

Oznaczenie lokalizacji  
w mózgu i rdzeniu

za pomocą zjawisk elektrycznych.

Napisał

**Dr. Adolf Beck,**

asystent Zakładu fizjologicznego Uniw. Jag. w Krakowie.



Do oznaczenia siedziby pewnych ośrodków nerwowych, zawiadujących pewnymi funkcjami, służą badaczom dwie metody: metoda drażnienia i t. zw. metoda ekstyrpacyjna. Postępując według pierwszej, drażnimy za pomocą prądu elektrycznego lub istoty chemicznej ograniczone miejsca środkowego układu nerwowego i obserwujemy, jakie narządy (mięśnie, gruczoły) przechodzą w stan czynny. Sposób ten badania nie jest dokładnym, albowiem nadzwyczaj trudno ograniczyć podrażnienie do jednego miejsca, i badający nie jest w stanie uchronić się od tego, aby gałązki prądu nie przechodziły głębiej i nie drażniły włókien nerwowych, leżących pod tą częścią, których ośrodki drażnimy, a odchodzących od innych okolic układu nerwowego, jak również nie może i chemicznego zadrażnienia zlokalizować do jednego punktu. Nadto, za pomocą tego sposobu żadną miarą, z jasnych do pojęcia przyczyn, nie możemy oznaczyć siedziby ośrodków, do których dochodzą nerwy dośrodkowe, czyli ośrodków czuciowych.

Drugą metodą, którą już oddawna natura nam podała, której się jednak dość późno nauczyliśmy, bo ją zastosowali dopiero na zwierzętach po raz pierwszy FERRIER (r. 1870), FRITZSCH i HITZIG (r. 1870),

a osobliwie MUNK (r. 1876), jest usuwanie pewnych obszarów z środkowego układu nerwowego i obserwowanie zmian, przez ten ubytek wywołanych, w czynności odpowiednich narządów, któreto zmiany polegają na braku funkcyj pewnych narządów i dla tego powszechnie noszą nazwę wypadnięcia funkcyj. Za pomocą tego sposobu można już dokładnie u zwierząt zbadać sfery motoryczne, mniej dokładnie sfery uczucia; natomiast prawie wyłącznie tego sposobu dostarcza nam natura u ludzi, wywołując różne ubytki w istocie mózgowej, a tem samem i wypadnięcia funkcyj, a tu już z równą dokładnością oznaczyć możemy zmiany w czynnościach ruchowych, wydzielniczych, uczuciowych i psychicznych.

Metody opisane mają tę cechę wspólną, że obie dochodzą do oznaczenia lokalizacyi od centrum ku obwodowi, tj. obrawszy sobie za przedmiot badania pewną okolice, n. p. na korze mózgowej, szukają narządu, który ta okolica w nerwy zaopatruje. Tym dwom metodom, którym możnaby dać wspólne miano odśrodkowych, odpowiadają dwie inne, które pozwolę sobie nazwać metodami dośrodkowemi, a które, wzięwszy sobie za punkt wyjścia pewien narząd obwodowy, szukają ośrodków, do których dochodzą nerwy uczuciowe od tego narządu, a raczej ośrodków, które w nerwy ruchowe lub wydzielnicze ten narząd zaopatrują. Do tego celu można dojść dwiema drogami: albo należy zniszczyć pewien narząd i po niejakiem czasie wykazać zanik tej części środkowego układu nerwowego, której ośrodkami narządem tym zawiadywały, albo, wywołując zadrażnienie pewnych okolic, n. p. oka, ucha, skóry, wykazać, że w ośrodkach, do których nerwy od tych okolic dochodzą, powstaje stan czynny. I tu uprzedziła nas już przyroda. Tak opisał w r. 1875 SANDER<sup>1)</sup> przypadek sekcyi chłopca 15to-letniego, który, przebywszy w trzecim roku życia *paralysis spinalis infantum (poliomyelitis)*, okazywał do końca życia porażenie wszystkich odnóg, i u którego sekcyja wykazała zanik, a raczej upośledzony rozwój części psychomotorycznych kory mózgowej. Ponieważ w tym przypadku porażenie nie pochodziło od zmian w mózgu, lecz było następstwem złożeń rdzenia, przeto należy uważać zanik płatów mózgowych za następowy, powstały w skutek nieużywania.

Łatwą byłoby rzeczą naśladować te zmiany patologiczne. Potrzebaby nowonarodzonemu zwierzęciu amputować odnogę, zniszczyć oko lub ucho i t. d., a po długim czasie badać jego rdzeń i mózg. Badanie to jednak powinno być dokładne i nie powinno ograniczyć się tylko do

<sup>1)</sup> CHARCOT: O lokalizacyi chorób mózgowych. Przekład niem. 1878. Str. 40 i 41.

makroskopowego stwierdzenia zaniku, jak to SANDER uczynił, lecz należy mózg zbadać dokładnie pod drobnowidzem. Badania tego rodzaju mają już istnieć, wykonali je podobno SIKORSKI i BECHTEROW, nigdzie jednakże, pomimo skrzętnych poszukiwań w literaturze, odpowiednich prac tych autorów znaleźć nie mogłem.

Druga droga, o której wspomniałem, jest trudniejszą, bo tu chodzi o wykazanie stanu czynnego w ośrodkach nerwowych przy drażnieniu nerwów dośrodkowych. Jakież w ogóle mamy sposoby do wykazania stanu czynnego? Mięsień drażniony zmienia swoją postać i pozwala za pomocą myografu niejako zdjąć najdokładniejszy portret ze swego stanu; w gruczole czynnym zwiększa się wydzielina. Nerwy obwodowe, w których na oko w stanie czynnym zmian żadnych nie spostrzegamy, mają z mięśniami i gruczołami to wspólne, że w nich powstaje zmiana napięcia elektrycznego, wytwarza się przez to prąd, który wpływa na siłę i kierunek tego prądu, jaki w mięśniu, gruczole, nerwie istnieje, i który za pomocą odpowiednich elektrod do galwanometru odprowadzić możemy. Ponieważ prąd ten, powstający wtedy, gdy tkanka przechodzi w stan czynny, ma zwykle kierunek odwrotny z prądem pierwotnym, nazwano tę zmianę prądu wahaniami wstecznymi.

Nasuwa się pytanie, czy także w ośrodkach nerwowych: w mózgu i rdzeniu, istnieją prądy, czy w stanie czynnym powstają zmiany tych prądów i czy za pomocą oznaczania tych zmian można wykazać stan czynny w pewnych częściach środkowego układu nerwowego. Już *a priori* można było z wielkim prawdopodobieństwem odpowiedzieć na te pytania twierdząco. I rzeczywiście, próby wykonane przez SIECZENOWA, WERIĘ i WEDEŃSKIEGO, do którychto prac jeszcze później powrócę, zdawały się za tem przemawiać; i one też dały pochoy WEDEŃSKIEMU do wypowiedzenia na Zjeździe lekarzy i przyrodników rosyjskich w Petersburgu przypuszczenia, że metodę wstecznego wahaniami możnaby zastosować do oznaczenia lokalizacji na korze mózgowej. O ile przypuszczenie to jest uzasadnione, wykażą doświadczenia. Zanim jednak do ich opisu przystąpię, pozwolę sobie podać krótki rys historii nauki o lokalizacji, a w szczególności o oznaczaniu lokalizacji przez wykazanie zmian w prądach środkowego układu nerwowego.

Rzadko która część fizjologii doczekała się tak obszernej literatury, jak nauka o lokalizacji czynności kory mózgowej; a przecież gałąź ta fizjologii jest jeszcze bardzo młoda. Przed niespełna 20 laty

było jeszcze między fizyologami ogólnie przyjętem mniemanie, że różne części kory mózgowej mają pod względem czynności jednakie znaczenie. Mniemanie to było oparte na faktach znanych z patologii, gdzie rozległe zniszczenia różnych części półkul mózgowych nieraz wywoływały jednakowe zбочenia funkcyi, lub znalezione przy sekcyi ogniska w mózgu często przebiegały za życia bez objawów. Rozpowszechnienie tego zdania i wiara w nie, były koniecznem następstwem reakcyi przeciw zasadam głoszonym przez GALLA, który naukę o lokalizacyi doprowadził do niedorzeczności, tak, że potem twierdzenia przeciwnego nie poddawano wcale dyskusyi. Zdanie to z trudnością mogły zachwiać fakta niezaprzeczone, które przemawiały za lokalizacyją, a które od czasu do czasu autorowie podawali do wiadomości publicznej. I tak BOUILLAUD w r. 1825<sup>1)</sup>, opierając się na wyniku sekcyi, wypowiedział zdanie, że ośrodki dla artykulacyi słów leżą w czołowych płatach półkul mózgowych, a DAX<sup>2)</sup> w 10 lat później, opierając się również na wynikach sekcyi, wykazał, że tylko lewy płat czołowy uważać można za centrum mowy. Jeszcze bliżej określił ośrodek dla mowy BROCA<sup>3)</sup> wykazując, że jest nim trzeci zwój czołowy lewy. Przeciw równoważności wszystkich części mózgu, przemawiały jeszcze badania anatomiczne MEYNERTA, według których drogi dla nerwów dośrodkowych kierują się więcej ku tylnym częściom kory mózgowej, a nerwy ruchowe ku przednim.

W nowy okres wstąpiła dopiero nauka o lokalizacyi funkcyj na korze mózgowej z chwilą, gdy FRITSCHOWI i HITZIGOWI<sup>4)</sup> oraz FERRIEROWI<sup>5)</sup> udało się przez drażnienie pewnych określonych okolic kory mózgowej otrzymać określone i ściśle zlokalizowane czynności grup mięśniowych. Już na wstępie wspominałem, że doświadczenia metodą drażnienia wykonane, pozostawiają pod względem dokładności wiele do życzenia. To też HERMANN<sup>6)</sup> podnosi wszystkie zarzuty, które na wstępie uwidocznilem, a następnie COUTY<sup>7)</sup>, wyłączając korę mózgową przez wyłuszczenie lub podwiązanie jej naczyń, otrzymywał te same rezultaty przy drażnieniu istoty białej i na podstawie tych doświadczeń twierdzi, że przez drażnienie kory mózgowej wywołuje się tylko wynik zadrażnienia

1) *Traité clinique et physiologique de l'encephalite*. Paris 1825.

2) *Congrès méd. de Montpellier* 1836.

3) *Bull. de la Société anatom. de Paris* 1861.

4) *Arch. f. Anat. u. Physiologie* 1870.

5) *The localization of function in the brain. Proceed. Roy. Soc.* XXII.

6) *Pflügers Arch.* X.

7) *Sur la non excitabilité de l'écorce grise du cerveau. Comptes rendus* LXXXVIII.

włókien nerwowych w istocie białej, tuż pod miejscem zadrażnienia przebiegających.

W ślad za ukazaniem się prac FERRIERA, FRITSCHA i HITZIGA, pojawiły się liczne publikacje doświadczeń wykonywanych na różnych zwierzętach, z których najważniejsze są doświadczenia MUNKA<sup>1)</sup>. Autor ten wykonywał te doświadczenia głównie na psach, i posługiwał się metodą ekstyrpacyjną. Wycinał on krążki, koło 15 mm. średnicy i do 2 mm. grube, z kory mózgowej w płacie potylicznym, skroniowym i ciemieniowym najpierw na jednej półkuli, a potem symetryczne części na obu półkulach. Jako wyniki tych doświadczeń podaje MUNK: jeżeli sobie wyobrazimy linię poprowadzoną od zatoki Sylwiusza prostopadle do zatoki sierpowatej, to ekstyrpacje na całej części kory mózgowej, leżącej przed urojoną linią, sprowadzają zboczenia ruchowe; uszkodzenia zaś kory poza tą granicą nie wywołują nigdy zmian w ruchach, natomiast zawsze sprowadzają wypadnięcia funkcji czuciowej. I tak: zniszczenia kory w płacie potylicznym, oznaczone przez MUNKA literą *A*, wywołują ślepotę na oku przeciwnym<sup>2)</sup>, zniszczenia kory w płacie skroniowym *B* (obustronnie, gdyż jednostronne ekstyrpacje nie prowadziły do celu) miały za następstwo głuchotę, zniszczenie *gyrus hippocampi* znosi powonienie. Podobne wyniki otrzymał MUNK z doświadczeń na mózgu konia. Z doświadczeń MUNKA na mniejszych zwierzętach ssących (króliki, świnki morskie, szczury) i na gołębiach wynikałoby, że czynności kory mózgowej nie są tak ściśle zlokalizowane, gdyż autorowi nie udawało się, przez wycięcie płatu potylicznego, wywołać u tych zwierząt ślepoty i tylko zupełne wyluszczenie całej półkuli sprowadzało ślepotę na przeciwnym oku. MUNK sądzi, że część wzrokowa u niższych zwierząt ssących i u ptaków jest znacznie większa, a ze stopniem rozwoju zwierząt staje się ona coraz bardziej ograniczoną. Natomiast MOELI<sup>3)</sup>, przez odpalenie części kory mózgowej u królika, znalazł na niej okolice czuciowe i wzrokowe. U zwierząt przez niego operowanych, wzrok utracony po odcięciu części wzrokowej wracał z wolna, i nie zni-

---

<sup>1)</sup> MUNK: *Zur Physiologie der Grosshirnrinde. 4 Mittheilungen an die physiol. Ges. in Berlin.* 1876—1878. *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1878. *Berl. klin. Woch.* 1879. — *Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissenschaft.* 1883, 1884, 1886 i 1889.

<sup>2)</sup> W późniejszych swych doświadczeniach przyszedł MUNK do przekonania, że u psa, tak samo jak u małpy i człowieka, do części potylicznej kory mózgowej dochodzą włókna nerwowe z obu siatkówek, że więc następstwem zniszczenia płatu potylicznego jest hemianopsja, jakkolwiek nie tak ściśle określona, jak u człowieka.

<sup>3)</sup> *Arch. f. pathol. Anat.* LXXVI. 475—485, Tabl. VIII.

kał po zniszczeniu tej samej części na drugiej półkuli. NOTHNAGEL <sup>1)</sup> niszczył przez wstrzykiwanie kropli kwasu chromowego, za pomocą strzykawki Prawatza, przez wąski otwór w czaszce zrobiony, ograniczone miejsca na korze mózgowej — i w ten sposób udało mu się wykazać okolice motoryczne. Porażenie, które u tych zwierząt po zniszczeniu kory powstawało, znikало, jeżeli zwierzęta kilka tygodni pozostawały przy życiu.

Nie myślę nużyć czytelnika opisem wszystkich prac <sup>2)</sup> wykonanych na zwierzętach, dodam jeszcze tylko, że w ostatnich czasach szkoła angielska, a głównie HORSLEY, doprowadziła do doskonałości doświadczenia nad korą mózgową, a szczególnie nad jej częściami motorycznymi. I tak, na ostatnim międzynarodowym Zjeździe fizjologów w Bazylei wywoływał HORSLEY (i BEEVOR) <sup>3)</sup>, przez drażnienie różnych obszarów na korze mózgowej u *Macacus Sinicus* najdrobniejsze ruchy kciuka, palców, ramion, powieki, oka, języka i t. d.

Na podstawie wszystkich tych doświadczeń na zwierzętach, jest rzeczą obecnie przyjętą, że kora mózgowa u zwierząt dzieli się na dwie części: motoryczną i sensoryczną. Pierwsza zajmuje przednią część kory mózgowej, druga tylną i dzieli się na okolice wzrokową (płat potyliczny), słuchową (płat skroniowy) i węchową (*gyrus hippocampi*). Za siedzibę ośrodków czuciowych dla skóry (szczególnie dla nerwów dotykowych) uważają autorowie te okolice motoryczne, które zawiadują mięśniami odpowiedniej części ciała.

