

P
A
N

11674

Prof. Dr. K. Twardowski

11674

A. BECK

O DWUKIERUNKOWEM PRZEWODZENIU NERWÓW

Połączone Biblioteki WFIS UW, IFIS PAN i PTF

P.11674 H



19011674000000



W KRAKOWIE

NAKŁADEM AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

1917.

A. BECK

O DWUKIERUNKOWEM
PRZEWODZENIU NERWÓW

11674



Prof. Dr. K. Twardowski

U-121252

W KRAKOWIE
NAKŁADEM AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI
1917.

11674



Osobne odbicie z T. LVII, Ser. B, Rozpraw Wydziału mat.-przyr.
Akademii Umiejętności w Krakowie.

H- 121252

K
18.12.50
A. 500

Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

O dwukierunkowym przewodzeniu nerwów

przez

A. Becka.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału matemat.-przyrodniczego dnia 8-go stycznia 1917 r.

Kwestya, czy włókno nerwowe, zadrażnione w jakimkolwiek miejscu swego przebiegu, przenosi stan czynny, wywołany podniecia, w obydwóch kierunkach, czy też tylko w kierunku fizyologicznego przewodzenia, jest z tego powodu ważna, że od rozstrzygnięcia jej zależeć musi pogląd na istotę czynności nerwów obwodowych. Albowiem, gdyby się okazało, że przewodzenie po zadrażnieniu pnia nerwowego nie odbywa się we wszystkich włóknach w obydwóch kierunkach, lecz że we włóknach dośrodkowych stan czynny przenosi się tylko dośrodkowo, a w odśrodkowych tylko odśrodkowo, musielibyśmy z tego wnosić, że podobnie jak w układzie nerwowym centralnym istnieją także we włóknach nerwów obwodowych pewne urządzenia, powodujące niejako polaryzację ruchu nerwowego, której rezultatem jest nieodwracalność (*irreciprocitas*). Z tego powodu kwestya ta zajmowała od dawna fizyologów i do ostatnich czasów poświęcają jej oni jeszcze wiele uwagi, starając się ją rozstrzygnąć różnymi sposobami.

Pierwsze w tym kierunku podjęte badania Pawła Berta¹⁾ straciły już dawno na wartości. Doświadczenia jego polegały na

¹⁾ Sur la transmission de l'excitation dans les nerfs de sensibilité. Comptes rendus hebdomad. des séances de l'Académie des Sciences, tom 84, str. 173. (Przedtem już, bo w r. 1863, Comptes rendus de la Soc. de biologie).

tem, że młodym szczurom przyszywał koniec ogona do skóry grzbietu, a po zagojeniu się rany i utworzeniu blizny przecinał po kilku miesiącach ogon u nasady. Szczypanie tego, odwrotnym końcem przyrośniętego ogona wywoływało u zwierzęcia objawy bólu, z czego Bert wnosił, że dawne nerwy czuciowe przewodzą obecnie stan czynny w kierunku wprost odwrotnym. Wyników tych Kochs¹⁾ nie potwierdził, a gdyby one nawet były zupełnie pewne, to w każdym razie nie możnaby z nich wysnuwać dopiero co wyrażonego wniosku, lecz chyba tylko ten, że powstały nowe drogi czuciowe przez miejsce zrośnięcia.

