

sygnału morfogenetycznego, modyfikującego aktywność genetyczną i pozycjonowanie komórek, co prowadzi do podobnego jak w okresie embrionalnym kształtowania się elementów kończyny, jej mięśni, szkieletu oraz naczyń krwionośnych i skóry. Nie bez znaczenia są również zdolności sekrecyjne, czyli wydzielanie chemicznych sygnałów parakrynowych. Ich obecność w odpowiednim gradiencie stężenia, zmieniającym się zarówno w obrębie tkanek, jak również w czasie regeneracji odgrywa, zdaniem badaczy tego procesu, istotną rolę w przebiegu wzrostu blastemy i jej przekształcania się w prawidłową kończynę. Interesującym jest zagadnienie szybkiego wzrostu liczności makrofagów w uszkodzonej kończynie. Ich migracja i gromadzenie się w okolicy rany ma charakter chemotaktyczny. Są one przywabiane i zatrzymywane w miejscu cięcia. Takie ich zachowanie zależy od chemicznych czynników, które są, jak wykazano, wydzielane przez uszkodzone aksony komórek nerwowych. Te obserwacje wyjaśniają związek ilości uszkodzonych zakończeń nerwowych ze zdolnością do regeneracji. Pomimo znacznych postępów

w badaniach i wyjaśnianiu tajemniczej zdolności płazów do odrastania utraconych części ciała, nadal jest jednak daleko do pełnego poznania tego procesu.

Rodzi się jednak pytanie o to, czy można będzie wykorzystać uzyskane informacje u człowieka. Jak wiadomo ssaki i tym samym ludzie nie mają zdolności do prawidłowej regeneracji kończyn czy przynajmniej palców. Wiadomo, że ludzie mogą regenerować końcówki, opuszki palców, a zdolność ta jest szczególnie duża u dzieci. Ale już odrastanie całych paliczków palców nie jest możliwe. Badanie procesów biologicznych człowieka jest utrudnione, przede wszystkim ze względów etycznych, stąd próby eksperymentów przeprowadzanych na myszach, u których opisano możliwość regeneracji paliczków u płodów oraz bardzo młodych noworodków. Badania te są jednak trudne metodycznie, a uzyskiwane do tej pory wyniki często sprzeczne. Rodzi to konieczność poszukiwania innych modelowych organizmów, a w chwili obecnej najbardziej obiecującymi w tym zakresie są jednak jedynie płazy.

Dr hab. Leopold Śliwa pracuje w Zakładzie Biologii Rozwoju Człowieka, Wydziału Nauk o Zdrowiu CM-UJ. E-mail: leosliwa@cm-uj.krakow.pl.

NEUROBIOLOGICZNE PODSTAWY DOŚWIADCZEŃ I OCEN ESTETYCZNYCH DZIEŁ SZTUKI

Katarzyna Furman (Kraków)

Sztuka jest unikalną, ludzką aktywnością związaną zasadniczo z symbolicznym i abstrakcyjnym poznaniem. Jedną z teorii głosi, iż zdolność do doceniania sztuki pojawiła się ok. 40 000 tysięcy lat temu. Część naukowców wiąże ten proces z rozwojem struktur przedczołowych. Relacje pomiędzy sztuką, pięknem oraz estetyką są bardzo złożone. Sztuka spełnia co najmniej kilka celów: ma uczyć, poruszać, czyli wzbudzać emocje u odbiorcy, a także dostarczać przyjemności związanej z obcowaniem z pięknem. Już samo obcowanie z wytworem artystycznym jest dla nas nagradzające, bez względu na estetyczne preferencje. Choć pewne standardy piękna zostały ukształtowane w toku ewolucji, bez wątpienia preferencje estetyczne są wysoce subiektywne. Mając na uwadze maksymę Kanta, iż „piękno tkwi w oku patrzącego”, wielu badaczy poszukuje neurologicznego podłoża doświadczeń i ocen estetycznych, a także innych procesów psychologicznych z nimi związanych, na przykład emocji.

Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie dziedziny jaką jest neuroestetyka wraz z głównymi

obszarami jej badań, w szczególności skupiając się na badaniach dotyczących neurologicznych korelatów piękna i sądów estetycznych w odniesieniu do sztuki wizualnej.

