

10825

Prof. Dr. K. Twardowski

*Neuronem koleckie*

*Prof. Dr. K. Twardowskiemu*

*ad autorem*

*10825*

ADOLF BECK.

# O nużeniu się nerwu.



LWÓW.

Z drukarni i litografii Pillera, Neumanna i Sp.

1907.



Z Zakładu fizyologicznego Uniwersytetu lwowskiego.

---

ADOLF BECK.

10825

# O nużeniu się nerwu.



LWÓW.

Z drukarni i litografii Pillera, Neumanna i Sp.  
1907.

<http://rcin.org.pl>

10825



---

Osobne odbicie z „Lwowskiego Tygodnika Lekarskiego“.  
Pod Redakcją **Prof. Dr. Włodzimierza Sieradzkiego**  
Nr. 29 1907.

---

**PAN 10825**



**K**  
**19.12.59**  
**A. 86¢**

H-121443



Kwestya, czy we włóknie nerwowem występują pod wpływem długo trwającego stanu czynnego objawy znużenia, była uważaną do niedawna za rozstrzygniętą.

Na podstawie dawniejszych badań Bernsteina <sup>1)</sup> Wedenskiego <sup>2)</sup> i Bowditcha <sup>3)</sup> przyjmowano powszechnie, że nerw albo wcale nie ulega znużeniu, albo też nuży się bardzo powoli. Badania te bowiem wykazały, że drażnienie nerwu, trwające nawet całemi godzinami, nie przestaje być skutecznem, jeżeli tylko przez ten czas uchronimy od znużenia narząd końcowy (mięsień), z którym nerw jest połączony.

Zaprzeczyć się nie da, że takie zachowanie się włókien nerwowych jest w sprzeczności z poglądami, które sobie wyrobiliśmy co do sposobu, w jaki odbywa się czynność nerwu, jak wogóle każdej tkanki żyjącej. Jakkolwiek bowiem nie wiemy dotąd, na czem właściwie polega ruch nerwowy, jakie to zmiany zachodzą we włóknie nerwowem, gdy stan czynny po niem się przesuwa,

<sup>1)</sup> Bernstein. Über die Ermüdung und Erholung des Nerven Pflügers Archiv. f. d. ges. Physiol. tom XV. 1877. str. 289.

<sup>2)</sup> Wedenski. Wie rasch ermüdet der Nerv? Centralbl. f. d. med. Wiss. 1884. Nr. 5.

<sup>3)</sup> Bowditch. Note on the nature of nerve force. Journ. of Physiol. VI. 1885.

to chyba nie może ulegać wątpliwości, że temu ruchowi towarzyszyć musi jakiś proces, w którym materya włókna się zużywa

A gdyby nawet zużywanie to było niesłychanie drobne i powolne, musiałyby ono w nerwie wyciętym prowadzić ostatecznie do wyczerpania się materyału potrzebnego do dalszej jego czynności.

Jeżeli trzeba by na poparcie tego zapatrywania dowodu doświadczalnego, to dostarczył go B a e y e r<sup>1)</sup>, wykazując, że nerw traci pobudliwość i zdolność przewodzenia w atmosferze pozbawionej tlenu, a tem samem, że w składniku czynnym włókna nerwowego odbywa się przemiana materyi, jak w każdej innej protoplazmie.

To też nie brak w nowszych czasach głosów, które zasadę nieznużalności nerwu uważają za nieprawdziwą. Głosy te znalazły też poparcie i w wynikach doświadczeń I tak G a r t e n<sup>2)</sup>, oznaczając zmiany elektryczne w nerwie węchowym (bezdżennym) szczupaka, przekonał się, że wychylenia elektrometru stają się coraz mniejsze w miarę, jak przedłuża się rytmiczne drażnienie, że natomiast znów powiększa się to wychylenie, gdy nerw czas jakiś (2 minuty) odpocznie. Gdy jednak bliżej badamy krzywe, które G a r t e n w swej pracy przytoczył, uderza nas okoliczność, że objawy znużenia nerwu występują już po nader krótkim czasie drażnienia, objawy znużenia zjawiają się tu daleko szybciej nawet niż w mięśniu, który mocno obciążony zmuszamy do rytmicznych skurczów maksymalnych. Wszak wiemy z doświadczeń K r o n e c k e r a<sup>3)</sup> wykonanych na mięśniu kulszowym żaby, że mięsień ten jest w stanie wykonać nieskończony szereg skurczów, jeżeli tylko odpowiednio do wielkości obciąż-

<sup>1)</sup> H. v. B a e y e r. Das Sauerstoffbedürfnis des Nerven. Zeitschrift f. allg. Physiol. tom. 2. str. 169.