Nie mają także znaczenia doświadczenia Philippeaux'a i Vulpiana²⁾, którzy po przecięciu nerwu językowego (*lingualis*), jako czuciowego, i podjęzykowego (*hypoglossus*), uważanego przez autorów za wyłącznie ruchowy, zeszywali następnie koniec centralny pierwszego z odcinkiem obwodowym drugiego i dostrzegli, że drażniąc po pewnym czasie nerw językowy powyżej miejsca zrośnięcia, otrzymuje się ruchy języka. Obecnie wiemy, że nerw językowy nie jest nerwem wyłącznie czuciowym, lecz zawiera mnóstwo włókien odśrodkowych, a zresztą zrastanie się włókien dwóch przeciętych nerwów przychodzi zupełnie inaczej do skutku, niż sobie wówczas wyobrażano. Nie mamy mianowicie do czynienia ze zrostem przeciętych włókien nerwowych, lecz z wrastaniem włókien z odcinka dośrodkowego w drogę wskazaną mu niejako przez odcinek obwodowy, który ulega zupełnej degeneracji. Sam Vulpian zresztą w dziesięć lat po ogłoszeniu swej pracy przyznaje³⁾, że efekt ruchowy, otrzymany przy drażnieniu nerwu językowego, należy przypisać przebiegającym w nerwie tym włóknom struny bębenkowej (*chorda tympani*).

Za przewodzeniem stanu czynnego w obydwóch kierunkach przemawia jednak znane doświadczenie Kühnego⁴⁾, nazwane przez niego „*Zweizipfelversuch*“: mięsień krawiecki (*m. sartorius*) żaby można u dołu naciąć podłużnie w ten sposób, że każdy z po-

¹⁾ Biologisches Zentralblatt t. 7, 1888, str. 523.

²⁾ Recherches sur la réunion bout à bout des fibres nerveuses sensibles avec les fibres nerveuses motrices. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, tom 56, str. 54, 1863.

³⁾ Nouvelles recherches physiologiques sur la corde du tympan. Compt. rend., tom 76, str. 146, 1873.

⁴⁾ Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1859.

wstałych przez to nacięcie płatków posiada osobne nerwy, które odchodzą od wspólnego pnia powyżej miejsca nacięcia. Jeżeli się drażni jeden z tych płatków, kurczy się i drugi. Zdaniem Kühnogo przenosi się tu stan czynny po nerwie przebiegającym w płatku drażnionym, a w miejscu rozdziału nerwu przechodzi na włókienka (*fibrille*), zaopatrujące resztę mięśnia. Pierwsza więc część drogi nerwowej odbywa się w kierunku przeciwnym kierunkowi fizyologicznego przewodzenia („*antidrom*“). Przytem autor stara się dowieść, że stan czynny nie przenosi się tu z jednego włókna osiowego na drugie, lecz z jednych włókienek na inne, wchodzące w skład tego samego włókna osiowego. Jakkolwiek więc to zapatrywanie nie stoi w sprzeczności z ugruntowanym pojęciem naszym o izolowanym przewodzeniu włókien nerwowych, to jednak wskazywałoby, że takie izolowane przewodzenie już w fibrillach nie istnieje. Rozumie się samo przez się, że Kühne w doświadczeniach na mięśni krawieckim, jak i w późniejszych jeszcze dokładniejszych nad mięśniem wysmukłym uda (*m. gracilis*)¹⁾ starał się uniknąć zarzutu, jakoby dostrzeżony skurcz mięśnia był wynikiem działania rozgałęzień prądu, lub jakoby był skurczem drugorzędny skutkiem działania prądów czynnościowych.

Do tej samej kategorii należą doświadczenia Babuchina nad rybą elektryczną *Malapterurus*²⁾. Nerw zaopatrujący narząd elektryczny tej ryby jest jednym grubym włóknem osiowym, rozdzielającym się na liczne fibrille. Otóż drażnienie jednej gałązki tego nerwu powoduje wyładowanie całego organu. Według Manthey'a³⁾ wystarcza już do tego mechaniczne podrażnienie takiej gałązki, wywołane samem przecięciem. Obaj wymienieni autorowie przyjmują też, że stan czynny, spowodowany drażnieniem jednej gałązki, przenosi się w kierunku dośrodkowym do wspólnego pnia (włókna), któremu się udziela, i stąd podnieta wychodzi do całego organu elektrycznego.

Już du Bois Reymond starał się rozstrzygnąć sprawę dwukierunkowego przewodzenia włókien nerwowych zapomocą badania zjawisk elektrycznych, wywołanych stanem czynnym. W tym celu śledził występowanie wahan wstecznego na końcu dośrodko-

1) Üb. das doppelsinnige Leitungsvermögen der Nerven. Zeitschr. f. Biologie, tom 22, 1886, str. 305, specjalnie str. 317.

