



## Asymetria funkcjonalna mózgu a procesy emocjonalne

*Cerebral functional asymmetry and emotional processes*

KATARZYNA KUCHARSKA-PIETURA<sup>1,2</sup>, MARCELI KLIMKOWSKI<sup>2</sup>

Z: 1. Katedry i Kliniki Psychiatrii Akademii Medycznej w Lublinie

2. Międzywydziałowej Katedry Nauk Humanistycznych Akademii Medycznej w Lublinie

**STRESZCZENIE.** *W pracy przedstawiono stan wiedzy (obserwacje kliniczne, wyniki badań eksperymentalnych i zastosowanie technik neuroobrazowania) z zakresu mózgowej lateralizacji emocji u osób zdrowych, pacjentów z zaburzeniami psychicznymi i chorych z jednostronną lezją mózgową. Podjęto próbę usystematyzowania metod służących badaniom nad emocjami. Duża liczba prowadzonych badań, różnorodność procedur badawczych stosowanych dla oceny mózgowej lateralizacji emocji oraz rozbieżność uzyskanych wyników wskazują na złożoność specjalizacji i współdziałania półkul mózgowych oraz na brak spójnej koncepcji dotyczącej przedmiotu badań.*

**SUMMARY.** *The paper presents the state-of-the-art knowledge (clinical observations, experimental research results and findings obtained by means of neuroimaging techniques) about the cerebral lateralization of emotions in healthy people, patients with mental disorders, and patients with unilateral brain lesions. An attempt was made to systematize methods used in the research on emotions. A large number of studies, diversity of research procedures used to assess cerebral lateralization of emotions, discrepancies in obtained research findings indicate the complexity of cerebral hemispheres specialization and collaboration, as well as the lack of a consistent theory of the research subject.*

---

**Słowa kluczowe:** lateralizacja półkulowa / emocje  
**Key words:** hemispheric lateralization / emotions

---

Pomimo uznania funkcjonalnej całości mózgu, rysuje się asymetryczna reprezentacja jego czynności. Zjawisko asymetrii można rozumieć szeroko, obejmując nim zarówno asymetrię strukturalną i funkcjonalną bądź międzypółkulową (lewa półkula *versus* prawa) i śródpółkulową (przednia *versus* tylna) [5, 9, 19]. Wyniki badań eksperymentalnych i klinicznych na populacjach osób przejawiających normę lub różnego rodzaju patologię mózgu potwierdzają znany fakt powiązania lewej półkuli z mową i funkcjami językowymi, a prawej – z percepcją przestrzenną i przeżyciami emocjonalnymi. W świetle współczesnej wiedzy tak przedstawiona dychotomia wydaje się dużym uproszczeniem. Każda z półkul ma własne funkcje

poznawcze, percepcyjne i emocjonalne, własną świadomość i samoświadomość. Ponadto, przegląd literatury z zakresu lateralizacji funkcji mózgowych zwraca uwagę na przesuwanie się punktu ciężkości zainteresowań badawczych z poszukiwania asymetrii w kierunku poszukiwania dowodów świadczących o współdziałaniu półkul [6, 27]. Jednak w dalszym ciągu zauważalny jest brak spójnej, pogłębionej wiedzy o integracji, jaka zachodzi między półkulami mózgu.

### METODY BADAŃ

W oparciu o obserwacje kliniczne i dorobek badań neuropsychologicznych potwierdzających hipotezy o mózgowej lateralizacji

emocji podjęto próbę systematyzacji i skategoryzowania metodologii prowadzonych badań z uwzględnieniem trzech sposobów przekazu (ang. *channels*): mimicznego (fotografie bądź rysunki twarzy wyrażające różne stany emocjonalne), prozodycznego (pozajęzykowe, emocjonalne aspekty wypowiedzi, np. modulacja głosu, intonacja) i leksykalnego (słowa o treści zabarwionej emocjonalnie).

Początek badań nad mózgową lateralizacją emocji sięga XIX wieku, kiedy to dostrzeżono różnice w zakresie zachowania emocjonalnego chorych w zależności od strony uszkodzenia półkul. Wyjaśnienie dziewiętnastowiecznych obserwacji nie mieściło się w ramach ówczesnej wiedzy i zainteresowań badawczych. Dopiero w ostatnim dwudziestoleciu na fali ogromnego zainteresowania zróżnicowaniem funkcjonalnym półkul mózgowych zwrócono uwagę na różną rolę, jaką prawa i lewa półkula mózgu odgrywają w emocjonalnym zachowaniu człowieka.

