

Obraz rzeczywistości tworzony w mózgu

ALINA STANKIEWICZ*, MAGDALENA ZAMOJSKA

Uniwersytet w Białymstoku

Świat człowieka jest światem spostrzeżeń i wrażeń. Obiektywną rzeczywistość poznajemy za pomocą narządów zmysłów. Podczas gromadzenia wiedzy na temat budowy i funkcjonowania mózgu naukowcy zaczęli się zastanawiać nad tym, w jaki sposób widzimy i jak mózg przetwarza informacje dostarczane przez zmysły. Obraz rzeczywistości w mózgu jest jedyny w swoim rodzaju. Otaczający świat odbieramy w każdej chwili inaczej. W artykule przedstawiono sposób przetwarzania w mózgu informacji, dostarczanych przez narząd wzroku, oraz obraz rzeczywistości powstający w uszkodzonym mózgu.

SŁOWA KLUCZOWE: komórka nerwowa, mózg, obraz rzeczywistości, przetwarzanie informacji w mózgu, synestezja, wzrok.

Wstęp

Starożytni Grecy 2,5 tys. lat temu nie byli zgodni co do tego, jaką funkcję pełni mózg w organizmie. Według Arystotelesa jego funkcją było wydzielanie śluzu i chłodzenie krwi, a więc równoważenie ciepła wytwarzanego w sercu, co wpływało na ogólny stan organizmu. Do IV w. p.n.e. uznawano pogląd Homera mówiący o tym, że nadrzędnymi i decydującymi narządami w organizmie człowieka są serce oraz przepona. Punktem zwrotnym okazało się twierdzenie Hipokratesa, że to jednak mózg jest najważniejszym narządem. Zrewolucjonizowało to pogląd na ludzkie ciało i zaowocowało wieloma badaniami nad strukturą i funkcją mózgu. Hipokrates udowodnił, że mózg zbudowany jest z dwóch półkul, a uszkodzenie jednej powoduje zaburzenia pracy przeciwnej strony ciała. Odkrył też, że mózg jest narządem gęsto unaczynionym, a do jego prawidłowego funkcjonowania potrzeba powietrza. Twierdził, że halucynacje, szaleństwo i epilepsja to choroby mózgu.

Wraz z pogłębianiem wiedzy na temat tego narządu pojawiały się nowe pytania: W jaki sposób widzimy? Jak słyszymy? Jak dokonujemy percepcji otaczającej nas rzeczywistości? Jak nasz mózg odkrywa, co jest w świecie rzeczywistym? (Zemełka, 2016).

Świat ludzki jest światem spostrzeżeń i wrażeń, a nie przedmiotów i zjawisk, a dostęp do obiektywnej rzeczywistości zapewniają nam zmysły. Możemy jedynie założyć, że istnieje pewna prawidłowość pomiędzy naszymi wrażeniami a światem zewnętrznym. Związek ten daje nam możliwość właściwych reakcji na bodźce, a w dłuższej perspektywie

*salina@uwb.edu.pl

– pozwala nam także na przystosowanie się do warunków, w jakich funkcjonuje nasz organizm (Kaczmarzyk, 2018).

Czynniki środowiska oddziałujące na organizm człowieka (np. światło, temperatura czy dźwięki) same w sobie nie mają znaczenia dla mózgu (Kaczmarzyk, 2017). Jego sieci neuronalne rozumieją jedynie język potencjałów elektrycznych i chemiczne sygnały w postaci neuroprzekazników. Aby zachować ciągłość informacji z otoczeniem, potrzebni są „tłumacze”. Taką rolę odgrywają narządy zmysłów, a mózg działa na podstawie dostarczonych przez nie informacji (Kaczmarzyk, 2017).

Obraz rzeczywistości w mózgu jest jedyny w swoim rodzaju i nie zdarzają się dwa przypadki, w których otaczający świat byłby odbierany w jednakowy sposób.