Główne obszary badań neuroestetyki

Próbę odpowiedzi na pytanie jak odbieramy, poznajemy dzieło sztuki oraz jakie reakcje temu towarzyszą, podejmują obecnie naukowcy zajmujący się neuroestetyką. Jest to stosunkowo nowa dyscyplina naukowa. Sam termin został wprowadzony w 1999 roku przez Semira Zekiego, neurobiologa zajmującego się badaniami obszarów kory mózgowej, odpowiedzialnych za widzenie. Neuroestetyka jest dziedziną obszerną, zrzeszającą uczonych z różnych dyscyplin naukowych. W interdyscyplinarnych zespołach pracują fizjologowie, psychologowie, neurobiolodzy, filozofowie, historycy sztuki, wspólnie starający się odpowiedzieć na pytania natury filozoficznej – o tak zwany umysł estetyczny, o ewolucyjne znaczenie sztuki, a także badający kwestie dotyczące wzorców

pobudzenia neuronalnego podczas oglądania dzieł sztuki.

Główne obszary zainteresowań neuroestetyki to: 1) określenie wyposażenia neuronalnego, umożliwiającego doświadczanie i przeżywanie sztuki; 2) prawa kierujące percepcją dzieła sztuki; 3) pobudzanie układu nerwowego podczas percepcji bodźców artystycznych i nie-artystycznych; 4) podobieństwa i różnice w pobudzaniu centralnego układu nerwowego podczas odbioru różnych dzieł sztuki (muzyki, sztuki wizualnej); 5) specyfika emocji towarzyszących obcowaniu z dziełami artystycznymi; 6) sztuka w kontekście ewolucyjnym, jej wartość przystosowawcza.

Podobnie jak większość nowopowstałych dziedzin naukowych, neuroestetyka musi stawić czoła pojawiającym się problemom natury koncepcyjnej. Jednym z wyzwań jest kontrowersyjne zagadnienie, czy owa dziedzina powinna zajmować się jedynie badaniem neurobiologicznych podstaw doświadczeń estetycznych, czy mogłaby mieć znaczący wkład w zrozumieniu aktywności twórczej. Sceptycy szerszego ujęcia obszaru badań neuroestetyki wykazują, iż po pierwsze, neuroestetyka skupiona jest głównie na zagadnieniach związanych z percepcją piękna i preferencjami estetycznymi, natomiast sztuka rzadko służy pojedynczym celom i często niezwiązana jest z pięknem; po drugie: szuka ogólnych praw, pomijając aspekt jednostkowy; po trzecie, pomija kwestie kontekstualne; po czwarte, przedstawia podejście redukcjonistyczne, starając się sprowadzić tworzenie i percepcję dzieł artystycznych do neurobiologicznych mechanizmów.

Przetwarzanie bodźców wzrokowych nie-artystycznych i artystycznych

Bodziec wzrokowy odbierany jest przez siatkówkę oka. Z niej sygnały wzrokowe, mające postać impulsów nerwowych przekazywane są do kory mózgowej. Dzieje się to dwoma drogami. Pierwsza, filogenetycznie młodsza, związana z rozpoznawaniem kształtów, biegnie do ciała kolankowatego bocznego, znajdującego się we wzgórzu. Stamtąd aksony wysyłane są do kory przez promienistość wzrokową. Wzgórze jest stacją przekaźnikową dla prawie wszystkich informacji sensorycznych. Włókna wychodzące z siatkówki, będą w nerwach wzrokowych i krzyżują się punkcie zwanym skrzyżowaniem wzrokowym, wysyłając informacje do pierwszorzędowej kory wzrokowej. W wyniku sortowania włókien, część z nich przechodzi na stronę przeciwną (u człowieka 60% włókien).

Druga droga, filogenetycznie starsza związana jest z lokalizacją bodźców wzrokowych i ruchami oczu.

Biegnie bezpośrednio do wzgórków czworaczych górnych śródmózgowia, których funkcjonowanie pozostaje po wpływie kory mózgowej, a także innych struktur mózgu.

