. Teksty o modlitwie serca*, tłum. i oprac. J. Naumowicz, Kraków 1998, s. 179.
6. Giggins O. M., Persson U. M., Caulfield U., *Biofeedback in Rehabilitation*, “Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation” 2013, Vol. 10, Article 60, s. 1–11.
7. Gloor P., *Hans Berger and the Discovery of the Eelectroencephalogram*, [w:] *Hans Berger on the Electroencephalogram of Man. The Fourteen Original Reports on the Human Encephalogram*, ed. P. Gloor, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Amsterdam 1969, s. 1–36.
8. Gunkelman J. D., Johnstone J., *Neurofeedback and the Brain*, „Journal of Adult Development” 2005, Vol. 12, Nos. 2/3, s. 93–98.
9. Gutman H. G., *Work, Culture, and Society in Industrializing America, 1815–1919*, „The American Historical Review” 1973, Vol. 78, No. 3.
10. Hancock C., *Amerykańskie społeczeństwo demokratyczne w oczach Amerykanina*, [w:] *Wyzwania współczesnej demokracji*, „Człowiek w Kulturze” 2008, nr 20.
11. *Handbook of Neurofeedback. Dynamics and Clinical Applications*, ed. J. R. Evans, New York 2007.
12. *Hans Berger on the Electroencephalogram of Man. The Fourteen Original Reports on the Human Encephalogram*, ed. P. Gloor, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Amsterdam 1969.
13. Kamiya J., *Operant Control of the EEG Alpha Rhythm and Some of Its Reported Effects on Consciousness*, [w:] *Altered States of Consciousness*, ed. C. Tart, New York 1969.

14. *Legends indyjskie*, tłum. M. Skibniewska, wybór i oprac. E. Kmiecik, Wrocław 2006.
15. Martin P., *Umysł, który szkodzi. Mózg, zachowanie, odporność i choroba*, tłum. P. Turski, Warszawa 2011.
16. Mauk D., Oakland J., *American Civilization. An Introduction*, Roudledge 1995.
17. Monderer R. S., Harrison D. M., Haut S. R., *Neurofeedback and Epilepsy*, „Epilepsy & Behavior” 2002, Vol. 3, s. 214–218.
18. Schoenberg P. L. A., David A. S., *Biofeedback for Psychiatric Disorders: A Systematic Review*, „Applied Psychophysiology and Biofeedback” 2014, Vol. 39, s. 109–135.
19. Scrimali T., *Entropia della mente ed entropia negativa. Nuove prospettive, cognitive e complesse per la schizofrenia e la sua terapia*, Milano 2006
20. Scrimali T., *Neuroscienze e psicologia clinica*, Milano 2010.
21. Sterman M. B., *Basic Concepts and Clinical Findings in the Treatment of Seizure Disorders with EEG Operant Conditioning*, „Clinical Electroencephalography” 2000, Vol. 31, s. 45–55.
22. Sterman M. B., Friar, L., *Suppression of Seizures in an Epileptic Following Sensorimotor EEG Feedback Training*, „Electroencephalography Clinical Neurophysiology” 1972, Vol. 33, s. 89–95.
23. Sterman M. B., LoPresti R. W., Fairchild M. D., *Electroencephalographic and Behavioral Studies of Monomethylhydrazine Toxicity in the Cat*, AMRLTR-69-3, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base, June 1969, Ohio.
24. Szacka B., *Wprowadzenie do socjologii*, Warszawa 2003.
25. Szajch Hazrat Azad Rasool, *W stronę serca. Przebudzenie na ścieżce sufich*, tłum. A. Saramowicz, Jaworze 2011.
26. *Świat człowieka, świat kultury. Antologia tekstów klasycznej antropologii*, red. E. Nowicka, M. Głowacka-Grajper, Warszawa 2009.
27. Wadhawan V. K., *Nauka złożoności. Trudne pytania, które zadajemy o sobie i o naszym Wszechświecie*, tłum. M. Koraszewska, Wrocław 2010.
28. Weaver G. R., *American Cultural Values*, Kokusai Bunka Kenshu (Intercultural Training) 1997, Vol. 14.
29. Wyrwicka W., Sterman B. M., *Instrumental Conditioning of Sensorimotor Cortex EEG Spindles in the Waking Cat*, „Physiology and Behavior” 1968, Vol. 3, s. 703–707.
30. Yucha C., Montgomery D., *Evidence-Based Practice in Biofeedback And Neurofeedback*, Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2008.