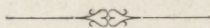


O przewodzeniu stanu czynnego przez zwoje międzykręgowo- i o odruchowym wahanii wstecznem prądu spoczynkowego.

Przez

N. Cybulskiego i M. Kirkora.

~~~~~  
Wniesiono na posiedzeniu Wydz. mat.-przyr. d. 6. marca 1899.



W 73-m tomie Archiwu Pflüger'a <sup>1)</sup>, I. Berstein podał krótką notatkę o odruchowym wahanii wstecznem prądu nerwowego i o przewodzeniu podrażnienia przez łuk odruchowy. Treść tej notatki jest następująca.

1) Drażniąc I i II gałązkę splotu siedzeniowego, a odprowadzając prąd do galwanometru (Deprez-d'Arsonwał'a fabryki Siemens i Halske) od gałązki III, otrzymujemy znacznie silniejsze wahanie wsteczne, aniżeli postępując odwrotnie, t. j. drażniąc gałązkę III, a odprowadzając do galwanometru od I i II. W pierwszym przypadku autor otrzymywał przeciętnie 12·5 mm., w drugim zaledwo 2 mm. Wskutek tej różnicy wyników, autor wykonał podobne doświadczenia na samych korzonkach.

2) Drażniąc korzonki tylne, a odprowadzając prąd do galwanometru od przednich, otrzymywał stale wahanie wsteczne, które w rozmaitych doświadczeniach wynosiło od 0·5 do 3 podziałek skali. Drażniąc odwrotnie przy zupełnie niezmienionem ustawieniu elektrod, t. j. drażniąc przednie korzonki, a odprowadzając prąd w ten sam sposób jak

---

<sup>1)</sup> I. Bernstein. Archiv für gesammte Physiologie Pflüger'a Tom 73 str. 374—380.

poprzednio od tylnych — nie spostrzegł najmniejszego wychylenia lusterka galwanometru.

Na podstawie tych doświadczeń autor przychodzi do wniosku, że w łuku odruchowym „muszą istnieć osobne urządzenia, jakby rodzaj aparatu zastawkowego, które pozwalają, że proces podrażnienia“, właściwie stan czynny, „może przechodzić tylko w jednym kierunku“.

Wobec tego, że w ostatnich latach aż kilku autorów: Waller <sup>1)</sup>, Boruttau <sup>2)</sup>, Hoorweg <sup>3)</sup>, na podstawie swoich doświadczeń uporeczywie bronią zapatrywania, że wahanie wsteczne jest tylko zsumowanym skutkiem prądów katelektrotonicznych, jak twierdzą Waller i Hoorweg, lub osobnej fali katelektrotonicznej, jak twierdzi Boruttau, który tę falę identyfikuje z samym stanem czynnym, doświadczenia powyższe Bernsteina nabierały szczególniejszego znaczenia.

Zapatriwania wymienionych autorów trudno było pogodzić, a przy najmniej my nie rozumiemy, w jaki sposób one się godzą z szeregiem innych znanych faktów; tak jeszcze du Bois-Reymond w swoich klasycznych doświadczeniach wykazał, że wahanie wsteczne prądu nerwowego można obserwować, drażniąc nerw mechanicznie i chemicznie, a także wskutek impulsów, wychodzących z centralnego układu nerwowego, jak na przykład u żaby zatrutej strychniną <sup>4)</sup>. Jeżeli u takiej żaby, która wskutek najmniejszego dotknięcia wpada w tężec wszystkich kończyn, wypreparowywał nerw siedzeniowy jednej kończyny i łączył go za pomocą niepolaryzujących się elektrod z swoim galwanometrem, to każde dotknięcie się do skóry grzbietu żaby wywoływało tężec w trzech innych kończynach, w nerwie zaś, połączonym z galwanometrem, wahanie wsteczne, dochodzące do 4ch stopni jego galwanometru.

Doświadczenia te nie tylko nie zostały zaprzeczone, ale przeciwnie przez wielu autorów stwierdzone.

Sieczenow <sup>5)</sup>, badając prąd rdzenia przedłużonego, zauważył pewne samoistne wahania, mające charakter określony, które powstawały bez żadnej pozornie zewnętrznej przyczyny; wahania te ustawały, jeżeli drażnił silnym prądem nerwy czuciowe n. p. nerw siedzeniowy.

Beck i Cybulski <sup>6)</sup> obserwowali na korze mózgowej psów i małp wahanie prądu, jeżeli jedna z elektrod była ustawiona w sferze czucio-

<sup>1)</sup> Waller. Journ. of Physiol. 1896 und 1897.

<sup>2)</sup> Boruttau. Archiv Pflügera tom 58, 59, 63, 65, 66 i 68.

<sup>3)</sup> Hoorweg. Archiv Pflügera t. 71, str. 128 i nast.

<sup>4)</sup> Du Bois-Reymond. Untersuchungen über Tierische Electricität, II część str. 510.

<sup>5)</sup> Sieczenow. Archiv. f. die ges. Physiologie XXV.

<sup>6)</sup> Beck i Cybulski. Dalsze badania zjawisk elektrycznych w korze mózgowej. Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Akad. Umiej. w Krakowie T. XXXII.

wej bądź kończyny przedniej lub tylnej, bądź oka i jeżeli w celu drażnienia tylko dotykano się odpowiedniej kończyny lub oświetlano oko.

Horsley i Gauthc <sup>1)</sup>, odprowadzając prąd od przednich korzonków lub nerwu u małp, psów i kotów, obserwowali wahanie wsteczne prądu nerwowego, drażniąc psychomotoryczne okolice danej kończyny.

Wszystkie te doświadczenia wskazywały, że wahanie wsteczne niewątpliwie nie zależy od sposobu podrażnienia i że ono zawsze występuje tam, gdy występuje lub może wystąpić czynność nerwu lub nawet czynność wogóle tkanki nerwowej: komórek i ich rozgałęzień. Nie rozumiemy, w jaki sposób wahanie wsteczne może być uważane za zjawisko katelektrotoniczne tam, gdzie niema warunków powstawania stanu elektrotonicznego, a tłumaczenia niektórych z autorów są wprost nieprawdopodobne.

Licząc się z faktami, można twierdzić tylko jedno, że wahanie wsteczne jest zjawiskiem zawsze towarzyszącem stanowi czynnemu nie tylko tkanki nerwowej, lecz także i innych tkanek (mięśnie, gruczoły), jak się zresztą większość fizyologów do dziś dnia zapatruje.

Doświadczenia Bernsteina, przytoczone wyżej, mają znaczenie pod tym względem, że wykazują, iż nawet w warunkach, wśród których może powstać stan elektrotoniczny, wahanie wsteczne od tego stanu jest niezależne. Jeżeli bowiem są warunki, ażeby stan elektrotoniczny z tylnych korzonków mógł się rozpowszechnić aż na przednie, to niema żadnej racy i nie można jej sobie nawet wyobrazić, dla czego ten sam stan rozchodząc się po tej samej drodze, nie mógłby z przednich korzonków przejść na tylne. Fakt więc, że nie przechodzi, jest według naszego zdania wymownym dowodem, że to, co się przenosi po nerwie podczas drażnienia nerwu dośrodkowego, co dochodzi do ośrodków w rdzeniu, co budzi ich do czynności odruchowej — jest czemś odrębnem, jest stanem *sui generis*, nie zaś prostą falą katelektrotoniczną (Boruttau).

Wahanie wsteczne, jako skutek zmiany potencjału elektrycznego w danej chwili w dwóch punktach nerwu, jest, według naszego zdania, takim samem zjawiskiem, towarzyszącem tylko stanowi czynnemu, jak ogrzewanie się mięśnia podczas skurczu, jak zmiany chemiczne w tym samym czasie i t. p. Doświadczenia Bernsteina wykazują więc, że ten stan swoisty nerwów może przez neurony rdzenia rozchodzić się tylko w jednym kierunku, a to stanowczo przemawia także przeciwko przypuszczeniu samego Bernsteina, w myśl teorii Kühnego, jakoby podrażnienie jednego neuronu przez drugi mogło być podrażnieniem elektry-

<sup>1)</sup> Gauthc i Horsley. Philosophical transactions, Tom 182, str. 267—526.

cznem. Na czem, na jakich faktach opiera się to przypuszczenie, autorowie nie mówią, sądzymy więc, że dopóki nie mamy dowodów lub przynajmniej nie mamy zjawisk fizycznych, któreby wykazywały pewną analogię, wypada ograniczyć się tylko do stwierdzenia samego faktu, że same neurony mają własność spełniać swą czynność tylko w jednym kierunku: przez jedne wypustki odbierają wrażenia, przez drugie je wyładują.

Nie zatrzymując się dłużej nad tłumaczeniem autora spostrzeżonego faktu, musimy samemu faktowi z przytoczonych powyżej powodów przyznać wielką doniosłość. Dla tego też powzięliśmy zamiar doświadczenia te powtórzyć i samo przenoszenie się stanu czynnego przez rdzeń — przenoszenie się odruchowe, więcej szczegółowo zbadać.