Kora mózgowa – miejsce tworzenia modelu rzeczywistości, w której żyjemy

Mózg zbudowany jest z dwóch typów komórek: neuronów i komórek glejowych. Komórka nerwowa składa się z ciała komórki i neurytów. Ciało komórki (perikarion) zawiera jądro, aparat Golgiego, rybosomy, tworzące ciała Nissla, oraz inne organelle komórkowe. Wielkość komórki nerwowej waha się od 5 do 120 mikrometrów. Neuryty są cylindrycznymi wypustkami neuronu, wyróżnia się wśród nich dendryty i aksony. Dendryty stanowią ok. 90% powierzchni całkowitej neuronu. Są silnie rozgałęzionymi wypustkami protoplazmatycznymi, na ich końcach (tzw. kolcach dendrytycznych) tworzą się synapsy, odbierające informacje z somy i aksonów, które przewodzą informacje do kolejnych neuronów. Wiele dendrytów jednego aksonu tworzy tzw. drzewo dendrytyczne. Aksony są długimi, osiowymi wypustkami, rozgałęzionymi w dystalnej części. Długość aksonów waha się od kilku mikrometrów do ponad metra.

Neuryty zwykle pokryte są osłonką mielinową, przedzielaną węzłami Ranviera (włóknami rdzennymi), na których końcach znajdują się zakończenia presynaptyczne, wydzielające związki chemiczne. Kształt neuronu jest charakterystyczny dla funkcji, jaką pełni. Neurony rozwijają się przez całe życie, przez co ich kształt nie jest stały. Szacuje się, że w mózgu występuje około 100 mld neuronów, które otrzymują i przekazują informację. Jeden neuron tworzy średnio kilka tysięcy połączeń z innymi komórkami nerwowymi. Zatem neurony w mózgu tworzą skomplikowaną, trudną do wyobrażenia sieć, złożoną z ok. 100 tysięcy milionów połączeń (Brzezicka, 2013).

Drugi typ komórek, tzw. komórki glejowe, przesyłają informacje na krótkie dystanse. Makroglej stanowią m.in. astrocyty, oligodendrocyty i komórki Schwanna. Astrocyty owinięte są wokół zakończeń synaptycznych, usprawniają synchronizację ich działania oraz pomagają usunąć pozostałości po obumarłych neuronach. Oligodendrocyty i komórki Schwanna tworzą osłonkę mielinową, a głąz promienisty manewruje neuronami w rozwoju zarodkowym (Kalat, 2006). Mikroglej to komórki o charakterze immunologicznym, usuwające martwe ciała obce (Wójcik, 2011).

W mózgu można wyróżnić powierzchnię brzuszną i grzbietową. Najistotniejszą jego częścią jest kresomózgowie, a w nim pokrywająca obie półkule kora mózgowa. Dzięki silnemu pofałdowaniu kora może mieć dużą powierzchnię przy niewielkiej objętości. U człowieka wynosi ona ok. 2000–2500 cm². Trzy pierwsze zewnętrzne warstwy kory mózgowej wytwarzają połączenia z innymi jej obszarami, zaś trzy kolejne, leżące głębiej, utrzymują łączność z pozostałymi częściami mózgu. Kora mózgowa to ok. 20 mld neuronów i 2×10^{14} połączeń synaptycznych. W mózdzku występuje 80 mld neuronów (Kaczmarzyk, 2017).

Cała wewnętrzna część kresomózgowia, czyli istota biała, to włókna zapewniające połączenia pomiędzy komórkami kory a innymi częściami mózgu. Kora mózgowa półkuli prawej i lewej nie jest swoim wzajemnym przedłużeniem, a komunikacja między nimi odbywa się za pomocą spoidła wielkiego. Kora mózgowa otaczająca mózg zbudowana jest z istoty szarej, znaczna jej część zawiera ośrodki pośrednio lub bezpośrednio zaangażowane w odbiór i analizę informacji z narządów zmysłu (Kaczmarzyk, 2018). Półkule przedzielone są bruzdami na płaty: czołowy – z ośrodkiem ruchowym i ruchowym mowy, ciemieniowy – z ośrodkiem czucia oraz korą integrującą doznania czuciowe, wzrokowe i słuchowe, potyliczny – z ośrodkiem wzroku i skroniowy – z ośrodkiem słuchu i czuciowym mowy (Bochenek, Reicher, 2000).