2) Arch. f. Anat. u. Phys. 1877, str. 262.

3) Tamże 1882, str. 75, i 387. (Cyt. według Nagla Handbuch der Physiologie, IV, 802).

wym korzonka przedniego i na obwodowym końcu korzonka tylnego¹⁾. Du Bois Reymond sam podaje, że z powodu ogromnej krótkości korzonków doświadczenia takie są bardzo trudne. Trudności wprawdzie pokonał, jednakże wychylenia galwanometru były bardzo małe, a nawet przy użyciu silnych prądów występowały często wahania dodatnie zamiast ujemnych. Mimo to jednak du Bois Reymond wysnuwa ze swych doświadczeń wniosek, że „we włóknach nerwowych innerwacja przenosi się w obydwóch kierunkach, i to w granicach możliwej dokładności z równą łatwością“. Analogiczne doświadczenia z tym samym rezultatem wykonano także na innych nerwach posiadających włókna nerwowe rzekomo jednego tylko gatunku, mianowicie sam du Bois Reymond²⁾ na nerwie odśrodkowym elektrycznego organu drętwy (*Torpedo marmorata*), Kühne i Steiner³⁾ oraz du Bois Reymond⁴⁾ na nerwie wzrokowym a Garten i Nicolai⁵⁾ na nerwie węchowym szczupaka.

Jakkolwiek wszystkie przytoczone badania, a najbardziej jeszcze badania zapomocą studyowania prądów czynnościowych, przemawiają mniej lub więcej stanowczo za przewodzeniem obukierunkowym, to jednak właśnie dziedzina badań elektrofizjologicznych dostarczyła nam także spostrzeżeń, któreby przemawiały za tem, że rozchodzenie się stanu czynnego we włóknach nie jest w obydwóch kierunkach jednakowe. Tu należą doświadczenia nad tzw. prądem osiowym. Jest to prąd spoczynkowy nerwu, który się dostrzega, jeżeli się połączy z galwanometrem oba przekroje poprzeczne przeciętego pnia nerwu. Już du Bois Reymond⁶⁾ stwierdził, że w nerwach mieszanych oraz w nerwach posiadających włókna tylko odśrodkowe prąd osiowy ma kierunek wstępujący, Mendelssohn⁷⁾ zaś podaje, że w nerwach o włóknach czysto do-

¹⁾ Du Bois Reymond, Untersuchungen üb. thierische Elektricität, tom II, cz. I, 1849, str. 570 i dalsze.

²⁾ Arch. f. Anat. u. Phys., Physiol. Abtlg., r. 1887, str. 106.

³⁾ Untersuchungen aus d. physiol. Inst. Heidelberg, tom IV, 1881, str. 64.

⁴⁾ Sitzungsberichte d. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, 1885, str. 747.

⁵⁾ Garten, Monografia p. t.: Beiträge zur Physiol. d. marklosen Nerven, 1903, str. 23.

⁶⁾ Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, 1884, tom I, str. 230.

⁷⁾ Über den axialen Nervenstrom. Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abtlg., 1885, str. 381, i Nouvelles recherches sur le courant nerveux axial. Compt. rend. 1886, str. 393. Compt. rend. de la Soc. biol., 1886.

środkowych posiada on kierunek przeciwny, t. j.: zstępujący. Obaj ci autorowie sądzą, że prąd osiowy przebiega zawsze w kierunku przeciwnym do fizyologicznego kierunku przewodzenia nerwu, co oczywiście przemawiałoby raczej przeciw przyjęciu obukierunkowego przewodzenia stanu czynnego.