Doświadczenia nasze, mające za zadanie powtórzenie doświadczeń Bernsteina, wykonywaliśmy ściśle podług sposobu autora, tylko zamiast galwanometru Deprez d'Arsonvala, posługiwaliśmy się galwanometrem Du Bois-Reymond'a z fabryki Platta. Czułość galwanometru wynosiła  $25 \times 10^{-11}$  Amp. t. j. natężenie prądu przy wychyleniu na jedną podziałkę skali. Czułość była o wiele większa, aniżeli galwanometru, używanego przez Bernsteina; nie przeszkadzała jednakże w doświadczeniach z powodu niestałości zera, jak o tem wspomina Bernstein i inni autorowie, ponieważ w części przynajmniej osiągnęliśmy ją kosztem oddalenia skali od lusterka. Wprawdzie i astazyja była dość znaczna, mimo to wahania zera podczas krótkiego okresu, którego wymagało doświadczenie, były bardzo małe, a zresztą od czasu do czasu galwanometr był kontrolowany w przerwach między doświadczeniami.

Zamiast elektrod glinianych używaliśmy albo elektrod z białej masy papierowej, która na sucho w kształcie wydłużonych stożków była wtlaczana do rurek szklanych tak, że po napełnieniu w roztoczeniu 0.5% soli kuchennej dostatecznie powstrzymywała przejście siarkanu cynkowego, albo, gdy w miarę użycia zachodziła wątpliwość, że siarkan mógł przesiąkać z rurki na koniec elektrody, wtlaczaliśmy do rurki zarobioną z zgęszczonym roztoczeniem siarkanu cynkowego glinę, która warstwą grubości 2 do 3 mm. ułożoną na stożku papierowym powstrzymywała zupełnie przesiąkanie siarkanu cynkowego. Elektrody tej konstrukcyi mają tę dogodność, że stożek z masy papierowej może mieć kształt dowolny, który się jemu nadaje na sucho; może więc być tak delikatnie zastrzony, że może służyć do odprowadzenia prądu nawet z najcieńszych włókienek nerwowych, a następnie, że raz sporządzone takie elektrody mogą służyć przez dłuższy czas, zawsze na kilka doświadczeń, wystarczy tylko czuwać nad tem, ażeby każdorazowo przeciki cynkowe (z chemicznie czystego cynku) były dokładnie naamalga-

omowane i żeby zmieniono siarkan cynkowy. Opór takich elektrod jest stanowczo mniejszy, niż zwykłych glinianych, prąd zaś własny zwykle dość słaby, niekiedy zaledwo kilka podziałek skali wynoszący. Jeżeli prąd własny elektrod bywał silniejszy, prawdopodobnie wskutek różnicy temperatury lub niejednostajnego ustawienia cynków i t. p., to w takich razach zetknięcie elektrod i zamknięcie ich prądu w krótkim łańcuchu na jakiś czas powodowało zwykle znaczne osłabienie, a niekiedy prawie zupełne wyrównanie. Zresztą prąd ten wobec oporu nerwu podczas odprowadzenia prądu spoczynkowego, który niejednokrotnie wychylał lusterko poza granicę skali, musiał być tak mały, że nie był żadną przeszkodą w badaniu. Przy łączeniu z nerwem w przeważnej części doświadczeń zwracaliśmy uwagę na to, ażeby wychylenie zależne od prądu spoczynkowego było w tę samą stronę, co i wychylenie własnego prądu elektrod. Jeżeli się używało kompensacyi, to oczywiście, że kompensacya znosiła oba prądy jednocześnie. Kompensacyi jednakże używaliśmy tylko w niektórych doświadczeniach i to dla tego, żeby być w tych samych warunkach co i Bernstein, który prąd spoczynkowy kompensował. Używanie bowiem kompensacyi w tych doświadczeniach, uważamy za zupełnie zbytne i nawet niedogodne wobec tego, że prąd spoczynkowy, jak wiadomo, stopniowo wciąż słabnie i dla tego wypada kompensację wciąż zmieniać. Ostatni fakt utrudnia tylko doświadczenie.

Zmniejszanie się prądu elektrycznego jest faktycznie w doświadczeniach tego rodzaju pewną przeszkodą. Wprawdzie autorowie o tem nadmieniają bardzo mało, być może dla tego, że pracują zwykle z galwanometrem mniej czule ustawionym, albo też dla tego, że po połączeniu z galwanometrem wyczekują przez pewien czas, aż to zmniejszanie się prądu, które z początku bywa dość znaczne, ustanie, lub prawie ustanie. W doświadczeniach jednakże naszych, w których od pobudliwości drażnionych nerwów bardzo dużo mogło zależeć, wyczekiwanie uważaliśmy za szkodliwe i doświadczenia rozpoczynaliśmy odrazu. To zmniejszanie się prądu spoczynkowego przeszkadzało niekiedy oznaczyć dokładnie pojawianie się wahanias wstecznego, jeżeli samo wahanie było bardzo słabe. W takich razach bowiem wahanie wsteczne wywoływało tylko chwilowe przyspieszenie już istniejącego wstecznego ruchu lusterka. Ten powolny wsteczny ruch jednakże nie przeszkadzał zupełnie stwierdzeniu wahanias wstecznego, jeżeli ono było nieco silniejsze, gdyż w czasie zjawienia się, lusterko znacznie szybciej posuwało się wstecz i jak tylko drażnienie ustawało, wychylenie napowrót się zwiększało i lusterko zaledwie o jedną lub kilka podziałek nie dochodziło do pierwotnego położenia.

Nadto, powtarzając doświadczenia Bernsteina, uważaliśmy za konieczne zmodyfikować sposób podrażniania nerwu. W doświadczeniach

swoich Bernstein, używając do podrażnienia saneczkowego przyrządu z prądem od jednego Daniela, odległość drugiej cewki przeważnie oznacza 0, czyli, że cewki miały być nasunięte jedna na drugą. Przytem Bernstein ani jednym słowem nie opisuje dokładniej swojego aparatu; jeżeli to był zwykły aparat, Du Bois-Reymonda (saneczkowy), to prąd indukcyjny, podczas nasuniętych cewek musiał być bardzo silny, w każdym razie tysiące razy silniejszy od tego, który wywołuje maximum stanu czynnego w nerwie. Wobec tego zachodziła wątpliwość, czy się przypadkowo w tych doświadczeniach nie rozgałęził prąd indukcyjny, który wskutek przewagi stanu katelektrotonicznego, wywoływał zmniejszenie się spoczynkowego. Dla tego w doświadczeniach naszych po pierwsze, używaliśmy cewki indukcyjnej z dwoma stosami Daniela, lecz tylko z odległości, z której otrzymuje się największy skurez mięśni podczas drażnienia nerwów; odległość ta naszej cewki wynosiła 350 do 300 mm.; po drugie, używaliśmy także prądu od trzech akumulatorów o dwóch Voltach każdy, który przepływał przez opornicę 7111 Ohmów, od opornicy zaś za pomocą dwóch kontaktów odgałęzialiśmy część jego równoległe z nerwem. Taki odgałęziony prąd przechodził przez kommutator, przerywacz Kronneckera (120 przerw na sekundę) i nerw. Przerywacz Kronneckera do tego celu był zmodyfikowany w sposób następujący. Do drgającej blaszki na wolnym końcu była przymocowana na ebonitowej płycie platynowa blaszka poprzecznie, a więc pod kątem prostym do drgającej blaszki; ponad tą blaszką były umocowane dwa platynowe kontakty tak, że podczas każdego ruchu drgającej blaszki, blaszka platynowa poprzeczna na chwilę dotykała się obu platynowych kontaktów i w ten sposób zamykała ów odgałęziony prąd, który był doprowadzony do kontaktów; odpowiednio więc do ilości drgań blaszki otrzymywaliśmy taką samą ilość przerw prądu odgałęzionego. Prąd odgałęziony od opornicy wskutek oporu między kontaktami 500 Ohmów również zwykle dawał maksymalny skurez tężcowy, lecz miał tę zaletę, że można go było przez drażniony nerw przeprowadzić w dwóch kierunkach. W ten sposób mieliśmy kryterium, czy otrzymane wychylenie było wahaniami wstecznem, czy też prądem elektrotonicznym, w ostatnim bowiem przypadku zmiana kierunku prądu pociągała zmianę kierunku wychylenia, jak to wykazały doświadczenia jednego z nas.

## I.

### Doświadczenia nad splotem siedzeniowym żaby.

W doświadczeniach tych, podobnie jak w doświadczeniach Bernsteina, łączyliśmy, z jedną parą niepolaryzujących się elektrod VII

i VIII nerw lędźwiowy, podług terminologii Bernsteina I i II gałązkę, z drugą parą elektrod IX n. dorsalis = III gałązkę podług Bernsteina. Nerwy te były odpreparowane ze strony brzusznej, ucięte przy wyjściu z miednicy i ułożone na elektrodach poprzecznym przekrojem na jednej — powierzchnią podłużną na drugiej, przyczem odległość jednej elektrody od drugiej wynosiła 3 do 4 mm. Za pomocą trzech kommutatorów Pohla bez środkowych drutów, obie pary elektrod były połączone tak, że można było na przemian jedną parę łączyć z galwanometrem, drugą zaś ze źródłem, służącym do podrażnienia, lub naodwrot.

Żaby do doświadczenia były brane wprost z ranaryum, które umieszczone na strychu w miejscu nie ogrzewanem, posiadało stale dość niską temperaturę, szczególnie obecnie, w miesiącach zimowych. Tem się tłumaczy, że żaby nasze, pomimo że nie były oziębiane metodą Steinacha <sup>1)</sup>, były wogóle bardzo pobudliwe.