<sup>2)</sup> G a r t e n. Beiträge zur Physiologie des Nerven nach Untersuchungen am Riechnerven des Hechtes. Jena 1903.

<sup>3)</sup> K r o n e c k e r. Ueber die Gesetze der Muskelermüdung. Monatsber. d. Berliner Acad. 1870 str. 629.

żenia dobierzemy rytm. Badania zaś Piaseckiego<sup>1)</sup> wykazały, że i u człowieka przez dobór odpowiedniego rytmu (pauza zupełnej odnowy mięśnia) otrzymać można krzywą ergograficzną o stałej wysokości skureczów.

Tymczasem wynika z wspomnianej krzywej Gartena, że już po kilkunastu podrażnieniach wychylenia elektrometru stają się mniejsze. W doświadczeniach swoich zasłużony ten badacz nie doprowadzał nerwu do zupełnego znużenia a tego rodzaju uzupełnienie badań mogło okazać się rzeczą pożyteczną. Jeżeli bowiem objawy osłabienia czynności nerwu występują już w tak krótkim czasie, należałoby się spodziewać, że można też dość prędko przez ciągłe drażnienie doprowadzić do zupełnego wyczerpania i znużenia włókien nerwowych.

Doświadczenia wreszcie Fröhlicha<sup>2)</sup> tylko pośrednio pozwalają wnioskować o nużeniu się nerwu użytego do badania, gdyż autor ten wykonał je na nerwach narkotyzowanych lub pozbawionych tlenu.

Celem wyjaśnienia sprzeczności w wynikach dotychczasowych badań i stąd powstałej różnicy poglądów o nużeniu się nerwów postanowiłem kwestę tę poddać ponownemu zbadaniu. Należało jednak wyszukać taki przedmiot badania, któryby pozwalał obserwować znużenie na aparacie końcowym nerwu, n. p. na (mięśniu), nie uciekając się jednak do zastosowania urządzeń wykluczających na czas pewien ten narząd końcowy od czynności.

Jak wiadomo główną trudność badania znużenia nerwu stanowiło to, że aparat końcowy, którego w doświadczeniach zwykle używamy do obserwowania czynności nerwu, tj. mięsień prążkowany, sam nadwyzyczaj łatwo ulega znużeniu. Z tego też powodu starano się wykluczyć mięsień przez chwilowe zniesienie przewodnictwa nerwu już to przez wywoływanie w nim zmian elektrotonicznych

<sup>1)</sup> E. Piasecki. Przyczynek do wiadomości o prawach pracy mięśniowej. Rozprawy Wydz. mat.-przyr. Akademii Umiej. w Krakowie. Serja B. tom XLVII. 1907.

<sup>2)</sup> Fröhlich. Die Ermüdung des markhaltigen Nerven. Zeitschr. f. allgem. Physiol. tom 3. str. 468.



(Bernstein l. c. Wedenski l. c.), już też zapomocą kurary (Bowditch l. c.), lub atropiny (Lambert). Atoli doświadczenia takie nie pozwalają wykluczyć z wszelką pewnością, że równocześnie w jakiś sposób nie wpływa się także na pobudliwość nerwu lub nawet na zdolność przewodzenia całego pnia nerwowego tak, że drażnienie staje się na czas jakiś zupełnie bezskuteczne. Badania zaś izolowanego nerwu bez związku z aparatem końcowym znowu nie dają nam absolutnej pewności, że cała zmiana elektryczna, którą obserwowano czy to zapomocą galwanometru (du Bois-Reymond<sup>1)</sup> lub elektrometru (Garten l. c.) czy też zapomocą telefonu (Wedenski l. c.) jest wyrazem li tylko przewodzenia stanu czynnego we włóknach nerwowych. Ostrożność we wnioskowaniu jest tu tem bardziej wskazaną, że posługiwano się w tych doświadczeniach do drażnienia prądami indukcyjnymi nadzwyczaj silnymi.