### Obserwacje kliniczne

Najczęściej stosowaną metodą jest obserwacja kliniczna pacjentów ukierunkowana na rejestrację ściśle określonych zachowań w trakcie wykonywania zadań eksperymentalnych bądź baterii testów neuropsychologicznych. Uzyskane wyniki uogólniono w postaci dwóch hipotez. Pierwsza z nich wskazuje na związek prawej półkuli mózgu z procesami emocjonalnymi, a lewej – z procesami poznawczymi. Druga hipoteza zakłada, że prawa półkula dominuje w stosunku do emocji negatywnych, a lewa w stosunku do emocji pozytywnych [22, 35]. Do badaczy, którzy wiążą reakcje pozytywne z półkulą lewą a negatywne z prawą, należą Gainotti. Przedmiotem jego badań były reakcje emocjonalne pacjentów z jednostronnymi uszkodzeniami mózgu (80 pacjentów z leżą prawostronną i 80 z lewostronną) poddanych testom psychologicznym i neuropsychologicznym. Ich reakcje emocjonalne zostały zakwalifikowane do trzech kategorii: reakcji katastroficznych, reakcji depresyjnych i reakcji obojętnych [15]. Jako

wskaźnik skłonności katastroficznych przyjęto: lęk, płacz, zachowania agresywne, rezygnację i troskę o własną osobę. Reakcje depresyjne oceniano posługując się takimi wskaźnikami, jak: usprawiedliwianie się, poczucie braku kompetencji i koloryzowanie przeszłości. Do kategorii reakcji obojętnych zaliczono: obojętność wobec własnych niepowodzeń, brak świadomości choroby, umniejszanie jej skutków, brak zainteresowania sprawami najbliższych, anozognozję. Wyniki uzyskane w trakcie tych obserwacji wykazały istotnie częstsze występowanie reakcji katastroficznej i depresyjnej u pacjentów z uszkodzeniem lewej półkuli mózgu, a reakcji obojętnych u chorych z uszkodzeniami prawej półkuli [15, 20].

Interesujące okazały się obserwacje chorych po usunięciu kory półkuli prawej. Większość badanych wykazywała nastrój euforyczny. Za wyjaśnienie tego typu zachowań przyjęto brak hamującego wpływu kory mózgowej półkuli operowanej, bądź też ewentualny wpływ struktur podkorowych półkuli pozbawionej kory, prawdopodobnie uwolnionych od jej hamującego wpływu [21]. Obserwacje Heimana i Scholesa wykazały, że pacjenci z uszkodzeniem prawej półkuli błędnie rozpoznawali intonację głosu i nie byli w stanie określić nastroju osoby mówiącej [18]. Ross i Mesulam opisali dwóch pacjentów z leżą prawostronną, którzy utracili zdolność do wyrażania emocji intonacją głosu [34]. W grupie chorych z prawostronną leżą zaobserwowano również wyraźnie słabszą ekspresję mimiczną w porównaniu z osobami zdrowymi [20].

### Badania eksperymentalne

Niezależnie od stosowanej metody, zjawiska o charakterze emocjonalnym szczególnie trudno poddają się badaniom empirycznym. Uzyskiwane informacje mają często charakter intuicyjno-wyobraźniowy, a przedstawienie spójnego systemu teoretycznego dotyczącego emocji, spełniającego wymogi precyzji naukowej jest ciągle dalekie od ideału. Studia empiryczne koncentrują się z jednej strony na

odbiorze informacji o stanach emocjonalnych, z drugiej zaś na wyrażaniu stanów emocjonalnych poprzez mimikę, gesty i intonację afektywną wypowiedzi słownych.

Percepcja emocji jest badana stosownie do trzech sposobów przekazu informacji: mimicznego, prozodycznego i leksykalnego.

*Percepcja mimiczna.* Do oceny percepcji emocjonalnego wyrazu twarzy używa się fotografii twarzy obojętnych oraz twarzy przedstawiających sześć takich podstawowych stanów emocjonalnych, jak: szczęście, smutek, złość, strach, wstręt, wstyd. Ponadto, wykorzystuje się fotografie twarzy odwróconych o 180 stopni bądź chimerycznych. W eksperymentach tych badani mają za zadanie nazwać emocje na fotografiach twarzy eksponowanych w sposób dowolny lub z użyciem tachistoskopu (*Face Emotion Identification Test*) a także rozstrzygnąć, czy dwie kolejno prezentowane twarze wyrażają tę samą emocję (*Face Emotion Discrimination Task*) i czy należą do tej samej osoby.

Wskaźnikami przewagi prawego bądź lewego pola widzenia są albo mniejsza liczba błędów, albo krótszy czas reakcji. Wyniki badań klinicznych w większości wskazują na związek między patologią prawej półkuli a deficytami w percepcji emocjonalnego wyrazu twarzy [3, 5, 10].

Problematyka rozpoznawania emocjonalnego wyrazu twarzy pozostaje wciąż kontrowersyjna ze względu na trudność oddzielenia asymetrii wynikającej z opracowania samego bodźca od asymetrii wynikającej z opracowania zawartej w nim emocji [4, 38].

*Percepcja prozodyczna.* Percepcja emocji oceniana jest w oparciu o zadania nazwania (*Voice Emotion Identification Task*) bądź rozróżniania stanów emocjonalnych wyrażonych za pomocą zróżnicowanego emocjonalnie tonu głosu (*Voice Emotion Discrimination Task*). Regułą jest przeprowadzenie zadań kontrolnych w oparciu o stymulację nie-emocjonalną. Pozwala to na ocenę stopnia deficytów poznawczych i emocjonalnych w grupie badanej. Większość prowadzonych badań wydaje się potwierdzać przewagę pół-

kuli prawej w pozawerbalnych procesach językowych, takich jak intonacja lub zabarwienie emocjonalne wypowiedzi. Badania nad mózgową lateralizacją emocji przy użyciu metody dychotycznego słyszenia (*dichotic listening*) podkreślają przewagę lewego ucha, a więc – kontralateralnej półkuli (prawej) w odbiorze informacji emocjonalnej [5].