#### Doświadczenie 1.

Ustawienie A nazywamy takie, w którym jedna para elektrod z ułożonemi na niej gałązkami I i II była połączona z galwanometrem, druga zaś para z III gałązką nerwu połączona z aparatem drażniącym.

Przez ustawienie B rozumiemy, że elektrody z III gałązką połączone były z galwanometrem, a z I i II gałązkami z aparatem drażniącym.

Ponieważ prąd spoczynkowy tak od pierwszych dwóch gałązek, jak również trzeciej, był bardzo silny, więc zastosowano kompensację. Opór w reochordzie jednostrunnym z drutu platynowego był taki, że 1 ctm. = 0.0134  $\Omega$ . Natężenie prądu, służącego do kompensacji od dwóch stosów Daniela, który nadto przeprowadzony był przez dodatkową opornicę, było tak ustawione, że stale na galwanometrze sprężynowym Siemens'a wykazywało 30 m $\Omega$ .

Dzięki temu urządzeniu mogliśmy nie tylko prąd nerwowy skompensować, ale także, wiedząc ile centymetrów drutu reochordu potrzeba było użyć do odprowadzenia prądu kompensującego, w każdej danej chwili obliczyć siłę elektromotoryczną. Nadto w doświadczeniu tem uwzględniliśmy także przed ułożeniem nerwu siłę elektromotoryczną samych elektrod, która była wprawdzie bardzo nieznaczna, jednakże i jej nie pominęliśmy, obliczając siłę elektromotoryczną nerwu:

<sup>1)</sup> Steinach. Ueber die elektromotorischen Erscheinungen an Hautsinnes nerven bei adaequater Reizung.

I i II w rubryce pierwszej oznacza położenie kommutatora, przez który przepływa prąd drażniący.

| Ustawienie i kommutator | Opór użyty do odprowadzenia prądu drażniącego | Siła elektromotoryczna nerwu | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                                  | 0·0106 W                     | — 4              |
| I                       | "                                             | "                            | — 1              |
| II                      | "                                             | 0·0105 W                     | — 3              |
| B I                     | "                                             | 0·021 W                      | 0                |
| II                      | "                                             | "                            | 0                |
| I                       | 3600 $\Omega$                                 | 0·021 W                      | — 2              |
| II                      | "                                             | "                            | + 2              |

Do drażnienia użyto cewki indukcyjnej od 2 stos. Daniela:

| Ustawienie i kommutator | Odległość cewki | Siła elektromotoryczna nerwu | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|
| B I                     | 300 mm.         | 0·021 W.                     | — 6              |
| II                      | "               | "                            | — 6              |
| A I                     | "               | 0·0105 W.                    | — 6              |
| II                      | "               | "                            | — 3              |
| I                       | 250 mm.         | "                            | — 4              |
| II                      | "               | "                            | — 2              |

#### Doświadczenie 2.

Ustawienie jak w doświadczeniu pierwszym, tylko bez kompensacji.

Do drażnienia użyto cewki indukcyjnej:

| Ustawienie | Odległość cewki | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------|------------------|------------------|
| A          | 300 mm.         | 307              | — 14             |
|            | "               | 280              | — 10             |
| B          | "               | 585              | 0                |
|            | "               | 575              | 0                |
|            | 250 mm.         | 565              | — 20             |
|            | "               | 556              | — 13             |



Poprawiono ułożenie nerwów na elektrodach. Drażniono prądem przerywanym.

| Ustawienie i kommutator | Opór użyty do odprowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                      | 360              | 0                |
| II                      | "                                 | "                | 0                |
| I                       | 1600 $\Omega$                     | 370              | 0                |
| II                      | "                                 | "                | 0                |
| B I                     | 500 $\Omega$                      | 635              | — 3              |
| I                       | "                                 | 630              | — 3              |
| II                      | "                                 | 628              | — 3              |
| I                       | 1600 "                            | 600              | 0                |
| II                      | "                                 | "                | 0                |

### Doświadczenie 3.

Wszystkie warunki jak uprzednio. Lewa strona żaby.

| Ustawienie i kommutator | Opór użyty do odprowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                      | 430              | — 15             |
| II                      | "                                 | 420              | — 10             |
| B I                     | "                                 | 500              | — 5              |
| II                      | "                                 | "                | — 5              |

To samo przerobiono z prawej strony żaby. W tym ostatnim przypadku drażnienie III gałązki tak cewką indukcyjną, jako też prądem przerywanym dawało wychylenie nawet do 30 mm., lecz tylko w razie użycia bardzo silnych prądów.

Z przytoczonych doświadczeń widzimy, że wśród podanych warunków rzeczywiście udaje się otrzymać wahanie wsteczne przez rdzeń, a więc w drodze odruchowej, jednakże nie mogliśmy stwierdzić tego prawa, które znajduje Bernstein „dass die Reflexleitung in der Richtung nach vorn eine stärkere Wirkung hervorbringt als in der Richtung nach hinten“.

W doświadczeniach naszych bywało rozmaicie, nawet na jednej i tej samej żabie, w miarę powtarzania doświadczenia, wyniki bywały

niejednakowe: raz drażnienie I i II gałązki wywoływało wahanie wsteczne w III gałązce, drażnienie odwrotne zaś nie nie dawało, drugi raz można było otrzymać wynik odwrotny, a niekiedy wahanie wsteczne wobec jednego i drugiego ustawienia bywało prawie jednakowe.

Z tych doświadczeń można było wyciągnąć tylko ten wniosek, że wahanie wsteczne podczas drażnienia pojedynczych gałązek plexus ischiadici może być otrzymane w drodze odruchowej, że jednakże ono nie objawia się jednakowo w obu kierunkach, czyli, że podczas przejścia przez rdzeń, stan czynny musi napotykać pewne przeszkody, które w jednym kierunku są inne, niż w drugim.

Nie zastanawiając się dłużej nad temi doświadczeniami, przystąpiliśmy do powtórzenia doświadczeń Bernsteina nad samymi korzonkami. Jakkolwiek w trzech przytoczonych doświadczeniach Bernstein stale otrzymał ten wynik, że podczas drażnienia czuciowych korzonków, na ruchowych występowało wahanie wsteczne, podczas drażnienia zaś ruchowych, na czuciowych nie było żadnych zmian prądu spoczynkowego, to jednakże uderza nas ta okoliczność, że wahanie wsteczne w jego doświadczeniach było bardzo małe — maximum 3 podziałki skali, pomimo że drażniono korzonki tylne bardzo silnym prądem.

## II.

### Doświadczenia nad samymi korzonkami.

W pierwszych kilku doświadczeniach, któreśmy w ten sam sposób, jak pan Bernstein opisuje, wykonali, otrzymaliśmy wynik ujemny. Doświadczenia nasze różniły się tylko tem, żeśmy używali, jak to już wyżej nadmieniliśmy, albo tylko takiego prądu indukcyjnego, który daje maksymalne skurcze mięśni łapki wskutek podrażnienia nerwu siedzeniowego, albo prądu przerywanego od akumulatorów, który bardzo mało przekraczał granicę maksymalnych podrażnień.

Wobec tego, że preparowanie i oddzielanie korzonków przednich od tylnych u żaby jest dość kłopotliwe i trudne, przypisywaliśmy ten fakt niedokładności samej operacji i dla tego jako kryterium postanowiliśmy robić doświadczenia tylko z takimi żabami, u których po odpreparowaniu i wzięciu na nitki korzonków przednich i tylnych można było jeszcze obserwować odruchy. Zadanie to okazało się bardzo trudne, jakkolwiek wykonalne. Braliśmy korzonki od zgrubienia lędźwiowego, odpowiadające owym trzem gałązkom nerwu (n. ischiadicus), mianowicie odpowiadające kręgom 7, 8 i 9. Prawie zawsze odruchy utrzymywały się do chwili, póki tak tylne, jakoteż przednie 3 lub 2 korzonki nie zostaną wzięte na jedwabne niteczki, z tą chwilą zwykle odruchy zni-

kały. Znikanie odruchów mogło być skutkiem albo uszkodzenia całości korzonków, albo też takiego ich podrażnienia, które wywoływało zahamowanie odruchów. Wobec tego ostatniego przypuszczenia, postanowiliśmy, mimo zniknięcia odruchów w ostatnim okresie przygotowania, doświadczenie na takich żabach wykonywać, licząc na to, że przypuszczalne zahamowanie odruchów może z czasem się zmniejszyć albo w zupełności ustąpić.

## Doświadczenie 1.

U żaby przecięto rdzeń pod rdzeniem przedłużonym. Od strony grzbietnej otwarto kanał rdzenny, oddzielono igiełką szklaną korzonki przednie od tylnych (tylko 8. i 9. parę). Odruchy podczas uciskania łapki przez cały czas utrzymane. Podprowadzono niteczki pod korzonki, odruchy znikły.

A = tylne korzonki połączone z galwanometrem — przednie drażnione.

B = połączenie odwrotne.