Badania dokładniejsze kliniczne i anatomo-patologiczne dozwoliły wreszcie odnieść tę samą tezę i do człowieka — a w badaniach tych celowała szkoła francuska, której głównym reprezentantem, a nawet twórcą, jest CHARCOT. CHARCOT nie tylko sam podjął ścisłe badania nad lokalizacją, ale zachęcił także wiele sił młodych do zajmowania się tą tak ważną kwestyją, i w ten sposób z jego Salpetrière wyszedł cały szereg cennych prac <sup>4)</sup>, które głównie przyczyniły się do pouczenia nas o położeniu i własnościach ośrodków psychomotorycznych i sensorycznych u człowieka.

Mimo tych licznych, przekonujących badań, nie brak jednak przeciwników nauki o lokalizacji. Przedstawicielem opozycji jest GOLTZ <sup>5)</sup>,

<sup>1)</sup> *Arch. f. pathol. Anat. LVII. Experim. Untersuch. über die Functionen des Gehirns.*

<sup>2)</sup> BOCHEFONTAINE i VIEL, VULPIAN i in.

<sup>3)</sup> *Centralblatt f. Physiologie* 1889. Zesz. 14.

<sup>4)</sup> BOURNEVILLE, BALL, PITRES, DUSSAUSAY i w. i.

<sup>5)</sup> *Archiv f. die gesammte Physiologie* XIII i XIV.

który zwierzętom wyłuszczał części kory mózgowej w ten sposób, że je niejako wypłukiwał za pomocą silnego strumienia wody, wprowadzonego przez kaniulkę pod korę mózgową. Twierdzi on, że zaburzenia w czynności zwierząt w taki sposób operowanych zależą tylko od rozległości sprawionego ubytku, a nie zależą wcale od miejsca na korze mózgowej, w którym się ten ubytek znajdował; i tak np. obojętnym jest pod względem zmian w czynności, czy zniszczoną została t. zw. część motoryczna, czy sensoryczna. HITZIG<sup>1)</sup> i MUNK<sup>2)</sup> uważają jednak te zniszczenia, które GOLTZ swoją metodą sprowadza, za zbyt rozległe i obrażające, aby ich wyniki porównywać można z wynikami metody ekstyrpacyjnej tych autorów. GOLTZ obstaje dotąd stale przy swoim twierdzeniu, i jeszcze na ostatnim Zjeździe fizjologów w Bazylei w r. 1889<sup>3)</sup> demonstrował psa z wyciętą lewą półkulą mózgową, którego zachowanie mało się różnić miało od zachowania się psa normalnego. Jak się prywatnie od prof. CYBULSKIEGO, który był obecny na owym zjeździe, dowiedziałem, pies przedstawiał pewne różnice w zachowaniu się od psa normalnego. Pomijając to, że każdą czynność (wygrzebywanie mięsa z piasku i t. d.) zaczynał zawsze lewą łapą, czucie było na prawej łapie upośledzone, w skutek czego zachowywał pies każde niedogodne położenie tej łapie nadane.

W nowszych czasach i WUNDT<sup>4)</sup> występuje przeciw nauce o lokalizacji, twierdząc, że różnaitość wrażeń zmysłowych nie polega na różnorodności środkowych aparatów zmysłowych, lecz że zależy od różnorodności procesów molekularnych, które pod wpływem różnych podnieć zewnętrznych w nerwach zmysłowych powstają, i w ośrodkach różne procesy wywołują. Wprawdzie — zdaniem WUNDTA — ma każda funkcja, w zwykłych warunkach, określone miejsce w środkowym układzie nerwowym, i pewne ośrodki nabierają tem większej wprawy do pewnej czynności, im więcej przez podnieć zewnętrzne zostają do niej pobudzone; za ośrodki jednak, których czynność zostaje zatamowaną lub zniesioną, mogą inne zastępczo działać, o ile stoją w połączeniu z odpowiednim narządem zewnętrznym lub z odpowiednimi ośrodkami.

Teoryję swoją stara się WUNDT wysnuć z historyi rozwoju układu nerwowego.

<sup>1)</sup> *Arch. f. Anat. und Physiologie* 1876.

<sup>2)</sup> l. c.

<sup>3)</sup> *Centralblatt f. Physiologie* 1889, zes. 14.

<sup>4)</sup> *Grundzüge der physiologischen Psychologie* 1887.

Jak z jednej strony nauka o lokalizacji posiada nadzwyczaj obszerną historję i literaturę, tak z drugiej kwestyja, będąca przedmiotem niniejszej rozprawy, tj. kwestyja oznaczania czynności ośrodków nerwowych ze zmian prądu w tych ośrodkach istniejącego, aczkolwiek nie jest zupełnie nową, ale dotąd mało jeszcze zbadaną. Zaledwie dwóch autorów przytoczyć mogę, którzy się sprawą tą zajmowali, a jak zobaczymy, i ci tylko zbliżają się do głównego przedmiotu.

Jeden z tych autorów, SIECZENOW<sup>1)</sup>, odprowadzał prąd nerwowy z przekroju poprzecznego i podłużnego rdzenia żaby i zauważył, że prąd ten w pierwszej chwili wzrasta, a więc napięcie ujemnej elektryczności potrzebuje do swego powstawania pewnego czasu; że następnie prąd ten staje się słabszym, a osłabienie to można przyspieszyć lub wywołać przez drażnienie nerwu kulszowego (jestto zatem wahanie wsteczne, wywołane podrażnieniem rdzenia przez nerw dośrodkowy). Podobne zmiany prądu, a nawet wybitniejsze, spostrzegał SIECZENOW na przekrojach poprzecznych rdzenia przedłużonego. Tu powstają nagłe wahania wsteczne, bądź samoistne, bądź też wywołane jednorazowym podrażnieniem nerwu kulszowego. Samoistne te wahania występują przeważnie tylko w górnych odcinkach rdzenia przedłużonego, i dla tego autor przypisuje im znaczenie w funkcji tej części układu nerwowego centralnego i wskazuje na samoistne pobudzanie się znajdujących się tu ośrodków nerwowych, prawdopodobnie ośrodków oddechowych.

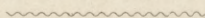
Na przeszłorocznym Zjeździe lekarzy rosyjskich w Petersburgu WERIHO<sup>2)</sup>, nawiązując do powyżej opisanych doświadczeń SIECZENOWA, podawał, że łącząc *intumescencia lumbalis* rdzenia żaby i inny punkt dowolny rdzenia z galwanometrem, otrzymywał przy każdym zadrażnieniu łapki wychylenie igły galwanometrycznej, wskazujące, że w *intumescencia lumbalis* powstaje ujemne napięcie elektryczności, jako wyraz stanu czynnego, w tem miejscu powstającego. Podobnie mógł WERIHO stwierdzić, że przednia część półkul mózgowych staje się, przy ruchach łapki tylnej, elektro-ujemną. Otóż, wychodząc z tego założenia, że wszędzie, gdzie w ośrodkach nerwowych powstaje stan czynny, ośrodki te stają się elektroujemnymi, wskazywano na zjeździe na tę okoliczność, że, za pomocą określenia wahanja wstecznego, możnaby oznaczyć lokalizację na korze mózgowej.

<sup>1)</sup> *Archiv. f. die ges. Physiologie* XXV.

<sup>2)</sup> WRACZ 1889 Nr. 2. Sprawozdanie z III Zjazdu lekarzy rosyjskich w Petersburgu.



Prócz tego oznaczał jeszcze wsteczne wahanie w rdzeniu pacierzowym HORSLEY<sup>1)</sup>; praca jego nie stoi jednakże w związku z kwestyją, która nas tu bliżej obchodzi. W pracy swej, wykonanej wspólnie z GORCHEM, a przedstawionej na Zjeździe fizjologów w Bazylei, autorowie oznaczali wahanie wsteczne najpierw w nerwie kulszowym, przy drażnieniu tej części kory mózgowej, od której otrzymuje się ruchy łapki tylnej. W ten sam sposób otrzymywali wahania wsteczne prądu odprowadzonego od dośrodkowego końca przeciętego rdzenia, przy drażnieniu tej samej części kory mózgowej. Doświadczenia te wykonywali autorowie na małpach, a prąd spoczynkowy i wahania wsteczne wykazywali za pomocą rtęciowego elektrometru Lippmanna.



Przystępując do przedstawienia wyników moich doświadczeń, muszę przedewszystkiem podać, choćby w głównych zarysach, ich urządzenie.

Do odprowadzenia prądu od rdzenia lub mózgu służyły niepolaryzujące elektrody podług du Bois-Reymonda, nieco jednak zmodyfikowane, składające się z delikatnej glinki, napojonej jednoprocetowym roztworem chlorku sodu i nałożonej w postaci czopka na rurkę szklaną, wypełnioną zgęszczonym roztworem siarkanu cynkowego. W rurkę tę zanurzony był drut cynkowy zaamalgamowany, a wszystko razem osadzone na ciężkich mosiężnych statywach, izolowanych za pomocą nóżek z kauczuku. Od jednej takiej elektrody prowadził drut wprost do galwanometru, drugi przechodził do ruchomego kontaktu na reochordzie, którego jeden koniec był połączony z drugim drutem galwanometru. Do obu zaś końców tego reochordu prowadziły druty od stosu Daniella, służącego do kompensacji. Nie potrzebuję dodawać, że przy pomocy kluczków i komutatora można było kierunek prądu kompensacyjnego zmienić według potrzeby, prąd ten przerwać, lub zgoła znieść połączenie między elektrodami niepolaryzującymi a galwanometrem. Naprzeciw lusterka od galwanometru, w odległości 3:30 metr., znajdowała się luneta, w której odczytywano podziałki skali nad nią umieszczonej. Czułość

<sup>1)</sup> *Centralblatt f. Physiologie* 1889, zes. 14.

galwanometru <sup>1)</sup>, konstrukcyi Widemanna, zmodyfikowanego przez Hermanna, została obliczoną przez asystenta fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim.

Przy cewkach zsuniętych, jeden cm. skali (przy odległości jej od zwierciadła galwanometru równającej się 288 cm.) odpowiada

$$\frac{43}{10,000,000,000} \text{ Amperów.}$$

### Doświadczenia nad rdzeniem pacierzowym.

Doświadczenia te wykonywałem tylko na żabach. Rdzeń wraz z mózgiem z największą ostrożnością wypreparowywałem z kanału kostnego i pozostawiałem w związku z tylnymi łapkami, na których odsłonięto poprzednio nerw kulszowy (*n. ischiadicus*). Odcinawszy cały tułów żaby aż do tego miejsca, dokąd rdzeń został wyjęty, zazwyczaj poza zgrubieniem lędźwiowem (*intumescencia lumbalis*), układałem preparat, składający się z mózgu, rdzenia i tylnych łapek, na korkowej podstawce tak, aby mózg i rdzeń spoczywały na szkiełku, ku temu celowi tu umieszczone. Jeżeli preparat był ostrożnie i dobrze zrobiony, to tylne łapki wraz z kością krzyżową wykonywały ruchy dowolne i prawidłowe. Pod nerw kulszowy na obwodzie przecięty, podkładano elektrody platynowe, prowadzące od cewki du Bois Reymonda, a mające służyć do podrażnienia końca dośrodkowego tego nerwu. Przyłożywszy następnie opisane wyżej elektrody niepolaryzujące do wybranych dwóch punktów układu nerwowego, przykrywano wszystko szklanym kloszem, pod którym, dla uniknięcia wyschnięcia preparatu i elektrod, umieszczono kilka kawałków waty mocno zwilżonej. W ten sposób można było obserwować prąd powstający przy połączeniu dwóch różnych miejsc układu centralnego, oznaczyć jego siłę i kierunek, obserwować przez czas dłuższy zachowanie się samistne tego prądu i zmiany, powstające pod wpływem podrażnienia systemu nerwowego za pośrednictwem nerwu kulszowego, a podnosić potrzeba było tylko klosz wtedy, gdy chciano elektrody przełożyć na inne miejsce rdzenia lub mózgowia, celem badania tych miejsc. Urządzenie to okazało się tak dobre, że często po dwugodzinnem doświadczeniu jeszcze

<sup>1)</sup> Galwanometr, którym się posługiwałem, pochodzi z fabryki J. Meyera w Züriehu.

nerw, rdzeń i mózg zachowywały się jak świeże, dopieroco odpreparowane.

Opisawszy w ten sposób w ogólnych zarysach przebieg doświadczeń na żabie, podam teraz ich wyniki; ponieważ jednakże, na większej części żab, prócz rdzenia pacierzowego, badałem także zachowanie się prądu nerwowego w półkulach mózgowych, w płatach wzrokowych (*lobi optici*), w wzgórkach bliźniaczych (*corp. bigemina*) i rdzeniu przedłużonym, przeto, aby nie wracać powtórnie (przy omawianiu badań nad korą mózgową i rdzeniem przedłużonym) do tych samych doświadczeń, opiszę je teraz w całości.

### Doświadczenie I.

- a) Jedna elektroda (*A*) ustawiona na przedniej części półkul mózgowych, druga (*B*) na rdzeniu w części piersiowej; odległość wzajemna obu elektrod wynosiła 18 mm. Do drażnienia odsłonięto nerw kulszowy prawy:

Wychylenie lusterka wyrażone w milim. skali + 60<sup>1)</sup>.

Przy drażnieniu *n. ischiadicus* + 61.

- b) Po odcięciu półkul mózgowych, elektrodę *A* przyłożono do poprzecznego przekroju przedniej granicy wzgórków wzrokowych (*lobi optici*); elektroda *B* została na swoim miejscu. Odległość 12 mm.: Wychylenie 83; przy drażnieniu *n. ischiad.* 83.

- c) Elektroda *A* dotyka poprzecznego przekroju, oddzielającego rdzeń przedłużony, *B* w miejscu pierwotnym; odległość wzajemna obu elektrod wynosi 9 mm.:

Wychylenie . . . . 86; drażnienie *n. ischiad.* 108.

Po ustaniu drażnienia 108 (wychylenie nie zmniejszyło się).

Wychylenie . . . . 119; przy drażnieniu 135.

Po ustaniu drażnienia 115.

Z doświadczenia tego okazało się, że części wyższe centralnego układu nerwowego są elektro-ujemne względem części niższych, bez względu na to, czy odprowadzamy prąd od części nieuszkodzonej w odcinku dośrodkowym, czy też od poprzecznego przekroju; podnoszę zaś

<sup>1)</sup> Dla objaśnienia cyfer, które tu i poniżej podaję, muszę nadmienić, że skala, która do doświadczeń moich służyła, ma metr długości, w środku jej umieszczone jest zero 0, a po obu stronach znajduje się po 500 podziałek milimetrowych. Część skali, znajdującą się po stronie lewej osoby patrzącej w lunetę, uważam za dodatnią (+), drugą stronę jako ujemną (-).

tę okoliczność z tego powodu, że, jak się przekonamy, powtarzała się ona we wszystkich niemal doświadczeniach.

### Doświadczenie II.

a) Elektroda *A* na przedniej części półkuli mózgowej lewej, *B* na tylnej części półkuli prawej. Drażniono *n. ischiadicus* prawy:

Wychylenie . . . 45; podczas drażnienia 45.

