

## Początki historii badań nad neurofizjologią mózgu

**dr hab. Ryszard Witold Gryglewski, prof. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Katedra Historii Medycyny UJ CM**

O tym, że mózg musi pełnić istotną rolę w układzie funkcji życiowych wskazywano już w odległej starożytności, jakkolwiek zarówno jego anatomia, jak i fizjologia pozostawały długo przedmiotem spekulacji. Hipokrates w swoich rozważaniach o hierarchicznej strukturze organizmu wskazywał na trzy narządy; wątrobę, serce i mózg, jako te same struktury filary. Podkreślał przy tym, że mózg stanowi centrum emocji i świadomości człowieka.

**Arystoteles** był jednak odmiennego zdania, twierdząc, że funkcją mózgu jest wychładzanie ogrzanej w sercu krwi, które mianował „siedliskiem” spostrzeżeń i doznań. Tym samym rozpoczynała się, mająca trwać przez stulecia dyskusja pomiędzy zwolennikami jednej z tych dróg rozwiązania zagadki życia. Jej pierwszą odsłoną były badania nad anatomią i fizjologią mózgu oraz układu nerwowego prowadzone w IV i III w. przed Chr. przez uczonych współtworzących tzw. szkołę aleksandryjską, w tym przede wszystkim **Herofilosa i Erasistratosa**.

Czym w jest mózg? Jaką rolę pełni względem rdzenia przedłużonego i biegnących przez ciało nerwów? Co łączy ten cały układ w całość? To pytania, które stawiały sobie kolejne pokolenia przyrodników i filozofów. W renesansowych Włoszech **Andrzej Wesaliusz** i **Leonardo da Vinci** pozostawili precyzyjne rysunki kory mózgowej wraz z towarzyszącym im opisem, a **Realdo Colombo** badając komory mózgu dostrzegł stosunkowo niewielką strukturę w płacie skroniowym kory kresomózgowia, której kształt przyrównał do konika morskiego – *hippocampus*.

W XVII stuleciu Anglik **Thomas Willis** dał opis budowy mózgu i rdzenia kręgowego oraz związanych z nim przednich i tylnych gałęzi nerwowych, a Włoch **Marcello Malpighi**, jeden z prekursorów anatomii mikroskopowej, zaprezentował dokładne opisy rozmieszczenia szarej materii oraz włókien nerwowych w rdzeniu. Z kolei **Kartezjusz**, rozważając o naturze zwierząt i ludzi stworzył podstawy dla współczesnego pojęcia *czynności odruchowych*, w mózgu zaś widział precyzyjny mechanizm sterujący, który zachowuje łączność z zagnieżdżoną w szyszynce duszą.

U schyłku kolejnego stulecia Włoch **Luigi Galvani** odkrył zjawiska elektryczne zachodzące w tkankach zwierzęcych, natomiast Austriak **Anton Mesmer** zapewniał, że „zwierzęcy magnetyzm” jest w stanie przeniknąć całą duchową i cielesną przestrzeń człowieka. Nie mniejszą sławą cieszył się **Franz Gall**, badając strukturę mózgu wskazywał, że poszczególne czynności psychiczne oraz funkcje życiowe są ściśle związane i zdeterminowane przez ukształtowanie jego powierzchni, co stało się podstawą głośnej nie tylko w świecie nauki frenologii. Nie ulega dziś wątpliwości, że był to początek teorii lokalizacyjnej czynności mózgu.

Tak oto gromadzona stopniowo wiedza stała się punktem wyjścia dla programów doświadczalnych, które prowadzono z narastającą intensywnością na gruncie rozwijającej się od początków XIX wieku fizjologii eksperymentalnej. Jednym z jej prekursorów był francuski lekarz **César Julien Le Gallois [Lagallois] (1770-1814)**.

**Le Gallois** dostarczył pierwszych dowodów na metameryczną organizację rdzenia kręgowego, którego każdy segment stanowił centrum neuronalne dla określonego regionu funkcjonalnego. Jednocześnie spekulował o konieczności istnienia osobnej ‘siły nerwowej’, sterującej istotnymi funkcjami życiowymi, której źródła upatrywał zarówno w samym mózgu, jak i w szpiku kostnym.

Zdeklarowanym „lokalicjonistą” był również inny Francuz **Marie Jean Pierre Flourens (1794-1867)**. W serii doświadczeń z prowokowanymi zmianami w określonych ośrodkach mózgu i rdzenia obserwował na motorykę, orientację w przestrzeni, wrażliwość na bodźce czy zmiany w zachowaniu zwierząt. Jak dowodził usunięcie lub głębokie uszkodzenie obu półkul mózgu prowadziło do ustania funkcji motorycznych, jak i likwidowało całą sferę poznania zmysłowego. Jeśli pozbawiano zwierzę mózdzku wówczas prowokowano zaburzenie równowagi i koordynacji ruchowej. Przecięcie rdzenia przedłużonego znosiło funkcje motoryczne. Destrukcja pnia mózgu skutkowałą śmiercią.