Kora mózgowa to niezwykle system, którego zadaniem jest ułożenie obrazu rzeczywistości z dostarczonych przez zmysły informacji. Mózg nie otrzymuje gotowych informacji o rzeczywistości. Musi je sobie wyselekcjonować z szumu informacyjnego, który odbiera (Kaczmarzyk, 2018).

Narządy zmysłu człowieka i przetwarzanie w mózgu informacji dostarczonych przez zmysły

Narządy zmysłów stanowią pomost pomiędzy światem fizycznym a naszym mózgiem, odbierają informacje ze środowiska, następnie przekazują je do mózgu, który je przetwarza. Człowiek posiada zmysł wzroku, dotyku, smaku, węchu, słuchu, a także zmysł chronocepcji (odpowiedzialny za postrzeganie upływu czasu), nocycepcji (odpowiedzialny za odczuwanie bodźców bólowych, utrzymujących nas przy życiu), propriocepcji (dający poczucie pozycji kończyn, postawy ciała i równowagi). Nocyceptory są to wolne zakończenia nerwowe znajdujące się w skórze, rogówce oka, w narządach wewnętrznych oraz mięśniach. Podrażnione bodźcem mechanicznym, termicznym czy chemicznym wysyłają do mózgu sygnały alarmowe. Jednak sposób, w jaki mózg odbierze sygnał zależy od wielu czynników, m.in. wieku, płci, rasy, a u kobiet – również od poziomu hormonów. Zmysł propriocepcji zespała kilka sygnałów: dotyku, ucisku skóry, mięśni i ścięgien, informacji wzrokowych i ruchowych oraz, docierających z ucha wewnętrznego, informacji dotyczących równowagi. Propriocepcja wykorzystuje wiele różnych okolic mózgu, więc bardzo rzadko dochodzi do jej całkowitego zaniku. Może się zdarzyć, że na skutek urazu następuje zaburzenie propriocepcji w takim stopniu, że traci się poczucie posiadania ciała (Carter, 1999).

Przetwarzanie w mózgu informacji dostarczonych przez narządy zmysłów

Dzięki rozwojowi nauk i technik badawczych możemy obrazować aktywność mózgu. Elektroencefalografia (EEG) polega na rejestracji czynności bioelektrycznych mózgu za pomocą elektrod; tomografia komputerowa (TK) to wykonywanie zdjęć z użyciem kontrastu (środka cieniującego), który zmienia pochłanianie promieni rentgenowskich; emisyjna tomografia pozytonowa (PET-TK) jest obrazowaniem procesów życiowych komórek, umożliwiającym analizę metabolizmu komórek zdrowych i chorych; funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI) to obrazowanie, w którym mierzony jest wzrost przepływu krwi i utlenowania aktywnego obszaru mózgu; obrazowanie tensora dyfuzji (DTI) jest techniką polegającą na wykrywaniu ruchów dyfuzyjnych cząsteczek wody w przestrzeni zewnątrzkomórkowej tkanek. Wyniki badań obrazowania pozwalają na udzielenie odpowiedzi na

następujące pytanie stawiane przez współczesnych badaczy: jak tworzony jest w mózgu obraz rzeczywistości (Frith, 2014)?

Przetwarzanie informacji dostarczonych przez narząd wzroku

Ze wszystkich narządów zmysłu przekazujących informacje do mózgu najdokładniej poznano mechanizm przetwarzania informacji dostarczanych przez wzrok (Kaczmarzyk, 2018).

Ewolucja doprowadziła do powstania 30 obszarów wzrokowych, odpowiedzialnych za różne funkcje, m.in. za precyzyjność, zręczność czy widzialność barw. Siatkówka zawiera około 120 mln pręcików i 6 mln czopków. U ludzi za widzenie odpowiada część mózgu, obejmująca płaty potyliczne, fragment płatów ciemieniowych i skroniowych. David Van Essen przedstawił schemat połączeń wzrokowych u małp, które ukazuje, że przetwarzanie informacji odbywa się na zasadzie sprzężenia zwrotnego: informacja zostaje wysłana do ośrodka, który rozpatruje, czy może wysłać ją do dalszej analizy, czy musi ją cofnąć, żeby została wysłana do innego ośrodka (Van Essen i in., 2001).