Kora wzrokowa znajduje się w płacie potylicznym, jednakże wiele komórek nerwowych (neuronów) tworzy projekcje do struktur leżących poza jej obrębem: zarówno do struktur podkorowych, jak i innych rejonów kory mózgowej. Szacuje się, iż prawie połowa kory mózgu człowieka zaangażowana jest pośrednio w widzenie. Korę wzrokową można podzielić na korę pierwotną – projekcyjną oraz korę wtórną – paraprojekcyjną. Kora pierwotna, zwana inaczej pierwszorzędową korą wzrokową obejmuje pole 17 według klasyfikacji Brodmanna (BA), zwane też polem prążkowym. Obszar ten zawiera neurony należące do pola V1, które związane są z analizą informacji o liniach, krawędziach i prostych kształtach. Dochodzi tu do segregacji informacji wzrokowych na ruch, kształt i kolor. Kora wtórna, czyli pozaprażkowa kora wzrokowa obejmuje pole 18 i 19 BA, a także okolice kory ciemieniowej i skroniowej.

Większość sygnałów docierających do kory projekcyjnej (V1) jest dalej przekazywana do pola V2. Dalej informacje przesyłane są do kolejnych obszarów mózgu dwoma drogami.

Pierwsza biegnie do pola V5 (w korze skroniowej przyśrodkowej) i jest zaangażowana w percepcję ruchu i głębi. Uszkodzenie pola V5 powoduje akinetopsję, czyli utratę zdolności postrzegania ruchu. Druga droga, biegnąca do pola V4 odpowiada za percepcję kształtu oraz kolorów. Uszkodzenie tego obszaru związane jest z achromatopsją – zanikiem zdolności widzenia kolorów. Przetwarzanie informacji wzrokowej poza pola V5 i V4 odbywa się równolegle, w dwóch niezależnych strumieniach. Strumień grzbietowy, tak zwany *GDZIE?* rozpoczynający się w polu V5 tworzy projekcje do kory skroniowej przyśrodkowo-górnej oraz kory ciemieniowej tylnej. Szlak ten odpowiada za reakcję na rozmiar, orientację przestrzenną obiektów wzrokowych oraz ruch, a jego uszkodzenie może powodować ataksję wzrokową, czyli zaburzenia wzrokowo-przestrzenne, nie upośledzając jednak zdolności do rozpoznawania przedmiotów. Strumień brzuszny – *CO?* – wychodzi z pola V4 do kory skroniowej dolnej. Przekazuje informacje istotne dla rozpoznawania obiektów, dotyczące ich koloru i kształtu. Uszkodzenie tej części kory może powodować agnozję wzrokową.

Amerykański psycholog i neurobiolog Stephen Kosslyn, w zaproponowanym przez siebie modelu powstawania reprezentacji wzrokowych zakłada, iż najprawdopodobniej w korze potylicznej istnieje

bufor wzrokowy, pełniący funkcję *ekranu*, na który wyświetlane są informacje na temat bodźca wzrokowego. Trafia tu bardzo wiele informacji (najpierw z pól V1 i V2, zawierające informacje o elementarnych cechach bodźców), w związku z czym musi dojść do ich selekcji. Dzieje się to w oknie uwagi.

Przefiltrowane sygnały przechodzą następnie przez wyżej opisane strumienie *GDZIE?* i *CO?* do modułów zarządzających pamięcią asocjacyjną. Nowa informacja zostaje zestawiona ze *starą*, zmagazynowaną w pamięci długotrwałej. Owo porównywanie ma miejsce najprawdopodobniej w korze czołowej. Jeżeli wynik tych porównań jest pozytywny, tzn. informacja została uznana za pasującą do już utrwalonych śladów pamięciowych, wówczas przedmiot wyjściowy można traktować, jako przynależący do kategorii (np. twarzy). Wówczas informacja o bodźcu trafia do pamięci krótkotrwałej i stajemy się jej świadomi. Pomiędzy korą czołową, a strukturami zaangażowanymi w proces przetwarzania wzrokowego na wcześniejszych etapach, istnieje system połączeń zwrotnych. Dzięki niemu, informacja zmysłowa zostaje potwierdzona.

Jeżeli natomiast nastąpią problemy z identyfikacją bodźca, system wzrokowy wprowadza hipotetyczne informacje na jego temat. Przypuszczenia te wymagają testowania, nad którym funkcje monitorujące sprawuje kora czołowa. Procesy *top-down* ingerują w procesy odbywające się na niższych piętrach przetwarzania wzrokowego. Następuje przeszukiwanie bufora wzrokowego i przesunięcie uwagi do momentu, gdy wstępna hipoteza zostanie potwierdzona.