Odkrycia francuskiego chirurga i antropologa **Pierre Paula Broca (1824-1880)** oraz niemieckiego psychiatry i neurologa **Carla Wernickego (1848-1905)** dostarczały kolejnych dowodów na istnienie specyficznej lokalizacji czynności mózgu. Natomiast dwóch niemieckich lekarzy **Gustav Theodor Fritsch (1837-1927)** i **Julius Eduard Hitzig (1839-1907)**, podjęło się serii eksperymentów na psach, których celem było określenie związku jaki może zachodzić pomiędzy zewnętrzną stymulacją elektryczną a funkcjami fizjologicznymi mózgu. Hitzig, wówczas neurolog i psychiatra szpitala

garnizonowego, zainteresował się możliwościami elektrostymulacji w terapii klinicznej. Dla jej potrzeb zaprojektował aparat, który następnie wykorzystał w leczeniu swoich pacjentów. Sprawdzając poziom i charakter reakcji chorych na bodźce generowane przez aparat zauważył, że jeśli pobudzona zostanie część potyliczna głowy wówczas nieodmiennie zostaje sprowokowany ruch gałek ocznych. Zaintrygowany tym zjawiskiem zdecydował się na doświadczenia na zwierzętach, wybierając do tego celu króliki. Niestety nie odniósł sukcesu. Hitzig postanowił zatem zwrócić się o radę i pomoc do Fritscha, anatoma i fizjologa.

Połączywszy siły obaj lekarze zdecydowali się zastosować prąd o niskim napięciu, jak to określono, taki, który jest ledwo wyczuwalny na końcu języka. Jednocześnie postanowili prowadzić swoje eksperymenty na psach. Badacze już po pierwszych próbach mogli stwierdzić, że stymulacja określonych miejsc w korze mózgowej daje w efekcie wyraźną reakcję mięśniową. Teraz celowo mogli prowokować prostowanie i zginanie się psich łap, wyraźny ruch mięśni pyska i karku. Pozwoliło im to na wyciągnięcie ogólnego wniosku, że część kory zachowuje stały związek z czynnościami ruchu, podczas gdy reszta takiego związku nie wykazuje. Jednocześnie uczeni dostrzegali, że strefy motoryczne zazwyczaj lokalizują się w przedniej części kory. Tym samym dowiedziono istnienia tzw. *kory ruchowej*.

Tymczasem w Wielkiej Brytanii **David Ferrier (1843-1928)**, znając wyniki uzyskane przez Fritscha i Hitziga prowadził od początku lat 1870. eksperymenty w modelu zwierzęcym, wykorzystując psy, króliki i świnki morskie. Dało to angielskiemu lekarzowi w stosunkowo krótkim czasie znaczący materiał porównawczy. Osiągnięte rezultaty uznano na tyle interesującymi, że Royal Society przyznało Ferrierowi środki na rozszerzenie programu badawczego o makaki. Niebawem uczony udowodnił w spektakularny sposób, że stymulacja prądem o niskim napięciu u różnych gatunków zwierząt pozwala wyznaczyć z dużą precyzją szczegółową mapę funkcji motorycznych. Gdy ustalone wcześniej obszary były chirurgicznie usuwane lub uszkodzone nieodmiennie następowała utrata funkcji, które uprzednio były prowokowane przez stymulację. Ferrier zdołał również wykazać, że intensywna stymulacja obszarów kory ruchowej skutkowałą charakterystyczną sekwencją ruchów szyi, pysków oraz kończyn, przypominających do złudzenia przebieg napadów padaczkowych. Te oraz inne dowody na rzecz modelu lokalizacyjnego funkcji neurofizjologicznych mózgu brytyjski naukowiec przedstawił w książce *The Functions of the Brain (1876)*.

Badania Fritscha, Hitziga i Ferriera prowadziły w prostej konsekwencji do ukształtowania się nowych kierunków badawczych nad mózgiem, wśród których szczególnie dwa miały odegrać w kolejnych dziesięcioleciach decydującą rolę. Pierwszy koncentrował się wokół problemu zjawisk elektrofizjologicznych, drugi wiązał się z cytoarchitektoniką kory mózgowej. Z nich z kolei czerpał trzeci nurt dążący do wyjaśnienia istotnego charakteru komórek nerwowych – neuronów.