Po kilku minutach . 35; " " 35.

b) Po przemieszczeniu elektrod na przednią część półkuli prawej i tylną półkuli lewej, drażnienie również dawało wynik ujemny, bo wychylenie, wynoszące 46 mm. przy tem ustawieniu, nie zmieniało się podczas drażnienia.

c) Półkule odcięte. Elektroda *A* na przekroju poprzecznym, *B* na rdzeniu przedłużonym; odległość wzajemna 5 mm.:

Wychylenie . . . 56; przy drażnieniu 56.

d) Obie elektrody bardzo nisko na rdzeniu pacierzowym umieszczone, w odległości wzajemnej 3 mm.:

Wychylenie . . . 58; przy drażnieniu *n. ischiad.* 53.

Po ustaniu drażnienia 58; przy powtórnem drażnieniu 54.

Po kilku minutach, w którymto czasie prąd był wyłączony od galwanometru:

Wychylenie . . . 58; przy drażnieniu 53.

Po ustaniu drażnienia 57; " " 53.

### Doświadczenie III.

Półkule mózgowe odcięte. Elektroda *A* znajduje się na ciałkach bliźniaczych (*corp. bigemina*), *B* na rdzeniu przedłużonym. Odległość ich wzajemna wynosiła 8 mm.

Wychylenie (w stronę ujemną):

— 154, — 143, — 137, — 128; podczas drażnienia — 120.

Po ustaniu drażnienia, prąd, który miał kierunek odmienny niż w innych doświadczeniach, tj. górny odcinek był elektrododatni względem dolnego, zmienił się nagle na przeciwny, i to tak silny, że skala zupełnie wyszła z pola lunety w stronę dodatnią, co oznaczam przez  $500 + \%$ , w skutek czego użyłem kompensacji i sprowadziłem skalę do zera. Prąd ten silny trwał wciąż tak, że po upływie kilku minut po usunięciu kompensacji, skala znów wyszła:

Wychylenie  $500 + \%$ ; skompensowano do  $0$ ;  
 przy drażnieniu *n. ischiad.* — 210  
 po ustaniu drażnienia . — 180.

Po pewnym czasie prąd zmienił się znowu na przeciwny tak, że skala wyszła w stronę ujemną ( $- \%$ ).

Skompensowano do  $0$ ; drażnienie . . . . 20;  
 po ustaniu drażnienia  $0$ ; drażnienie powtórne . 25;  
 " " "  $0$ .

Wreszcie jeszcze raz prąd zmienił się tak, że część wyższa stała się elektroujemną:

Wychylenie  $500 + \%$ ; skompensowano — 5; przy drażnieniu + 55;  
 po ustaniu drażnienia — 5; drażniono . 105;  
 " " " — 5; " . . 98.

Jak widzimy w tym przypadku, prąd t. zw. spoczynkowy ulegał rozmaitym zmianom. Do zmian tych powrócimy jeszcze później i będę się starał pojawienie się ich wytłómaczyć. Na razie chcę tylko zwrócić uwagę na trudności eksperymentalne, jakie się w tych doświadczeniach spotyka, oraz na to, jak łatwo przy powierzchownem osądzaniu wyników popaść można w błąd i fałszywe wysnuwać wnioski.

#### Doświadczenie IV.

a) Elektroda *A* na wzgórku bliźniaczym lewym (półkule mózgowe przedtem odcięto, elektroda jednakże nie spoczywała na poprzecznym przekroju), druga elektroda *B* umieszczona na części piersiowej rdzenia. Odległość obu elektrod 12 mm. Do drażnienia odsłonięto nerw kulszowy prawy.

Wychylenie 280;  
 skompensowano do  $0$ ; przy drażnieniu — 20, — 23, — 37.

Po ustaniu drażnienia prąd się już nie zmienił, z czego wnioskować można, że drażnienie nie było powodem wystąpienia zmiany w prądzie spoczynkowym. Aby się przekonać, czy rzeczywiście tak jest, powtórzyłem doświadczenie i rzeczywiście okazało się, że drażnienie nerwu kulszowego żadnego wpływu nie wywiera na prąd odprowadzony od *corp. bigeminum* i części górnych rdzenia.

Wychylenie było 251;  
 skompensowano do  $0$ ; przy drażnieniu  $0$ .

b) Elektroda *A* na wzgórku bliźniaczym prawym, elektroda *B* na tem samym miejscu rdzenia, co pierwej. Wynik taki sam, jak poprzedni.

Wychylenie 336; skompensowano do 0; drażnienie — 4;  
po ustaniu drażnienia — 4, — 8, — 11.

c) Elektroda *A* w dolnym odcinku rdzenia przedłużonego, elektroda *B*, jak w *a*) i *b*); obie elektrody dotykają rdzenia po jego stronie prawej (drażniono również nerw kulszowy prawy). Odległość wzajemna wynosiła 8 mm.

Wychylenie 161; skompensowano do 4; przy drażnieniu 4.

Następnie przyłożono elektrody w tych samych punktach, lecz po stronie lewej; wynik był podobny:

Wychylenie 461; skompensowano do — 4;  
przy drażnieniu wprawdzie prąd osłabł do — 26, ale po ustaniu drażnienia już nie wrócił do pierwotnej siły.

d) Elektroda *A* koło zgrubienia szyjnego (*intumescencia cervicalis*), elektroda *B* na zgrubieniu lędźwiowym. Odległość wzajemna wynosiła 15 mm.

Wychylenie . . .	185;	przy drażnieniu . . . .	155;
Po ustaniu drażnienia	195;	podczas powtórnego drażnienia	160;
" " "	192;	" " "	165.

#### Doświadczenie V.

a) Półkule mózgu nietknięte. Elektroda *A* na wzgórku bliźniaczym lewym; *B* w odległości 12 mm. od pierwszej na *intumescencia cervicalis*, również po stronie lewej; drażniono *n. ischiadicus* prawy.

Wychylenie 460; skompensowano do + 3; przy drażnieniu — 5.  
po ustaniu drażnienia + 5; przy powt. drażn. 0.

b) Elektroda *A* na wzgórku bliźniaczym prawym, elektroda *B* na na swem pierwotnym miejscu.

Wychylenie . . .	162;	przy drażnieniu . . . .	155;
po ustaniu drażnienia	160;	przy powtórnem drażnieniu .	156;
" " "	159;	" " "	155.

c) Ułożenie elektrod jak pod *a*) z tą różnicą, że obie znajdowały się po stronie lewej, podczas gdy do drażnienia służył *n. ischiadicus* prawy.

Wychylenie 235; skompensowano do 0; przy drażnieniu — 2;  
po ustaniu drażnienia + 1; przy powt. drażn. 0.

d) Elektroda *A* na półkuli mózgowej lewej; elektroda *B* w *pars cervicalis* rdzenia. Odległość ich wzajemna 15 mm.

Wychylenie 128; przy drażnieniu . . . . 133;  
po ustaniu drażn. 130; przy powtórnem drażnieniu 133.

e) Elektroda *A* poniżej *intumescencia cervicalis*, druga elektroda *B* powyżej *intumescencia lumbalis*. Odległość wzajemna 8 mm.

Wychylenie . . . 135; przy drażnieniu 135;  
skompensowano do 0; " " 0.

f) Elektroda *A* na rdzeniu przedłużonym, elektroda *B* na zgrubieniu łądźwiowem. Odległość obu elektrod 20 mm.

Wychylenie 325; skompensowano do 0.

Lusterko w galwanometrze nie stanęło, lecz postępowo w kierunku dodatnich + 5, 8, 12 . . . .; chcąc się przeto przekonać, czy prąd odprowadzony od rdzenia wciąż się wzmaga, czy też prąd kompensacyjny traci na sile, zniósłem kompensację i przekonałem się, że i w tym przypadku skala posuwała się ku dodatnim, a więc prąd rdzenia widocznie wzrastał, wychylenie bowiem było 140, 142, 144, 145 i t. d.; po powtórnem skompensowaniu: 0, 7, 11, 15; drażnienie nerwu kulszowego żadnego wpływu na to postępowanie prądu nie wywierało.

#### Doświadczenie VI.

Mózg przed samym rdzeniem przedłużonym odcięty. Obie elektrody znajdują się, pomiędzy zgrubieniami łąpek tylnych a przednich, w odległości 3 mm. od siebie, i dotykają rdzenia po stronie lewej. Dla drażnienia odpreparowano *n. ischiadicus* prawy:

Wychylenie . . . — 34; przy drażnieniu . . . — 45.

Po ustaniu drażnienia — 34; przy powtórnem drażnieniu — 35.

Ta okoliczność, że tu prąd był przeciwny niż we wszystkich innych doświadczeniach, to jest, że dolny odcinek rdzenia był elektrojemny względem górnego, wskazuje, że tu rdzeń w miejscu dotknięcia się elektrody *B* był uszkodzony. To też po przełożeniu elektrody *B* na stronę prawą *intumescencia lumbalis*, kierunek prądu zmienił się na przeciwny, tj. taki, jaki dotąd zwykle obserwowałem:

Wychylenie 63; przy drażnieniu . . . . 56.

Po ustaniu 66; przy powtórnem drażnieniu 46.

" " 73; " " " 56.

Podczas drażnienia dłuższy czas trwającego ( $1\frac{1}{2}$  minuty), wsteczne wahanie zaczęło się zmniejszać i powoli skala wróciła do 74.

Doświadczenie to powtarzałem kilka razy, zawsze z tym samym wynikiem :

Wychylenie . . . .	61;	przy drażnieniu	47.
Po ustaniu drażnienia	61;	" "	49.
" " "	66;	" "	56.

#### Doświadczenie VII.

Półkule mózgowe odcięte. Elektroda *A* na wzgórkach bliźniaczym lewym, elektroda *B* na rdzeniu przedłużonym po stronie lewej. Odległość wzajemna 3 mm. Do drażnienia odpreparowano nerw kulszowy prawy :

Wychylenie 125; przy drażnieniu 125.

Obie elektrody przełożono następnie na te same punkta po stronie prawej, co poprzednio. Odległość 3 mm.

Wychylenie 402; skompensowano do 0; przy drażnieniu 0.

Prąd ciągle tracił na sile, tak, że wychylenie przy tej samej kompensacji po kilku minutach wynosiło — 20, a drażnienie nerwu kulszowego nie wywierało wcale wpływu na to postępowanie prądu pierwotnego.

b) Elektroda *A* na wzgórkach wzrokowym lewym, elektroda *B* na zgrubieniu łądźwiowem po stronie lewej. Odległość obu elektrod wynosiła 18 mm.

Wychylenie 476; skompensowano do 0; przy drażnieniu 0.

Prąd coraz bardziej się wzmagał; podczas drażnienia lusterko stało, pomimo ciągłej dążności do postępowania na przód.

c) Elektroda *B* na zgrubieniu łądźwiowem, elektroda *A* o 2 mm. wyżej; obie po stronie prawej.

Wychylenie — 110; podczas drażnienia — 96.

d) Elektrody w takich samych miejscach, jak poprzednio, po stronie lewej; drażniono nerw kulszowy lewy :

Wychylenie . . . .	170;	podczas drażnienia . . . .	162.
Po ustaniu drażnienia	167;	" "	powtórnego 148.
" " "	160;	" "	" 152.

Pomimo dalszego drażnienia zaczyna wracać do 162; po krótkiej pauzie drażnienie sprawiło wahanie wsteczne do 142.



## Doświadczenie VIII.

a) Elektroda *A* spoczywa na rdzeniu przedłużonym (mózg nienaruszony), elektroda *B* na części piersiowej rdzenia, w odległości 12 mm. od pierwszej:

Wychylenie . . . 74; podczas drażnienia . . . 77.  
 Po ustaniu drażnienia . 85; przy powtórnym drażnieniu . 81.  
 " " " . 85.

b) Elektroda *A* na półkuli mózgowej lewej, *B* na wzgórku bliźniaczym lewym. Do drażnienia służył nerw kulszowy prawy:

Wychylenie 54; przy drażnieniu 54.

c) *A* na rdzeniu przedłużonym, *B* na części szyjnej rdzenia. Odległość 9 mm.

Wychylenie 31; przy drażnieniu 30.

d) *A* na rdzeniu przedłużonym, *B* na zgrubieniu łądźwiowem.

Wychylenie 30; przy drażnieniu 20.

e) Odcięto mózgowie tuż ponad rdzeniem przedłużonym i ustawiono elektrodę *A* na przekroju poprzecznym, *B* na zgrubieniu piersiowym rdzenia:

Wychylenie od 66 wzmagало się wciąż aż do 88; drażnienie nie wywierało żadnego wpływu.

f) Elektrodę *B* przyłożono do zgrubienia łądźwiowego, *A* została na przekroju poprzecznym.

Wychylenie 89; przy drażnieniu 83, mimo dążności posuwania się w stronę dodatnią; po ustaniu drażnienia 91; przy powtórnym drażnieniu 85.

## Doświadczenie IX.

Mózgowie odcięto powyżej rdzenia pacierzowego.

a) Elektroda *A* dotyka przekroju poprzecznego rdzenia przedłużonego, *B* leży na zgrubieniu łapek przednich; odległość wzajemna obu elektrod wynosi 9 mm. Prąd bardzo silny.

Wychylenie  $500 + \%$ ; skompensowano do 0; przy drażnieniu 0,  
 po ustaniu drażnienia — 4; " " — 4.

b) Obie elektrody koło zgrubienia piersiowego rdzenia, odległość ich wzajemna  $1\frac{1}{2}$  mm.

Wychylenie 108; przy drażnieniu 108.

c) Obie elektrody koło tylnego zgrubienia i to po stronie lewej (drażniono nerw prawy), w odległości wzajemnej od siebie 2 mm.

Wychylenie 39; przy drażnieniu 36.

Po ustaniu drażnienia pozostaje 36.

d) Elektrody w tej samej wysokości po stronie prawej.

Wychylenie 43; drażnienie 40.

e) Rdzeń przecięty powyżej zgrubienia łądźwiowego; na przekroju poprzecznym położono elektrodę *A*, podczas gdy elektrodę *B* umieszczono o 2 mm. poniżej, tuż poza zgrubieniem.

Wychylenie	127, 130, 135;	drażniono	130,
po ustaniu drażnienia	135;	"	132,
" "	" 133;	"	129,
" "	" 131;	"	126.

### Doświadczenie X.

a) Elektroda *A* na przedniej części półkul mózgowych, elektroda *B* na *intumescencia lumbalis*. Odległość wzajemna 22 mm.; do drażnienia odsłonięto nerw kulszowy prawy.

Wychylenie 500 + %; skompensowano do 0; przy drażnieniu — 52,  
po ustaniu drażnienia . . . . . — 3; podczas drażn. — 37.

" " " . . . . . — 2.

b) Elektroda *B* przesuniętą została na część piersiową, która widocznie była uszkodzoną, gdyż prąd miał kierunek odwrotny niż w innych doświadczeniach.

Wychylenie — 450; skompensowano do 0; przy drażnieniu 0.

c) Po przełożeniu elektrody *B* o 1 mm. ku tyłowi na miejsce nieuszkodzone, umieszczono elektrodę *A* na tylnej części półkul (odległość 10 mm.).

Wychylenie 180; podczas drażnienia 180,

" 190; " " 190,

" 189; podczas drażnienia dłuższy czas trwającego wahania: 188, 189, 187, 189.

d) Elektroda *A* na przedniej części półkul mózgowych, *B* jak w c). Odległość 13 mm.

Wychylenie . 155; pomimo długo trwałego drażnienia 155,

po ustaniu drażn. 155 " " " " 155.

e) Elektroda *A* na części piersiowej rdzenia, *B* na zgrubieniu łądźwiowym.