Mechanizm przesyłania informacji rusza, gdy światło wpada do oka przez źrenicę. Tam skupiane jest przez soczewkę oraz rogówkę. Następnie transportowane jest na siatkówkę pokrytą receptorami – pręcikami i czopkami. Receptory wysyłają informację do komórek dwubiegunowych, a te do komórek zwojowych. Komórki amakrynowe odbierają informację od komórek dwubiegunowych i przesyłają do innych komórek dwubiegunowych, zwojowych lub amakrynowych. Aksony komórek zwojowych tworzą nerw wzrokowy. Obszar ten nazywany jest plamką ślepą i jest pozbawiony receptorów. Plamka żółta zlokalizowana jest na fragmencie siatkówki i odpowiada za rozróżnianie szczegółów. Znajdują się w niej trzy rodzaje czopków reagujących na światło barwne. W skład barwników wchodzi 11-*cis*-retinal i opsyna.

Najostrzejsze widzenie przypada na dołek środkowy. Wynika to z małej ilości komórek zwojowych i naczyń krwionośnych w tym miejscu, przez co padające światło jest niezakłócone. Wpływ na to ma także pojedyncze połączenie receptora z komórką dwubiegunową – a tej z komórką zwojową. Widzenie przez dołek charakteryzuje się lepszą ostrością, a widzenie obwodowe – lepszą wrażliwością na światło, ponieważ im dalej od środka, tym więcej receptorów przypada na pojedyncze komórki. Pręciki, których kumulacja przypada na obwodową część siatkówki, reagują na słabe światło i są bardziej aktywne w nocy. Czopki zaś, umiejscowione wewnątrz i dookoła dołka środkowego, silnie reagują w jasnym świetle i są istotne dla widzenia barwnego. Akson komórek zwojowych po wyjściu z siatkówki biegnie wzdłuż dolnej powierzchni mózgu. Nerwy wzrokowe z lewego i prawego oka spotykają się w skrzyżowaniu wzrokowym. Następuje tam wymiana połowy aksonów. Docierają one w większości do ciała kolankowatego bocznego, które wymienia informacje z korą wzrokową (Kałat, 2006).

Sygnały biegną przez nerw wzrokowy i wzgórze (położoną w środku mózgu stację przekaźnikową dla sygnałów zmysłowych) do pierwszorzędowej kory wzrokowej (V1) z tyłu mózgu. Obraz na siatkówce jest odwrócony i stanowi odbicie lustrzane – neurony w lewej górnej części siatkówki reprezentują prawą dolną stronę części ściany sceny wzrokowej. Częściowe krzyżowanie neuronów powoduje, że lewa strona oka jest reprezentowana w prawej półkuli mózgu i vice versa. Nosi to nazwę reprezentacji retinotopowej, ponieważ aktywność w danych neuronach reprezentuje światło padające na

określona część siatkówki. W celu przetworzenia sensownej informacji następuje podział pola widzenia na pole recepcyjne, na które reaguje dany neuron w sposób hamujący bądź pobudzający. Może wystąpić także hamowanie oboczne, które polega na tym, że stymulacja danego obszaru działa hamująco na aktywność obszaru obok, co wpływa na kontrast obszarów oświetlonych i nieoświetlonych (Kalat, 2006). Zanim jednak informacje w pierwszorzędowej korze wzrokowej przejdą do następnego etapu przetwarzania, scena wzrokowa rozkładana jest na poszczególne cechy, takie jak kształt, kolor i ruch, które przekazywane są do różnych obszarów mózgu. Na kolejnym etapie przetwarzania wzrokowego informacje o cechach ponownie są łączone w celu identyfikacji obiektów w scenie wzrokowej.