Trudno dzisiaj jednoznacznie rozstrzygnąć, kto po raz pierwszy zwrócił uwagę na zjawisko spontanicznej aktywności elektrycznej mózgu. Można wskazać na ucznia Ferriera, **Richarda Catona (1842-1926)**, który już w 1875 roku wystąpił na posiedzeniu Brytyjskiego Towarzystwa Lekarskiego w Edynburgu, dowodząc, że we wszystkich przeprowadzonych przez siebie obserwacjach zarejestrował wyraźne wychylenia galwanometru. Zewnętrzna powierzchnia szarej substancji była obdarzona zazwyczaj potencjałem dodatnim. Natomiast potencjał ujemny pojawiał się wówczas, gdy głębszy obszar substancji szarej stawał się aktywny. Zdaniem Catona powyższe obserwacje mogły dowodzić związku jaki zachodzi pomiędzy zjawiskami elektrycznymi a funkcjami mózgu. W ciągu kolejnych lat brytyjski badacz kontynuował swoje badania na różnych gatunkach zwierząt w tym małpach, kotach i królikach, chociaż ze zmiennym szczęściem, jakkolwiek stopniowo znajdując coraz więcej dowodów na poparcie swojej hipotezy. W 1887 roku podczas obrad kongresu w Waszyngtonie zaprezentował przekonujące dowody oddziaływania bodźców świetlnych na zmiany rejestrowanych potencjałów w mózgu.

W środowisku fizjologów badania Catona nie zostały jednak dostrzeżone.

W każdym razie nic nie wskazuje by **Adolf Beck (1863-1942)** był świadom

Z dzisiejszej perspektywy prace Catona, Becka i Marxowa miały fundamentalne znaczenie dla dalszych badań nad neurofizjologią mózgu

prac brytyjskiego kolegi. Ten utalentowany eksperymentator, uczeń i asystent **Napoleona Nikodema Cybulskiego**, później profesor uniwersytetu we Lwowie, w swoim doniesieniu z października 1890 roku opisał spontaniczne oraz indukowane zjawiska elektryczne zachodzące w mózgach zwierząt. Ustalił wówczas, że tylne obszary korowe reagują na wizualną stymulację światłem, poprawnie zlokalizował obszary kory czułe na dźwięk a także te, które wykazywały aktywność, jeśli drażnione impulsami elektrycznymi były różne fragmenty powierzchni skóry. Beck pisał o zaobserwowanej przez siebie zmianie potencjałów występującej w następstwie stymulacji sensorycznej. Jak dowodził po potencjale wywołanym dochodziło do zahamowania przekształceń w

zakresie fal elektrycznych, które wcześniej sprowokowano przez elektryczną stymulację nerwu kulszowego lub przez stymulację obwodową bodźcami świetlnymi i dźwiękowymi. Jednocześnie Beck twierdził, że poszczególne obszary sensoryczne kory nie mają wyraźnie wytyczonych granic i często wzajemnie się nakładają. Niewątpliwie Beck był pierwszym, który opisał zjawisko desynchronizacji w zapisie EEG.

Tekst Becka sprowokował wiedeńskiego badacza **Ernsta Fleischla von Marxowa (1846-1891)**, który już w 1882 roku zaobserwował, że bodźce pobudzające narządy zmysłów prowadzą w konsekwencji do zmian rozkładu potencjałów. Z niezrozumiałych powodów zwlekał z publikacją wyników, których zapis przechowywał w szafie panczernej! Zareagował dopiero na tekst polskiego fizjologa. Tym samym rozpoczął się spór o pierwszeństwo, który ostatecznie przeciął Caton, powołując się na swoje teksty z lat 1870. Z dzisiejszej perspektywy prace **Catona, Becka i Marxowa** miały fundamentalne znaczenie dla dalszych badań nad neurofizjologią mózgu.

Ryszard W. Gryglewski

### **Bibliografia:**

- Bartolucci C., Lombardo G.P. (2012) *Gall, Franz Josef* [w:] R.W. Rieber (red.) *Encyclopedia of the History of Psychological Theories*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0463-8\\_158](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0463-8_158).
- Coenen A., Zajączkiwska O., Bilski R. (1999) *Śladami Adolfa Becka: desynchronizacja zapisu elektroencefalograficznego*, „Kosmos” 48 (1): 137-143.
- Gross Ch. G. (2007) *The Discovery of Motor Cortex and its Background*, „Journal of the History of the Neurosciences” 16 (3): 320-331. Doi: 10.1080/09647040600630160
- Sandrone, S., Zanin E. (2014) *David Ferrier (1843-1928)*, „Journal of Neurology” 261: 1247-1248 <https://doi.org/10.1007/s00415-013-7023-y>
- Yildirim, F. B., & Sarikcioglu, L. (2007). *Marie Jean Pierre Flourens (1794 1867): an extraordinary scientist of his time*, „Journal of Neurology, Neurosurgery and psychiatry” 78 (8): 852. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.118380>.