Wychylenie  $500 + \%$ ; skompensowano do 0; podczas drażn. — 24,  
 po ustaniu drażnienia + 16; „ „ — 6,  
 „ „ „ + 11; „ „ — 6.

f) Przyłożono elektrodę *A* na rdzeń przedłużony, elektrodę *B* na część piersiową rdzenia, w odległości 3 mm. od pierwszej. Po wychyleniu do 74, posuwała się skala powoli w stronę dodatnią, tak, że po dwóch minutach wychylenie wynosiło 78, a po dalszych 5 minutach 88, przez któryto czas żadnych wahań nie obserwowano.

g) Wreszcie zrobiono przekrój rdzenia przedłużonego, do którego przyłożono elektrodę *A*, podczas gdy *B* pozostawała w miejscu pierwotnym.

Wychylenie  $500 + \%$ ; po skompensowaniu do 0 obserwowano przez 10 minut powiększanie się wychylenia, które po upływie tego czasu od zera doszło do 86; drażnienie nerwu kulszowego nie wywierało wpływu na postępowanie wychylenia.

#### Doświadczenie XI.

Mózgowie odcięto przed rdzeniem przedłużonym.

Elektroda *A* na przekroju poprzecznym rdzenia przedłużonego, *B* na *intumescencia cervicalis*. Odległość wzajemna obu elektrod wynosiła 8 mm. Do drażnienia odsłonięto nerw kulszowy lewy.

Wychylenie  $500 + \%$ ; skompensowano do 0; wśród nieznacznych wahań wychylenie zmniejszało się zwolna, tak, że po 10 minutach wynosiło — 40 (skompensowane), po dalszych 5 minutach — 60, a jeszcze po 5 minutach wśród wahań znaczniejszych do 101. Drażnienie nerwu kulszowego nie wywierało na wychylenie wpływu.

b) Elektrodę *B* umieszczono na zgrubieniu łądźwiowem, *A* pozostała na miejscu pierwotnym. Odległość wynosiła 16 mm.

Wychylenie  $500 + \%$ ; po skompensowaniu do 0 rozpoczęły się drobne wahania, wśród których po upływie 3 minut wychylenie doszło do 12.

Po zadrażnieniu nerwu kulszowego, powstało wahanie wsteczne do — 9; po ustaniu drażnienia, wychylenie wróciło do 11; przy ponownym drażnieniu — 8; po ustaniu tegoż 11.

Celem lepszego uwidocznienia opisanych wyników z doświadczeń i ażeby ułatwić czytelnikowi zoryjentowanie się pomiędzy tą wielką ilością cyfr, przedstawiam niektóre wybitniejsze wyniki graficznie, oznaczając na tablicy podzielonej na równe kwadraty wychylenie w stronę dodatnią linią idącą ku górze, każde zaś wychylenie w stronę ujemną linią biegnącą ku dołowi. Tablice te nie mogą mieć pretensyi do ścisłego

i dokładnego przedstawienia wychyleń i ich wahań, nie mogłem bowiem uwzględnić w nich czynnika nader ważnego, tj. czasu, w którym tak wychYLENIA jak i wahania powstawały. W każdym jednak razie mogą

Fig. 1.

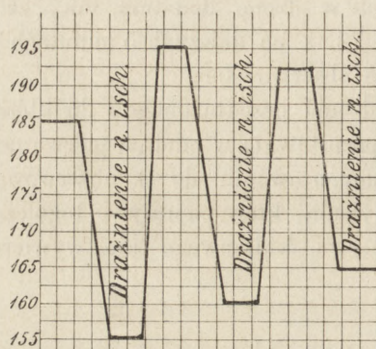


Fig. 3.

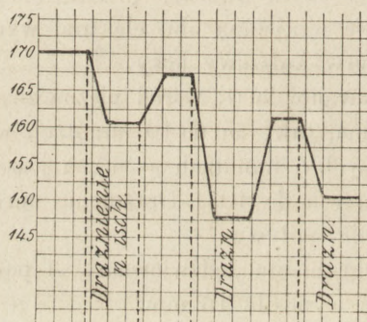


Fig. 4.

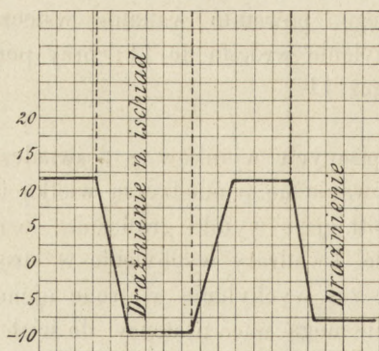
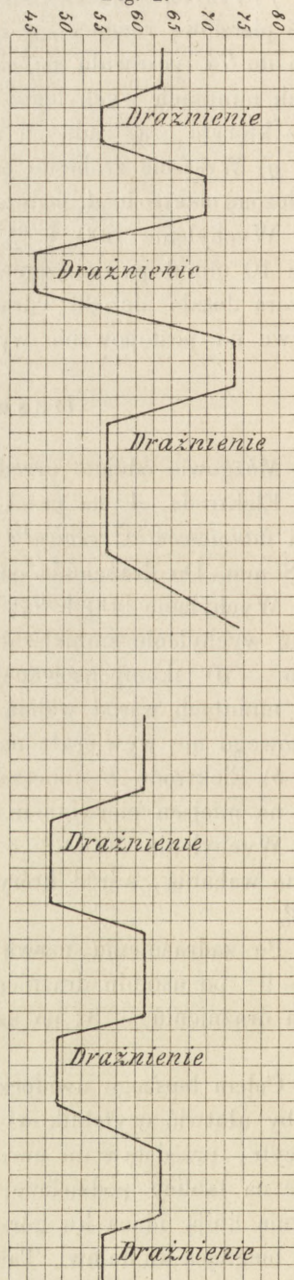


Fig. 2.



tablice te przyczynić się do łatwiejszego zapoznania się z wynikami doświadczeń. I tak fig. 1 przedstawia zmiany wychylenia pod wpływem drażnienia w doświadczeniu IV *d*), fig. 2 — wyniki doświadczenia VI, fig. 3 — doświadczenie VII *d*), fig. 4 — doświadczenie IX *b*).

Przytoczywszy wyniki ze znacznej części doświadczeń, wypada nam z kolei zastanowić się nad ich znaczeniem i rozważyć, do jakich wniosków wyniki te nas uprawniają. Uważam taki rozbiór tem bardziej za potrzebny, że w całej dostępnej mi nowszej literaturze, oprócz wyżej opisanych prac SIECZENOWA i WERIHY, nie znalazłem nigdzie wzmianki o istnieniu prądów w układzie nerwowym centralnym, a tem mniej o badaniu jego własności, jego zachowania się w obec różnych czynników. A i praca SIECZENOWA, jako tymczasowe doniesienie, po którym obszerniejszy opis doświadczeń nie nastąpił, jak również krótki referat z doświadczeń WERIHY, nie omawiają dość obszernie kwestyi. Rzecz ta jest więc zupełnie nową, a jako taka wymaga dokładnego nad nią zastanowienia się.

Ponieważ prądy powstające w układzie centralnym nerwowym znajdują niezaprzeczenie analogiję w prądach elektrycznych w nerwach, te ostatnie zaś są dokładnie zbadane, przeto nie od rzeczy będzie przypomnieć, jakie są przyczyny istnienia tych prądów w nerwach.

Jeżeli połączymy poprzeczny przekrój nerwu z jakimkolwiek punktem jego naturalnego przekroju podłużnego za pomocą dobrego przewodnika elektryczności, to przy pomocy odpowiedniego przyrządu (busoli, elektrometru, telefonu lub nerwu połączonego z mięśniem), możemy wykazać istnienie prądu, którego kierunek wskazuje, że punkta na przekroju poprzecznym są względem punktów podłużnego przekroju elektro-ujemne. Prąd ten istniejący w nerwie nazywa się prądem spoczynkowym w odróżnieniu od prądu czynnościowego (*Actionsstrom*), powstającego zawsze, ilekroć nerw przechodzi w stan czynny. Wyrazem tego prądu czynnościowego jest wsteczne wahanie prądu spoczynkowego, powstające przy zadrażnieniu nerwu. Najprawdopodobniejszą przyczyną prądu spoczynkowego jest wcześniejsze obumieranie cząstek znajdujących się na poprzecznym przekroju nerwu, a przy zadrażnieniu nerwu, cząstki przechodzące w stan czynny, podobnie jak obumierające, stają się względem innych elektro-ujemne, a tem samem przyczyniają się do powstawania prądu.

Nasuwa się zatem przedewszystkiem pytanie, jakiego rodzaju jest ten prąd, który obserwowaliśmy w układzie nerwowym środkowym; czy jestto prąd spoczynkowy, czy czynnościowy? HERMANN<sup>1)</sup> podaje jako

<sup>1)</sup> *Handbuch der Physiologie*. Bd. II.

pewnik fizjologiczny twierdzenie, że prąd spoczynkowy jest wyrazem li tylko uszkodzenia i utrzymuje, że przy połączeniu dwóch miejsc nieuszkodzonych nerwu nie otrzymamy nigdy prądu. Twierdzenie swoje, prawie ogólnie zresztą przez fizjologów przyjęte, opiera HERMANN na doświadczeniach wykonanych na nerwach pewnego zwierzęcia (lina), którego nerw wzrokowy kończy się jakby naturalny przekrój poprzeczny; przy połączeniu tego zakończenia nerwu z podłużnym przekrojem nerwu nie można otrzymać prądu. Wychodząc zatem z tego zapatrywania, moglibyśmy prąd spostrzegany w układzie nerwowym centralnym, wtedy tylko nazwać spoczynkowym, gdybyśmy go otrzymywali tylko przy połączeniu miejsca uszkodzonego z podłużnym przekrojem naturalnym. Tego jednak nie było. Owszem, regularność, z jaką zawsze występowało napięcie elektryczne w częściach wyższych układu nerwowego względem części niższych, przemawia przeciw temu, jakoby to napięcie było wynikiem poprzecznego przekroju. Jeżeli bowiem w ogóle, to chyba o dolnych częściach układu nerwowego można powiedzieć, że ulegały uszkodzeniu, że powstawały w nich poprzeczne przekroje przez odcinanie odchodzących od rdzenia nerwów, podczas gdy górne (tylne) powierzchnie półkul mózgowych, wzgórków bliźniaczych i rdzenia przedłużonego (a tylko do górnej (tylnej) powierzchni przykładaliśmy elektrody) na pewne były nienaruszone, gdyż je najłatwiej wypreparować można, a z górnej ich powierzchni nerwy nie odchodzą. Gdyby zatem prąd był wyrazem zmian napięcia elektryczności, wywołanych przez sztuczne przecięcie, musiałyby dolne odcinki być względem górnych elektro-ujemne. Nadto wiemy z neurofizjologii, że prąd powstający przy połączeniu przekroju poprzecznego z podłużnym prędko traci na sile, w skutek tego, że napięcie ujemnej elektryczności w miarę obumierania cząstek nerwu staje się coraz mniejsze. W prądach naszych takiego osłabienia nie obserwowaliśmy, chyba dopiero po bardzo długim czasie, kiedy mózg lub rdzeń zaczęły obumierać. Wreszcie w prądzie odprowadzonym z przecięcia poprzecznego i podłużnego nerwu nie występują nigdy takie wahania samoistne, jakie tu obserwowaliśmy. Z tego więc wynika, że prąd obserwowany w układzie nerwowym środkowym był prądem czynnościowym. Dla odróżnienia prądu tego od prądu powstającego przy zadrażnieniu, proponowałbym dla niego nazwę prądu czynnościowego samoistnego. Okoliczność zaś, że górne części były zawsze ujemne względem dolnych, przemawia za tem, że prąd ten był wyrazem stanu czynnego, powstającego w wyższych częściach układu nerwowego. Jednym słowem, mamy tu do czynienia z automatycznym pobudzaniem się ośrodków nerwowych.

W kilku doświadczeniach uważałem (jedno z takich opisałem pod III), że prąd nagle kierunek swój zmieniał na przeciwny. Występowało to szczególnie wtedy, gdy miałem do czynienia z przekrojem poprzecznym. Ponieważ zaś kierunek prądu pierwotnego był odmienny niż zazwyczaj (odcinek górny dodatni, dolny ujemny), przeto, jak sądzę, niedaleko odejdę od prawdy, przypuszczając, że samo przecięcie mogłoby być przyczyną nadzwyczaj silnego zatamowania ośrodków (w doświadczeniu III odcięto półkule mózgowe, a więc przed samymi ośrodkami tamującymi — *lobi optici* — które mogły uleść silnemu zadrażnieniu), które dopiero po ustąpieniu tego działania tamującego mogły wyładowywać swój stan czynny.

Druga rzecz, o której nam pomówić wypada, jest wpływ, jaki wywiera zadrażnienie dośrodkowego końca nerwu kulszowego na ten prąd czynnościowy. Widzieliśmy, że przy zadrażnieniu nerwu kulszowego, powstawało albo wzmożenie się siły prądu, albo jej osłabienie. Wzmożenie się prądu wskazuje, że ośrodki wyższe stały się bardziej elektroujemne, czyli ich stan czynny stał się wybitniejszy. Innemi słowy, z powiększenia się wychylenia pierwotnego przy zadrażnieniu nerwu kulszowego mamy prawo wnosić, że ośrodki w tem miejscu, gdzie elektroda bliżej centrum się znajdowała, zostały przez zadrażnienie nerwu kulszowego również zadrażnione.

Przypatrzmy się, w których z opisanych doświadczeń fakt ten miał miejsce: w doświadczeniu I c) przy drażnieniu nerwu kulszowego, napięcie elektroujemne na przekroju rdzenia przedłużonego tak wzrosło, że wychylenie powiększyło się o 16 mm. Podobnie wystąpił stan czynny rdzenia przedłużonego w doświadczeniu III, gdzie, po skompensowaniu, wychylenie podczas drażnienia było najpierw 55, potem nawet 105. Że na półkuli mózgowej powstawał słaby stan czynny podczas drażnienia, wskazuje wychylenie na 5 mm. w doświadczeniu VI d), jak również wychylenie na 3 do 5 mm. w doświadczeniu VIII a).

Drugą zmianą, jaką zauważyliśmy w prądzie podczas drażnienia nerwu kulszowego, było, jak wspominałem, zmniejszenie siły prądu pierwotnego czyli wsteczne wahanie w ścisłym tego słowa znaczeniu. Przyczyną tego wstecznego wahania może być albo zmniejszenie napięcia elektroujemnego w górnej części środkowego układu nerwowego, czyli, co na jedno wychodzi, zatamowanie czynności ośrodków tu się znajdujących, albo powstawanie napięcia elektroujemnego w miejscu niższem, gdzie ono było dotąd dodatniem, co znowu jest identycznym z przejściem w stan czynny ośrodków w tem miejscu położonych. Ze względu na to, że takie wahanie wsteczne, jak z doświadczeń opisanych łatwo prze-

konać się można, powstawało przy drażnieniu nerwu kulszowego wtedy, gdy elektroda *B* ułożoną była na zgrubieniu łądźwiowem rdzenia pacierzowego, mamy prawo przypuszczać, że drażnienie nerwu tego wywołało stan czynny w ośrodkach czuciowych i ruchowych, czyli w aparacie odruchowym, umieszczonym w części łądźwiowej rdzenia pacierzowego.