Tych spostrzeżeń nie potwierdził jednak Piotrowski¹⁾, który na podstawie doświadczeń, wykonanych na nerwach węchowym i wzrokowym szczupaka oraz na tylnych korzeniach rdzenia żaby, doszedł do wniosku, że „tak samo jak w nerwach ruchowych, tak i w czuciowych, płynie prąd wstępujący, niezależny od prądu spoczynkowego, i że prąd osiowy nie stoi w żadnym związku z fizyologiczną czynnością nerwów“.

W związku z kwestyą nas obchodzącą są wreszcie badania Czubalskiego²⁾ nad chemicznym drażnieniem nerwów. Stwierdził on mianowicie, że w nerwie kulszowym żaby pod wpływem podnieć chemicznych powstaje prąd zstępujący, w korzonkach zaś tylnych powstaje w tych samych warunkach prąd o kierunku przeciwnym, dośrodkowym. Uważając zaś nerw kulszowy za nerw mieszany z przewagą włókien odśrodkowych, autor dochodzi na podstawie tej różnicy w zachowaniu się obydwóch rodzajów nerwów do wniosku, że kierunek obserwowanego prądu jest zawsze zgodny z kierunkiem fizyologicznego przewodzenia stanu czynnego w nerwie. Ten fakt przemawia zdaniem autora „za zdolnością przewodzenia stanu czynnego tylko w jednym, określonym charakterem nerwu, kierunku“.

Z powyższego zestawienia widać, że jakkolwiek wiele doświadczeń przemawia za obukierunkowym przewodzeniem stanu czynnego we włóknach nerwowych, to jednakże nie można kwestyi tego przewodzenia uważać za rozstrzygniętą, i takie też zdanie o niej wypowiada Cybulski w artykule „Nerwy obwodowe“, opracowanym w polskiej „Fizyologii człowieka“ z r. 1915. Ten stan rzeczy skłonił mnie do podjęcia doświadczeń na takich nerwach, w których przez wywołanie degeneracyi włókien odśrodko-

¹⁾ O prądzie osiowym w nerwach. Rozpr. Wydz. m.-przyr. Akad. Um. w Krakowie, tom XXI, 1890.

²⁾ Fr. Czubalski. Chemiczne podniety nerwów. Kraków. 1916.

wych pozostały tylko włókna przewodzące fizyologicznie w kierunku dośrodkowym.

W tym celu przecinałem zabom po otwarciu dolnej części kanału kręgowego korzonki przednie, należące do nerwu kulszowego (*n. ischiadicus*), i po starannem zaszcyciu rany pozostawiałem zwierzęta przy życiu przez kilka do kilkunastu tygodni, trzymając je w chłodnym, lecz niezbyt zimnym miejscu (około 12—15° C.). Wprawdzie w niższej ciepłocie degeneracja odbywa się wolniej, zato zwierzęta wytrzymują operację o wiele lepiej i miesiącami można je zachować przy życiu. To też na 21 w ten sposób operowanych zab jedna tylko zginęła przedwcześnie. W jakiś czas po operacji, gdy drażnienie nerwu kulszowego przez skórę nie wywoływało już skurczu łapki, przystępowano do właściwego doświadczenia.

Badanie kierunku przewodzenia nerwu odbywało się zapomocą obserwowania prądów czynnościowych. Nerw układano w tym celu na dwóch parach niepolaryzujących się elektrod specjalnej konstrukcyi, umieszczonych w małej oszklonej komorze wilgotnej, a dających się dowolnie rozsuwać. Odległość wzajemną elektrod w każdej parze można było zmieniać w granicach od 9 do 15 mm; odstęp między jedną a drugą parą elektrod wynosił 17 mm. Nerw po ostrożnem wypreparowaniu układano na elektrodach w ten sposób, że obydwoma przekrojami poprzecznymi dotykał skrajnie położonych elektrod niepolaryzujących się, a spoczywał na obydwóch elektrodach przyśrodkowych. Każdą z osobna parą elektrod, złożoną ze skrajnej i bliższej jej przyśrodkowej, o wzajemnej odległości zazwyczaj około 10 mm, można było po kolei zapomocą kommutatora łączyć z galwanometrem Hermann-Wiedemana i w ten sposób kolejno odprowadzać prąd spoczynkowy bądź od centralnego, bądź też od obwodowego odcinka nerwu. W pośrodku między obiema parami niepolaryzujących się elektrod spoczywał także nerw na platynowych drucikach o wzajemnej odległości 2 mm, które doprowadzały prąd indukcyjny, służący do drażnienia nerwu. Połączwszy jeden odcinek nerwu z galwanometrem, notowano wielkość wychylenia, które dawał prąd spoczynkowy; w przypadkach, gdzie zachodziła tego potrzeba, kompensowano ten prąd, a następnie drażniono kilkakrotnie nerw i oznaczano za każdym razem wielkość wahanja wstecznego, wywołanego tem drażnieniem. W ten sam sposób postępowano następnie z drugim odcinkiem, poczem