*Percepcja leksykalna.* W ocenie percepcji mają zastosowanie tachistoskopowe procedury mierzące szybkość i dokładność procesów emocjonalnych w zestawieniu z informacjami nie-emocjonalnymi. W badaniu Gravesa i wsp. badani mężczyźni odbierali lepiej słowa o zabarwieniu emocjonalnym niż neutralne, gdy eksponowano je w lewym polu widzenia, podczas gdy nie odnotowano istotnych różnic między kobietami i mężczyznami w percepcji tych dwóch typów informacji, gdy kierowano je do prawego pola widzenia. Stosowano też eksperyment asocjacyjny jako metodę analizy początkowych czasów reakcji na wyrazy o różnym zabarwieniu emocjonalnym u chorych na schizofrenię i u osób zdrowych. Badanie to nie wykazało jednak istotnych różnic między badanymi grupami pod względem czasu reagowania na bodziec emocjonalny [21].

Również ekspresja emocji badana jest z uwzględnieniem trzech sposobów przekazywania informacji: mimicznego, prozodycznego i leksykalnego.

*Ekspresja mimiczna.* Współczesne techniki pomiaru obejmują liczne metody pomiaru ruchów mięśni mimicznych twarzy, z których aktualnie największym uznaniem z powodu swej poprawności metodologicznej cieszą się FACS (*Facial Acting Coding System*) i elektromiografia [13].

FACS wykorzystuje wiedzę anatomiczną, elektromiografię oraz materiał filmowy i zdjęciowy pozwalający ocenić, jak skurcz mięśnia mimicznego bądź grup mięśniowych zmienia wyraz twarzy. Jak dotąd, w celu określenia specyficznych zmian w wyrazie twarzy i rozróżniania aktywności poszczególnych mięśni przebadano 5000 różnych kombinacji mięśniowych. Badani poddawani są

procedurom inicjacji różnych stanów emocjonalnych, najczęściej przy użyciu standaryzowanego materiału filmowego. Przedstawiany materiał ma zabarwienie emocjonalne pozytywne (np. sceny komediowe) i negatywne (np. sceny katastroficzne). Podczas pokazywania filmów badani są filmowani. Następnie nagrany na taśmie video materiał opracowywany jest metodą FACS przez przeszkolone w tym celu osoby kodujące [14].

Elektromiografia pozwala mierzyć potencjały kurczów mięśni mimicznych twarzy w ten sposób, że aktywność pojedynczego mięśnia może być monitorowana za pomocą umieszczonej w tkance, igłowej końcówki elektrody. Ponieważ jest to metoda inwazyjna, bolesna i pracochłonna, a rzetelność jej okazuje się porównywalna z rzetelnością FACS, powoli traci ona swoją popularność.

Wyniki badań z zakresu *prozodycznej ekspresji* emocji w większości potwierdziły występowanie deficytów w wyrażaniu emocji intonacją głosu u chorych z uszkodzeniem prawej półkuli mózgu [20, 34].

Dorobek naukowy w zakresie *leksykalnej ekspresji emocji* (tj. emocjonalnej treści wymawianych słów) nie jest duży [21]. Rola prawej półkuli w ekspresji werbalnej emocji została potwierdzona już w badaniach Jacksona (1988), który wykazał, że w mowie chorych z lewostronnym uszkodzeniem mózgu i afazją wyrazy zabarwione emocjonalnie są zachowane. Obserwacja ta prowadzi do konkluzji, że słowa „emocjonalne” pozostają pod kontrolą prawej półkuli. Badania Borod dowiodły, że pacjenci z uszkodzeniem prawej półkuli mózgu wykazywali mniejszą precyzję werbalnej ekspresji emocji [3, 4, 5].

Oprócz analizy behawioralnych wskaźników obserwowanej ekspresji emocjonalnej badano też związki aktywności półkulowej z takimi wskaźnikami fizjologicznymi, jak: czynność serca, elektryczna aktywność skóry, mózgowy przepływ krwi, ruch gałek ocznych, następstwa zastosowania leczenia jednostronnymi elektrowstrząsami.

Dimond i Farrington posłużyli się pomiarem częstości akcji serca jako emocjonalnej

odpowiedzi na pokazywanie filmów do jednej z półkul mózgowych. W badaniach wykazali, że odpowiedź ta była silniejsza, gdy filmy o zabarwieniu emocjonalnie negatywnym kierowano do prawej półkuli, a filmy z ładunkiem emocji pozytywnych do półkuli lewej [11].

Metody pomiaru reakcji galwaniczno-skórnej znalazły zastosowanie w ocenie reakcji na bodźce bólowe u chorych z leżjami jednostronnymi [7]. Podczas eksperymentalnego drażnienia prądem kończyn tożsamych do uszkodzeń mózgu wykazano słabszą reakcję galwaniczną skóry na bodźce bólowe u pacjentów z prawostronnym uszkodzeniem mózgu w porównaniu z chorymi z uszkodzeniem lewostronnym [19, 22]. Innym wskaźnikiem neurofizjologicznym wykorzystywanym w badaniach z zakresu lateralizacji emocji jest pomiar przepływu krwi w mózgu badanego w różnych stanach emocjonalnych. Baker i wsp. wykazali wzrost mózgowego przepływu krwi w korze oczodołowo-czołowej, przedczołowej korze grzbietowo-bocznej po lewej stronie u osób zdrowych zarówno w nastroju obniżonym, jak i podwyższonym [2].

