

Mózg i komórki mózgu

Mózg jest największym narządem układu nerwowego i połączony jest przez rdzeń kręgowy, biegnący w dół we wnętrzu kręgosłupa, przekazując i odbierając informacje. Na całej długości rdzenia odchodzą pary neuronów, przewodzących sygnały z mózgu, pozwalając aktywować ruchy ciała a także przesyłające informacje, pochodzące z narządów zmysłu do mózgu. Głęboka, centralnie położona szczelina dzieli mózg na dwie części – półkule mózgu, lewą i prawą, które są połączone tzw. wielkim spoidłem mózgu. Składa się ono z licznych włókien nerwowych i wspólnie rządzą one procesami myślowymi i funkcjami ciała. Lewa półkula odpowiada za prawą stronę ciała, a prawa za lewą stronę ciała. Każda z nich ma inne zadanie, ale jest w stanie przejąć część funkcji drugiej. Uważa się, że w mózgu człowieka przebiega sieć przewodów łączących około 100 bilionów komórek. W sieci tych przewodów znajduje się klucz naszej świadomości [Sporns i wsp. 2007]. Obie półkule mózgu pokrywa z zewnątrz pofałdowany w liczne bruzdy, szczeliny, zakręty, płaszcz kory mózgowej. Jest to warstwa komórek szarych zbudowanych z ciała komórkowego neuronów, nazywana także istotą szarą, która kontroluje funkcje mózgu, w tym myślenie.

1. Kora mózgowa

Pod pojęciem kory mózgowej rozumiemy regiony takie jak: wzgórze, mózdzek oraz układy pnia mózgu. Kora jest odpowiedzialna za tzw. wyższe czynności nerwowe (percepcja, świadomość, pamięć). Znajdują się w niej ośrodki ruchowe i czuciowe, obszary odpowiedzialne

za mówienie, słyszenie, czytanie, widzenie. Działania systemu korowego charakteryzują się niewiarygodnym bogactwem sieci neuronalnej i specyficznością. Jest to układ wysoce rozwinięty, określony dokładnie przez czynniki epigenetyczne i potrafiący uczyć się wielu rzeczy na podstawie doświadczenia [Wróbel 2005].

Kora mózgowa składa się z kilku warstw i dwóch grup neuronów: piramidalnych i niepiramidalnych. Komórki piramidalne wysyłają aksony na zewnątrz, przekazując je do innych obszarów kory w głąb mózgu. Zadaniem neuronów niepiramidalnych jest lokalne przekazywanie pobudzenia między warstwami. Kora mózgowa i ośrodki pnia mózgowego i rdzenia kręgowego posiadają liczne połączenia z korą mózdku, która odbiera sygnały z wielu różnych receptorów czuciowych jako proprioreceptory, eksteroreceptory, fotoreceptory za pośrednictwem neuronów przekaźnikowych.

W korze występują nieustannie rozległe wzajemne oddziaływania, zarówno między sąsiednimi komórkami, jak i położonymi daleko, dzięki wielu długim szlakom korowo-wzgórzowo-korowym. Funkcja kory polega na powstawaniu nietrwałych zespołów – koalicji neuronów, które się wzajemnie wspierają i rywalizują [Edelman i Tononi 2000]. Różne neurony z danego zespołu mogą wspomagać się wzajemnie poprzez podwyższenie aktywności neuronów należących do tej samej grupy. Zespoły neuronów mogą różnić się pod względem wielkości jak i charakteru. W korze ma swoje źródła zdolność porozumiewania się za pomocą mowy i pisma, myślenia, oraz umiejętność analizowania i kojarzenia doświadczeń [Creuzfeld 1995].

2. Mapy korowe

Gdy uczymy się gry na skrzypcach czy na fortepianie, opanowujemy ją stopniowo. Ten rodzaj uczenia się nazywa się ćwiczeniem lub trenin-giem. Osiągamy szczyt umiejętności dopiero po kilku latach intensywnych ćwiczeń. Jeżeli jesteśmy uzdolnieni, osiągamy mistrzostwo. Siła połączeń synaptycznych między tysiącami neuronów powoli staje się optymalna w pewnym obszarze kory mózgowej. Neurony zgrupowane

w obszarach wzajemnie się wspomagają poprzez podwyższenie ich aktywności i przybierają formę mapy, czyli są uporządkowane w pewien określony sposób. Podobne sygnały elektryczne znajdują się w bliskiej odległości i pojawiające się często zajmują więcej miejsca niż te pojawiające się rzadko. Poszczególne mapy, których jest kilkaset, są połączone, współdziałają w przetwarzaniu informacji i przebiegają dwukierunkowo. Odbierają informację, przetwarzają i przesyłają do innego pola obszarowego kory [Sporns 2008].