Oczy podczas obserwacji wykonują ok. 100 tys. drobnych ruchów dziennie, ustawiając w osi optycznej różne szczegóły obserwowanego obiektu. Ruchy te zwane są sakkadowymi i trwają 0,1 sekundy. Czas trwania pojedynczej sakkady musi być skorelowany z czasem potrzebnym na przetworzenie informacji. Podczas trwania ruchu widzimy normalnie. Mówi się o zjawisku tłumienia sakkadowego, które polega na nierejestrowaniu przerw. Nie widzimy ich, ponieważ mózg wypełnia je informacją składaną z tego, co wydarzyło się przed chwilą i z tego, co być może pojawi się wkrótce. Im mniej jest ruchów sakkadowych, tym większa przestrzeń do tłumienia sakkadowego. Mała liczba sakkad zaowocuje w zobaczenie tego, co nasz mózg spodziewa się zobaczyć, a nie tego, co rzeczywiście znajduje się przed naszymi oczami (Kaczmarzyk, 2018).

Informacja wzrokowa dociera do przedniej części mózgu – kory przedczołowej – dwiema drogami. Istnieje stara droga, która rozpoczyna się w siatkówce i biegnie przez wzgórze czworaczne górne w śródmózgowiu, a następnie dociera do płatów ciemieniowych. Droga ta umożliwia zlokalizowanie przedmiotu oraz śledzenie go ruchem i wzrokiem. Uszkodzenie tej drogi wywołuje objaw widzenia tunelowego, w którym widzimy tylko to, co mamy przed sobą. Droga nowa jest bardzo rozbudowana i umożliwia analizę, rozpoznawanie przedmiotów oraz złożonych scen wzrokowych. Droga ta zaczyna się w siatkówce i biegnie do V1, tam rozdziela się na dwa strumienie. Pierwszy strumień „jak” lub „gdzie” – zajmuje się przestrzennymi zależnościami między widocznymi obiektami, pokrywa się częściowo z drogą starą, ale zajmuje się znacznie szerszym aspektem widzenia przestrzennego, który dotyczy całej sceny, nie tylko przedmiotu. Strumień ten wysyła połączenia do płata ciemieniowego i związany jest z układem ruchowym. Aktywuje się, kiedy uchylamy się przed przedmiotem lecącym w naszą stronę, kiedy unikamy wpadania na różne rzeczy bądź kiedy staramy się chwycić jakiś przedmiot (Ramachandran, 2012).

Drugi strumień „co” – zajmuje się zależnościami między cechami charakterystycznymi danych obiektów. Rozpoznaje, czym jest dany obiekt i co znaczy. Biegnie z V1 do zakrętu wrzecionowatego, który zajmuje się wstępną klasyfikacją przedmiotów, a następnie do innych części płata skroniowego, gdzie wywołuje jego nazwę i skojarzenia z nim związane. Proces wyszukiwania wszystkich danych kumuluje się w obszarze językowym Wernickego oraz płaciku ciemieniowym dolnym. Następnie komunikaty doręczane są do ciała migdałowego, znajdującego się w przednim wierzchołku płatów skroniowych. Tam nadawane jest im znaczenie emocjonalne (Ramachandran, 2012).

Oprócz drogi starej i nowej istnieje droga trzecia, droga reakcji emocjonalnej, którą można uznać za strumień „i co z tego”. Tym szlakiem bodźce przechodzą z zakrętu wrzecionowatego przez brzdęk skroniową górną i kończą w ciele migdałowatym, znaczy to,

że droga trzecia omija wyższy poziom percepcji i szybko dociera do emocjonalnego centrum mózgu, którym jest ciało migdałowate. Gdy widzimy przedmiot, który dla nas jest nieważny, najprawdopodobniej zignorujemy go, zaś przedmiot dla nas znajomy lub ważny wywoła naszą reakcję emocjonalną. Czasem silne uczucie może spowodować, że sygnały z ciała migdałowatego będą spływać do podwzgórza, które steruje uwalnianiem hormonów i pobudzaniem autonomicznego układu nerwowego do podjęcia działania (Ramachandran, 2012).

Na tworzenie rzeczywistości duży wpływ ma także reakcja emocjonalna i chociaż drogi są kluczem w tworzeniu rzeczywistości, to doświadczanie estetyki odgrywa ważną rolę w indywidualnym odbiorze świata. Prawa estetyki, takie jak kontrast, wyolbrzymienie, porządek, symetria i metafora określają indywidualizm powstałego obrazu rzeczywistości.