Wniosek, który tu wysnułem, spotkać się może z zarzutem, że wahanie wsteczne w tych przypadkach powstawało nie w ośrodkach, lecz we włóknach nerwowych, które, jako dalszy ciąg dróg dośrodkowych, od nerwu kulszowego ku mózgowi przez rdzeń przebiegają i przy drażnieniu tego nerwu stan czynny przewodzą. Zarzut ten jednak nie wytrzymuje krytyki z tego względu, że, po pierwsze, jak to HERMANN w opisanych już doświadczeniach wykazał, z dwóch przecięć podłużnych nerwu, a więc z nerwu nieuszkodzonego, ani prądu spoczynkowego, ani wahania wstecznego otrzymać nie możemy (w wyjątkowych tylko przypadkach i to w warunkach odrębnych, np. przy oziębianiu nerwu, obserwować można prąd), a powtóre, wahanie wsteczne, któreby powstawało przez to, że w włóknach nerwowych stan czynny przenosi się w kierunku dośrodkowym, możnaby także wykazać (choćby w mniejszym stopniu) i w górnych częściach rdzenia, np. w części piersiowej. Łatwo jednakże przekonać się można, przeglądając opisy doświadczeń, że takie wahanie wsteczne nie pojawiało się w części szyjnej lub piersiowej rdzenia.

W związku z doświadczeniami nad rdzeniem i mózgiem żaby, stoją doświadczenia SIECZENOWA, o których w kilku słowach wspomnieć tu muszę. Autor ten miał do czynienia właściwie ze sumą prądu spoczynkowego i czynnościowego, bo odprowadzał prąd od przekroju poprzecznego i podłużnego rdzenia. Ostatnie dwa doświadczenia przezemnie opisane są powtórzeniem doświadczeń SIECZENOWA. Jak łatwo przekonać się można, prąd, zgodnie z podaniem SIECZENOWA, wzrastał się, a potem powol słabnął, nagłych jednak wahań nie spostrzegamy. Jakie były przyczyny wstecznego wahanía przy drażnieniu nerwu kulszowego, łatwo zrozumieć, jeżeli się rzuci okiem na doświadczenie XI. Tu przy drażnieniu nerwu powstawał stan czynny w zgrubieniu łądźwiowem, które jak to wyżej wywodziłem, stało się przyczyną osłabienia prądu pierwotnego. Wreszcie muszę się zgodzić ze spostrzeżeniem SIECZENOWA, że prąd samoistny, jak również stałość występowania wahanía wstecznego, są bardzo zmienne, zależnie od wrażliwości centralnego układu nerwowego. Głównie okazała się tu różnica między żabami, które całą zimę w zakładzie były przechowywane, a świeżemi wiosennemi; podczas gdy u pierwszych np. wychylenie, sprawione przez prąd samoistny, było nieznaczne, bo na kilka lub kilkanaście cm., to u ostatnich do skompen-



sowania prądu samoistnego potrzeba było (po wyjściu skali z pola widzenia) użyć prądu stosunkowo bardzo silnego.

### Doświadczenia na korze mózgowej zwierząt ciepłokrwistych.

W drugim szeregu podjętych doświadczeń dążyłem do tego, aby badać prądy samoistne i czynnościowe na korze mózgowej i w ten sposób starać się oznaczyć lokalizację funkcji kory. Doświadczenia te nie różniły się wielce w urządzeniu od poprzednio opisanych, z wyjątkiem drobnych, mało znaczących zmian. Do doświadczeń używałem królików i psów w liczbie 14 (9 królików, 5 psów), a ponieważ po skończeniu doświadczenia na jednej półkuli badano także często i drugą półkulę, ztąd liczba doświadczeń jest właściwie o wiele większą.

Przebieg doświadczenia był następujący:

Zwierzę, o ile możności, unieruchomiono i, odsłoniwszy z części miękkich jedną stronę czaszki, robiono w niej otwór za pomocą trepanu i następnie przy pomocy nożyce kostnych wycinano całą stronę sklepienia czaszkowego, tak, że półkula mózgowa po tej stronie została zupełnie odsłonięta. Przy całym tem postępowaniu strzeżono się zranień oponę twardą, co się prawie we wszystkich doświadczeniach dobrze udawało. Krwotok z kości tamowano przez chwilowe uciskanie zwitkiem waty lub przez przypiekanie drutem rozpalonym. Po podniesieniu za pomocą haczyka opony twardej, wycinano z niej strzępek, a rozciąwszy oponę na kilka płatów, zawijano ją na kość, aby w ten sposób uchronić mózg od obrażenia o ostry brzeg kostny. Elektrody niepolaryzujące, wyżej opisane, dobrze zwilżone, przykładano do dwóch okolic kory mózgowej; postępowanie było zresztą takie samo, jak przy doświadczeniach na żabach. Rzecz naturalna, że przykrywać zwierzęcia i elektrod kloszem nie było można; ażeby jednak uchronić mózg od wyschnięcia lub oziębienia, przerywano od czasu do czasu doświadczenie, przykrywano mózg ciepłą a wilgotną watą i elektrody na nowo zwilżano. W niektórych przypadkach, gdy zwierzę było niespokojne, nie przykładałem elektrod glinianych wprost do mózgu, lecz używałem do tego nitek namoczonych w jedno-procentowym roztworze soli kuchennej, które zawieszałem na glinie, i które przy poruszaniu się zwierzęcia nie zmieniały swojego położenia.

Badając prąd powstały przez połączenie dwóch różnych punktów na korze mózgowej, uważano na jego kierunek, na jego zachowanie się

bez drażnienia przez pewien czas, a następnie przy zadrażnieniu pewnych nerwów dośrodkowych. Z tych ostatnich, drażniono nerw wzrokowy za pomocą światła, nerw słuchowy przez wywołanie dźwięku i nerwy czuciowe w rozmaitych okolicach skóry za pomocą prądu indukcyjnego. Do drażnienia oka światłem, używałem palącej się wstążki magnowej, która przy pomocy przyrządu zegarowego wysnuwała się z odpowiednio urządzonego aparatu, tak, że punkt świetlny był stały, a za pomocą reflektora światło kierowano do oka; przez zatrzymanie mechanizmu zegarowego można było światło zagasić.

### Doświadczenie I.

Królik duży. Po odsłonięciu półkuli mózgowej prawej, przyłożono do części potylicznej obie elektrody w oddaleniu 6 mm. od siebie (Fig. 5 *aa*). Nastąpiło wychylenie w stronę dodatnią na 57 mm., co wskazywało, że elektroda ku tyłowi położona stała się dodatnią, przednia zaś ujemną. Wychylenie to nie było jednak stałe, lecz wahało się w ten sposób, że posuwało się w pewnym kierunku o kilka mm., lub zatrzymywało się na krótszą lub dłuższą chwilę, aby znów na kilka milim. pójść na przód lub w tył się posunąć. Sądziłem z początku, że wahania te powstają przy tętnieniu mózgu przez to, że zmienia się kontakt między powierzchnią mózgu a elektrodami; wkrótce jednak przekonałem się, że są one z tętnieniem nierównoczesne i powstają samoistnie, od tego ostatniego zupełnie niezależnie.



Fig. 5.

Wahania te przedstawiają się w sposób następujący:

57, 47, 45, 47, 52, 50, 46, 41, 44, 40, 38, 32,  
36, 33, 35, 30, 25, 28, 26, 31, 26, 21, 31, 41,  
31, 36, 31, 21, 26.

Gdy zapalono magn przed okiem lewym, które zarówno jak i prawe oko dotąd było zasłonięte, wahania ustały i wychylenie zwiększyło się od 26 do 46.

Po pięciu minutach pauzy, po której przemieniono elektrody:

Wychylenie: — 36, — 31, — 36, — 32, — 26.

Zapalono magn: + 24 (wahanie wsteczne = 50 mm.).

Po zasłonięciu oka: + 4, — 4, — 2, 4, — 0, — 5, — 7, — 3, — 11.

Zadrażniono łapkę tylną lewą prądem indukcyjnym: wahania ustały, a wychylenie nie zmieniło się (— 12).

Po ustaniu drażnienia, wahania znów się rozpoczęły:

— 12, — 8, — 11, — 9, — 6.

Po pauzie trwającej kilka minut, przyłożyłem elektrody do przednich części półkuli mózgowej w oddaleniu wzajemnym 3 mm. (Fig. 5 mm). Po zamknięciu prądu okazało się, że elektroda więcej ku przodowi posunięta, była ujemną, tylna dodatnią, wahania prądu były znacznie silniejsze niż poprzednio, przyczem prąd stawał się coraz silniejszym.

Wychylenie: 38, 58, 53, 63, 68, 63, 78, 73, 67, 73,  
78, 90, 88, 101, 87, 90, 98, 82, 92, 97,  
91, 94, 96, 100, 110, .... 132, 128, 132 i t. d.

Zapalono magn: 132 — wahania bardzo nieznaczne; po usunięciu światła wahania powróciły. Przy zadrażnieniu tylnej łapki wychylenie zwiększyło się do 178, a wahania ustały.

Na lewej półkuli mózgowej przyłożyłem jedną elektrodę do części czołowej, drugą do płatu potylicznego, w odległości 2 cm. od pierwszej. (Fig. 6 aa).



Fig. 6.

Wychylenie: 210, 216, 212, 218, 215, 228, 222, 226,  
223, 229, 240, 243, 238, 236, 239, 243.

Przy drażnieniu prawej łapki tylnej: 260, 261, 259.

Po ustaniu drażnienia: 256, 260, 255, 268, 252, 248,  
256, 244, 240, 243, 239, 248.

Gdy zapalono magn przed prawem okiem, wahania wprawdzie na chwilę ustały, ale nie zmieniło się wychylenie 248. Dopiero po usunięciu podniety, zaczęło się wśród wahań wychylenie zmniejszać:

245, 247, 242, 246, 235, 240, 229,  
236, 228, 230, 224.

## Doświadczenie II.

Królik średniej wielkości. Półkulę prawą odsłonięto i ustawiono obie elektrody na części potylicznej (Fig. 7 aa) w odległości 3 mm. od siebie, równoległe do szwu strzałkowego; wychylenie było słabe 45, wahania powolne: 45, 40, 35, 40, 35, 31, 30, 27, 25.



Fig. 7.

Po ustawieniu palącego się magnu przed okiem, zmian w wychyleniu i wahaniami nie stwierdzono.

Przesunąłem elektrodę przednią na część ciemie-

niową (Fig. 7 *bb*); wychylenie: 103, 100, 102, 98, 93, 83, 80,  
73, 71, 73, 77, 72, 71, 72.

Gdy zapalono magn przed okiem, wychylenie wzrastało bez wahań do 104; po zasłonięciu oka wróciło do 82 i wahania się rozpozczęły: 82, 87, 83, 89, 80, 76, 82, 75, 78, 73.

Kłaśnięto silnie nad uchem królika i w czasie tego zatrzymały się wahania bez wpływu na wychylenie. Takież sam wpływ wywierało drażnienie tylnej łapki lewej. Obie elektrody następnie ustawiłem w płacie ciemieniowym blisko linii środkowej, w odległości wzajemnej 2 mm.

Wychylenie: 180, 185, 180, 185, 182.

Przy drażnieniu tylnej łapki 140; po ustaniu drażnienia: 155, 151, 155, 150, 155;

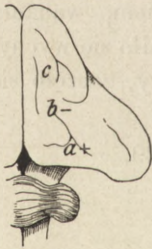
przy powtórnem drażnieniu łapki 125;

po ustaniu drażnienia 130, 132, 125; wychylenie zatem po drażnieniu nie wróciło do stanu pierwotnego.

### Doświadczenie III.

Królik. Półkula mózgowa prawa. Obie elektrody przylegają do płatu potylicznego, jedna od drugiej o 5 mm. oddalona (fig. 8 *ab*).

Wychylenie: 53, 42, 48, 46, 54, 43, 55, 47, 56, 45, 53.



Zapalono magn przed okiem lewym, wychylenie zmniejszyło się do 40, podczas gdy wahania ustały.

Podczas klaskania nad uchem królika, wahania ustały, wychylenie się nie zmieniło.

Przednią elektrodę przesunąłem o 15 mm. ku przodowi na płat czołowy (Fig. 8 *ac*). Wychylenie znaczne do 300, w krótkim czasie zaczęło się szybko zmniejszać i doszło do 80; wtedy zadrażniłem przednią część kory mózgowej; następstwem tego było silne i szybkie wychylenie w stronę ujemną do — 100; po ustaniu zaś drażnienia wychylenie rytmicznie po 5 do 6 cm. zwiększało się, doszło do 200, przy powtórnem drażnieniu tej samej okolicy znowu wychylenie ruszyło się do — 160, poczem, po ustaniu drażnienia, wróciło do 180.

Gdym zadrażnił korę w tylnych częściach, powstało szybkie wychylenie do 445, które również rytmicznie się zmniejszając, wróciło po ustaniu zadrażnienia do 220.

## Doświadczenie IV.

Królik. Na lewej półkuli mózgowej, w płacie czołowym ustawiono jedną elektrodę, drugą zaś na granicy pomiędzy częścią ciemieniową a czołową (fig. 9 *oa*).

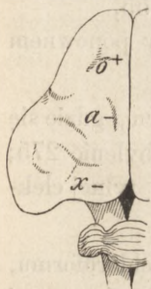


Fig. 9.

Wychylenie: 90, 85, 90, 80, 75.

Przy drażnieniu tylnej łapki—zatrzymanie wahań; po ustaniu drażnienia 80, 75, 80, 85, 75.

Podczas powtórnego drażnienia, wahania znów się zatrzymały, a po ustaniu drażnienia ponownie się rozpoczęły 90, 80, 90, 80, 90.

Przy podrażnieniu oka światłem magnowem, powstało wychylenie do 140 (fig. 10).

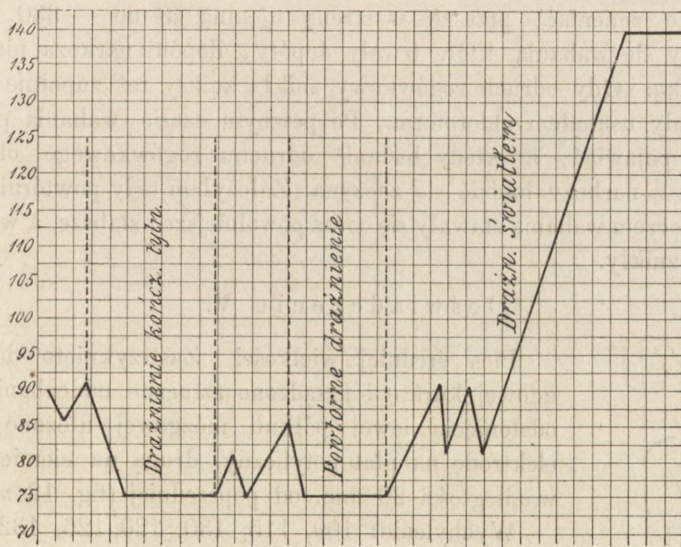


Fig. 10.

b) Tylną elektrodę przesunięto na płat potyliczny.

Wychylenie: 70, 60, 65, 60.

Podczas drażnienia światłem magnowem 150.

Po ustaniu drażnienia: 130, 140, 135, 130, 120, 100, 95, 87, 80.

c) Wreszcie posunąłem tylną elektrodę do samej tylnej granicy płatu potylicznego (fig. 9 *ox*).

Wychylenie: 230, 225, 232; podczas drażnienia światłem magnowem doszło do 330, poczem po ustaniu drażnienia, ciągle wahając, wróciło do 250.

Półkula prawa. Ustawiono elektrody w płacie potylicznym w odległości 6 mm. (fig. 11 oo).



Fig. 11.

Wychylenie: 85, 75, 80 i t. d.; podczas drażnienia światłem magnowem 55, po ustaniu drażnienia 85, 80 i t. d.; przy ponownym drażnieniu 65; po ustaniu tegoż 85.

Przy drażnieniu kory mózgowej w miejscu, gdzie się znajdowała elektroda przednia ujemna, wychylenie 275; przy drażnieniu zaś kory mózgowej koło tylnej elektrody — 30.