W 2007 roku polski psycholog Piotr Francuz przedstawił pogląd, iż powyższy model można zastosować również w analizie percepcji bodźców artystycznych. Niemniej jednak pomiędzy bodźcami artystycznymi i nie-artystycznymi występują pewne różnice. Przede wszystkim, należy pamiętać, iż dzieło sztuki jest bodźcem celowo spreparowanym, tak aby wzbudzić określone emocje i zwracać uwagę na wybrane cechy. Dzięki licznym połączeniom obszarów odpowiedzialnych za przetwarzanie informacji wzrokowych z układem limbicznym, możliwe jest celowe wzmocnienie bodźca. Amerykański neurolog Vilayanur Ramachandran, a także William Hirstein (filozof i psycholog) stwierdzają, iż „artysta zachowuje się jak nieświadomy neurobiolog, posiadający ukrytą wiedzę na temat zasad neurofizjologicznej percepcji emocji, z której korzysta podczas tworzenia dzieła sztuki”. Ponadto, znacznie częściej niż przy odbiorze normalnego bodźca występują trudności z jego natychmiastową identyfikacją. W związku z czym wymagane jest pewne zaangażowanie

interpretacyjne systemu percepcyjnego, by to, co przedstawił artysta zostało rozpoznane.

Fakt, iż dzieła artystyczne często są niejednoznaczne i odwołują się do emocji oraz indywidualnych doświadczeń odbiorców sprawia, iż ich interpretacja, a przede wszystkim ocena pod względem estetycznym są kwestiami wysoce subiektywnymi.

Neurobiologiczne podstawy preferencji estetycznych

Do momentu, gdy niedostępne były nowoczesne techniki neuroobrazowania, jedyne źródło informacji na temat neurobiologicznych i neuropsychologicznych podstaw twórczości artystycznej oraz doceniania estetycznych wartości dzieł stanowiły dane pochodzące z pracy klinicznej oraz obserwacji pacjentów z uszkodzeniami mózgu. Pomimo, iż dane z pojedynczych przypadków stanowią jedynie ciekawe anegdoty, zebrane i przeanalizowane wiadomości z różnych źródeł stanowią cenny zasób wiedzy. Owe obserwacje dostarczają dwójakiego rodzaju informacji. Pierwsza z nich dotyczy różnych możliwych efektów uszkodzeń mózgu na twórczość artystów. Natomiast druga odnosi się do ocen estetycznych i preferencji. O ile wpływ patologii na działalność artystyczną został dość dobrze udokumentowany, o tyle pozostałe informacje mają charakter jedynie orientacyjny.

Wyniki badań uzyskane technikami neuroobrazowania

Nieinwazyjne techniki neuroobrazowania pozwalają na badania zdrowych osób w kontrolowanych warunkach.

W 2004 roku wyniki swoich badań nad dokonywaniem sądów estetycznych przedstawiły trzy niezależne zespoły badawcze Cela-Conde i współpracownicy, Kawabata i Zeki oraz Vartanian i Goel. Ich prace można uznać za sztanदारowe w dziedzinie neuroestetyki, stanowiące punkt wyjścia i inspirację dla innych naukowców. Wyniki przeprowadzonych przez nich eksperymentów nie są zbieżne, co jest spowodowane najprawdopodobniej różnicami w przyjętych strategiach badawczych. Kawabata i Zeki oraz Vartanian i Goel rejestrowali aktywność mózgu badanych przy użyciu fMRI (funkcjonalny rezonans magnetyczny, wykazujący zmiany przepływu krwi i utlenowania w aktywnej okolicy mózgu) natomiast Cela-Conde wraz z zespołem techniką magnetoencefalografii (MEG) (obrazuje elektryczną czynność mózgu za pomocą rejestracji pola magnetycznego wytworzonego przez mózg).

Kawabata i Zeki projektując swoje badanie postawili dwa główne pytania badawcze: 1) Jakie ośrodki

mózgowe odpowiedzialne są za percepcję dzieł sztuki wizualnej; 2) Jakie ośrodki mózgowe są aktywizowane przy percepcji obrazów uznanych za piękne, a jakie przy brzydkich?