| Ustawienie | Odległość cewki | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne | Uwagi                  |
|------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|
| A          | 350 mm.         | 460              | — 5              | Cała żaba się porusza. |
|            | 400             | 478              | — 13             |                        |
| B          | "               | 840              | — 20             |                        |
|            | 500             | 810              | — 20             |                        |

Poprawiono ułożenie korzonków.

|   |         |     |      |
|---|---------|-----|------|
| A | 500 mm. | 830 | — 20 |
|   | "       | "   | — 20 |

Elektrodę bliżej położoną do rdzenia połączono z ziemią. Nowe kontakty.

|   |         |     |       |
|---|---------|-----|-------|
| B | 500 mm. | 590 | — 7   |
|   | "       | 580 | — 5   |
|   | 400 mm. | 565 | — 7   |
|   | "       | "   | — 10  |
|   | 300 mm. | 525 | — 10  |
|   | "       | "   | — 10. |

Skommutowano na ustawienie A i elektrodę bliżej położoną do rdzenia połączono z ziemią.

|   |         |     |      |
|---|---------|-----|------|
| A | 300 mm. | 275 | — 10 |
|   | "       | "   | — 15 |
|   | "       | "   | — 8  |

Do drażnienia wzięto prąd przerywany.

| Ustawienie i kommutator | Opór do od-prowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                 | 240              | 0                |
| B I                     | "                            | 430              | 0                |
| II                      | "                            | "                | 0                |
| B I                     | 1100 $\Omega$                | 420              | 0                |
| II                      | "                            | "                | 0                |
| I                       | 3100 $\Omega$                | "                | — 5              |
| II                      | "                            | "                | + 3              |
| II                      | "                            | "                | + 5              |
| A I                     | "                            | 230              | — 5              |
| II                      | "                            | "                | + 4              |

### Doświadczenie 2.

Preparowanie i ułożenie jak w dośw. 1-em.

| Ustawienie i kommutator | Opór do od-prowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| B I                     | 500 $\Omega$                 | 610              | 0                |
| I                       | "                            | "                | 0                |
| II                      | "                            | 605              | — 5              |
| II                      | "                            | "                | — 15             |
| I                       | 1100 $\Omega$                | 580              | — 5              |
| I                       | 1100 $\Omega$                | 575              | — 20             |
| I                       | "                            | "                | — 35             |
| II                      | "                            | "                | — 30             |
| A I                     | "                            | 460              | 0                |
| II                      | "                            | "                | + 10             |
| I                       | "                            | "                | — 10             |
| I                       | 500 $\Omega$                 | "                | — 5              |
| II                      | "                            | "                | + 5              |

## Ułożono korzonki na nowo.

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| B I                           | 500 $\Omega$                        | 970                 | — 20                |
| II                            | "                                   | "                   | — 20                |
| I                             | 200 $\Omega$                        | 922                 | — 32                |
| II                            | "                                   | "                   | — 20                |
| A I                           | "                                   | 500                 | — 1                 |
| II                            | "                                   | "                   | + 4                 |
| I                             | "                                   | "                   | — 2                 |
| II                            | "                                   | "                   | + 10                |
| I                             | "                                   | 505                 | — 2                 |
| II                            | "                                   | "                   | + 1                 |

Przytoczone dwa doświadczenia w gruncie rzeczy nie stwierdziły spostrzeżenia Bernsteina podczas drażnienia cewką, albowiem tak drażniąc tylne — odprowadzając prąd z przednich, jak również drażniąc przednie — z tylnych otrzymywaliśmy wahanie wsteczne.

Jeżeli jednakże uwzględnimy, że korzonki u żaby są bardzo krótkie, nawet u dużych żab wynoszą zaledwie 8 — 9 mm., że wychodzą z rdzenia bardzo blisko od siebie, że ułożenie ich dokładne nawet na najdelikatniejszych elektrodach niepolaryzujących się jest prawie niemożliwe, że wkońcu odległość (wskutek krótkości korzonków) drażniących elektrod od odprowadzających wynosi w najlepszym razie 10 — 12 mm., to zupełnie uzasadnioną była wątpliwość, czy wogóle mieliśmy tu do czynienia z wahaniami wstecznymi, czy też osłabienie prądu spoczynkowego było wywołane prądem katelektrotonicznym z powodu działania przemiennej cewki indukcyjnej w nerwach. Możliwość bowiem rozgałęzień usunęliśmy, łącząc elektrodę bliżej leżącą do rdzenia z ziemią. Że tu mogą powstawać prądy elektrotoniczne — wykazują oba podane wyżej doświadczenia tam, gdzie do drażnienia używano prądu przerywanego. W 1-em doświadczeniu stale, a w 2-em tylko wobec podrażnienia korzonków przednich otrzymywano wychylenie zależne od kierunku prądu. Ten fakt, może być, nie zupełnie się zgadza z istniejącymi teoriami co do prądów elektrotonicznych, jednakże mimo to był faktem, który wielokrotnie mogliśmy stwierdzić. Ten sam prąd w doświadczeniu 2-m zastosowany do korzonków tylnych — z przednich wywoływał tylko wahanie wsteczne, w odwrotnym zaś kierunku ani

razu nie otrzymaliśmy wahania wstecznego, tylko prądy elektrotoniczne. Drażniąc cewką indukcyjną otrzymywaliśmy stale jakby wahanie wsteczne, lecz z obu korzonków, tymczasem wahanie to mogło być tylko wywołane stanem katelektrotonicznym korzonków drażnionych, jak to bywa w razie zastosowania cewki indukcyjnej nawet w martwych nerwach — z powodu stałej przewagi okolicy — nad okolicą. +

Ażebym ostatecznie się przekonać, czy spostrzeżenia Bernsteina dadzą się stwierdzić, wykonaliśmy jeszcze dwa doświadczenia, w których staraliśmy się o zachowanie możliwie największych ostrożności.

### Doświadczenie 3.

Odpreparowano korzonki tylne od tyłu. Odruchy doskonałe. Przecięto korzonki tylne i ułożono na bok za pomocą szklanej igielki. Teraz wzięto korzonki przednie, odcięto je przy wyjściu z kanału i ułożono na elektrody, następnie na drugą parę elektrod ułożono korzonki tylne.

A. tylne połączone z galwanometrem, przednie drażniono.

B. Odwrotnie.

Do drażnienia wzięto prąd przerywany.

| Ustawienie i kommutator | Opór do odprowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                | 670              | 0                |
| II                      | "                           | "                | 0                |

W razie ustawienia B i podrażnienia korzonków tylnych poruszyła się cała żaba. Odcięto więc boczne części żaby tak, że pozostał kręgosłup z dolnymi łapkami. Poprawiono ułożenie korzonków na elektrodach i próbowano drażnić. Skoro po kilku próbach drażnienia korzonków tylnych kręgosłup się ułożył tak, że ruchów jego podczas drażnienia już nie można było spostrzedz, zaczęto zapisywać wyniki doświadczenia.

| Ustawienie | Opór do odprowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| B I        | 500 $\Omega$                | 625              | — 3              |
| II         | "                           | "                | — 5              |

| Ustawienie | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I        | 500 $\Omega$                        | 780                 | 0                   |
| II         | "                                   | "                   | 0                   |
| B I        | "                                   | 620                 | — 7                 |
| II         | "                                   | "                   | — 15                |
| I          | "                                   | 615                 | — 10                |
| II         | "                                   | "                   | — 15                |
| A I        | "                                   | 720                 | 0                   |
| II         | "                                   | "                   | 0                   |

Do drażnienia wzięto cewkę indukcyjną:

| Ustawienie | Odległość<br>cewki | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| A          | 300 mm.            | 650                 | 0                   |
|            | "                  | "                   | 0                   |
| B          | "                  | 595                 | — 7                 |
|            | "                  | "                   | — 8                 |
|            | 250 mm.            | "                   | — 20                |

Wzięto do drażnienia prąd przerywany.

| Ustawienie | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I        | 1600 $\Omega$                       | 580                 | 0                   |
| II         | "                                   | "                   | 0                   |
| B I        | "                                   | 550                 | — 6                 |
| II         | "                                   | "                   | — 10                |
| I          | 3600 $\Omega$                       | "                   | — 7                 |
| II         | "                                   | "                   | — 12                |
| I          | 6600 $\Omega$                       | "                   | — 5                 |
| II         | "                                   | "                   | 0                   |

## Doświadczenie 4.

Preparowanie i ułożenie z takimiż kautelami jak w doświadczeniu 3-em z tą różnicą, że wzięto korzonki tylne z prawej strony rdzenia a przednie z lewej.

| Ustawienie | Opór do odprowadzenia prądu | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| B I        | 500 $\Omega$                | 680              | — 4              |
| II         | "                           | 675              | — 5              |
| I          | "                           | 670              | — 3              |
| II         | "                           | "                | — 3              |
| A I        | "                           | 300              | 0                |
| II         | "                           | "                | 0                |

W tem ostatniem doświadczeniu spostrzeżono, że wahanie wsteczne występowało zawsze nie od razu, jak to było w doświadczeniu 3-em, gdy brano korzonki do drażnienia i odprowadzania prądu z jednej i tej samej strony rdzenia, lecz dopiero po pewnym czasie po zamknięciu prądu drażniącego.