wracano czasem znów do pierwszego odcinka i t. d. W jednych przypadkach rozpoczynałem doświadczenia od odcinka dośrodkowego, w innych od obwodowego, a nawet, aby usunąć jakikolwiek; choćby najdrobniejszy czynnik, któryby mógł wpłynąć na zachowanie się prądów, i to na korzyść lub niekorzyść jednego tylko odcinka, samo już preparowanie nerwu odbywało się tak, że w jednych przypadkach poczynałem preparować od dołu, w innych od góry.

Przedewszystkiem należało wykonać szereg doświadczeń na nerwach prawidłowych, zawierających niezmienione włókna dośrodkowe i odśrodkowe, ażeby się upewnić, czy nie zachodzą jakie różnice w natężeniu prądów czynnościowych w odcinku centralnym i obwodowym. Takich doświadczeń na zdrowych nerwach kulszowych wykonałem 53, mianowicie przedewszystkiem na nienaruszonych nerwach tych samych żab, których drugi nerw miał przecięte korzonki przednie, tak, że bezpośrednio można było porównywać prądy spoczynkowe i czynnościowe, otrzymane z dwóch nerwów tej samej żaby, które znajdowały się w tych samych warunkach, z tą jedynie tylko różnicą, że jeden z nich pozbawiony był włókien odśrodkowych.

Doświadczenia te potwierdziły przedewszystkiem rzecz znaną, że prąd spoczynkowy, otrzymany z odśrodkowego odcinka nerwu, jest silniejszy niż prąd spoczynkowy, który daje odcinek obwodowy. Tłómaczy się to łatwo tem, że część odśrodkowa nerwu jest grubsza, zawiera daleko więcej włókien, stąd i siła elektromotoryczna większa, a opór nerwu mniejszy.

Pod względem wahania wstecznego, otrzymanego z drażnienia nerwu, zachowywały się odcinki górny i dolny rzadko jednakowo, a w różnych nerwach różnice między dolnym a górnym odcinkiem bywały wprost przeciwne. Nieco mniej niż w połowie wszystkich przypadków (około 45%) odcinek dośrodkowy dawał wahanie wsteczne większe niż obwodowy, w jednej trzeciej mniej więcej przypadków przeważał odcinek obwodowy nad centralnym, a w $\frac{1}{3}$ przypadków wahania wsteczne z obu odcinków były równe lub prawie równe. Od czego to niejednakowe zachowanie się różnych nerwów zależało, trudno powiedzieć; nie dążyłem zresztą do wyjaśnienia tego zachowania się, albowiem leżało to poza sferą niniejszych badań.