Badanym pokazywano obrazy przedstawiające abstrakcję, pejzaże, martwą naturę oraz portrety, w sumie po 300 obrazów dla każdej z czterech kategorii. Badani najpierw dokonywali ocen na skali 1–10, przy czym 1 oznaczała obraz bardzo brzydki, a 10 – obraz piękny. Do kolejnej ekspozycji zaklasyfikowano jedynie obrazy, które uzyskały wyniki skrajne: 1–2 dla brzydkich, 9–10 dla pięknych oraz 5–6 dla neutralnych. Przy drugiej prezentacji dokonywano równoczesnego skanowania mózgów.

Wyniki uzyskane w odniesieniu do pierwszego z postawionych przez badaczy pytań pokazują, iż oglądanie obrazów należących do różnych kategorii aktywizuje różne regiony w mózgu, bez względu na ocenę estetyczną dzieła. Oglądanie portretów (w porównaniu do pozostałych kategorii) powoduje silniejszą jednostronną aktywację w środkowym zakręcie wrzecionowatym kory skroniowej oraz dwustronną w jądrze migdałowatym, czyli w strukturach odpowiedzialnych za rozpoznawanie twarzy. Pejzaże powodują silniejszą odpowiedź w przedniej części zakrętu językowatego płata potylicznego kory, polu i zakręcie przyhipokampalnym, a także polu 7 BA w korze ciemieniowej prawej półkuli. Przy oglądaniu martwej natury silniej aktywuje się natomiast boczny i środkowy zakręt potyliczny, w szczególności lewe pole V3, a także pola V1 i V2.

W relacji do drugiego pytania, uzyskane wyniki wskazują na istnienie czterech struktur zaangażowanych w estetyczną ocenę bodźców wizualnych, są to: środkowa kora oczodołowa, kora motoryczna, przedni zakręt obręczy oraz kora ciemieniowa. Przy oglądaniu pięknych obrazów silniej aktywizuje się kora oczodołowa, związana z układem nagrody, natomiast przy brzydkich – motoryczna. Ta linearna zależność nie występuje w przypadku przedniego zakrętu obręczy i kory ciemieniowej, których aktywność wzrasta jedynie podczas prezentacji obrazów pięknych w porównaniu do neutralnych. Autorzy podkreślają, iż zarówno pozytywna, jak i negatywna ocena estetyczna bodźca, związana jest z tymi samymi strukturami, których aktywność zmienia się w zależności od tego, czy odbierany bodziec jest postrzegany jako piękny, czy jako brzydki. Zachodzi zmiana w podstawowym poziomie aktywności tych struktur. Ponadto, badania sugerują, iż kora oczodołowa i kora motoryczna nie działają w izolacji, wręcz przeciwnie, wskazuje się na rozległe połączenia z innymi strukturami mózgu, w szczególności z zakrętem obręczy i korą ciemieniową.

Badacze zwracają szczególną uwagę na wzmożoną odpowiedź kory motorycznej przy oglądaniu brzydkich obrazów. Wyniki ich badania są zbieżne z poprzednimi, w których wykryto jej aktywację przy percepcji brzydkich twarzy lub innych awersyjnych i naładowanych emocjonalnie bodźców. Kawabata i Zeki przypuszczają, iż owa silniejsza aktywacja może być związana z mobilizacją systemu motorycznego w celu uniknięcia awersyjnego lub brzydkiego bodźca.

Niezależne badania, z użyciem tej samej techniki fMRI, prowadzili Vartanian i Goel aby sprawdzić, czy istnieją neuroanatomiczne korelaty preferencji estetycznych dla obrazów. Badanym prezentowano bodźce tylko raz, a podczas ekspozycji dokonywano ocen na czterostopniowej skali. Uzyskane wyniki, wskazują, iż w ocenę estetyczną bodźców zaangażowane są struktury zarówno korowe – takie jak płat potyliczny, zakręt obręczy oraz zakręt wrzecionowaty jak i podkorowe – prawe jądro ogoniaste. Struktury te różnią się wzorcami aktywności, w zależności od dokonywanych ewaluacji bodźców. Im słabsza preferencja bodźca, tym mniejsza aktywność prawego jądra ogoniastego. Jego aktywacja była minimalna, przy obrazach ocenianych najniżej. Podobna sytuacja ma miejsce u pacjentów depresyjnych, niezdolnych do odczuwania przyjemności, a także, gdy doświadczamy kary, na przykład za źle wykonane zadanie. Autorzy wysuwają wniosek, iż zmniejszona aktywność w prawym jądrze ogoniastym w odpowiedzi na niższą preferencję obrazu, być specyficznym przykładem ogólnego wzorca zmniejszonej aktywności w odpowiedzi na bodźce mniej nagradzające. Natomiast, w odpowiedzi na wyższe oceny obrazów zanotowano wzrost aktywności w lewym zakręcie obręczy, dwustronnie w lewym zakręcie potylicznym oraz zakręcie wrzecionowatym. Dane te są zbieżne z wynikami badań podkreślającymi rolę pierwszorzędowej i asocjacyjnej kory wzrokowej w przetwarzaniu obrazów różniących się pod względem emocjonalnej wartościowości.