Badając boczne ruchy gałek ocznych u osób praworęcznych w różnych stanach emocjonalnych zarejestrowano większą aktywność prawopółkulową niezależnie od znaku emocji [9, 40].

Badania Berenta przy użyciu jednostronnych elektrowstrząsów wykazały, że prawostronne EW upośledzały rozpoznawanie twarzy w sytuacji, w której istotny był czynnik „figuralny”, a nie wyraz mimiczny zapamiętywanej twarzy, natomiast lewostronne EW obniżały poziom rozpoznawania twarzy w sytuacji, w której istotny był wyraz twarzy [27].

### **EEG i potencjały wywołane w badaniach nad lateralizacją emocji**

Koncepcja półkulowej specjalizacji emocji zainicjowała badania przy użyciu zapisu spontanicznej czynności bioelektrycznej mózgu (EEG) i potencjałów wywołanych (EP). Elektroencefalografia pozwala śledzić pod-

stawową aktywność mózgu w długich okresach, minutach czy godzinach, , gdy pacjent jest zrelaksowany lub gdy wykonuje pewne funkcje umysłowe. Potencjały wywołane wykorzystuje się zazwyczaj do rejestrowania aktywności mózgu bezpośrednio po zadziałaniu bodźca na układ nerwowy. Wskaźnikiem przewagi jednej z półkul przy analizie prezentowanego bodźca są wyższe amplitudy potencjału wywołanego i jego krótsza latencja [6, 37].

Badania Perrisa wykazały asymetrię półkulową w EEG na podstawie oceny zmienności amplitudy fal [30]. Badania Davidsona i wsp. potwierdziły istnienie czołowej asymetrii w aktywności alfa w stanach nastroju pozytywnego i negatywnego, z odpowiednio większą prawostronną czołową aktywacją, wskazującą również na dominację emocji negatywnych w badaniu [9]. Davidson szukał wyjaśnienia czołowej asymetrii alfa w angażowaniu się lewej półkuli w emocje pozytywne i prawej w emocje negatywne. Współczesne badania Tuckera przeprowadzone na populacji osób zdrowych wykazały niską aktywność prawopółkulową (wysoki rytm alfa) w stanie indukowanej depresji i wysoką prawopółkulową aktywność w stanie pobudzenia seksualnego [39].

Na uwagę zasługują badania Sobótki i wsp. z zastosowaniem metody potencjałów wywołanych, rejestrowanych z symetrycznie rozmieszczonych punktów lewej i prawej kory czołowej i potylicznej w czasie doświadczania przez osoby badane emocji negatywnych i pozytywnych [37]. Wyniki tych badań wskazały na brak istotnych statystycznie różnic między potencjałami odbieranymi z lewej i prawej półkuli niezależnie od znaku emocji. Natomiast amplitudy potencjału P180 rejestrowane z kory potylicznej osiągnęły poziom istotnie wyższy w półkuli prawej w porównaniu z półkulą lewą zarówno w sytuacji emocjonalnie pozytywnej jak i negatywnej. Wyniki te przemawiają za wiarygodnością hipotezy o dominacji prawej półkuli w procesach emocjonalnych, niezależnie od znaku emocji.

### Techniki neuroobrazowania

Zastosowanie technik obrazowania ukierunkowane jest na badanie wywołanych eksperymentalnie emocji w grupie osób zdrowych oraz na porównawcze badania nad fizjologią mózgu w grupie pacjentów z zaburzeniami emocjonalnymi. Prowadzone są badania za pomocą pozytronowej emisyjnej tomografii (PET) z użyciem znakowanej fluorodezoksyglokozy, mające na celu ocenę lokalnego metabolizmu glukozy u osób z asymetrią elektrycznych wskaźników aktywności przednich obszarów kory [12, 24]. PET umożliwia ocenę regionalnego przepływu krwi w mózgu. U badanego wywoływane są kolejno pozytywne i negatywne stany emocjonalne, a następnie wykonuje się kilkanaście zapisów. W indukowanych stanach emocjonalnych zarejestrowano wzrost regionalnego przepływu krwi w korze przedczołowej, wzgórz, jądrze migdałowatym i hipokampie. Wzrost przepływu odnotowano również w środkowej korze czołowej w czasie przeżywania pozytywnego stanu emocjonalnego. W stanach emocjonalnie negatywnych zaobserwowano spadek mózgowego przepływu krwi w korze przedczołowej i wzrost aktywności mózgowej w obszarze przedniej wyspy [24].

Badania Whalena i wsp. wykazały szczególnie rolę jądra migdałowatego w procesach emocjonalnych. W obrazach funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) zarejestrowano wyższy poziom wysycenia tlenowego jądra migdałowatego u badanych, którym prezentowano twarze wyrażające strach w porównaniu z badanymi którym pokazywano twarze szczęśliwe [41].