Podane ostatnie dwa doświadczenia stwierdziły spostrzeżenia Bernsteina najzupełniej. Mimo to, ażeby uniknąć wszelkich wątpliwości co do komplikacyi mogących powstać z powodu blizkiego ustawienia elektrod drażniących od odprowadzających, postanowiliśmy wykonać szereg doświadczeń, mających na względzie ten sam cel w sposób odmienny, a mianowicie łącząc z elektrodami z jednej strony korzonki tylne lub przednie — z drugiej odpowiedni nerw siedzeniowy.

## III.

**Doświadczenia nad korzonkami odciętymi przy wyjściu z kanału a odpowiednim nerwem siedzeniowym.**

W doświadczeniach tej kategorii odpreparowywaliśmy korzonki tylne i przecinaliśmy je przy wyjściu z kanału kręgowego przy samym zwoju. Korzonki te, (przeważnie 2 ostatnie) układaliśmy na dwóch niepolaryzujących się elektrodach, następnie odpreparowywaliśmy nerw na udzie i braliśmy go na nitkę. Przed przecięciem nerwu dla kontroli drażniliśmy korzonki tylne, ażeby się przekonać, czy występują skurcze odruchowe mięśni łapki. Skurcze takie zawsze występowały, nie miały one jednak charakteru odruchów, lecz powstawały w rozmaitych mię-



śniach na raz i dawały wrażenie skurczów chaotycznych - włókienkowych. Po tej kontrolującej próbie przecinaliśmy nerw powyżej miejsca dzielenia się nad kolanem i układaliśmy na drugiej parze elektrod. Wszystkie połączenia były jak w poprzednich doświadczeniach; można więc było naprzemian drażnić nerw a odprowadzać prąd do galwanometru z korzonków lub odwrotnie.

A. nerw drażniono — korzonki połączone z galwanometrem.

B. odwrotnie.

#### Doświadczenie 1.

Do drażnienia wzięto cewkę indukcyjną

| Ustawienie | Odległość cewki | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------|------------------|------------------|
| B          | 350 mm.         | 422              | — 2              |
|            | "               | "                | — 2              |
| A          | "               | 530              | 0                |
|            | "               | 528              | 0                |
| B          | 200 mm.         | 400              | — 4              |
| A          | "               | 500              | 0                |
|            | "               | "                | 0                |

Do drażnienia wzięto prąd przerywany

| Ustawienie i kommutator | Opór do odprowadzenia prądu dr. | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| B I                     | 500 $\Omega$                    | 505              | — 1              |
| II                      | "                               | "                | — 1              |
| I                       | 1600 $\Omega$                   | "                | — 5              |
| II                      | "                               | "                | — 3              |
| A I                     | "                               | 640              | 0                |
| II                      | "                               | "                | 0                |
| B I                     | "                               | 440              | — 5              |
| II                      | "                               | 430              | — 7              |
| A I                     | "                               | 600              | 0                |
| II                      | "                               | "                | 0                |

## Doświadczenie 2.

Do drażnienia wzięto cewkę. Prąd spoczynkowy skompensowano.

| Ustawienie | Odległość cewki | Siła elektromotoryczna nerwu | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------|------------------------------|------------------|
| B          | 400 mm.         | 0·0124 W.                    | — 4              |
|            | 300 "           | "                            | — 2              |
|            | 250 "           | "                            | — 4              |
| A          | "               | "                            | — 3              |
|            | 400 "           | 0·02 W.                      | 0                |
|            | 300 "           | "                            | 0                |
|            | 250 "           | "                            | 0                |

## Doświadczenie 3.

W tem doświadczeniu zachodzi tylko ta różnica co do preparowania i ustawienia, że wzięto korzonki przednie, tylne zaś pozostały nieuszkodzone.

Do drażnienia wzięto prąd przerywany

| Ustawienie i kommutator | Opór do odprowadzenia prądu drażniącego | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                            | 700              | — 5              |
| II                      | "                                       | "                | — 10             |
| B I                     | "                                       | 500              | 0                |
| II                      | "                                       | "                | 0                |
| A I                     | "                                       | 655              | — 5              |
| II                      | "                                       | "                | — 6              |
| II                      | "                                       | 650              | — 5              |
| I                       | "                                       | "                | — 4              |

Świeży przekrój n. ischiadici i nowe ułożenie

|     |               |     |   |
|-----|---------------|-----|---|
| B I | 500 $\Omega$  | 840 | 0 |
| II  | "             | "   | 0 |
| I   | 1600 $\Omega$ | "   | 0 |
| II  | "             | "   | 0 |

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 1600 $\Omega$                                        | 650                 | — 5                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 6                 |
| I                             | "                                                    | "                   | — 5                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 6                 |
| B I                           | "                                                    | 780                 | 0                   |
| II                            | "                                                    | "                   | 0                   |
| I                             | 3600                                                 | "                   | 0                   |
| II                            | "                                                    | "                   | 0                   |

Do drażnienia wzięto cewkę indukcyjną

|   |         |     |     |
|---|---------|-----|-----|
| B | 300 mm. | 760 | 0   |
|   | "       | "   | 0   |
| A | "       | 610 | — 5 |
|   | "       | "   | — 5 |
| A | 250 mm. | 606 | — 6 |
| B | "       | 749 | 0   |
|   | "       | "   | 0   |
| A | "       | 590 | — 5 |
|   | "       | 588 | — 5 |
| B | "       | 700 | 0   |
|   | "       | "   | 0   |

Wobec odległości cewki 100 mm. cała żaba się poruszyła i korzonki spadły z elektrod.

Podczas doświadczenia kommutowano prąd indukcyjny, lecz to nie wywierało żadnego wpływu.

#### Doświadczenie 4.

Do tego doświadczenia wzięto również, jak w doświadczeniu 3-em, korzonki przednie.

Do drażnienia użyto prądu przerywanego.

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 500 $\Omega$                                         | 600                 | — 5                 |
| II                            | "                                                    | 597                 | — 12                |

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| I                             | 500 $\Omega$                                         | 596                 | — 6                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 7                 |
| B I                           | "                                                    | 500                 | 0                   |
| II                            | "                                                    | "                   | 0                   |
| A I                           | "                                                    | 520                 | — 10                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 9                 |

## Doświadczenie 5.

Doświadczenie jak powyższe, tylko z korzonkami tylnymi.

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 500 $\Omega$                                         | 390                 | 0                   |
| II                            | "                                                    | "                   | 0                   |
| B I                           | "                                                    | 590                 | — 5                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 3                 |
| I                             | "                                                    | 580                 | — 8                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 5                 |

Podobne doświadczenia powtarzaliśmy wielokrotnie z okazji innych doświadczeń zawsze z tym samym wynikiem.

Jeżeli więc przewodzenie w rdzeniu tylko w jednym kierunku mogło budzić pewne wątpliwości na mocy poprzednich doświadczeń, to w tym szeregu doświadczeń spostrzeżenie Bernsteina zostało potwierdzone z całą dokładnością. Musimy tedy uważać za fakt udowodniony, że przynajmniej wahanie wsteczne, jako zjawisko towarzyszące stanowi czynnemu w nerwach, może przechodzić z nerwu, jeżeli go drażnimy, na korzonki przednie lub, przy podrażnieniu korzonków tylnych, przez korzonki przednie na nerw, lecz wcale nie przechodzi w kierunku odwrotnym.

Zachodzi więc pytanie, gdzie właściwie istnieje przeszkoda przejścia stanu czynnego w odwrotnym kierunku, z odśrodkowych nerwów na dośrodkowe.

Łuk odruchowy, z którym tu mamy do czynienia, składa się, jak wiadomo, przynajmniej z dwóch neuronów. W rdzeniu więc będziemy mieli komórkę nerwową i drzewkowate zakończenia bądź tylko neuronu dośrodkowego, t. j. komórki ze zwoju międzykręgowego i jej wypustek względnie kollateralnych gałązek z końcowymi rozgałęzieniami, bądź także rozgałęzienia drzewkowate komórki ruchowej i samą komórkę ruchową z włóknem osiowym. Przeszkoda więc do przejścia stanu czynnego, względnie wahania wstecznego, w odwrotnym kierunku może zarówno być w komórce, jak też w rozgałęzieniach drzewkowatych, albo w obu na raz.

Z badań histologicznych wiadomo, że komórki w zwojach międzykręgowych wypada uważać za bipolarne, wprawdzie są one takie tylko u ryb, lecz i u wyższych zwierząt można wykazać, że włókno osiowe nerwu dośrodkowego zachodzi całą swoją grubością (patrz Ranvier) i tą samą drogą wychodzi, i dopiero na pewnej odległości od komórki odziera się od włókna doprowadzającego, wytwarzając kształt litery T.

Taki stosunek komórki do włókien najzupełniej się nadaje do tego, ażeby zbadać, czy w zakresie jednego neuronu istnieją przeszkody do przejścia stanu czynnego w obu kierunkach, a w ten sposób niejako znaleźć wyjaśnienie na przytoczone wyżej pytanie, gdzie należy upatrywać przeszkody do przewodzenia obukierunkowego w rdzeniu pacy-rzowym.

#### IV.

#### Badania przewodzenia w zwojach międzykręgowych.

Badania dotychczasowe względem przewodzenia w zwojach międzykręgowych nie dawały żadnych wskazówek.