Badanie nerwów, których korzonki przednie były przecięte, odbywało się w następujący sposób:

W kilka tygodni po przecięciu korzonków badano przez skórę, bez odsłaniania nerwów, pobudliwość nerwu kulszowego po stronie operacji, porównyując go pod tym względem z nerwem drugiej strony. Próby te powtarzano od czasu do czasu, a kiedy już skonstatowano, że nerw, którego korzonki zostały przecięte, stracił zupełnie pobudliwość motoryczną, często zaś z przyczyn zewnętrznych o wiele później, przystępowano do właściwego doświadczenia. Odpreparowywano ostrożnie nerw po stronie operowanej, pozostawiając go jeszcze w związku z mięśniami podudzia, i badano jego pobudliwość. Przekonano się, że wszystkie nerwy po przecięciu korzonków przednich w czasie, w którym je badaliśmy, straciły zupełnie pobudliwość. Drażnienie bowiem prądem indukcyjnym przy nasuniętych na siebie cewkach nie dawało najmniejszego skurczu łapki, podczas gdy łapka drugiej strony odpowiadała już podczas drażnienia odpowiedniego nerwu przy odległości 500 — 810 mm.

Czas, który upłynął był od dnia przecięcia korzonków aż do badania przewodzenia zapomocą galwanometru, wynosił w 6 przypadkach od 48 do 60 dni, w 12 przypadkach od 72 do 85 dni, w jednym 160, a w innym 162 dni. (U czterech żab korzonki przecięte były po obydwóch stronach, tak że razem nerwów operowanych było 24). Ponieważ przecięte włókna nerwowe żaby w ciepocie pokojowej ulegają degeneracyi w 4 do 5 tygodni, przeto przyjąć można, że w moich doświadczeniach wszystkie bez wyjątku włókna odśrodkowe, przebiegające w korzeniach przednich, były zanikły.

Należało jednak liczyć się z włóknami odśrodkowemi, które mogłyby istnieć w tylnych korzonkach. Jak wiadomo, Stricker¹⁾ wykazał, że w tylnych korzeniach rdzenia psa przebiegają nerwy wazomotoryczne, Steinach²⁾ zaś podaje, że korzenie tylne rdzenia żaby zawierają odśrodkowe nerwy trzewiowe, zaopatrujące mięśnie gładkie narządu trawienia i pęcherza moczowego. Co prawda,

1) Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wiss., 74 (3) 1, 1876.

2) Motorische Functionen hinterer Spinalnervenzwurzeln. Pflügers Arch. f. die ges. Physiol., tom 60, 593, 1895. Über die visceromotorischen Functionen der Hinterwurzeln i t. d., tamże t. 71, str. 523, 1898.

Bayliss¹⁾, potwierdzając doświadczenia Strickera, tłumaczy je w ten sposób, że to nie są włókna odśrodkowe, których drażnienie powoduje wyżej wymieniony skutek, lecz włókna dośrodkowe, które w danych warunkach przewodzą przeciw kierunkowi fizyologicznemu. Mianowicie Bayliss dowodzi, że jeżeli się drażni tylny korzonek po zniszczeniu zwoju międzykręgowego, to rozszerzenia naczyń się nie otrzymuje, jeżeli natomiast przetnie się tylny korzonek i po pewnym czasie drażni się koniec obwodowy, to rozszerzenie naczyń występuje przy drażnieniu. Gdyby to zaś były włókna odśrodkowe, musiałyby uleść po przecięciu korzonka degeneracji. Według Morata²⁾ degeneracja rzeczywiście ma miejsce, jakkolwiek po długim czasie.

Jakkolwiek więc nie jest rzeczą zupełnie pewną, czy nerwy przeze mnie używane zawierały włókna odśrodkowe, a w każdym razie liczba ich musiałaby być ogromnie mała w porównaniu z zachowanymi w całości włóknami dośrodkowymi, to jednak wykonałem kilka doświadczeń także na (sześciu) nerwach, których korzonki zarówno przednie jak i tylne zostały przecięte. W tych nerwach, badanych w 48 do 59 dni po operacji, zachowane były i uchronione od degeneracji tylko włókna nerwowe, których włókna osiowe były wypustkami komórek zwoju międzykręgowego, a więc włókna czysto dośrodkowe.