### KIERUNKI BADAŃ

Coraz więcej danych eksperymentalnych i badań klinicznych świadczy o mózgowej lateralizacji emocji [6, 19, 20, 22, 31, 35, 40]. Różnorodność hipotez akcentuje złożoność zagadnienia, jak i brak jego ostatecznych wniosków. Wśród hipotez próbujących wyjaśnić to zagadnienie posiłkując się kliniczną

obserwacją pacjentów z zaburzeniami psychicznymi i neurologicznymi z lezjami prawej bądź lewej półkuli, wynikami próby amyntalowej lub wynikami psychologicznych badań eksperymentalnych, reprezentowane są dwa stanowiska. Pierwsze z nich stwierdza dominację prawej półkuli w odbiorze i ekspresji emocji. Zakłada, że struktury analizujące zarówno pozytywne, jak i negatywne emocje są powiązane wyłącznie z prawą półkulą [16]. Druga hipoteza stwierdza specjalizację obu półkul w regulacji emocji. Zgodnie z drugim stanowiskiem mózgowa lateralizacja w zakresie emocji zależy od znaku informacji: prawa półkula kontroluje emocje o znaku negatywnym, a lewa emocje o znaku pozytywnym [15, 17, 35].

### **Hipoteza dominującej roli prawej półkuli**

Wyniki badań potwierdzają obecność swoistych zaburzeń percepcji i ekspresji emocji u osób z dysfunkcją prawej półkuli. Gardner i wsp. zarejestrowali trudności w percepcji emocjonalnych składników wypowiedzi u pacjentów z lezjami prawostronnymi. Wykazali, że reakcje badanych na rysunki humorystyczne są nieadekwatne i świadczą o rozbieżnościach między stroną treściową a afektywną, między rozumieniem a oceną rysunku [16]. Badania Heilmana i Scholesa wykazały, że chorzy z leżą prawostronną błędnie rozpoznają intonację głosu, jak również mają trudności w prawidłowej intonacji własnych wypowiedzi [18]. W tej grupie badanych zaobserwowano także trudności w odbiorze i ekspresji informacji emocjonalnych podczas ekspozycji fotografii twarzy lub twarzy chimerycznych prezentujących różne stany emocjonalne. Wyniki tych badań wykazały, że: (1) u chorych z prawostronnym uszkodzeniem mózgu wystąpiły trudności w prawidłowym rozpoznaniu wyrazu twarzy, (2) twarze wyrażające pozytywnie jak i negatywne emocje analizowane są sprawniej przez prawą półkulę mózgu. Hipoteza ta została poparta zarówno w badaniach eksperymentalnych prowadzonych w grupie pacjentów z jednostron-

nymi lezjami mózgu, osób psychicznie chorych, jak i w grupie kontrolnej [38].

Badania wykorzystujące tachistoskopową ekspozycję fotografii twarzy o różnym wyrazie emocjonalnym do prawego i lewego pola widzenia potwierdzają szybsze i bardziej poprawne rozpoznawanie bodźców ukazywanych do lewego pola widzenia, co oznacza, że prawa półkula odgrywa dominującą rolę w identyfikacji wyrazu emocjonalnego twarzy [3, 5, 8, 26].

Anomalie w zakresie zdolności rozpoznawania emocjonalnego wyrazu twarzy zarejestrowane w grupie chorych na schizofrenię przypisywano upośledzonym procesom przetwarzania informacji charakterystycznych dla prawej półkuli. Wyniki badań wskazują na różne mózgowo mechanizmy pomiędzy schizofrenią i zaburzeniami afektywnymi z jednej strony, a pomiędzy normalnymi i patologicznymi stanami nastroju z drugiej strony. Zdrowi, doświadczając zmian w nastroju, nie ujawniali żadnych zmian w tendencji do postrzegania lewych połówek twarzy podczas pokazywania twarzy chimerycznych [8, 26]. Dane dotyczące zmniejszenia częstości wyboru połówek twarzy w lewym polu widzenia (adresowanych do prawej półkuli) przez pacjentów depresyjnych znalazły potwierdzenie w pracach Jaegera, sugerujących występowanie deficytu funkcji prawopółkulowej w depresji. Chorzy z manią lub hipomanią wykazali wzrost tendencji postrzegania lewych połówek prezentowanych twarzy chimerycznych, przemawiającej za nadczynnością prawopółkulową w manii. Chorzy na schizofrenię nie ujawnili istotnej statystycznie tendencji do postrzegania twarzy w lewym polu widzenia, co może wskazywać na istnienie niedoczynności prawopółkulowej w schizofrenii [8].

Z analizy piśmiennictwa wynika, że nadal nie wiadomo, czy konsekwencją różnic w percepcji przekazu mimicznego przez osoby chore na schizofrenię i depresję jest deficyt prawopółkulowy czy lewopółkulowy, czy też kombinacja obu tych dysfunkcji.