Za narząd, który mógłby wskazywać stan czynny nerwu, sam się nie nużąc lub nużąc się tylko bardzo powoli, uważałem mięśnie tęczówki. Albowiem już pobieżny rzut oka na czynność tęczówki poucza nas, że mięśnie w niej zawarte (zwieracz i mięsień rozszerzający źrenicę) niełatwo ulegać muszą znużeniu. Wszak wiadomo, że np. przez wkraplanie do worka spojówkowego środków zwężających lub rozszerzających źrenicę można wywołać i utrzymać przez czas bardzo długi stały skurcz jednego z mięśni tęczówki. Wprawdzie badania Schulza<sup>2)</sup> wykazują, że mięśnie gładkie nużą się podobnie jak prądkowane, należy jednak zważyć, że Schultz badał mięśnie wycięte, które drażnił nadzwyczaj silnymi podnieťami (prąd indukcyjny, ogniwo 2 Wołty cewki nasunięte).

<sup>1)</sup> Du Bois-Reymond. Untersuchungen über tierische Electricität Berlin 1848.

<sup>2)</sup> P. Schulz. Zur Physiologie der längsgestreiften (glatten) Muskeln der Wirbeltiere. IV. Beitrag. Archiv f. Physiol. 1903. Supplementband.



Widzimy bowiem, że większość mięśni gładkich zarówno przewodu pokarmowego, jak narządu moczowego (np. zwieracze) i układu naczyniowego zdolne są do trwałych, prawie nieustających, skurczów bez objawów znużenia. Co prawda, jak zobaczymy, zachodzą wątpliwości, czy ten stan „skurczowy“ mięśni gładkich należy uważać za wyraz czynnego skrócenia się włókien mięsnych, okoliczność ta jednak niema żadnego wpływu na wnioski, który można wysnuć z tego rodzaju doświadczeń dlatego też mięśnie gładkie, osobiście mięśnie tęczówki, nadają się znakomicie do badania znużenia tych nerwów, które je zaopatrują. Skurcz mięśnia zarówno zwieracza jak i rozwieracza ma do pokonania bardzo mały tylko opór, tj. elastyczność swego antagonisty i reszty tkanki tęczówki.

Jako przedmiot badania wybrałem najpierw nerw współczulny szyjny (*n. sympathicus*), który zaopatruje mięsień rozszerzający źrenicę. Do doświadczeń używano kotów, u których obserwowanie źrenicy jest nader dogodnie a oddzielenie n. współczulnego od przebiegającego z nim razem nerwu błędnego nie przedstawia zbyt wielkich trudności tak, że można być prawie pewnym, że się nerwu tego podczas preparowania nie uszkodzi. Nerw odstawiano ostrożnie na przestrzeni 15–20 mm. i nie przecinając go, podkładano pod niego elektrody Ludwiga lub odpowiednio przezemnie urządzone elektrody bardzo lekkie, a dające pewny kontakt. Elektrody wraz z nerwem zagłębiano następnie w ranę, którą zamykano szwem lub zaciskiem w tym celu, aby nerw uchronić od wysychania lub oziębienia. Drażnienie odbywało się prądem indukcyjnym, przyczem dobierano prąd o takim natężeniu, aby rozszerzenie źrenicy było maksymalne lub zbliżone do maksymalnego.

Już pierwsze próby przekonały, że takie rozszerzenie podczas drażnienia utrzymuje się w pierwotnej wielkości bardzo długo a jeżeli maleje to tylko powoli i nieznacznie.

Nie należało jednak ograniczyć się do obserwowania stanu tęczówki podczas trwania drażnienia. Albowiem wiadomo, że mięśnie gładkie, drażnione za pośrednictwem nerwu przez czas dłuższy, przechodzą w rodzaj kontraktury tak, że i po ustaniu bodźca nerwowego same pozostają jakby w stanie skurczu. Kontraktura ta, jak się zdaje, nie jest wcale następstwem czynnego skurczu mięśnia, lecz przychodzi do skutku wedle przypuszczenia Grütznera,<sup>1)</sup> dzięki pewnym urządzeniom mechanicznym hamulcowym (*Haftmechanismen*), które sprawiają, że mięsień przybrawszy formę nadaną mu przez skurcz, pozostaje w niej aż do dalszej zmiany kształtu.