Samo badanie wahanía wstecznego na nerwach operowanych odbywało się zresztą zupełnie tak samo, jak na zdrowych nerwach. Staralem się badać je w tych samych warunkach, co nerwy zdrowe, używałem do drażnienia prądu o tem samym natężeniu (jedna i ta sama cewka indukcyjna, zaopatrzona w kole pierwszym dwoma ogniwami Leclanchea, prąd przerywany aparatem Bernsteina, ustawionym na 40 przerw, odległość cewek 90 mm, 120 mm i 150 mm, oczywiście jednaka w każdym doświadczeniu przy badaniu nerwu strony operowanej i zdrowej).

Wyniki tych doświadczeń zebrane są w tabeli I, a w tabeli

¹⁾ On the origin from the spinal cord of the vaso-dilator fibres of the hind-limb and on the nature of these fibres. *Journal of Physiol.*, 26, str. 173, 1900/901, i Further researches on antidromic nerve-impulses. Tamże tom 28, str. 273, 1902.

²⁾ Les origines des nerfs vaso-dilatateurs; leurs centres trophiques. *Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, tom 124, str. 969, r. 1897.

TABELA I.

Nerw.	Czas po operacji, dni:	Wielkość wahanja wstecznego:		Wielkość wahanja wstecznego wyrażona w odsetkach prądu spoczynkowego:	
		na odcinku centralnym:	na odcinku obwodowym:	na odcinku centralnym:	na odcinku obwodowym:
1.	160	32	67	25%	39%
2.	160	41	36	15%	23%
3.	162	36	35	19%	39%
4.	82	29	15	10%	4%
5.	85	51	31	18%	34%
6.	78	22	36	18%	45%
7.	76	26	15	13%	30%
8.	75	21	16	18%	40%
9.	75	38	26	32%	60%
10.	75	24	59	28%	60%
11.	79	33	31	16%	39%
12.	75	28	32	18%	40%
13.	79	18	13	12%	70%
14.	72	12	13	11%	30%
15.	59	34	18	15%	24%
16.	56	23	15	32%	38%
17.	56	12	17	17%	18%
18.	56	32	42	80%	41%
19.	56	12	11	25%	15%
20.	48	6	15	27%	44%
21.	52	35	20	16%	34%
22.	52	24	15	12%	21%
23.	52	20	12	13%	30%
24.	52	13	7	9%	14%

II zestawiliśmy 24 analogicznych doświadczeń na zdrowych nerwach przeważnie żab, z których pochodziły nerwy o przeciętych korzonkach. Ze względu na to, że wielkość wahanja wstecznego zależy też od natężenia prądu spoczynkowego, a prąd spoczynkowy, odprowadzony od górnego odcinka, bywał na ogół większy niż prąd spoczynkowy, jaki dawał dolny odcinek, przedstawiłem w IV i V kolumnie tabeli I, a w V i VI tabeli II wielkości wahanja wstecz-

TABELA II.

L. dośw.	Wielkość wahania wstecznego:		Wielkość wahania wstecznego w odsetkach prądu spoczynkowego:	
	na odcinku centralnym:	na odcinku obwodowym:	na odcinku centralnym:	na odcinku obwodowym:
1.	35	20	20%	80%
2.	50	36	20%	30%
3.	45	49	18%	54%
4.	36	50	12%	33%
5.	44	47	28%	47%
6.	45	43	17%	40%
7.	34	12	13%	17%
8.	21	23	16%	25%
9.	17	24	34%	28%
10.	60	66	18%	64%
11.	23	16	8%	11%
12.	51	23	20%	35%
13.	37	24	12%	18%
14.	15	18	33%	51%
15.	22	32	9%	34%
16.	29	15	25%	33%
17.	26	21	10%	18%
18.	25	31	18%	36%
19.	20	34	17%	40%
20.	45	44	13%	29%
21.	22	16	19%	30%
22.	11	11	4%	10%
23.	21	11	8%	18%
24.	41	22	29%	31%