Wreszcie zacząłem zwierzę narkotyzować za pomocą chloroformu, aby się przekonać, jak się wahania samoistne w narkozie zachowywać będą. Gdym przyłożył chloroform, wychylenie, które było 140, zaczęło się szybko zmieniać, przeszło w stronę ujemną aż do — 330, gdzie rozpoczęły się wahania, które trwały dopóty, dopóki narkoza nie stała się głęboką. Gdy odruch rogówkowy znikł, znikły też zupełnie wahania i wtedy usunąłem chloroform. Po pewnym czasie wahania poczęły się znów pojawiać, a wtedy badanie odruchu rogówkowego okazało, że królik z narkozy budzić się zaczyna. Założyłem tedy powtórnie chloroform, poczem wahania stawały się coraz powolniejsze i słabsze, a wreszcie zupełnie znikły.

#### Doświadczenie V.

Pies średniej wielkości. Zastrzyknięto do żyły udowej kurarę i urządzono sztuczne oddechanie. Po odsłonięciu lewej półkuli mózgowej ułożono jedną elektrodę na płat potyliczny, drugą na ciemięniowy, w odległości 20 mm. od poprzedniej (fig. 12 *mr*).

Wychylenie: 109, 115, 130, 120, 126, 132, 140.

Po zadrażnieniu oka światłem, wychylenie powiększyło się do 350; po zasłonięciu oka, wróciło szybko i przeszło nawet w stronę ujemnych do — 30.

b) Przesunąłem przednią elektrodę o 10 mm. ku tyłowi (fig. 12 *ma*).

Wychylenie: 81, 91, 96, 91, 86, 91, 86, 81, 76, 81. Przy zadrażnieniu światłem 61.

Po usunięciu podniety: 71, 68, 73, 70.

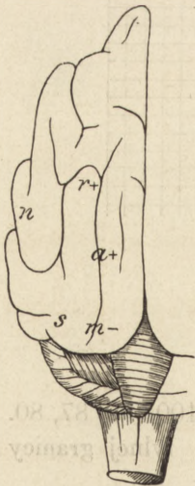


Fig. 12.

c) Elektrode tylną ustawiłem na płacie skroniowym, przednią na potylicznym; odległość wzajemna 18 mm. (fig. 12 *ns*).

Wychylenie: 45, 40, 50, 60, 80, 75, 70, 60, 50.

Przy zadrażnieniu światłem, wychylenie zwiększyło się do 230, nie zmniejszyło się jednakże po usunięciu podniety, lecz owszem doszło do 350, gdzie rozpoczęły się wahania. Wywołanie dźwięku nad uchem sprawiło nieznaczne wychylenie w stronę dodatnią o 2 mm., drażnienie prawej odnogi przedniej lub tylnej było bez wpływu.

### Doświadczenie VI.

Szczenie czterotygodniowe. Półkula mózgowa prawa. Jedna elektroda na potylicy, druga na płacie ciemieniowym o 12 mm. od pierwszej odległa (fig. 13 *m r*).



Wychylenie: 142, 145, 142 i t. d.

Przy zadrażnieniu oka światłem 195.

Po usunięciu podniety 160, po powtórnym zadrażnieniu 190.

b) Elektrode tylną ustawiłem na płacie skroniowym, drugą na ciemieniowym (fig. 13 *ra*).

Wychylenie: 200, 190, 205, 220, 210.

Zadrażniono ucho głośnym krzykiem, wychylenie zwiększyło się do 225; po ustaniu zadrażnienia 205; przy powtórnym zadrażnieniu 217; po ustaniu zadrażnienia 205.

Półkula mózgowa lewa. a) Jedna elektroda na płacie ciemieniowym, druga na potylicznym (fig. 14 *xz*). Wychylenie wśród wahań do 230.

Fig. 13.

Po zadrażnieniu światłem 190.

Po ustaniu zadrażnienia 200.

Przy powtórnym zadrażnieniu 210; poczem, pomimo zaprzestania drażnienia, wychylenie pierwotne nie wraca.

b) Ustawiłem elektrodę przednią na płacie skroniowym, tylna została na miejscu pierwotnym (fig. 14 *zw*).

Wychylenie wynosiło 76 z wahaniami.

Każde zadrażnienie słuchowe sprawiło wychylenie w stronę dodatnią o 4 do 6 mm. (a zatem płat skroniowy stawał się przy każdym

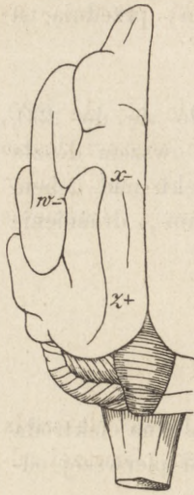


Fig. 14.

takiem zadrażnieniu więcej elektroujemnym niż był poprzednio), poczem, po ustaniu zadrażnienia, wracało do normy.

Przy zadrażnieniu zaś światłem, regularnie cofało się wychylenie w stronę ujemną o 3 do 5 mm., i również ustępowała ta zmiana wychylenia po usunięciu podniety. W tym więc przypadku płąt potyliczny stawał się elektroujemnym.

Doświadczenie to ostatnie powtarzałem kilka razy, ciągle z tym samym wynikiem.

#### Doświadczenie VII.

Królik. Odślonięto półkulę mózgową prawą.

Jedną elektrodę umieszczono na płacie czołowym, drugą na potylicznym (fig. 15 *ea*). Odległość wzajemna obydwóch elektrod wynosiła 25 mm.



Fig. 15.

Wychylenie: 255, 250, 270, 285, 280, 275, 283, 280, 285, 270, 250, 270, 260, 250, 265.

Przy podrażnieniu światłem magnowem, wychylenie powiększyło się do 310; po ustaniu jednakże drażnienia nie zmniejszyło się wcale, lecz owszem wzrastało wciąż, tak, że skala wyszła z pola widzenia.

*b*) Tylną elektrodę (—) przesunięto o 4 mm. ku przodowi i nieco ku linii środkowej (fig. 15 *ai*).

Wychylenie: 70, 75, 80, 75, 65, 56, 60, 55, 48, 52, 43, 37, 48, 40.

Po zadrażnieniu światłem, wychylenie zwiększyło się do 72.

*c*) Elektrodę tylną przesunięto na płat ciemieniowy, przyczem dalej pozostawała ujemną (fig. 15 *ca*).

Wychylenie: 87, 80, 79, 74, 79, 69, 74, 79.

Przy zadrażnieniu światłem 98.

Po ustaniu drażnienia 96, 98, 95.

Przy powtórnem zadrażnieniu 138.

Po ustaniu tegoż 72.



Przy zadrażnieniu tylnej łapki, wychylenie zmieniło się na przeciwnie do — 25; poczem, po ustaniu drażnienia, wróciło tylko do zera i koło tego punktu się wahało.

Półkula mózgowa lewa. Obie elektrody na części potylicznej o 6 mm. od siebie odległe.

Wychylenie: 305, 310, 308 i t. d.

Po zapaleniu magnu 326.

Po usunięciu podniety 323, 315, 325.

Przesunięto tylną elektrodę o 3 mm. ku tyłowi.

Wychylenie: 75, 67, 82.

Podczas zadrażnienia światłem magnowem 97.

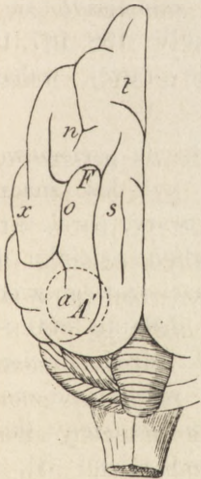
Po zasłonięciu oka: 100, 90, 106, 96, 110, 95, 75,

70, 75, 65, 70.

Po powtórnym zadrażnieniu 95.

### Doświadczenie VIII.

Pies zakuraryzowany. Urządzono sztuczne oddychanie. Na półkuli mózgowej lewej ustawiono elektrodę na płacie potylicznym w okolicy *A'*, drugą elektrodę w odległości 12 mm. od poprzedniej ku przodowi, na przedniej granicy okolicy *F* (fig. 16 *aoo*).



Wychylenie: 70, 75, 78, 79, 76, 73, 80, 82, 80,  
77, 80, 84, 89, 95;

przy podrażnieniu światłem, wychylenie 114;

po zasłonięciu oka: 113, 110, 105, 106, 105,  
108, 110;

zadrażniono powtórnie światłem 118;

po usunięciu podniety wychylenie nie wraca.

b) Elektrodę przednią przesunięto o 8 mm. ku płatowi czołowemu (fig. 16 *an*).

Wychylenie: 180, 190, 195, 204, 210, 205,  
195, 185;

przy zadrażnieniu światłem 180;

po ustaniu drażnienia 155, 165, 155, 166, 162,  
160, 169, 160.

c) Przednią elektrodę (+) przyłożono do części skroniowej w odległości 15 mm. od elektrody tylnej (—) (fig. 16 *ax*).

Wychylenie: 300, 304, 302, 305, 308;

po zadrażnieniu światłem 315;

po usunięciu podniety: 310, 314, 308.

d) Po pauzie, która trwała kilka minut, ustawiono elektrodę podobnie jak pod c), z tą różnicą, że elektrodę leżącą na płacie skroniowym umieszczono jak najbardziej ku dołowi.

Wychylenie: 240, 245, 252, 255, 275, 279, 281;

przy zadrażnieniu światłem, wahania ustały na 295;

po usunięciu światła: 285, 282, 278 i t. d.;

przy zadrażnieniu ucha dźwiękiem, wahania ustały bez zmiany wychylenia; drażnienie łapki tylnej wywierało ten sam skutek.

Przy podrażnieniu oka światłem, wychylenie, które i tak już zwiększyło się było do 308, wzrosło do 330, poczem, po ustaniu zadrażnienia, już nie wzrastało, lecz okazywało wahanie: 330, 322, 318, 320, 324 i t. d.

e) Jedną elektrodę ustawiono na płacie ciemieniowym, drugą na czołowym; odległość wzajemna między niemi wynosi 20 mm. (fig. 16 st).

Wychylenie: 68, 64, 66, 75, 68.

Przy drażnieniu kory mózgowej w okolicy elektrody tylnej — wychylenie 208; po ustaniu drażnienia 48; przy drażnieniu kory mózgowej w płacie czołowym wychylenie — 27; po ustaniu drażnienia + 118.

Drażnienie uda prawego 118; po ustaniu drażnienia: 128, 123, 128.

Drażnienie skóry na klatce piersiowej po stronie prawej 113; po ustaniu drażnienia występują wahania.

Przy drażnieniu przedniej odnogi wychylenie zmniejszyło się do 96; przy zadrażnieniu światłem wahania się zmniejszyły: 198, 197, 199.

Przy drażnieniu skóry na brzuchu po stronie prawej, wahania ustały.

f) Odpreparowano rdzeń przedłużony i część rdzenia pacierzowego do trzeciego i czwartego kręgu szyjnego. Krwotok był dość znaczny i w skutek niedokrewności, jako też pod wpływem kurary, parcie krwi było bardzo niskie. Elektrodę jedną przyłożono w tylnym odcinku dna komory czwartej, drugą na części szyjnej rdzenia pacierzowego w odległości 12 mm. od pierwszej. Wychylenie w stronę dodatnią 500 + % okazywało, że rdzeń przedłużony jest w stosunku do rdzenia pacierzowego elektro-ujemny. Po skompensowaniu do zera, wychylenie znowu wzrastało w stronę dodatnią, tak, że powtórnie byłem zmuszony skompensować do zera, poczem powstało wychylenie z wahaniami: 54, 42, 40, 38, 50, 60, 65, 68, 60; pauza dłuższa 50; zaprzestano sztucznego oddychania, wychylenie zwiększyło się do 70; rozpoczęto sztuczne oddychanie 62, 48, 36; przy zaprzestaniu oddychania wahania ustały.

Na zakończenie tego doświadczenia dodać muszę, że w tem i poprzednim doświadczeniu, z powodu braku wstążki magnowej, zmuszony

byłem posługiwać się światłem świecy, które za pomocą soczewki zbierałem i wypuszczałem do źrenicy. Widocznie światło to nie zbyt wystarczało do zadrażnienia ośrodków na korze mózgowej.

### Doświadczenie IX.

Pies duży niekuraryzowany. Półkula mózgowa prawa. Jedna elektroda na obszarze wzrokowym  $A'$ , druga na obszarze motorycznym dla przedniej kończyny  $C$  (fig. 17 *am*) Odległość obu elektrod 30 mm.

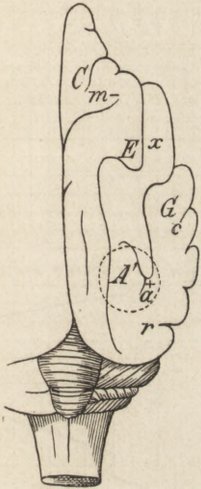


Fig. 17.

Wychylenie: 49, 40, 43, 35, 39, 40, 45, 30;  
zadrażniono światłem magnowem oko lewe 18;  
po ustaniu drażnienia: 25, 30, 25, 40, 42, 45, 40;  
drażnienie odnogi przedniej 70;  
po ustaniu drażnienia: 55, 60, 55, 48.

*b)* Po dłuższej pauzie przesunięto tylną elektrodę o 5 mm. ku tyłowi (fig. 17 *rm*). Wychylenie wykazywało, że okolica ta jest elektro-ujemną; wynosiło ono:

205, 195, 185, 188, 173, 175, 160, 165, 155, 151;  
po zadrażnieniu światłem: 172;  
po ustaniu drażnienia: 155, 145, 156, 150, 157;  
przy drażnieniu odnogi przedniej: 140;  
po ustaniu drażnienia: 145, 140.

Drażnienie kory mózgowej koło elektrody tylnej 220.

Po ustaniu drażnienia wychylenie wraca rytmicznie do 152.

Przy drażnieniu kory koło przedniej elektrody wychylenie do 75.

Po ustaniu drażnienia: 159, 148, 156 (fig. 18 na nast. stronie).

*c)* Tylną elektrodę umieszczono w okolicy skroniowej  $G$  (fig. 17 *mc*); wychylenie: 173, 175, 182, 179, 183.

Drażnienie ucha silnym dźwiękiem 172.

Po ustaniu drażnienia: 155, 145, 135.

Drażnienie odnogi przedniej 210; po ustaniu drażnienia 150 z wahaniami.

Podrażniono korę w  $C$ : 300; po ustaniu drażnienia 90 z wahaniami; drażnienie kory w  $G$  (mięśnie uszne kurczą się), wychylenie 80; po ustaniu drażnienia: 110, 123, 115.

*d)* Tylną elektrodę przesunięto nieco ku przodowi w okolicę  $E$  (fig. 17 *mx*).