Wundt <sup>1)</sup> badał wpływ zwojów na pobudliwość odruchową. W tym celu zapisywał skurcz mięśni jednej łapki żaby, drażniąc po drugiej stronie bądź sam pień n. ischiadici, bądź tylne korzonki pomiędzy zwojami a rdzeniem. W ten sposób wykazał, że w pierwszym przypadku zawsze występowało opóźnienie skurczu, które wskazywało na znaczne zwolnienie przewodzenia. Przyczynę tego zwolnienia upatruje Wundt w komórkach zwojów międzykręgowych.

Exner <sup>2)</sup> badał wahanie wsteczne korzonków tylnych podczas drażnienia nerwów obwodowych i z doświadczeń swoich za pomocą reo-

<sup>1)</sup> Wundt. Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nerven Centren II. str. 45—104.

<sup>2)</sup> Exner. Monatsbericht der Berliner Akademie 29. Novemb. 1877.

tomu przyszedł do przekonania, że obecność zwojów międzykręgowych nie wywiera najmniejszego wpływu ani na szybkość przewodzenia wahanania wstecznego, ani na jego trwanie.

Zachodziła tu więc zasadnicza sprzeczność między doświadczeniami Wundta a Exnera. Który z autorów miał słuszość, dotychczas nie rozstrzygnięto. Zaznaczyć wszelako wypada, że doświadczenia Gada<sup>1)</sup> nad ganglion jugulare i v. Uexcül'a<sup>2)</sup> nad ganglion stellatum u *Eledone moschata* przemawiałyby na korzyść Wundta.

Pierwszy z tych autorów znalazł, że okres reakcyjny po podrażnieniu błędnego nerwu, pod ganglion jugulare jest dłuższy, aniżeli podczas drażnienia ponad ganglionem. W pierwszym przypadku okres ten wynosił 0·123", w drugim 0·087", różnica — 0·036" (średnia z wielu doświadczeń). Niewątpliwie więc zachodziło tu zwolnienie przenoszenia się stanu czynnego podczas przejścia przez zwój. Uexcül wykazał pewnego rodzaju czynność koordynacyjną w ganglion stellatum.

Doświadczenia te jednak tyczyły się innych zwojów, których funkcyja, być może, różni się od funkcyi zwojów międzykręgowych.

W doświadczeniach naszych postanowiliśmy narazie ograniczyć się tylko do zbadania, czy wahanie wsteczne, jako wyraz stanu czynnego, przechodzi przez zwoje międzykręgowe w obu kierunkach, i w razie przejścia w obu kierunkach, czy istnieje jakakolwiek różnica w natężeniu wahanania wstecznego, zależnie od kierunku, w którym stan czynny się rozchodzi. Doświadczenia były wykonane w sposób podobny, jak uprzednie.

Otwierano kanał rdzenny, odcinano korzonki tylne tym razem przy rdzeniu i łączono z jedną parą elektrod; następnie odpreparowywano nerw siedzeniowy z odpowiedniej strony, przecinano go i łączono z drugą parą elektrod. Dla porównania, czy zwoje powodują jakąś różnicę, łączono także w niektórych doświadczeniach pierwszą parę elektrod z korzonkami przednimi zamiast tylnymi.

#### Doświadczenie 1.

- A. Korzonki tylne połączone z galwanometrem — nerw drażniono.  
B. Ustawienie odwrotne.

<sup>1)</sup> Gad. *Archiv Du Bois-Reymond'a* r. 1889, str. 218.

<sup>2)</sup> Uexcül. *Zeitschrift für Biologie* B. 30 N. F. XII. S. 317.

Do drażnienia wzięto cewkę indukcyjną.

| Ustawienie | Odległość cewki | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------|------------------|------------------|
| B          | 280 mm.         | 305              | — 15             |
|            | "               | 310              | — 15             |
| A          | 350 mm.         | 415              | — 35             |
| B          | 350 mm.         | 288              | — 13             |

Do drażnienia wzięto prąd przerywany.

| Ustawienie i kommutator | Opór do odprowadzenia prądu drażniącego | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                            | 265              | — 25             |
| II                      | "                                       | "                | — 75             |
| B I                     | "                                       | 265              | — 10             |
| II                      | "                                       | "                | — 2              |
| I                       | "                                       | "                | — 17             |
| II                      | "                                       | "                | — 0              |
| A I                     | "                                       | 241              | — 31             |
| II                      | "                                       | "                | — 57             |

Różnice w wahanii wstecznem podczas podrażnienia prądem przerywanym naprzemian w jednym lub drugim kierunku (ustawienie kommutatora I albo II) wynikać mogły stąd, że na jednej elektrodzie mieliśmy poprzeczny przekrój nerwu, na drugiej podłużny. Skoro więc kierunek był taki, że przypadał na poprzeczny przekrój, pobudliwość jego była prawdopodobnie bardzo słaba, a stąd i wahanie wsteczne znacznie słabsze.

#### Doświadczenie 2.

Doświadczenie jak pierwsze, z tą różnicą, że do badania wzięto przednie korzonki, odcięto je u samego rdzenia i ułożono na elektrody.

| Ustawienie i kommutator | Opór do odprowadzenia prądu drażniącego | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                            | 455              | — 2              |
| II                      | "                                       | "                | — 45             |

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 500 $\Omega$                                         | 455                 | — 1                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 55                |
| B I                           | "                                                    | 955                 | — 65                |
| II                            | "                                                    | 950                 | — 88                |
| A I                           | "                                                    | 450                 | — 4                 |
| II                            | "                                                    | "                   | — 40                |
| B I                           | "                                                    | 900                 | — 65                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 47                |

## Doświadczenie 3.

Preparowanie i ustawienie jak wyżej, tylko badano korzonki tylne.

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 500 $\Omega$                                         | 747                 | — 67                |
| II                            | "                                                    | 740                 | — 30                |
| B I                           | "                                                    | 330                 | — 80                |
| II                            | "                                                    | 310                 | — 75                |
| A I                           | "                                                    | "                   | — 75                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 60                |
| A I                           | "                                                    | 655                 | — 45                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 25                |

## Doświadczenie 4.

Preparowanie i ustawienie jak wyżej. Wzięto tylko jeden korzonek tylny.

Do drażnienia wzięto cewkę indukcyjną.

| Ustawienie | Odległość<br>cewki | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| A          | 350 mm.            | 270                 | — 7                 |
| B          | "                  | "                   | — 2                 |
| B          | "                  | 327                 | — 7                 |
| A          | "                  | "                   | — 16                |
| A          | "                  | 265                 | — 3                 |



## Doświadczenie 5.

Preparowanie i ustawienie jak w doświadczeniach poprzednich.  
Korzonki tylne.

Do drażnienia wzięto prąd przerywany.

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 500 $\Omega$                                         | 670                 | — 50                |
| II                            | "                                                    | 650                 | — 40                |
| B I                           | "                                                    | 280                 | — 28                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 32                |
| I                             | "                                                    | 250                 | — 40                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 54                |
| A I                           | "                                                    | 645                 | — 40                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 60                |
| I                             | "                                                    | 640                 | — 40                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 53                |

Świeży przekrój nervi ischiadici.

| Ustawienie<br>i<br>kommutator | Opór do od-<br>prowadzenia<br>prądu dra-<br>żniącego | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| A I                           | 500 $\Omega$                                         | 655                 | — 40                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 55                |
| B I                           | "                                                    | 464                 | — 35                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 70                |
| A I                           | 1100 $\Omega$                                        | 575                 | — 40                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 65                |
| B I                           | "                                                    | 450                 | — 40                |
| II                            | "                                                    | "                   | — 55                |

Wzięto do drażnienia cewkę indukcyjną.

|   |         |     |      |
|---|---------|-----|------|
| A | 350 mm. | 535 | — 30 |
| B | "       | 420 | — 32 |

## Doświadczenie 6.

Doświadczenie jak powyższe na tej samej żabie z drugiej strony z korzonkami przednimi.

Do drażnienia wzięto cewkę indukcyjną

| Ustawienie | Odległość cewki | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|------------|-----------------|------------------|------------------|
| A          | 350 mm.         | 750              | — 40             |
| B          | "               | 450              | — 30             |

Do drażnienia wzięto prąd przerywany.

| Ustawienie i kommutator | Opór do odprowadzenia prądu drażniącego | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|
| A I                     | 500 $\Omega$                            | 650              | — 32             |
| II                      | "                                       | "                | — 32             |
| B I                     | "                                       | 350              | — 17             |
| II                      | "                                       | "                | — 36             |
| A I                     | "                                       | 630              | — 30             |
| II                      | "                                       | "                | — 35             |
| II                      | 1100 $\Omega$                           | 580              | — 28             |
| I                       | "                                       | "                | — 7              |
| B I                     | "                                       | 300              | — 33             |
| II                      | "                                       | "                | — 15             |
| I                       | 1600 $\Omega$                           | 270              | — 28             |
| II                      | "                                       | "                | — 13             |
| A I                     | "                                       | 500              | — 3              |
| II                      | "                                       | "                | — 13             |

Podobne doświadczenia wykonywaliśmy wielokrotnie zawsze z tym samym wynikiem.