Z tem też zjawiskiem należało się z góry liczyć i starać się dociec, czy rozszerzenie źrenicy, — gdyby ono utrzymywało się przez dłuższy czas drażnienia nerwu — jest rzeczywiście następstwem impulsów przez nerw doprowadzonych, czy też może jest wyrazem kontraktury mięśnia, jako skutku tego drażnienia nawet pomimo, że nerw sam uległ znużeniu i przestał przenosić podniety do mięśnia. Aby usunąć te wątpliwości, przerywano co pewien czas drażnienie na kilkanaście lub kilkadziesiąt sekund i obserwowano dokładnie zachowanie się źrenicy w czasie tej pauzy i potem po rozpoczęciu ponownego drażnienia. W jednym tylko doświadczeniu pauzy te trwały nieco dłużej (do 2 minut), ponieważ jednak przerwy w drażnieniu były stosunkowo bardzo rzadkie, co godzi na lub rzadziej) a całe doświadczenie trwało 17 godzin, nie można przypuścić, aby przerwy te mogły stanowić odpoczynek dla nerwu, gdyby stan czynny wywoływał znużenie.

Wszystkie doświadczenia dały wyniki tak zgodne ze sobą, że po pierwszych czterech doświadczeniach, wykonanych w sposób wyżej podany, nie potrzeba było powtarzać ich więcej w taki sam sposób. Badanie następne musi się zwrócić do śledzenia, jaki wpływ wywierają

---

<sup>1)</sup> P. Grützn er: Die glatten Muskeln. Ergebnisse der Physiologie. Tom III Dział 2. 1904, str. 79.

zmiany warunków życiowych nerwów na ich zdolność nużenia się.

Dla przykładu przytoczę protokół jednego doświadczenia.

### Doświadczenie z dnia 12. stycznia 1907.

Kot ważący 3600 gramów, uspiony wodnikiem chloralu. Nerw współczulny lewy. Minimalne rozszerzenie źrenicy, przy odległości cewek 32 ctm, maksymalne przy 22 ctm.

Godzina 10.35. Rozpoczęto drażnienie przy odległości cewek 18 ctm. Rozszerzenie maksymalne, szerokość rąbka tęczówki około 1 mm.

Godzina 11.6(31') Pasek tęczówki bardzo wązki (koło 1 mm). Przerwano drażnienie na 40 sek. Dopiero po 16 sek. widoczne zwężenie zwiększające się stopniowo lecz bardzo powoli tak, że po 40 sek. pasek tęczówki wynosi 2½ mm. Z chwilą rozpoczęcia ponownego drażnienia maksymalne rozszerzenie, pasek tęczówki 1 mm, jak przed przerwaniem drażnienia.

Godzina 11.29(54') Przerwano drażnienie na 30 sekund. Po 15 sek. widoczne zwężenie; po 30 sek pasek tęczówki przeszło 2 mm. Ponowne drażnienie wywołuje szybko rozszerzenie źrenicy.

Godzina 11.57(1<sup>h</sup>22'). Przerwano drażnienie na 30 sek., wynik jak poprzedni.

Godzina 12.41(2<sup>h</sup>6') Przerwano drażnienie na 30 sek. Zwężenie występuje jeszcze wolniej i słabiej, tak, że po 30 sekundach pasek tęczówki nie dochodzi 2 mm, drażnienie po pauzie wywołuje rozszerzenie maksymalne

Godzina 1.09(2<sup>h</sup>34'). Po 60 sek. niedrażnienia źrenica zwężyła się do średnicy mniej więcej 5 mm. Pasek tęczówki 3½ do 4 mm. Ponowne zadrażnienie daje szybko rozszerzenie maksymalne.

Godzina 1.35(3<sup>h</sup>). Po 60 sek. niedrażnienia — pasek tęczówki około 3—4 mm. Po zadrażnieniu natychmiastowe maksymalne rozszerzenie.

Godzina 2.15(3<sup>h</sup>30). Po 60 sek. niedrażnienia — pasek tęczówki 4 mm. Po zadrażnieniu natychmiast maksymalne rozszerzenie.