Badania Borod przeprowadzone za pomocą metod neuropsychologicznych w grupach pacjentów chorych na schizofrenię, pacjentów z prawostronnym uszkodzeniem mózgu i w grupie osób zdrowych wskazały na występowanie równego stopnia deficytów w percepcji emocjonalnego wyrazu twarzy u badanych chorych. Wyniki prowadzonych na szeroką skalę badań przemawiają za związkiem schizofrenii przejawiającej się objawami negatywnymi i zblednięciem afektu, z dysfunkcją prawopółkulową [4, 27, 29, 36]. Kolejnych dowodów podtrzymujących hipotezę o związku emocji z prawą półkulą dostarczyła identyfikacja takich zaburzeń jak aprozodia [6, 27]. Aprozodia polega na niemożności wyrażenia emocji za pośrednictwem mowy (aprozodia motoryczna) lub na nierozumieniu emocji zawartych w mowie innych ludzi (aprozodia sensoryczna). Występuje zazwyczaj przy uszkodzeniu półkuli prawej, w miejscach symetrycznie położonych w stosunku do obszaru mowy w półkuli lewej. Objawy aprozodii mogłyby wskazywać na dominację prawej półkuli w zakresie wyrażania emocji w mowie oraz ich rozpoznawania na podstawie wypowiedzi osób. Dalszych argumentów popierających większe zaangażowanie półkuli prawej w procesy emocjonalne dostarczyły eksperymenty laboratoryjne, w których osoba badana strzelała z broni fotoelektrycznej do punktu świetlnego na ekranie, a czynność elektryczna jej mózgu była rejestrowana w trakcie porażki i sukcesu. Badania te ujawniły wyższą amplitudę potencjałów w półkuli prawej niż w lewej niezależnie od trafności strzału [6, 37].

### **Hipoteza zróżnicowanej specjalizacji obu półkul**

Hipoteza wiążąca reakcje pozytywne z półkulą lewą i negatywne z prawą znalazła oddźwięk w licznych obserwacjach klinicznych. Podstawę dla niej stanowiły nowatorskie badania Gainottiego nad osobami z jednostronnymi leżjami mózgu. Przy użyciu neuropsychologicznych testów diagno-

stycznych Gainotti wykazał związek występowania reakcji katastroficznej i depresyjnej u pacjentów z uszkodzeniem lewej półkuli i nieadekwatnych reakcji na chorobę, tj. obojętności, euforii, tendencji do żartów czy negatywizm u chorych z uszkodzeniem prawej półkuli [15]. Hipotezę o lateralizacji znaku emocji sformułowano również na podstawie badań nad stronnym blokowaniem jednej z półkul metodą Wady (wprowadzając do układu krążenia jednej z półkul sól sodową amytalu) lub z wykorzystaniem elektrowstrząsów. Wyniki tych badań wykazały, że przy inaktywacji półkuli prawej występują reakcje euforyczne, a przy blokowaniu półkuli lewej – reakcje katastroficzne [19, 20]. Neurofizjologiczne badania sugerują, że stany emocjonalne o zabarwieniu negatywnym powodują wzrost aktywacji prawego płata czołowego, podczas gdy stan emocjonalny pozytywny powoduje wzrost aktywności w lewym płacie czołowym [9].

Wielu zwolenników omawianej hipotezy stara się ją uzasadnić wynikami badań neuropsychologicznych nad percepcją twarzy wyrażających pozytywne i negatywne emocje [30, 37]. W eksperymencie badawczym przeprowadzonym w grupie dzieci normalnie słyszących i głuchych obserwowano odmienny wzorzec asymetrii półkul mózgowych. W grupie dzieci głuchych, niezależnie od rodzaju wyrażanych emocji, w odbiorze wyrazu twarzy nie zaznaczyło się zróżnicowanie funkcjonalne półkul mózgowych. W grupie dzieci słyszących przy rozpoznawaniu twarzy uśmiechniętych nie stwierdzono istotnych różnic półkulowych, podczas gdy ekspozycja twarzy smutnych i neutralnych wskazała na przewagę prawej półkuli. Wyniki tych badań wskazują na różny sposób analizy różnych stanów emocjonalnych. I tak twarze smutne i neutralne opracowywane są holistycznie, globalnie, a zatem sprawniej przez półkulę prawą, a twarze wyrażające emocje pozytywne analizowana są sekwencyjnie, analitycznie, w sposób charakterystyczny dla lewej półkuli [37].

### Hipoteza współdziałania półkul

Istnieje jeszcze jedna kategoria hipotez, pozwalająca wyjaśnić niezgodność uzyskanych wyników, przyjmująca, że obie półkule uczestniczą w powstawaniu i analizie wszelkich stanów emocjonalnych, a w zależności od sytuacji dominacja przypada prawej bądź lewej półkuli [6, 27]. Dowodów popierających powyższy pogląd można doszukać się w wynikach wielu eksperymentów behawioralnych i elektrofizjologicznych. Twarz eksponowana w prawym bądź w lewym polu widzenia jest rozpoznawana nie tylko przez półkulę kontralateralną do pola widzenia, ale również przez półkulę ipsilateralną. Co więcej, oddanie strzału w eksperymentach elektrofizjologicznych wywoływało zbliżone potencjały w obu półkulach w pierwszych 100 ms, po czym potencjał osiągał wartość wyższą w półkuli prawej [6, 37].