Ze wszystkich tych doświadczeń wypadło, że wahanie wsteczne bez jakichkolwiek widocznych różnic rozchodzi się w nerwach przez zwoje międzykręgowę w obu kierunkach jednakowo. Różnice, które można było spostrzegać, wypadało odnieść tylko do pobudliwości korzonków lub nerwów. W doświadczeniach, w których otwarcie kanału i oddzielenie korzonków udawało się dokonać z wszelką dokładnością,

wahania wsteczne zwykle były dość znaczne, przytem skutek podrażnienia nerwu prądem tej samej siły tak na korzonkach tylnych, jak przednich był zupełnie jednakowy.

Wobec tego faktu, że w powyższych doświadczeniach bez wyjątku wahanie wsteczne występowało w obu kierunkach, wypada przypuścić, że nieprzechodzenie wahanía wstecznego przez rdzeń w kierunku od nerwów odśrodkowych na nerwy dośrodkowe zależy od przeszkód, które ono napotyka w drzewkowatych rozgałęzieniach komórek.

## V.

### Wahanie wsteczne odruchowe.

Jeżeli wahanie wsteczne jest wyrazem stanu czynnego, to oczywiście i stan czynny, jakto przypuszcza Bernstein, może się rozchodzić również tylko w jednym kierunku. Z doświadczeń W. Kühne'go i Steiner'a <sup>1)</sup>, Fuchsa <sup>2)</sup> oraz Steinacha <sup>3)</sup> wiadomo, że przez odpowiednie podrażnienie nerwów czuciowych można wywołać także wahanie wsteczne w odpowiednich nerwach dośrodkowych. (Kühne i Steiner w nerwie wzrokowym, drażniąc światłem siatkówkę, Fuchs u Torpedo w gałązkach n. trigemini, Steinach u żab przy mechanicznem drażnieniu skóry łapek). Oprócz tego wiadomo, że nawet bardzo słabe podrażnienie, a w każdym razie podrażnienie silne, na małej powierzchni skóry, wywołuje silne odruchy u żab po przecięciu rdzenia; uciskając naprzykład jeden paluszek na łapce, można wywołać skurcz mięśni nie tylko na tej samej łapce, ale i na łapce drugiej. Znając te doświadczenia, uważaliśmy za wskazane zbadać, czy zachodzi jaka różnica podczas podrażnienia fizyologicznego zakończeń nerwowych między wahaním wstecznem w korzonkach przednich i w samym nerwie.

Jeżeli wahanie wsteczne jest wyrazem stanu czynnego w nerwach, to drażniąc skórę łapki w ten sposób, ażeby powstał odruch, i odprowadzając prąd od korzonków przednich, mogliśmy liczyć na to, że wahanie wsteczne, które w tym przypadku byłoby wyrazem tego odruchu, będzie większe, aniżeli w tym przypadku, gdy prąd odprowadzimy wprost od pnia nerwowego, który zawiera także podrażnione

<sup>1)</sup> W. Kühne und Steiner: Untersuchungen an der physiolog. Instit. zu Heidelberg. IV, S. 125, 1881.

<sup>2)</sup> Fuchs. Ueber die Funktion der Unter-der Haut liegenden Kanalsysteme bei den Selachiern. Archiv Pflüger 59, S. 454.

<sup>3)</sup> Steinach. Ueber die elektromotorischen Erscheinungen an Hautsinnesnerven bei adaequater Reizung. Archiv Pflüger 63, S. 495.

włókna dośrodkowe. W pierwszym bowiem przypadku mamy czynność prawie wszystkich nerwów odśrodkowych, idących do mięśni łapki, w drugim zaś czynność tylko ograniczonej ilości włókien nerwowych, odchodzących od drażnionej powierzchni skóry.

Doświadczenia przytoczone niżej najzupełniej stwierdzają to nasze przypuszczenie. W jakikolwiek bowiem sposób był wywołany odruch, czy przez uciskanie jednego lub kilku paluszków łapki, czy przez pocieranie całej łapki — odruchowe wahanie wsteczne było zawsze więcej wyraźne i silniejsze niż wahanie wsteczne, otrzymane wprost z nerwu w razie tego samego sposobu drażnienia.

W doświadczeniach tej kategorii odpreparowywaliśmy rdzeń od przodu. W tym celu u żaby z przeciętym rdzeniem pacierzowym wycinaliśmy nasamprzód wnętrzności i ściany brzuszne; następnie począwszy od kości ogonowej wycinaliśmy trzony 4 dolnych kręgów. Po dokonaniu tej operacji badaliśmy odruchy i tylko na takich żabach, u których odruchy były zachowane, wykonywaliśmy doświadczenia. Następnie korzonki przednie przecinaliśmy przy wyjściu z kanału i za pomocą igielki szklanej układaliśmy na elektrodach niepolaryzujących się, podobnie jak w doświadczeniach poprzednich. Jeżeli korzonek trzeci od dołu najcieńszy był za krótki, odprowadzaliśmy prąd do galwanometru od dwóch dolnych. Łapkę bądź po tej samej stronie, bądź też po drugiej, drażniliśmy, albo uciskając palcami koniuszki palców, albo pocierając całą łapkę, albo uciskając pincetką kościaną lub też stosując metodę Türka, t. j. zanurzając łapkę do kwasu siarkowego.

We wszystkich tych przypadkach występowało wahanie wsteczne bardzo wybitnie, po zaprzestaniu drażnienia ustępowało i lusterko wracało do pierwotnego położenia. Zauważyć tu wypada, że szczególnie w razie stosowania metody Türka występowało pewne opóźnienie wahanja wstecznego względem początku podrażnienia.

Stosując metodę Türka, układaliśmy żabę grzbietem ku dołowi na brzegu deski korkowej tak, ażeby tylne kończyny, począwszy od miednicy swobodnie się zwieszały. Przy takim ułożeniu po umocowaniu kręgosłupa żaby szpilkami można było, podnosząc szklankę z kwasem (słaby roztwór kwasu siarkowego), zanurzać łapki do kwasu, a następnie opłukiwać wodą, nie wywołując najmniejszego poruszenia tułowia, względnie korzonków przednich. Jeżeli więc przed przecięciem korzonków przednich po ułożeniu żaby w powyższy sposób oznaczyliśmy, ile upływało uderzeń metronomu od chwili zanurzenia do kwasu do chwili zjawienia się odruchu, to po odprowadzeniu prądu do galwanometru od korzonków przednich i zanurzeniu łapki do kwasu, wahanie wsteczne zjawiało się zwykle po upływie tego samego czasu. W niektórych do-

świadczeniach dla kontroli zanurzaliśmy jednocześnie obie łapki, t. j. nie tylko tę, u której korzonki przednie były przecięte, lecz także i tę, u której korzonki były całe. Otóż stosując tę formę doświadczenia, zwykle wahanie wsteczne spostrzegaliśmy wtedy, gdy żaba wyciągała zdrową łapkę z kwasu. W tej współczesności mieliśmy dowód, że rzeczywiście wahanie wsteczne odpowiada tym impulsom czynnościowym, które z rdzenia rozchodzą się przez nerwy na mięśnie kończyny i wywołują odruch.

## Doświadczenie 1.

Drażniono łapkę przez uciskanie jednego albo trzech paluszków po tej samej stronie (1-ej) lub po drugiej (-2ej).

| Sposób drażnienia  | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|--------------------|------------------|------------------|
| Ucisk palcami 1-ej | 660              | — 10             |
| „ „ „              | 647              | — 2              |
| „ 2-ej             | 659              | — 7              |
| „ 1-ej             | 650              | — 11             |

## Doświadczenie 2.

| Sposób drażnienia        | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Ucisk palcami 1-ej       | 830              | — 10             |
| „ „ „                    | 800              | — 10             |
| „ 2-ej                   | 800              | — 5              |
| Częste lekkie dotyk. 1ej | 790              | — 21             |
| „ „ „                    | 780              | — 15             |
| „ 2-ej                   | 775              | — 6              |
| „ 1-ej                   | „                | — 10             |

## Doświadczenie 3.

Prąd spoczynkowy korzonków przednich był tak silny, że wychylił lusterko poza granicę skali, skreślono go więc za pomocą magnesu napowrót i ustawiono na podziałce 200. Drażnienie palcami paluszków żaby dało wahanie wsteczne — 11, drażnienie pincetką — 8.

Odcięto korzonki tylne przy rdzeniu i ułożono na elektrodach, łapkę zaś drażniono w ten sam sposób jak powyżej i otrzymano wahanie wsteczne — 5, — 3, — 1, — 3 i 0. Dalsze drażnienie pozostało bez skutku.

Przeięto plexus ischiadicus, ułożono na elektrodach i drażniono łapkę w ten sam sposób jak wyżej. Wahanie wsteczne obserwowane podczas drażnienia było — 4, — 2, — 4.

Wzięto plexus na drugiej łapce świeżej, przeięto go i ułożono na elektrodach. W razie najsilniejszych podrażnień łapki otrzymano wprawdzie wahanie wsteczne od — 3 do — 7, lecz podobnie jak i w poprzednim doświadczeniu z nerwem, lusterko nie wracało do pierwotnego położenia.

#### Doświadczenie 4.

Korzonki przednie połączone z galwanometrem.

Drażniono pincetką.