Obrazy rzeczywistości powstające w uszkodzonym mózgu

Na obraz rzeczywistości tworzony w mózgu mają wpływ uszkodzenia narządu wzroku i mózgu. Mechaniczne uszkodzenie strumienia brzuszno narządu wzroku przejawia się brakiem umiejętności opisanego rozmiaru, kształtu lub położenia przedmiotów. Zaś uszkodzenie strumienia grzbietowego powoduje niezdolność do precyzyjnego sięgania, wyobrażenia i opisanego z pamięci przedmiotów.

Uszkodzenie pierwotnej kory wzrokowej prowadzi do utraty wzroku w zależności od miejsca uszkodzenia, defekt prawej dolnej części skutkuje ślepotą w lewej górnej części sceny wzrokowej. Uszkodzeniu mogą ulec różne obszary mózgu, które wpłyną na poprawny odbiór sceny wzrokowej. Na przykład uszkodzenie obszaru V4, odpowiedzialnego za kolor, prowadzi do achromatopsji, czyli braku widzenia barw, zaś uszkodzenie obszaru V5, odpowiedzialnego za postrzeganie ruchu, prowadzi do akinetopsji – braku rejestrowania ruchu. Osoba, u której doszło do uszkodzenia połączenia obszarów V4 i V5, odpowiadających za identyfikację obiektów, potrafi opisać dany obiekt, ale nie umie go sklasyfikować (Ramachandran, 2012; Kalat, 2006).

W literaturze psychologicznej opisano przypadek kobiety, która na skutek udaru doznała uszkodzenia obszaru V5. Jej widzenie było bez zarzutu, dopóki mózg nie musiał zarejestrować ruchu. Dochodziło wtedy do odbierania rzeczywistości jako klatek zdjęć, a poruszający się obiekt wyglądał jakby przemieszczał się w świetle stroboskopowym (Ramachandran, 2012).

Znane jest też zjawisko zwane ślepowidzeniem. U pewnej osoby doszło do uszkodzenia lewej kory wzrokowej – miejsca, gdzie rozpoczynają się strumienie „co” i „jak”. Utraciła ona wzrok w prawej części pola widzenia. Przeprowadzono badanie, które polegało na dotykaniu przez nią plamki światła. Pomimo ślepoty osobie tej udawało się dotknąć plamki za każdym razem, mimo że nie odbierała świadomie informacji wzrokowej. Związane było to z tym, że nowa droga przechodząca przez V1 została uszkodzona, zaś droga stara, omijająca to miejsce, pozostała nietknięta i nakazywała ruch ręce. Dowodzi to, że drogi, w pewnej części, mogą pokrywać się zadaniami (Ramachandran, 2012).

Jeśli obszary mózgu, w których zachodzi proces przetwarzania informacji dostarczanych przez wzrok, ulegną uszkodzeniu, skutkiem mogą być olbrzymie trudności z rozpoznawaniem przedmiotów. Chorzy widzą cechy danej rzeczy i potrafią je opisać, ale nie wiedzą, czym ona jest. To zaburzenie nazywa się agnozją, czyli utratą wiedzy. Podstawowe

informacje zmysłowe są dostępne, ale nie są zrozumiałe. Chorzy mogą mieć szczególne trudności z rozpoznawaniem twarzy (prozopagnozja).

Innym przypadkiem zaburzenia funkcjonowania narządu wzroku jest przykład mężczyzny, który przeszedł pomyślną operację, jednak w czasie rekonwalescencji zakrzep z żyły dostał się do krwioobiegu, zablokował jedną z tętnic mózgowych i wywołał udar. Pacjent nie mógł zidentyfikować twarzy oraz przedmiotów. Potrafił określić klasę przedmiotu i był w stanie go opisać, ale nie potrafił dokładnie nazwać obiektu. Nie odróżniał chwastów od roślin użytkowych czy marek samochodów. Nie wpłynęło to na jego orientację przestrzenną. Problemem nie był wzrok, a przetwarzanie obrazu na informację. Uszkodzeniu uległ zakręt wrzecionowaty w strumieniu „co”. Spowodowało to, że rozpoznawanie, uczucia, wspomnienia oraz segmentacja, czyli składanie fragmentów sceny w całość, zostały odcięte (Ramachandran, 2012).