### Hipoteza śródpółkulowej specjalizacji emocji

Poza specjalizacją interpółkulową (lewa *versus* prawa) rozważana jest również specjalizacja intrapółkulowa, tj. między przednią (struktury mózgowe znajdujące się przed bruzdą Rolanda) a tylną częścią mózgu (za bruzdą Rolanda). Obserwacje Gainottiego i Robinsona potwierdziły obecność adekwatnych reakcji emocjonalnych u chorych z przednią leżą oraz brak wglądu w chorobę u pacjentów z tylną leżą [5, 15]. Kolb i Milner wykazali istotne upośledzenie dowolnej i mimowolnej ekspresji mimicznej u pacjentów z uszkodzeniem płata czołowego w porównaniu z chorymi z leżami w tylnych regionach mózgowych [23]. Dalszych argumentów przemawiających za słusznością hipotezy specjalizacji śródpółkulowej dostarczyły badania Allisona i wsp., w których zwrócono uwagę na szczególną rolę tylnej kory płata skroniowego w rozpoznawaniu emocjonalnego wyrazu twarzy [1].

### Hipoteza podkorowej asymetrii funkcjonalnej

Godnym podkreślenia jest fakt, że asymetria funkcjonalna dotyczy nie tylko kory mózgowej, ale również ośrodków podkoro-

wych. Właściwości układu wzgórzowo-limbicznego i układu siatkowatego wyznaczają trzy główne cechy reakcji emocjonalnej: treść, znak, aktywację [31]. Wyniki badań Ojemanna wskazały, że uszkodzenie lewego wzgórza, jak i drażnienie go prądem elektrycznym, upośledza pamięć materiału werbalnego, podczas gdy leżje lub stymulacja wzgórza prawego takich skutków nie dają [w 27]. Robinson udowodnił żywe doświadczanie emocji negatywnych, np. strachu, i brak wyrażania emocji pozytywnych, np. szczęścia, u pacjentów z uszkodzeniem lewostronnych zwojów podstawnych [33]. Badania efektu drażnienia i usunięcia jądra migdałowatego pozwoliło na hipotetyczne uznanie tej struktury za miejsce, w którym dokonuje się kodowanie emocjonalnego znaczenia bodźców zmysłowych oraz kontrola reakcji emocjonalnych [25, 32, 41]. Biorąc pod uwagę wielopiętrowy charakter regulacji emocjonalnej, nie jest to równoznaczne z uznaniem go za ośrodek emocji.

## PODSUMOWANIE

Duża liczba prowadzonych badań, różnorodność procedur badawczych stosowanych w poznawaniu mózgowej lateralizacji emocji oraz rozbieżność uzyskanych wyników wskazują na dużą złożoność zagadnienia specjalizacji i współdziałania półkul mózgowych oraz na brak spójnej koncepcji wyjaśniającej wyniki dotychczasowych badań.

## PIŚMIENNICTWO

1. Allison T., Ginter H., McCarthy G., Nobre A.C., Puce A., Luby M., Spencer D.D.: Face recognition in human extrastriate cortex. *J. Neurophysiol.* 1994, 71, 821–825.
2. Baker S.C., Frith C.D., Dolan R.J.: The interaction between mood and cognitive function studies with PET. *Psychol. Med.* 1997, 27, 565–578.
3. Borod J.C., Koff E., Caron H.: Right hemispheric specialization for the expression and appreciation of emotion: A focus on the face. W: Perelman E. (red.): *Cognitive processing*