nego, wyrażone w odsetkach prądu spoczynkowego. Z zestawień tych wyczytać można, że zachowanie się nerwów o włóknach, fizjologicznie przewodzących wyłącznie tylko w jednym kierunku, pod względem wahania wstecznego, otrzymanego w odcinku dośrodkowym a obwodowym, jest takie samo, jak w nerwach mieszanych. I tak widzimy, że co do wielkości wahania wstecznego było ono w nerwach operowanych w odcinku dośrodkowym większe niż

w obwodowym w 12 przypadkach, równe w obydwóch odcinkach 4 razy, a odwrotny był stosunek u 8 nerwów. W odsetkach ogólnej liczby doświadczeń tak się przedstawia ten stosunek: przewaga odcinka środkowego 50%, równość obu odcinków 17%, przewaga obwodowego 33%. W 53 nerwach zdrowych przewaga odcinka dośrodkowego była 24 razy (45%), równość obydwóch odcinków 11 razy (20%), a stosunek odwrotny od pierwszego 18 razy (35%). Zgodność obydwóch rodzajów doświadczeń wypadła więc wprost uderzająca.

Jeżeli porównywać będziemy ze sobą wielkości wahanias wstecznego, obliczone w stosunku do natężenia prądu spoczynkowego (kolumny IV i V względnie V i VI tabel), to zauważymy, że w nerwach zarówno zdrowych jak i operowanych przewaga odcinka obwodowego nad dośrodkowym jest bardzo wielka. I tak wahanie wsteczne, obliczone w odsetkach prądu spoczynkowego, było w operowanych nerwach na odcinku dolnym większe niż na górnym w 20 przypadkach (83%), prawie równe na dolnym i górnym raz (4%), a mniejsze na dolnym niż na górnym 3 razy (13%). W nerwach zdrowych z 50 doświadczeń pierwszy wypadek zachodził 42 razy (84%), drugi 4 razy (8%), trzeci również 4 razy (8%). Widzimy więc i tu ogromne podobieństwo między wynikami badania nerwów zdrowych mieszanych, a nerwów posiadających tylko włókna dośrodkowe.

Możemy zatem na podstawie opisanych doświadczeń wypowiedzieć zapatrywanie, że włókna nerwowe przewodzą stan czynny rzeczywiście w obydwóch kierunkach i to bez wyraźnej różnicy co do łatwości przewodzenia w jednym lub w drugim z nich tak, że kierunek fizyologicznego przewodzenia nie przeważa wcale nad przeciwnym. Wynika to szczególnie z faktu, że w nerwach o włóknach wyłącznie dośrodkowych przewaga tego kierunku dla wahanias wstecznego nie była w opisanych doświadczeniach więcej niż o 5% większa niż w nerwach mieszanych.

Ostateczne zaś potwierdzenie jednakowego przewodzenia włókien nerwowych w obydwóch kierunkach nie jest bez znaczenia także dla rozstrzygnięcia kwestyi udziału komórek nerwowych w czynnościach ośrodkowych układu nerwowego centralnego. Wiadomo bowiem, że jako argument za udziałem komórek nerwowych, a przeciw zapatrywaniu Bethego, że stan czynny omijać może komórki nerwowe, a przechodzić tylko przez t. zw. neuropil, podają

własność charakterystyczną dla układu nerwowego, odróżniającą go od nerwów obwodowych t. zw. nieodwracalność (*irreciprocitas*), t. j. przewodzenie tylko w jednym kierunku. Argument ten może mieć moc przekonywającą tylko wtedy, jeżeli dla włókien nerwów obwodowych ponad wszelką wątpliwość dowiedzimy, że zdolne są przewodzić równie dobrze w kierunku antidromicznym jak w fizyologicznym. A doświadczenia wyżej opisane stwierdzają to najzupełniej.

Prof. Dr. K. Twardowski



Wskazano charakterystyczny dla każdego z nich zbiór punktów, który jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych.

Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych.

Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych.

Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych. Wskazano również, że zbiór ten jest zbiorem punktów należących do jednej z dwóch rodzin prostych.