Mapy korowe powstające w wyniku doświadczenia podlegają ciągłej przebudowie, tzn. tworzeniu połączeń między neuronami i ich likwidowaniu. To zjawisko nazywane jest neuroplastycznością korową, dzięki której dochodzi do gromadzenia nowych informacji [Bulmore i Sporns 2009]. Mapy korowe mózgu różnią się pod względem wielkości grup neuronów, np. mapy korowe wytworzone przez wyobrażenia wzrokowe (przy zamkniętych oczach) mogą być mniej rozległe niż utworzone przez wyraźne bodźce wzrokowe pochodzące z otoczenia. Podobnie mapy korowe towarzyszące marzeniom różnią się od tych powstających w rzeczywistości. Mapy położone w przedniej części kory mózgowej mogą się różnić od map położonych w tylnej części kory mózgowej [Spitzer 2008].

Większość map korowych nie otrzymuje połączeń bezpośrednio ze świata zewnętrznego, lecz z innych pól korowych. Z tego względu struktura map korowych jest bardziej złożona. Udowodniono, że np. mapy korowe akustyczne są u muzyków większe niż u osób nie zajmujących się muzyką [Spitzer 2008].

3. Wnętrze mózgu

Pod wewnętrzną warstwą istoty szarej (kora mózgu) znajdują się wyspki nazywane zwojami podstawy mózgu. Biorą one udział w nadzorowaniu ruchów ciała. Znacznie głębiej w pobliżu rdzenia leży grupa struktur zwana układem limbicznym, obejmującym struktury korowe i podkorowe. Do struktur korowych zalicza się m.in. hipokamp, niezbędny w uczeniu i przyswajaniu informacji. Jak wykazały badania,

wzrasta w nim liczba neuronów, gdy jest intensywnie eksploatowany [Shors i wsp. 2001]. W poprzednim dziesięcioleciu takiego poglądu nie dopuszczano. Dzisiaj nie podważa się już faktu wzrostu neuronów w hipokampie podczas uczenia się nowych treści [Nakazawa i wsp. 2008]. Na obszary korowe oddziałuje układ limbiczny i dzięki temu dochodzi do wytwarzania funkcji poznawczych potrzebnych do regulacji jądra migdałowatego kierującego stanami emocjonalnymi, pozwalającymi na szybką ich aktywizację, a zarazem kontrolę emocji. Kontrola ta oparta jest na pamięci i wyższych poziomach informacji sensorycznych. Ścisłe powiązanie układu limbicznego, jądra migdałowatego i innych struktur z korą mózgową odgrywa kluczową rolę w regulacji emocji i w oddziaływaniach między ludźmi [Ochsner 2004]. W skład struktur podkorowych wchodzi ciało migdałowate, niektóre jądra wzgórze i podwzgórze, którym przypisuje się rolę w zachowaniu człowieka, i wpływ na czynności seksualne i macierzyńskie.

W badaniach obrazowania mózgu metodą pozytronowej tomografii emisyjnej (PET, ang. *positron emission tomography*) wykazano, że osoby z uszkodzeniem ciała migdałowatego wykazują bardzo osłabione emocje lub wręcz nie czują zdenerwowania przed skutkami wynikającymi z podjęcia negatywnych decyzji.

4. Glej i jego rola

W mózgu i rdzeniu kręgowym oprócz neuronów występuje sieć komórek złożonych z komórek glijowych: komórek makrogleju i mikrogleju. Te ostatnie stanowią znaczną większość. Makroglej to oligodendrocyty skupiające się wokół włókien mielinowych w drogach nerwowych. Obecnie komórkom glijowym przypisuje się uczestnictwo w procesach myślenia i uczenia [Fields i wsp. 2002, Fields 2006]. Komórki te posiadają wiele takich samych kanałów jonowych wrażliwych na stany napięcia, które generują sygnały w aksonach. Neuroglej przekazuje informacje za pomocą sygnałów chemicznych a nie bioelektrycznych, co poznaje się obecnie dzięki technikom obrazowania funkcyjnego (fMRI), cechującego się najwyższą rozdzielczością przestrzenną. Wy-