- in the right hemisphere. Academic Press, New York 1983, 83–110.
4. Borod J.C., Koff E.: The neuropsychology of emotion; Evidence from normal, neurological, and psychiatric populations. W: Pectman E. (red.): Integrating theory and practice in clinical neuropsychology. Hillsdale, New York 1989, 175–215.
  5. Borod J.: Interhemispheric and intrahemispheric control of emotions. A focus on unilateral brain damage. *J. Consult. Clin. Psychol.* 1992, 60, 339–348.
  6. Budohoska W., Grabowska A.: Dwie półkule – jeden mózg. Wiedza Powszechna, Warszawa 1994.
  7. Dawson M.E., Schell A.M., Filion D.L.: The electrodermal system. Principles of psychophysiology: physical, social, and inferential elements. Cambridge Univ. Press, New York 1990.
  8. David A.S., Cutting J.C.: Affect, affective disorder and schizophrenia. A neuropsychological investigation of right hemisphere function. *Br. J. Psychiatry* 1990, 156, 491–495.
  9. Davidson R.J., Schwartz G.E., Saron C., Bennett J., Goleman D.J.: Frontal versus parietal EEG asymmetry during positive and negative affect. *Psychophysiology* 1979, 16, 202.
  10. Dekosky S.T., Heilman K.M., Bowers D., Valenstein E.: Recognition and discrimination of emotional faces and pictures. *Brain Lang.* 1980, 9, 206–214.
  11. Dimond S.J., Farrington L.: Emotional response to films shown to the right and left hemisphere of the brain measured by heart rate. *Acta Psychol.* 1978, 41, 255–260.
  12. Downhill J.E., Robinson R.G.: PET scanning and emotional activation (pilot study). 32nd Annual Meeting Abstracts. American College of Neuropsychopharmacology, Nashville 1993.
  13. Ekman P., Friesen W.V.: Facial Acting Coding System. Consulting Psychologists Press, Palo Alto 1978.
  14. Ekman P., Davidson J.R.: Natura emocji. GWP, Gdańsk 1998.
  15. Gainotti G.: Emotional behavior and hemispheric side lesions. *Cortex* 1972, 8, 41–45.
  16. Gardner H.: The shattered mind. Knopf, New York 1975.
  17. Goldstein K.: The organism. American Book, New York 1939.
  18. Heilman K.M., Scholes R.: Auditory affective agnosia. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1975, 38, 69–72.
  19. Herzyk A., Osza U.: Asymetria funkcjonalna w percepcji treści emocjonalnych. W: Klimkowski M. (red.): Neuropsychologia Kliniczna. Wyd. Nauk. „Annales” UMCS, Lublin 1994.
  20. Herzyk A., Rozenkiewicz J.: Neuropsychologiczna diagnoza zaburzeń emocjonalnych. W: Klimkowski M. (red.): Neuropsychologia Kliniczna. Wyd. Nauk. „Annales” UMCS, Lublin 1994.
  21. Hunca-Bednarska A.: Analiza początkowych czasów reakcji na wyrazy o różnym zabarwieniu emocjonalnym w eksperymencie asocjacyjnym u osób zdrowych oraz u osób chorych na schizofrenię. Badania porównawcze. V Lubelskie Spotkania Naukowe, Lublin 1996.
  22. Kądziaława D.: Asymetria półkul mózgowych w zakresie emocji. *Studia Psychologiczne*. PAN, Warszawa 1986.
  23. Kolb B., Milner B.: Observations on spontaneous facial expression after focal cerebral excision and after intracarotid injections of sodium amytal. *Neuropsychologia* 1981, 19, 505–514.
  24. Lane R., Reiman E., Ahern G.L., Schwartz G.E., Davidson R.J.: Neuroanatomical correlates of happiness, sadness, and disgust. *Am. J. Psychiatry* 1997, 154, 926–933.
  25. LeDoux J.E.: The emotional brain. Simon and Shuster, New York 1996. 50. 51. Levy J., Heller W., Banich M.T.: Asymmetry of perception in free viewing of chimeric faces. *Brain Cogn.* 1983, 2, 404–419.
  26. Mroziak J.: Asymetria i współdziałanie półkul mózgowych w regulacji zachowania. W: Wybrane zagadnienia neuropsychologii klinicznej. WUW, Warszawa 1985.
  27. Nelson D.V., Maxwell J.K., Townes B.D.: Cerebral laterality and interhemispheric relations in schizophrenia and affective disorders (Abstract). *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 1985, 7, 628.
  28. Oepen G., Fungfeld M., Holl T., Zimmerman P., Landis T., Regard M., Hermle L.: Emotion-triggered changes of task-related hemispheric processing asymmetries in schizophrenics (Abstract). *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 1987, 9, 62.
  29. Perris C.: EEG techniques in the measurement of the severity of depressive syndromes. *Neuropsychobiology* 1975, 1, 16–25.

30. Reuter-Lorenz P.A., Davidson R.: Differential contributions of the two cerebral hemispheres to the perception of happy and sad faces. *Neuropsychologia* 1981, 19, 609–613.
31. Reykowski J.: *Procesy emocjonalne, motywacja, osobowość*. PWN, Warszawa 1992.
32. Robinson R.G.: Mapping brain activity associated with emotion. *Am. J. Psychiatry* 1995, 152, 327–329.
33. Ross E.: *Modulation of affect of nonverbal communication by the right hemisphere. Principles of behavioral neurology*. Davis, Philadelphia 1985.
34. Sackeim H., Greenberg M., Weiman A.L., Gur R.C., Hungerbuhler J.P., Geschwind N.: Functional brain asymmetry in the expression positive and negative emotion: Neurologic evidence. *Arch. Neurol.* 1982, 19, 210–218.
35. Schweitzer L.: Evidence of right cerebral hemisphere dysfunction in schizophrenic patients with left hemisphere overactivation. *Biol. Psychiatry* 1982, 17, 655–573.
36. Sobótka S., Grabowska A., Grodzicka J., Wasilewski R., Budohoska W.: Hemispheric asymmetry in event related potentials associated with positive and negative emotions. *Acta Neurobiol. Exp.* 1992, 52, 251–260.
37. Szelaż E., Wasilewski R.: Rozpoznawanie twarzy wyrażających emocje przez pacjentów z lewo- i prawostronnymi ogniskowymi uszkodzeniami mózgu. *Przełgl. Psychol.* 1990, 33, 405–413.
38. Tucker D.M., Roth R.S., Arneson B.A.: Right hemisphere activation during stress. *Neuropsychologia* 1977, 15, 697–700.
39. Wexler B.E.: Cerebral laterality and psychiatry: a review of the literature. *Am. J. Psychiatry* 1980, 137, 279–289.
40. Whalen P.J., Rauch S.L., Etcoff N.L., McInerney S.C., Lee M.B., Jenike M.A.: Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *J. Neurosci.* 1998, 18, 411–418.

*Adres: Dr Katarzyna Kucharska-Pietura, Katedra i Klinika Psychiatrii AM,  
ul. Abramowicka 2, 20-442 Lublin*