Cela-Conde wraz z zespołem wysunęli przypuszczenie, iż przy wydawaniu sądów estetycznych, kluczową rolę odgrywać może kora przedczołowa, której to rozwój, według niektórych naukowców, związany jest ze zdolnością ludzi do doceniania sztuki. Ponadto, przetwarzanie bodźców wizualnych jest zintegrowanym, wieloetapowym procesem, gdzie poszczególne etapy związane są z analizą określonych cech. Kora przedczołowa jest kojarzona z percepcją kolorowych obiektów. Uaktywnia się również w odpowiedzi na bodźce wizualne związane z pamięcią, uwagą i położeniem przestrzennym. Stosując metodę

magnetoencefalografii prezentowali badanym zdjęcia i obrazy należące do jednej z czterech kategorii. Zdjęcia przedstawiały: widoki, przedmioty, sceny miejskie lub sceny z życia, natomiast obrazy: sztukę abstrakcyjną, klasyczną, dzieła impresjonistyczne i postimpresjonistyczne. Wykluczono bodźce przedstawiające twarze, by nie uaktywnił się mechanizm rozpoznawania twarzy. Badanych proszono o ewaluację zdjęć pod kątem estetyki.

Wyniki badania pokazały aktywację grzbietowo-bocznej kory przedczołowej, gdy badani postrzegali bodziec jako piękny, niezależnie od tego, czy prezentowany był obraz, czy fotografia. Aktywacja odbywała się z latencją na poziomie 400–1000 ms, przy czym aktywacja samej kory wzrokowej następowała po 130 ms od pojawienia się bodźca. Okres latencji dowodzi wielopoziomowego procesu, gdzie bodźce przetwarzane są w różnym czasie w różnych obszarach mózgu.

Autorzy stwierdzają, iż przy ewaluacji bodźców aktywizuje się zarówno kora przedczołowa, jak i kora zakrętu obręczy, jednakże druga z wymienionych struktur uaktywnia się zarówno przy pozytywnej, jak i negatywnej ocenie. Grzbietowo-boczna kora przedczołowa uaktywnia się natomiast wyłącznie przy ocenie bodźca jako pięknego.

Badania Cela-Conde i współpracowników, zakładające wieloetapowość procesu przetwarzania bodźców wzrokowych, są również zgodne z modelem teoretycznym dotyczącym kognitywnych i afektywnych procesów leżących u podstaw estetycznych preferencji w odniesieniu do bodźców wzrokowych. W pierwszym etapie przetwarzania bodźców wzrokowych, formułowane jest pierwsze wrażenie na temat bodźca. Ma to miejsce ok. 300 ms po jego pojawieniu się. Dopiero po ok. 600 ms następuje estetyczna ewaluacja, a w kolejnych etapach pojawia się emocjonalne zaangażowanie i głębsza estetyczna ocena bodźca.

Sądy estetyczne a procesy emocjonalne

Obcowanie z dziełami artystycznymi i dokonywanie estetycznych ocen tych tworów nierozdzielnie wiąże się z przeżywaniem szerokiego spektrum emocji. Dane pochodzące z obserwacji pacjentów z uszkodzeniami mózgu wskazują na szczególną rolę ciała migdałowatego w odniesieniu do bodźców awersyjnych i brzydkich. Pacjenci z dwustronnym uszkodzeniem ciała migdałowatego dokonywali znacznie wyższych ocen bodźców (figury geometryczne, kompozycje, krajobrazy), niż grupa kontrolna. Przy czym różnica ta była najbardziej widoczna w odniesieniu do bodźców najmniej preferowanych przez osoby bez uszkodzeń. Podobne rezultaty otrzymano, gdy bodźcem

nie były obrazy, a utwory muzyczne. Pacjenci prawidłowo rozpoznawali cechy takie jak tempo, czy tonacja. Nie byli natomiast w stanie rozpoznać przerażającej i smutnej muzyki. Co ciekawe, rozpoznanie wesołych dźwięków nie zostało upośledzone.