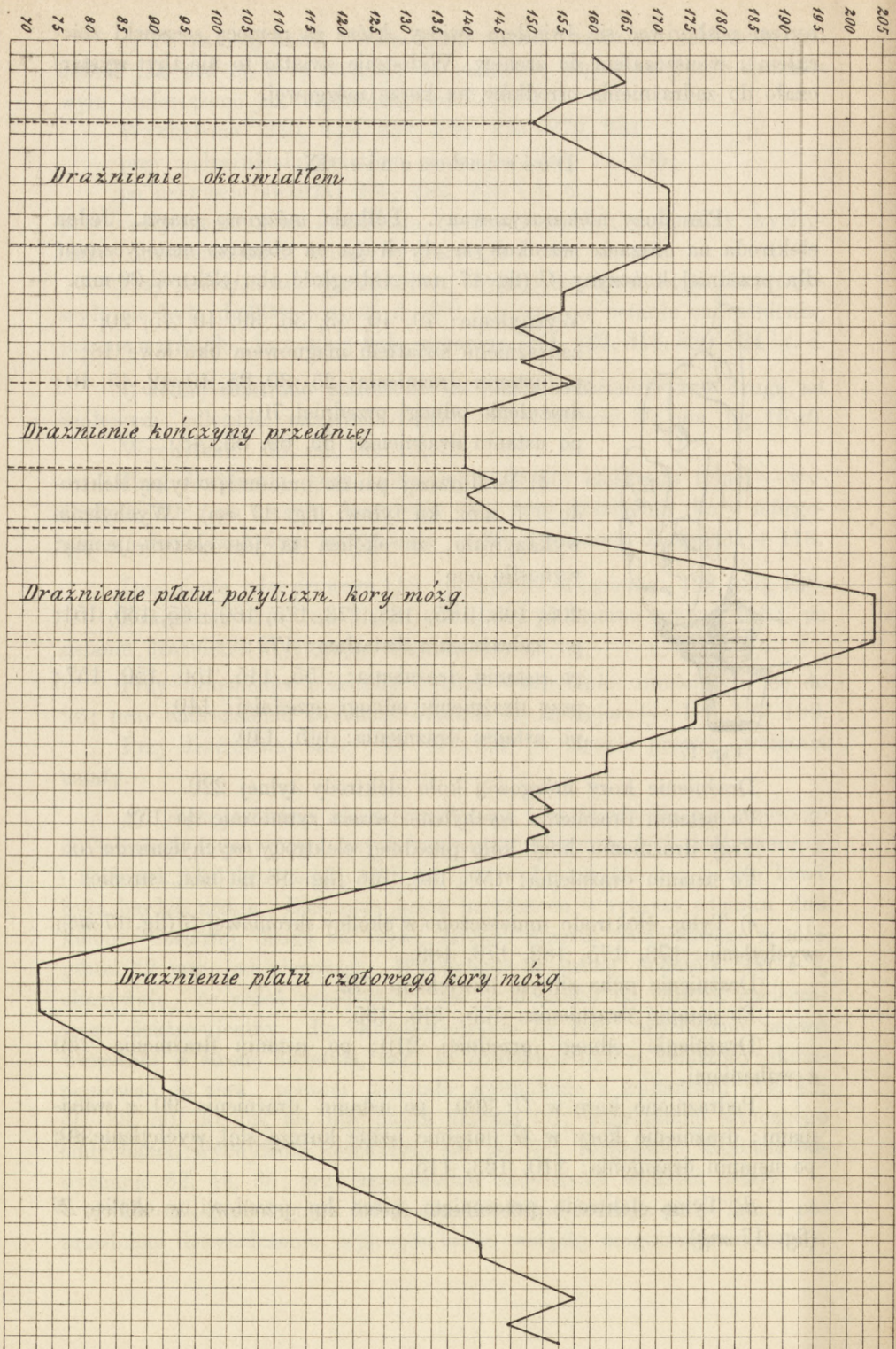


Fig. 18.

Wychylenie: 75, 68, 72 i t. d.

Drażnienie dźwiękiem 115.

Po ustaniu drażnienia: 101, 108, 96, 98, 89.

Zaczęto chloroformować: 90, 96, 108, 102, 110, zwierzę rzuca się i wahania są bardzo znaczne. W głębokiej narkozie wychylenie zmniejszało się zwolna aż do 55.

### Doświadczenie X.

Królik. Półkula lewa. Jedna elektroda na płacie potylicznym, druga na czołowym (fig. 19 *cm*). Odległość 15 mm.

Wychylenie: 479; skompensowano do 0;

zaczęły się wahania: 0, + 5, 0, + 4.

Zadrażniono światłem magnowem — 3.

Po ustaniu drażnienia 0, + 2, 0.

Po zadrażnieniu przedniej odnogi prawej, podczas którego królik był bardzo niespokojny, wychylenie nagle przeszło w stronę ujemną do — 485. Zniosłem kompensację, a wychylenie cofnęło się do — 150, gdzie rozpoczęły się bardzo znaczne wahania, poczem, przy powtórnym zadrażnieniu, skala szybko przeszła w stronę dodatnią do 240, i nagle powróciła do — 355.

b) Po uspokojeniu się zwierzęcia przesunięto każdą elektrodę o 2 mm. ku tyłowi (fig. 19 *od*).

Wychylenie: 230; drażniono światłem 255; po ustaniu drażnienia 240; przy powtórnym drażnieniu 285; po ustaniu drażnienia: 245, 240, 248, 236, 230.

Drażniono łapkę przednią, królik się rzuca, skala przeszła w stronę ujemną do — 300 i wraca do — 28, — 10, — 25, — 16.

W końcu przystąpiłem do badania prądów na rdzeniu przedłużonym. Po zrobieniu tracheotomii i zarządzeniu sztucznego oddychania, odsłonięto, przy stosunkowo nieznacznym krwotoku, rdzeń przedłużony i większą część szyjnego. Jedną elektrodę przyłożono tuż koło *calamus scriptorius*, drugą na części szyjnej rdzenia pacierzowego, w odległości 15 mm.

Wychylenie: 250, 240, 250, 242;  
zaprzestano oddychania, wychylenie zwiększyło się do 380, przy ponownem oddychaniu 320.

Następnie przemieszczono przednią elektrodę o 5 mm. ku przodowi (na dnie komory czwartej); wychylenie: 350.

Przerwano sztuczne oddychanie 390.

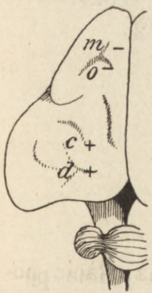


Fig. 19.

## Doświadczenie XI.

Królik. Półkula lewa. Ustawiono jedną elektrodę w płacie potylicznym, drugą w części czołowej (fig. 19 *cm*).

Wychylenie 390; skompensowano do 0.

wahania 0, — 5, — 10, — 7, — 10, — 5, — 7.

Zadrażniono magnem; zmian żadnych nie było. Wahania w ogóle są rzadkie. Zadrażniono tylną łapkę prawą: wahania ustały.

Zwierzę w ciągu doświadczenia żyć przestało, prawdopodobnie w skutek uduszenia z powodu zbyt silnego przyśrubowania nosa do podstawy.

## Doświadczenie XII.

Pies. Półkula lewa. Jedną elektrodę ustawiono na płacie czołowym, drugą na płacie potylicznym (fig. 20 *ao*), w odległości 25 mm. od pierwszej.

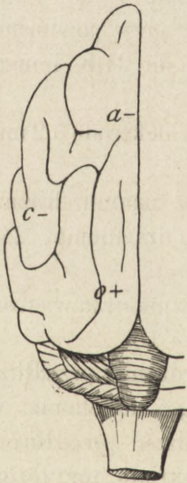


Fig. 20.

Wychylenie: 178, 183, 189, 192, 198, 204, 193, 198, 203, 208, 200.

Zapalono magn: 188—174.

Po ustaniu drażnienia: 166, 167, 178.

Drażnienie odnogi przedniej. 178; (wahania ustały).

Po ustaniu drażnienia: 183, 187, 183, 188, 198.

Nagle wychylenie zwiększyło się o 500 + % (zwierzę zaczyna się rzucać).

b) Przednią elektrodę ustawiono na płacie skroniowym (fig. 20 *oc*); wychylenie: 402; skompensowano do 0; rozpoczęły się wahania:

— 2, + 12, + 18, + 27, + 35, + 32.

Zadrażniono światłem magnowem: 22.

Po ustaniu drażnienia: 24, 28, 27, 25, 28, 33, 29.

Zadrażnienie dźwiękiem: 36.

Po ustaniu drażnienia: 38, 35, 37, 32, 28, 33.

## Doświadczenie XIII.

Królik. Półkula lewa. Jedna elektroda ustawiona na płacie potylicznym, druga na granicy między częścią czołową a ciemieniową

(fig. 21 *om*). Z początku wychylenie było  $-85$  i wskazywało, że tylna elektroda była ujemna. Prędko jednak wychylenie zaczęło się cofać w stronę przeciwną, i rytmicznie się posuwając z wahaniami na jeden do kilku cm., powiększyło się do  $500 + 0/0$ . Wychylenie to przedstawia się w ten sposób:

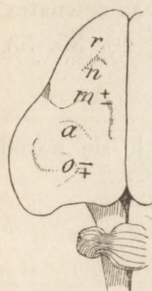


Fig. 21.

$-90 \dots +165, 150 \dots 250, 260, 250 \dots 305, 295 \dots$   
 $350, 330 \dots 375, 355, 385, 390, 375 \dots 455 \dots 500 + 0/0$ .

Po skompensowaniu do 0, rozpoczęły się wahania.

Przy zadrażnieniu światłem  $-17$ .

Po ustaniu zadrażnienia:  $+8, -2, -10, +18 \dots$   
 wychylenie znowu zwiększyło się do  $500 + 0/0$ .

Po pauzie kilka minut trwającej, wychylenie:  $70, 61, 50, 60, 55, 45, 70, 65, 75, 66$ .

Przy zadrażnieniu magmem:  $61$ .

Po ustaniu drażnienia:  $-20, -25, -20, -30, -20, -25$ .

Tylną elektrodę przesunięto ku przodowi (fig. 21 *am*); odległość wzajemna obu elektrod równa się  $4 \text{ mm}$ .

Wychylenie:  $220, 218, 235, 245, 235$ .

Po zadrażnieniu światłem:  $250$ .

Po ustaniu drażnienia, wychylenie wśród wahań zmniejszyło się do  $200$ .

Obie elektrody przesunięto na płat czołowy (fig. 21 *nr*).

Wychylenie:  $170, 165, 170, 158, 170, 168, 172$ .

Po zadrażnieniu światłem:  $160$ .

Po ustaniu drażnienia:  $150, 145, 150, 142, 166,$

$148, 160, 156, 151$ .

#### Doświadczenie XIV.

W doświadczeniu tem zaprowadziłem tę modyfikację, że przyłożyłem do półkuli mózgowej dwie pary elektrod niepolaryzujących, które za pomocą komutatora mogłem dowolnie tak łączyć z galwanometrem, że wskazywał raz wychylenie z dwóch miejsc na korze, a po przełożeniu komutatora z dwóch innych. Modyfikacja ta okazała się nader dogodną.

Jedną parę elektrod przyłożono na płat czołowy i ciemieniowy, o odległości wzajemnej  $8 \text{ mm}$ . (fig. 22 *aa*<sub>1</sub>), drugą parę (*bb*<sub>1</sub>) na płacie potylicznym (odległość  $6 \text{ mm}$ ).

1) Odprowadzono prąd z *bb*<sub>1</sub>.

Wychylenie:  $226, 210, 213 \dots 140, 118, 123, 103, 113, 93, 63,$   
 $67, 53, 67, 73, 63$  (królik rzuca się)  $28, 23$ .



Fig. 22.

Zadrażniono światłem magnowem: 38.

Po ustaniu drażnienia 18.

2) Elektrode *b* przesunięto ku przodowi na zewnątrz.

Wychylenie: 25, 23, 25, 21, 26, 36, 30, 40, 35, 55,  
45, 60.

Zapalono magn: 40.

Po ustaniu drażnienia wychylenie zwiększyło się wśród  
wahań do 125.

Przy zadrażnieniu światłem: 105.

Po ustaniu drażnienia wychylenie powróciło do 125.

Przy powtórnej zadrażnieniu światłem: 110.

Po ustaniu drażnienia: 120, 125, 123, 130.

Drażniono światłem: 120.

Po ustaniu drażnienia: 130, 139, 137, 145, 170.

Drażniono odnogę tylną: 175.

Po ustaniu drażnienia: 180, 187, 185.

3) Odprowadzono prąd z *a a*.

Wychylenie: 500 + %; skompensowano do 0; wahania.

Drażnienie magnem bez wpływu.

Przy zadrażnieniu odnogi tylnej — 18; wahania ustały.

Po ustaniu drażnienia — 3, 0, — 3, + 9, + 6.

Podczas powtórnej drażnienia wahania były tylko na jeden mm.,  
wychylenie się nie zmieniło.

4) Przerzuciłem komutator tak, aby prąd odprowadzony został  
od *b b*, (po zniesieniu kompensacyi).

Wychylenie: 180, 184, 179, 175, 180 ..... 225, 221, 211, 220.

Przy drażnieniu łapki tylnej 220; wahania ustały.

5) Urządziwszy sztuczne oddychanie, po zrobieniu tracheotomii,  
odpreparowałem rdzeń przedłużony i część szyjną rdzenia pacierzowego  
i przyłożyłem jedną elektrodę do *calamus scriptorius*, drugą w odległo-  
ści 12 mm. od pierwszej do rdzenia.

Wychylenie: 330; po zaprzestaniu sztucznego oddychania 335.

Przy oddychaniu 330       "       "       "       "       335.

"       "       331, 328, 330, 326.

Z kolei musimy rozpatrzyć wyniki z doświadczeń na mózgu zwierząt ciepłokrwistych, a tu trzeba nam odpowiedzieć na kilka pytań. Po pierwsze: jakiego rodzaju jest prąd, powstający stale przy połączeniu dwóch dowolnych punktów na korze mózgowej, a sprawiający wychylenie galwanometru? Odwołując się do tego, co mówiłem o prądzie na



mózgu i rdzeniu żaby, mogę tu nie wdawać się w ścisły rozbiór przyczyn powstawania tego prądu, i możemy śmiało twierdzić, że jest to prąd czynnościowy samoistny, powstający w skutek nierównomiernego napięcia elektrycznego, wywołanego przez to, że jedne ośrodki znajdują się w stanie czynnym wybitniejszym, a drugie, albo są zupełnie w spokoju, albo też stan ich czynny jest znacznie słabszy, niż u pierwszych. Szczegółowe dowodzenie tego twierdzenia jest, zdaje mi się, zbyteczne, gdyż musiałbym powtórzyć wszystko to, co już wyżej o prądzie spoczynkowym i czynnościowym powiedziałem.

Podobnie łatwo wytłómaczyć możemy ową niestałość prądu samoistnego, owe ciągłe wahania, które raz z wielką regularnością koło jednego punktu wychylenia występowały, innym razem posuwały wychylenie w jednym lub drugim kierunku. Że nie pochodzą one ze zmian w krążeniu lub tętnieniu mózgu przy oddychaniu, o tem wspominałem wyżej; tu chcę tylko zwrócić uwagę na to, że wahania te nie były też następstwem zmian w kontakcie elektrod z mózgiem powstałych, jakby może ktoś mógł przypuścić, przy drobnych niedostrzegalnych ruchach zwierzęcia. Otóż przypuszczenie to nie ma podstawy, jeżeli zważymy, że wahania występowały także u zwierząt kuraryzowanych. Najprawdopodobniej są one wyrazem zmian w stanie czynnym ośrodków mózgowych, zmian pojawiających się już to jako zadrażnienie, które wychylenie zwiększało, gdy się pojawiało w okolicy bieguna ujemnego, a więc w ośrodkach, których stan czynny i tak już był wybitniejszy, a zmniejszało, gdy w stan czynny przechodziły ośrodki znajdujące się w okolicy napięcia elektrododatniego; już też jako zatamowanie tych czynności; w tym ostatnim przypadku powstawało zwiększenie się pierwotnego wychylenia, jeżeli zatamowanie zajęło ośrodki leżące w okolicy bieguna dodatniego, a zmniejszenie, gdy zatamowane zostały ośrodki ze zwiększonym stanem czynnym. Analogiję zmian, powstających w skutek zwiększenia się stanu czynnego, mamy w zjawisku powstającym przy zadrażnieniu kory mózgowej, jakto wybitnie występuje w doświadczeniach III lub IX. Tu, przy każdorazowym zadrażnieniu kory mózgowej w okolicy bieguna ujemnego, zwiększało się wychylenie, zmniejszało się zaś, ilekroć zadrażniono prądem korę w okolicy bieguna dodatniego. Analogiję zaś zmian powstałych w prądzie przez zatamowanie mamy po części w skutkach zadrażnienia nerwów dośrodkowych.