Godzina 2.50(4<sup>h</sup>15'). Po 15 sek. niedrażnienia — źrenica zaczyna się zwężać. Po 60 sek. pasek tęczówki 4 mm. Po rozpoczęciu drażnienia natychmiast maksymalne rozszerzenie.



Godzina 3.50(5<sup>h</sup>15'). Po 40 sek nie drażnienia - - źrenica zwężona średnicy mniej więcej 5 mm. Pasek tęczówki 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> do 5 mm. Po zadrażnieniu natychmiast maksymalne rozszerzenie.

Godzina 4.56(6<sup>h</sup>21'). Przerwanie drażnienia na 60 sek. Pasek tęczówki 4 mm. Drażnienie po przerwie wywołuje od razu maksymalne rozszerzenie.

Godzina 6.05(7<sup>h</sup>30'). Przerwa w drażnieniu na 70 sekund. Pasek tęczówki wynosi 4 mm. Po ponownem zadrażnieniu wynik taki sam.

Godzina 6.37(8<sup>h</sup>2'). Przerwanie drażnienia 70 sekund. Pasek 6 mm. Po zadrażnieniu taki sam skutek.

Godzina 7.37(9<sup>h</sup>2'). Przerwano drażnienie na 40 sek. Pasek tęczówki 5-6 mm. **Po zadrażnieniu szybkie maksymalne rozszerzenie.**

Dwa inne doświadczenia trwały 2 godz. 47 min. i 3 godz 5 min., ostatnie zaś rozpoczęło się dnia 3<sup>o</sup> stycznia o godz. 6:30 popołudniu i trwało przez całą noc do drugiego dnia o 11:30 przedpołudniem a więc **17 godzin (!)** i nawet po upływie tego czasu nie zauważono wyraźnego znużenia.

Opisane doświadczenia potwierdzają spostrzeżenia Bernsteina, a szczególnie Bowditcha i Wędzkiego, że objawy znużenia występują w drażnionych nerwach niestłuchanie powoli, tak, że nerwy możnaby wprost uważać za tkanki wcale się nie nużące. Nieznaczne bowiem objawy osłabienia reakcyi na podniecie, które niekiedy zauważono w naszych doświadczeniach, można snadnie przypisać zmniejszeniu się pobudliwości a nie znużeniu nerwu, dla którego to osłabienia pobudliwości dość było powodów. Zwierzęta ciepłokrwiste stanowią wogóle materiał dość niekorzystny dla badań fizyologicznych na układzie nerwowym, jeżeli doświadczenie trwać musi przez czas dłuższy. I tu zwierzę musiało leżeć unieruchomione przez szereg godzin, z konieczności uspione (wodnikiem chloralu); że przemiana materyi na tem cierpi, i że to może niekorzystnie wpływać i na żywotność i odporność tkanki nerwowej, trudno wątpić. A jeżeli do tego dodamy jakieś lekkie uszkodzenie (np. naciąganie)

nerwu współczulnego, którego z absolutną pewnością wykluczyć nie podobna podczas odślaniania i oddzielania go od nerwu błędnego, dalej drażnienie sztuczne dość silnym prądem indukcyjnym, i jeżeli mimo to objawy osłabienia reakcyi były tak nieznaczne, to koniecznie dojść musimy do wniosku, że w warunkach zupełnie prawidłowych, podczas przewodzenia podniet fizyologicznych, które co do natężenia swego nie mogą iść w porównanie z podnietami sztucznymi, włókno nerwowe wcale się nie nuży.

Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia sprzeczność naszych wyników z otrzymanymi przez Gartena, który, jak widzieliśmy, obserwował stosunkowo dość szybkie nużenie się nerwu. Można przyjąć, że rezultat taki otrzymał Garten dlatego, że jako preparatu do badania używał nerwu ryby (węchowego nerwu szczupaka), który dla doświadczeń elektrometrycznych musiał wycinać. Wiadomo, że tkanki ryb są daleko wrażliwsze na brak tlenu niż tkanki innych zwierząt zimnokrwistych, że obumierają one także o wiele łatwiej niż tkanki płazów np. żab. Tembardziej wycięcie całkowite nerwu czyniło warunki utrzymania jego pobudliwości o wiele mniej korzystne. Już sam Garten zauważył, że zupełnie świeże nerwy dają na początku doświadczenia obraz odwrotny, to znaczy nie osłabienie, lecz owszem zwiększenie wychyleń („*Treppe*“). Stwierdza to oddawna znane zjawisko, że bezpośrednio po przecięciu nerwu pobudliwość jego wzrasta, a dopiero później się obniża.