Wyniki badań przeprowadzonych w 2004 roku, przy pomocy techniki fMRI wskazują, iż percepcja pięknych obiektów i wysokie oceny estetyczne aktywują obszary mózgu związane z odczuwaniem pozytywnych emocji, takie jak przednia kora obręczy. W przypadku brzydkich obrazów nie ma jednoznacznej odpowiedzi, czy są one bodźcami mniej nagradzającymi, czy po prostu awersyjnymi. Na mniejszą wartość nagradzającą sugeruje jednostronna aktywacja jądra ogoniastego (a nie obustronna, jak w przypadku doświadczania kary). Jednakże, wzrost aktywności kory motorycznej może wskazywać na mobilizację organizmu w celu przerwania kontaktu z bodźcem nieprzyjemnym, czy wręcz awersyjnym.

Bodziec artystyczny jako bodziec nagradzający

Zarówno oglądanie obrazów (dzieł sztuki), jak i zwykłych zdjęć, może wiązać się z doświadczaniem pozytywnych emocji. Jednakże czy rzeczywiście oba bodźce są tak samo nagradzające? Pytanie to zostało postawione przez naukowców ze Stanów Zjednoczonych, którzy postanowili zbadać, czy obcowanie z wytworem postrzeganym, jako dzieło artystyczne, nie jest nagradzające samo w sobie. Swoje przypuszczenia oparli na obserwacjach, dokonanych przez Hagtvædt i Patrick z początkiem lat 2000-nych, wykazujących iż umieszczenie elementów sztuki (np. obrazu) w reklamie produktu, opakowaniu lub na samym produkcie wyzwała bardziej przychylne oceny danego obiektu, w porównaniu do przedmiotów opatrzonych obrazkami o tej samej tematyce i zawartości, nie budzących jednak skojarzeń ze sztuką. Sugeruje to, iż samo zakwalifikowanie bodźca jako *sztuki*, może oddziaływać na zachowanie ze względu na status, jaki posiada. Ponadto rezultaty badań z dziedziny neuroekonomii pokazują, iż bodźce symbolizujące bogactwo (materialne), jak na przykład luksusowe, sportowe samochody aktywizują ciało prążkowane, uważane za najważniejszą strukturę układu nagrody. Oprócz ciała prążkowanego, zawierającego jądro półleżące i rozciągającego się na brzuszno-przyśrodkową skorupę oraz jądro ogoniaste, układ nagrody obejmuje korę oczodołową, ciało migdałowe oraz brzuszne pole nakrywkowe śródmózgowia. Obrazki zaklasyfikowane do kategorii *sztuka*, w przeciwieństwie do obrazków nieartystycznych powodowały aktywację regionów związanych z ośrodkiem przyjemności, przede wszystkim

ciała prążkowanego, kory przedczołowej oraz wzgórza, obecnie uznawanego za istotne w zachowaniach związanych z nagrodami.

Preferencje estetyczne są złożonym zjawiskiem, w które zaangażowane są procesy sensomotoryczne, poznawcze i emocjonalne, jednakże okazuje się, iż kontakt z bodźcem estetycznym nie jest jedynym nagradzającym czynnikiem. Ludzie chodzą do galerii sztuki, by odnaleźć piękno. Obecne badania sugerują, iż zjawisko to jest bardziej złożone. Z jednej strony chętnie otaczamy się sztuką, ponieważ dzieła artystyczne podobają nam się i wywołują przyjemne stany emocjonalne. Z drugiej, już sam fakt obcowania ze sztuką dostarcza pozytywnych wzmocnień, nawet jeżeli danemu obiektowi nie przypisujemy wysokiej wartości estetycznej.

Badania Lacey i współpracowników z 2011 roku są pierwszymi próbującymi zgłębić temat statusu sztuki i jego wpływu na ludzkie zachowania. Bez wątpienia wiele hipotez wymaga dalszego testowania, a pionierskie badania mogą stanowić inspirację do dalszych rozważań.