Skutki te rozpatrzyć musimy nieco szczegółowiej. Najwyraźniejsze są zjawiska wywołane przez zadrażnienie nerwu wzrokowego.

Przeglądając wyniki ze wszystkich doświadczeń, spostrzegamy, że ile razy zadrażniono oko światłem, powstawała zmiana pierwotnego wychylenia tego rodzaju, iż wskazywała, że ta okolica kory mózgo-

wej, której dotykała się tylna elektroda, stawała się więcej elektro-ujemną, a zatem ośrodki tu położone przechodziły w stan czynny. Przy każdym bowiem takim zadrażnieniu zwiększało się pierwotne wychylenie, jeżeli kierunek prądu był taki, iż biegun dodatni znajdował się ku przodowi od ujemnego, a zmniejszało się, gdy okolica więcej ku tyłowi położona miała napięcie elektrododatne. Zjawisko to jednak nie występowało zawsze w jednakim stopniu. Przedewszystkiem inaczej ono występowało u psów, a inaczej u królików. U psów (doświadczenie VI i in.), zmiana pierwotnego wychylenia była tem silniejszą, im bliżej granicy tylnej płatu potylicznego znajdowała się jedna elektroda, i im większą była odległość elektrody drugiej od pierwszej. W miarę zbliżania się tylnej elektrody ku płatowi czołowemu, zmiana w wychyleniu, wywołana przez zadrażnienie światłem magnowem, stawała się coraz słabszą, a nawet nie występowała wcale, gdy obie elektrody niepolaryzujące znajdowały się na płacie czołowym. Tak samo wychylenie to następowe stawało się mniejsze, jeżeli zmniejszono odległość między obiema elektrodami, choćby były obie umieszczone w płacie potylicznym. W tym jednak przypadku zazwyczaj nie znikało ono zupełnie. Wytłómaczenie tego zjawiska nie napotyka na żadne trudności. Najprawdopodobniej w skutek zadrażnienia oka światłem, zostają w stan czynny wprowadzone ośrodki, znajdujące się w okolicy wzrokowej kory mózgowej, następstwem czego jest pojawienie się napięcia elektroujemnego w tej okolicy kory. Jeżeli jedną elektrodę niepolaryzującą ustawimy w okolicy samych ośrodków wzrokowych, a drugą w pewnej od tamtej odległości ku przodowi, to im większą jest odległość między obiema elektrodami, tem mniej dotyczy ta zmiana w napięciu elektrycznym elektrody przedniej, a gdy ta ostatnia zupełnie wyjdzie z okolicy wzrokowej, różnica w napięciu elektrycznym obu miejsc, z których prąd odprowadzamy, jest największą, a więc i wychylenie powstałe przy zadrażnieniu oka światłem jest najwybitniejsze. Jeżeli zaś obie elektrody znajdują się blisko siebie w części wzrokowej, to w obu równocześnie zmienia się napięcie, ale widocznie nie w równej mierze, bo zmiana pierwotnego wychylenia, aczkolwiek słabsza, przecież występuje.

Inaczej rzecz się miała u królików. I tu wprawdzie z powiększeniem się odległości obu elektrod, zmiana w wychyleniu pierwotnym stawała się większą, i tu okolica, której dotykała się tylna elektroda, podczas zadrażnienia oka światłem stawała się więcej ujemną; zachodziła tu jednakże ta różnica, że nawet, gdy obie elektrody bardzo ku przodowi posunięto, tak, że tylna znajdowała się na płacie ciemieniowym, zmiana ta jeszcze występowała. Zgadza się to z doświadczeniami Munka, który, jak wyżej wspominałem, twierdzi, że u królika okolica

wzrokowa kory mózgowej jest rozleglejszą i sięga o wiele dalej ku przodowi niż u psa.

Prócz powiększenia lub zmniejszenia pierwotnego wychylenia, występowało jeszcze podczas drażnienia oka światłem jedno zjawisko, mianowicie przy każdorazowym zadrażnieniu ustawały wyżej opisane wahania rytmiczne. Zjawisko to jednak nie było wyłącznym następstwem zadrażnienia światłem, lecz występowało przy wszelkiego rodzaju zadrażnieniu innych nerwów dośrodkowych, dla tego pomówię jeszcze o niem niżej.

Mniej dobitnie niż przy drażnieniu nerwu wzrokowego, występowały zmiany w wychyleniu pierwotnym przy drażnieniu nerwu słuchowego. Wiadomo nam, że obszarem słuchowym jest kora mózgowa płatu skroniowego, i to głównie jego dolnej powierzchni. Dostać się tu elektrodami glinianymi lub z nitek bez dotykania się podstawy czaszki i sąsiednich części miękkich, jest rzeczą niezmiernie trudną. Z tego powodu zadawał mi się musiałem odprowadzaniem prądu od zewnętrznych i górnych części płatu skroniowego. Ale i ztąd odprowadzony prąd przy drażnieniu nerwu słuchowego stawał się najczęściej silniejszym, jeżeli okolica ta była ujemną, a tracił na sile, jeżeli ona była dodatnią. Wprawdzie wychylenie w jednym lub drugim kierunku nie było tak znaczne, jak przy drażnieniu oka światłem, w każdym jednak razie wskazywało ono, że kora mózgowa płatu skroniowego stawała się elektroujemną, a jeżeli nią już była, to napięcie ujemnej elektryczności wzrastało, a zatem, że ośrodki tu się znajdujące wprawione zostały w stan czynny.

Wreszcie przy drażnieniu rozmaitych okolic skóry za pomocą prądu indukcyjnego, otrzymywałem bądź zwiększenie wychylenia, bądź wahanie wsteczne z pewnych okolic kory mózgowej, szczególnie z płatu ciemieniowego i czołowego. Ścisłe oznaczyć, które części kory mózgowej od jakich okolic skóry nerwy dośrodkowe otrzymują, z badań moich nie jestem w stanie. Idąc za twierdzeniem ogólnie przyjętem, że (u psa) te części kory mózgowej, które uważamy jako psychomotoryczne dla pewnych okolic ciała, (odnogi, tułowia), posiadają także ośrodki, do których dochodzą nerwy czuciowe od tych okolic, drażniłem naprzód w niektórych doświadczeniach za pomocą tępych elektrod platynowych ostrożnie korę mózgową słabym prądem indukcyjnym i wywoławszy podrażnieniem pewnego miejsca ruchy, np. odnogi, ucha, głowy, przykładałem do tego miejsca elektrodę, aby zbadać zachowanie się prądu, odprowadzonego od tego punktu przy drażnieniu nerwów skórnych tej okolicy ciała, której ruchy wywołaliśmy przez zadrażnienie kory. I rzeczywiście prąd odprowadzony z tego miejsca wykazywał często (naj-

wybitniej występuje to w doświadczeniu IX) przy zadrażnieniu kory odpowiedniej części ciała wychylenie, z którego można było wnosić, że w ośrodkach położonych w badanej okolicy kory mózgowej powstawał stan czynny.

Jeżeli twierdzenie moje co do stosunku wychylenia prądu czynnościowego, do powstawania stanu czynnego w pewnych ośrodkach jest prawdziwe, czyli, jeżeli wytwarzanie się napięcia elektroujemnego w jakimś miejscu na korze rzeczywiście wskazuje, że w ośrodkach w miejscu tem położonych stan czynny powstaje, to przy bezpośrednim podrażnieniu tego miejsca powinno powstać również napięcie elektro-ujemne, czyli wychylenie w tę samą stronę, w jaką się wychyla prąd przy podrażnieniu nerwów dośrodkowych, których ośrodki w tem miejscu znaleźć się spodziewamy. Takie było moje teoretyczne rozumowanie, a doświadczenia pokazały, że było ono słuszne. Najwyraźniej występuje to w doświadczeniu IX b) (Fig. 18). Jeżeli przy drażnieniu oka światłem nastąpiło wychylenie w stronę dodatnią na 21 mm., po zadrażnieniu zaś bezpośrednio kory mózgowej w płacie potylicznym koło elektrody ujemnej powstało wychylenie w tę samą stronę o 80 mm., to czyż to nie dowodzi, że i przy podrażnieniu światłem ta sama okolica kory mózgowej (potyliczna) uległa zadrażnieniu i przeszła w stan czynny? A podobny wynik dawało i drażnienie odnogi i odpowiedniej części kory mózgowej, tj. obydwa dawały wychylenie w stronę ujemną.

Ważnym zjawiskiem, o którym wyżej wspominałem, a które występowało prawie przy każdym podrażnieniu kory mózgowej za pośrednictwem nerwów dośrodkowych, jakiego bądź były one rodzaju, a najwybitniej przy zadrażnieniu nerwów czuciowych skóry, jest zatrzymanie wahań samoistnych prądu czynnościowego. Wytłómaczenie tego zjawiska, jeżeli nie towarzyszyło mu równocześnie wychylenie, nie jest zbyt łatwym. Tłómacząc je, że się tak wyrażę, dosłownie, musimy powiedzieć, że jest ono wyrazem zatrzymania się stanu czynnego na pewnym punkcie i zniesienia zmian, które w tym stanie czynnym samoistnie występowały. Jednym słowem, możemy je wytłómaczyć zataowaniem. Nie jest dla nas rzeczą nową, że zadrażnienie pewnych ośrodków wywołuje zataowanie stanu czynnego innych ośrodków. Metoda jednak nasza stwierdza ten fakt, a nawet może się przyczynić do wyjaśnienia procesu powstawania zataowania. I tak możemy powiedzieć, że zataowanie stanu czynnego pewnych ośrodków przez podrażnienie innych, nie było zupełne, gdyż w tym przypadku wychylenie pierwotne znikłoby zupełnie, że zatem jakiś stan czynny w tych ośrodkach istniał, a tylko zmiany samoistne tego stanu czynnego uległy zataowaniu.

Mówiąc o tamowaniu czynności ośrodków, muszę jeszcze wspomnieć o jednego rodzaju zatamowaniu, tj. o tem, które wywoływała narkoza chloroformowa. Widzieliśmy, że z początku chloroformowania zwiększały się wychylenie i wahania, co by odpowiadało stanowi podrażnienia właściwego początkowi narkozy, a podczas głębokiego uspienia wahania zupełnie ustawały, a wychylenie wciąż się zmniejszało. To zupełne zniesienie wahań możemy tłumaczyć ustaniem wszelkich samoistnych zmian w stanie czynnym ośrodków nerwowych, w korze mózgowej usadowionych, a zmniejszenie wychylenia pierwotnego uspieniem tych ośrodków.

Jeszcze słów kilka o ośrodkach oddechowych, położonych w rdzeniu przedłużonym. Tu doświadczeń na zwierzętach ciepłokrwistych mam niestety nie wiele. W liczniejszych doświadczeniach, wykonanych na żabach, nie otrzymałem potwierdzenia wyników SIECZENOWA i nie mogłem wykazać istnienia ośrodków oddechowych w rdzeniu przedłużonym. W dwóch doświadczeniach na zwierzętach ciepłokrwistych pokazało się, że przy zaprzestaniu sztucznego oddychania, a tem samem przy zadrażnieniu ośrodków oddechowych, powstawało zwiększenie napięcia elektroujemnego w rdzeniu przedłużonym.

Byłoby za śmiałym, chcieć wysnuwać wnioski z tak nieznaczej liczby doświadczeń na rdzeniu przedłużonym, dla tego zostawiam to na później, gdy może przez zaprowadzenie nasuwających mi się modyfikacyj ułatwię sposób doświadczenia, które w tej postaci, jak je dotąd urządzałem, przedstawiało nadzwyczaj wielkie trudności. Trudnościom tym przypisać też należy, że jedno lub drugie doświadczenie nie wypadło dobrze. Przytaczam jednakże wszystkie bez względu na to, czy wyniki z nich otrzymane były dodatne, czy ujemne.

~~~~~

Godzi się wreszcie ocenić wartość metody przez nas zastosowanej i tu odpowiedzieć przedewszystkiem na pytanie, czy wyniki opisanych przezemnie doświadczeń pozwalają się spodziewać, że za pomocą metody oznaczania zmian w prądach kory mózgowej można rzeczywiście oznaczać lokalizację funkcji różnych części środkowego układu nerwowego.

Każdy, kto tylko rzuci okiem na doświadczenia lub na tablice, wyniki z nich przedstawiające, musi na to pytanie odpowiedzieć twierdząco. Jeżeli w jednym lub drugim doświadczeniu wynik był ujemny lub nawet przeciwny wynikom z przeważnej części doświadczeń, to nie

sprawia to żadnej ujemy samej metodzie. Albowiem po pierwsze, metoda ta, a przynajmniej jej zastosowanie na zwierzętach ciepłokrwistych, jest jeszcze nową, a co zatem idzie, nie doczekała się jeszcze ulepszeń, jakie się nasuwają przy każdej metodzie eksperymentalnej w miarę jej zastosowania. Powtóre, przedmiot sam badania jest nader trudny. Bo n. p. podczas drażnienia oka światłem, wywołującego stan czynny w ośrodkach potylicznych, ileżto razy zdarzać się może, że na tej części kory mózgowej, gdzie druga elektroda się mieści, powstaje również napięcie elektroujemne z powodu samoistnego pojawienia się stanu czynnego w ośrodkach tam umieszczonych. Wszakżeż zwierzę może równocześnie wysyłać impuls do mięśni zdążający do ucieczki, i właśnie zadrażnienie oka rażącym światłem w niektórych razach impuls ten jest w stanie wywołać. I jeżeli jedna elektroda spoczywa na płacie potylicznym, druga na części motorycznej kory mózgowej dla którejś z odnóg, to wychylenie przy zadrażnieniu świetlnem zależeć tylko będzie od tego, który stan czynny wywołał większe napięcie elektroujemne, czy powstanie obrazu wzrokowego w ośrodkach sensorycznych, czy też impuls do ruchu w ośrodkach motorycznych. Przypuścić jednak możemy, że pierwsze wychylenie, które powstaje przy zadrażnieniu oka światłem, jest wyrazem stanu czynnego, powstałego w ośrodkach wzrokowych, i dopiero następnie może się wychylenie pierwotne zmniejszyć lub zamienić na przeciwne, jak to się w niektórych doświadczeniach rzeczwiście zdarzało.

Trudności, które nasuwają się przy zastosowaniu metody, nie powinny nas jednak odstraszać od jej używania, gdyż każda inna metoda ma swoje, niejedna dość liczne, ujemne strony, a jeżeli w przyszłości uda się może trudności pokonać, lub przynajmniej wszystkie czynniki na wynik wpływające poznać, aby je w rachubę wprowadzić można, to metoda oznaczania lokalizacji ze zmian prądów kory mózgowej będzie bardzo cenną i bodaj czy nie będzie stała wyżej od wszystkich innych, już choćby z tego względu, że można będzie przy jej zastosowaniu mieć przed oczyma stan czynny ośrodków nerwowych.

Na zakończenie miło mi wyrazić szczerze podziękowanie memu Czcigodnemu kierownikowi Prof. N. CYBULSKIEMU, za zachętę do niniejszej pracy i cenne wskazówki, których mi nigdy nie szczędził.