| Sposób drażnienia  |      | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|--------------------|------|---------------------|---------------------|
| Pincet. paluszek   | 1-ej | 920                 | — 10                |
| " łapkę            | 1-ej | 910                 | — 20                |
| " 3 paluszki       | "    | "                   | — 10                |
| " 1-ą łapkę silnie | "    | 900                 | — 12                |
| " " lekko          | "    | "                   | — 5                 |
| " " silnie         | "    | "                   | — 10                |

Lusterko po zaprzestaniu drażnienia wracało do pierwotnego położenia.

#### Doświadczenie 5.

Na elektrody wzięto dwa korzonki przednie dolne grubsze.

| Sposób drażnienia   |      | Prąd<br>spoczynkowy | Wahanie<br>wsteczne |
|---------------------|------|---------------------|---------------------|
| Pincetka            | 1-ej | 860                 | — 8                 |
| "                   | "    | 850                 | — 8                 |
| Palcami             | "    | "                   | — 10                |
| "                   | "    | 830                 | — 8                 |
| "                   | "    | "                   | — 5                 |
| Kwasem 8'           | 1-ej | 820                 | — 7                 |
| "                   | "    | "                   | — 10                |
| "                   | "    | "                   | — 8                 |
| Kwasem silniej. 7'' | "    | 810                 | — 20                |
| "                   | "    | "                   | — 8                 |

Odprowadzono prąd od splotu. Zanurzenie łapki do kwasu nie dało wcale wychylenia, lecz i odruchy na drugiej łapce prawie znikły.

## Doświadczenie 6.

Na elektrody wzięto korzonki przednie.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami 1-ej      | 555              | — 3              |
| " "               | "                | — 2              |
| " "               | "                | — 2              |

Wzięto korzonki przednie z drugiej strony i drażniono łapkę drugą.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami           | 975              | — 3              |
| Pincetką          | "                | 0                |
| Pincetką          | "                | — 4              |
| Palcami           | "                | — 4              |

Wzięto sam splot na elektrody po tej samej stronie. Wszystkie sposoby drażnienia nie dały żadnego wahania wstecznego.

## Doświadczenie 7.

Na elektrodach ułożono korzonki przednie.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami 1-ej      | 944              | — 14             |
| Kwasem 1-ej       | 944              | — 10             |
| " 1-ej i 2-ej     | "                | — 10             |
| " 1-ej            | 940              | — 20             |
| " "               | 900              | — 25             |
| Pincetką "        | 890              | — 8              |
| Kwasem "          | 800              | — 10             |
| " "               | 790              | — 15             |

Przecięto korzonki tylne przy wyjściu z rdzenia i ułożono na elektrodach. Drażniono jak wyżej.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Kwasem 1-ej       | 677              | — 7              |
| " "               | 670              | — 5              |
| Palcami 1-ej      | 642              | — 4              |
| " całą łapkę "    | 642              | — 3              |

Druga łapka daje wciąż silne odruchy.  
Przecięto nerw z tej samej strony i ułożono na elektrodach.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne                                       |
|-------------------|------------------|--------------------------------------------------------|
| Palcami silnie    | 542              | — 3                                                    |
| " lekko           | 539              | — 1                                                    |
| Kwasem            | 537              | Długi czas nic, a po usunięciu kwasu poszło w stronę — |
| "                 | 530              | 0                                                      |

#### Doświadczenie 8.

Na elektrodach ułożono korzonki przednie.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami           | 980              | — 5              |
| Kwasem            | 920              | — 9              |
| "                 | 910              | — 9              |
| "                 | 900              | — 5              |
| Palcami           | 880              | — 5              |

} Podczas obmywania wodą wraca do normy.

Wzięto nerw po tej samej stronie i ułożono na elektrodach.

Kwasem 820 — 7 Po zaprzestaniu nie wraca, lecz ciągle się zmniejsza.

Wyczekano, aż zmniejszanie się prądu ustało.

Palcami 550 — 2.

#### Doświadczenie 9.

Na elektrodach ułożono korzonki przednie. Prąd spoczynkowy bardzo silny, wychylił lusterko poza skalę. Skręcono magnesem i ustawiono na podziałce 200.



Drażnienie przez ucisk łapki daje wahanie wsteczne — 5, lecz po zaprzestaniu drażnienia lusterko wraca do pierwotnego położenia, a nawet przekracza go w stronę + od 5 do 12 podziałek skali.

Drażnienie kwasem wywołuje wahanie wsteczne od — 17 do — 20.

Wzięto plexus, przecięto go i ułożono na elektrodach. Prąd spoczynkowy również bardzo silny, lecz stopniowo się zmniejsza. Drażnienie łapki przez ucisk nie wywołuje widocznego przyspieszenia zmniejszania się prądu. Drażnienie kwasem daje widoczne wahanie wsteczne od — 5 do — 6. Przytem lusterko nie wraca i nie ma nawet tendencji do wracania do położenia pierwotnego.

#### Doświadczenie 10.

Ułożono na elektrodach korzonki przednie.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Kwasem            | 820              | — 2              |
| "                 | 810              | — 3              |
| "                 | 805              | — 3              |

Wzięto korzonki z drugiej strony i ułożono na elektrodach, a drażniono również drugą łapkę, która do ostatniej chwili przed przecięciem korzonków wybornie zachowywała odruchy.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Kwasem            | 965              | — 5              |
| "                 | 950              | — 5              |

#### Doświadczenie 11.

Na elektrodach ułożono tylko dwa dolne korzonki przednie. Drażniono jak zwykle łapkę odpowiednią.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami           | 710              | — 3              |
| Kwasem            | "                | — 8              |
| "                 | "                | — 5              |
| "                 | 680              | — 5              |
| "                 | 650              | — 3              |

Poprawiono ułożenie korzonków i dodano 3-ci.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Kwasem            | 930              | — 3              |
| "                 | "                | — 2              |
| "                 | 880              | — 3              |

Przecięto splot i ułożono na elektrodach.

|        |     |      |
|--------|-----|------|
| Kwasem | 970 | — 2  |
| "      | "   | — 1. |

#### Doświadczenie 12

Na elektrodach ułożono korzonki przednie.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Kwasem            | 615              | — 5              |
| "                 | 625              | — 13             |
| "                 | "                | — 7              |
| Palcami           | "                | — 2              |

Wzięto korzonki przednie drugiej łapki i drażniono drugą łapkę.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami           | 735              | — 5              |
| "                 | 740              | — 3              |
| "                 | 790              | — 5              |
| "                 | "                | — 2              |
| "                 | 805              | — 2              |
| Kwasem            | 630              | — 5              |

Po zaprzestaniu drażnienia lusterko wraca do pierwotnego wychylenia, a niekiedy nawet przechodzi w stronę dodatnią o 5 podziałek.

Przecięto splot i ułożono na elektrodach.

| Sposób drażnienia | Prąd spoczynkowy | Wahanie wsteczne |
|-------------------|------------------|------------------|
| Palcami           | 620              | 0                |
| "                 | "                | 0                |
| "                 | "                | — 1              |
| Kwasem            | 606              | — 2              |
| "                 | 598              | — 2              |

W doświadczeniach tej kategorii nietylkośmy stwierdzili znany fakt, że przez podrażnienie nerwów dośrodkowych można otrzymać wahanie wsteczne prądu spoczynkowego pni nerwowych (w danym przypadku splotu nerwu siedzeniowego, który przecinano przy wyjściu z kanału kręgowego), lecz że również wahanie wsteczne można otrzymać z korzonków przednich przez odruchy.

Jakkolwiek warunki doświadczenia fizyologicznego nie pozwalają nam na dokładne ilościowe pomiary, to jednakże doświadczenia nasze stanowezo wykazują, że wśród jednakowych warunków, szczególnie jeżeli po odpreparowaniu korzonków odruchy zupełnie dobrze się utrzymywały, wahanie wsteczne z korzonków było zawsze silniejsze, aniżeli z samego splotu lub z korzonków tylnych i nietylko na tej łapce, którąśmy już kilkakrotnie uprzednio drażnili, lecz także na zupełnie świeżej. Zaznaczyć jednakże tu wypada, że wogóle tak dokonać otwarcia kanału kręgowego, ażeby odruchy zachowywały się z tą samą siłą, jak przed otwarciem — udaje się bardzo rzadko i tylko w niektórych doświadczeniach naszych tak się działo, w innych, przytoczonych wyżej, musieliśmy się zadowolić już samym faktem istnienia słabych odruchów, gdyż i taki wynik udawało się otrzymać bardzo rzadko. Tem się tłumaczy ta niejednakowość wyników, którą w tych doświadczeniach otrzymaliśmy.

Jeżeli mimo tych wszystkich trudności, z jakimi te doświadczenia są połączone, udaje się jednakże wykazać pewną różnicę w sile wahanja wstecznego na korzyść odruchu, to w tem niewątpliwie można upatrywać dowód, że łuk odruchowy nietylko wstrzymuje stan czynny nerwowy w odwrotnym kierunku idący, a przewodzi go w kierunku prawidłowym, w którym fizyologicznie się odbywa, lecz że nawet stan czynny kosztem neuronów tego łuku się wzmacnia. Z tego wynika, że podczas odruchu faktycznie występuje wyładowanie energii z samych neuronów.