Podsumowanie

Sztukę konstytuują cztery elementy, których nie sposób pominąć, mianowicie: artysta, jego dzieło, odbiorca, a także wartość, jaką dziełu przypisuje obserwator. Niniejszy artykuł poświęcony został dwóm ostatnim elementom, zawężając rozważania jedynie do sztuki wizualnej. Neuroestetyka jest natomiast dziedziną obszerną, prężnie rozwijającą się i systematycznie poszerzającą pole badań. Niemniej jednak, już tak ograniczona analiza, skupiająca się na pewnym jedynie aspekcie, pokazuje jak złożonym i kompleksowym zagadnieniem jest percepcja sztuki, wydawanie sądów estetycznych oraz procesy psychologiczne z nimi związane. Tajemnicę sztuki próbują zgłębić naukowcy z całego świata. Od momentu publikacji pierwszych badań z użyciem technik neuroobrazowania w 2004 roku, powstało wiele interesujących prac, a zainteresowanie tematyką systematycznie wzrasta.

Podziękowania dla prof. dr hab. Ryszarda Przewłockiego za opiekę naukową.

Katarzyna Furman, studentka w Zakładzie Neurobiologii i Neuropsychologii Instytutu Psychologii Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego.
E-mail: katarzyna.furman@student.uj.edu.pl.

OWADY NEKROFAGICZNE I KOPROFAGICZNE – ODRAŻAJĄCE CZY PIĘKNE?

Padlinówka cesarska, gnojka wytrwała, ścierrwica mięsówka to pospolite muchówki. Nadane im polskie nazwy nie kojarzą się najlepiej, jednak dobrze oddają biologię tych owadów.

Muchówki to rząd owadów z dwoma skrzydłami służącymi do latania i dwoma przemiannkami (uwsteczniczone skrzydła drugiej pary), które w czasie lotu działają jak żyroskopy. Gatunkiem przewodnim rzędu muchówek jest mucha domowa. Nie lubimy tego uprzykrzonego i namolnego owada. Może przenosić groźne choroby i, jakby tego było mało, trudno muchę dopaść. Jest zazwyczaj szybsza od naszej paczki. Muchówki przechodzą rozwój złożony z przeobrażeniem (metamorfozą) zupełnym (jajo–larwa–poczwarka–owad dorosły). Samice są zapobiegliwymi matkami. Składają jaja w miejscach, w których wylęgnięte larwy będą miały dużo dostępnego pokarmu. To sprytne posunięcie jest przejawem tzw. uprzedniej opieki nad potomstwem i stanowi bodaj najważniejszy czynnik decydujący o reprodukcyjnym sukcesie. Larwy wspomnianych muchówek mogą żyć na padlinie, w kloacznych dołach i odchodach. Tryb ich życia na ogół budzi w nas wstręt. Zaś osobniki dorosłe są

antofilne (kwiatolubne) i piękne. Zobaczymy je na kwiatach, kiedy raczą się ich nektarem oraz pyłkiem i przy „okazji” je zapylają. Rzeczne owady ze względu na specyfikę wykorzystywanych zasobów pokarmowych mogą być koprofagami, jeśli są amatorami odchodów lub nekrofagami, gdy żerują na padlinie i innych martwych szczątkach organicznych.

Padlinówka cesarska (*Lucilia caesar*) zwana jest lucilią bogatką. Należy do rodziny plujkowatych (Calliphoridae). Długość ciała tego owada sięga 7–8 mm. Odnacza się pięknym metalicznym zabarwieniem. Tułów i odwłok mieni się i, w zależności od kąta padania promieni słonecznych, przyjmuje barwy zielonkawo-niebieskie i złoto-zielone (Ryc. 1). Gatunek jest zarówno koprofagiem jak i nekrofagiem. Larwy rozwijające się w siedlisku odchodów i rozkładających się martwych szczątków, korzystają z bogactwa znajdujących się w nich składników odżywczych. Dorosła *Lucilia* chętnie spija nektar z kwiatów o silnym, choć zgoła innym zapachu. Wśród innych plujkowatych znajdziemy muchy nawiązujące biologią do padlinówki cesarskiej. Mucha plujka (*Calliphora vomitoria*) składa jaja w padlinie i na ropiejących