Halucynacje wzrokowe ma około 10% ludzi w podeszłym wieku (Frith, 2014). Halucynacje można też wywołać poprzez stymulację substancjami psychoaktywnymi. Zaburzają one postrzeganie rzeczywistości, która może wydawać się zniekształcona oraz wyolbrzymiona. Jedną z najaktywniejszych substancji psychodelicznych o właściwościach halucynogennych jest LSD (dietyloamid kwasu lizergowego). Działa ona na zasadzie sprzężenia zwrotnego dodatniego. Prowadzi do krótkotrwałego obniżenia poziomu serotoniny, neuroprzekaźnika aktywnego w czasie występowania halucynacji, co prowadzi do jej nadprodukcji. W wyniku tego następuje aktywowanie połączeń, które normalnie nie byłyby wykorzystywane lub miały mniejszy wpływ na mózg. Spożywanie LSD może prowadzić do potęgowania odczuć, zwolnienia czasu, widzenia kalejdoskopowego, halucynacji oraz synestezji. Hofmann (2009), twórca LSD, w swojej książce opisał własne przeżycia z tą substancją. Twierdził, że demon opanował jego duszę, a ludzie nosili straszne maski, towarzyszyło mu uczucie przerażenia.

Daltonizm jest uwarunkowaną genetycznie ślepotą barw. Dotyczy dziedziczenia recesywnego w sprzężeniu z chromosomem X. Częściej spotyka się go u mężczyzn (ok. 8%), niż u kobiet (ok. 0,5%). Zaburzenia rozpoznawania barw wynikają z wadliwego funkcjonowania czopków lub jego braku. Wynikiem tego jest deuteranopia. Najczęściej spotykana forma ślepoty barw spowodowana jest brakiem czopków lub ich czułością na barwy o długiej lub średniej długości fali (czerwona, zielona, żółta i pomarańczowa). Pociąga to za sobą problemy z odróżnianiem tych barw od innych. Ogólnie przypadłość tę określa się jako ślepotę czerwono-zieloną, czyli daltonizm (Gegenfurtner i in., 1999).

Przedstawione przykłady pokazują, że uszkodzenie narządów zmysłów może doprowadzić do błędnego odbioru rzeczywistości, co wpływa negatywnie na poznanie otaczającego nas świata.

Synestezja – mieszanie zmysłów

Synestezja to nietypowe połączenie ośrodków przetwarzających doznania zmysłowe w mózgu (Woźniak, 2013). Przytrafia się jednej na 20 tys. osób, częściej doświadczają jej kobiety oraz osoby leworęczne.

Synestezję uważa się za stosunkowo rzadkie zjawisko percepcyjne, obejmujące doświadczenia intermodalne. Według Simona Baron-Cohena (2007) synestetycy posiadają dodatkowe połączenia w mózgu, które łączą obszary normalnie ze sobą niepołączone. Najczęstszą formą synestezji jest chromestezja, która polega na aktywacji przez dźwięk

odczuwania koloru i na odwrót, oraz grafem-kolor – każda cyfra i litera utożsamiana jest z danym kolorem. Większość badanych synestezji ma genetyczne pochodzenie (Asher i in., 2009). Istnieją jednak zdarzenia, kiedy to synestezja została indukowana przez LSD, mekskalinę, epilepsję lub wytrenowana.

Aleksander Łukrija opisał przypadek najbardziej rozległej synestezji, związanej z niezwykłą pamięcią Sołomona Szerieszewskiego. Każdy słyszany przez tego pacjenta dźwięk łączony był jednocześnie z kolorem, światłem, smakiem i dotykiem (Łukrija, 1970). Synestetami byli np. malarz Wassily Kandinsky, kompozytor Aleksander Skriabin, Ferenc Liszt, John Lennon, pisarz Vladimir Nabokov (Woźniak, 2013).

Podsumowanie

Kora mózgowa zapewnia nam możliwość tworzenia wewnętrznego modelu rzeczywistości, w której żyjemy. W każdej chwili nasze zmysły odbierają mnóstwo bodźców niosących w sobie informacje o środowisku życia. Kora mózgowa wyławia i selekcjonuje, z ogromnej ilości informacji dostarczanych przez zmysły, te, które są istotne dla organizmu. Wybór dokonywany jest poza świadomymi decyzjami człowieka i określa kształt rzeczywistości, w której żyjemy. Świadome doznania rzeczywistości to percepty (np. odczuwanie barwy czerwonej), one definiują ludzką świadomość. Każda informacja wprowadzona do sieci neuronalnej rekonfiguruje jej stan i zmienia jej sposób reakcji. Dlatego niemożliwe jest powstanie u dwóch osób identycznych odpowiedzi na ten sam bodziec. Nie można dwa razy zobaczyć tego samego obrazu, zrozumieć tego samego dowcipu, czyli jak twierdził Heraklit z Efezu: nie da się dwa razy wejść do tej samej rzeki (Kaczmarzyk, 2018).

Bibliografia

- Asher, J., Lamb, J., Brocklebank, D., Cazier, J., Maestrini, E., Addis, L., Monaco, A. (2009). A whole-genome scan and fine-mapping linkage study of auditory-visual synesthesia reveals evidence of linkage to chromosomes. *American Journal of Human Genetics*, 84, 279–285.
- Baron-Cohen, S., Bor, D., Billington, J., Asher, J., Wheelwright, S., Ashwin, C. (2007). *Savant Memory in a Man with Colour Form-Number Synaesthesia and Asperger*. *Journal of Consciousness Studies*, 14, 237–252.
- Bochenek, A., Reicher, M. (2000). *Anatomia człowieka. Tom IV: Układ nerwowy ośrodkowy*. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich.
- Brzezicka, A. (2013). Jak mózg działa (i skąd o tym wiemy). *Niezbędnik Inteligenta*. Wydanie specjalne, 4.
- Carter, R. (1999). *Tajemniczy świat umysłu*. Poznań: Atena Oficyna Wydawnicza.
- Frith, Ch. (2014). *Od mózgu do umysłu. Jak powstaje nasz wewnętrzny świat*. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego
- Gegenfurtner, K. R., Sharpe, L. T. (1999). *Color Vision: From Genes to Perception*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hofmann, A. (2009). *LSD... moje trudne dziecko. Historia odkrycia „cudownego narkotyku”*. Warszawa: Cień Kształtu.
- Kaczmarzyk, M. (2017). *Szkoła neuronów. O nastolatkach, kompromisach i wychowaniu*. Słupsk: Dobra Literatura.
- Kaczmarzyk, M. (2018). *Unikat. Biologia wyjątkowości*. Słupsk, Warszawa: Dobra Literatura.

- Kalat, J. W. (2006). *Biologiczne podstawy psychologii*. Warszawa: PWN.
- Łukrija, A. (1970). *O pamięci, która nie znała granic*. Warszawa: PWN.
- Ramachandran, V. (2012). *Neuronauka o podstawach człowieczeństwa*. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Van Essen, D. C., Lewis, J. W., Drury, H. A., Hadjikhani, N., Tootell, R. B., Bakircioglu, M., Miller, M. I. (2001). Mapping visual cortex in monkeys and humans using surface-based atlases. *Vision Research*, 1359–1378.
- Woźniak, O. (2013). Co ma mózg do zmysłów. *Niezbędnik Inteligentna*. Wydanie specjalne, 4.
- Wójcik, K. (2011). Neurobiologia rozwojowa i inwolucyjna plastyczność mózgu. *Annales Academiae Medicae Stetinensis – Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie. Neurokognitywistyka w patologii i zdrowiu. 2009–2011: sympozja*, 162–170. Szczecin: Wydawnictwo Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie.
- Zemełka, A. (2016). *Jak Grecy odkryli mózg? Oświęcim: Napoleon V*.

The image of reality created in the brain

The human world is a world of perceptions and impressions. We perceive objective reality through the sense organs. While gathering knowledge about the structure and functioning of the brain, scientists began to investigate how we see and how the brain processes information provided by the senses. The image of reality in the brain is unique. We perceive the world around us differently at every moment. The article presents the way in which the brain processes information provided by the organ of sight and the image of reality created in a damaged brain.

KEYWORDS: nerve cell, brain, image of reality, information processing in the brain, synesthesia, vision.