Potwierdzenie tego zapatrywania znajduję i w własnych, nie przytoczonych tu doświadczeniach, w których nerw współczulny przecinałem. U jednego mianowicie kota badałem zachowanie się nerwu współczulnego przed przecięciem i po przecięciu go, u drugiego zaś drażniono równocześnie obydwie nerwy współczulne, z których jeden był przecięty, podczas gdy drugi pozostał nienaruszony. Oba te doświadczenia wykazały, że nerw przecięty

okazuje objawy znużenia mniej więcej po upływie godziny.

Doświadczenia te zresztą tłumaczą nam, jak pogodzić brak nużenia się nerwów z niewątpliwem przecież zużyciem materiału w czasie czynności. Trzeba przypuścić, że stan czynny nerwu połączony jest z bardzo nieznacznym tylko zużyciem materii i że w korzystnych warunkach, gdy nerw jest cały, nienaruszony, zagłębiony w tkankach, zmiany wywołane w nim przez drażnienie mogą się całkowicie wyrównywać. Jest wtedy umożliwiona zupełna odnowa zużytego materiału, względnie też ułatwioną możliwość całkowitego pozbycia się groźnych podczas czynności produktów rozpadu. Wszystkie zaś doświadczenia, w których obserwowano znużenie, były wykonane w warunkach dla takiej odnowy niekorzystnych.

Kwestya, która stanowi przedmiot niniejszej pracy, należy do tych, w których jedno doświadczenie z wynikiem dodatnim t. j. wykazującym brak nużenia się powinno nas zupełnie przekonać, wnioski z takiego doświadczenia wysnute nie mogą być zachwiane nawet dziesiątkami doświadczeń o wynikach ujemnych. Boć jest rzeczą jasną, że skoro uda się choćby raz jeden wykazać, że włókna nerwowe mogą być czynne przez kilka do kilkunastu godzin bez wyczerpania się, to wyniki odmienne innych doświadczeń muszą być uważane za następstwo sztucznych wpływów niekorzystnych, spowodowanych samym sposobem urządzenia tych doświadczeń.

Ale jeszcze jeden szczegół nader interesujący wyszedł na jaw w pracy, z której zdałem tu sprawę. Drażnienie nerwu współczulnego odbywało się na szyi w każdym razie poniżej pierwszego zwoju szyjnego (*gangl. cervicale sup.*), wiemy także, że włókna nerwu współczulnego zaopatrujące mięsień rozszerzający źrenicę, przechodzą w oczodole przez zwój rzęskowy (*ganglion ciliare*). Owoż jeżeli przyjmiemy za rzecz niewątpliwą — do czego nas uprawnia cały szereg faktów dostarczonych przez doświadczenie —, że komórki nerwowe ulegają łatwo znu-



zeniu, to zestawiając to z wynikami powyżej podanymi, wykazującymi, że w włóknach nerwu współczulnego rozszerzających źrenicę nie występują objawy znużenia, musimy przyjąć, że włókna te w przebiegu swoim nie przechodzą przez komórki zwojów, względnie nie rozszczepiają się tu one jako zakończenie neuronu. Szczegół ten nie jest oczywiście bez znaczenia i powinien być stwierdzony badaniami anatomicznymi.

W pracach swoich nad pobudliwością różnych miejsc tego samego nerwu <sup>1)</sup> używałem jako przedmiotu badań między innymi także i nerwu współczulnego. Ta część doświadczeń spotkała się z zarzutem Munka i Schultza <sup>2)</sup>, że nerwu tego nie można równać z innymi nerwami obwodowymi, albowiem włókna jego przechodzą przez zwoj nerwowy.

Pomijając to, że przebieg taki, nawet gdyby włókna rzeczywiście weszły w skład komórek nerwowych, lub kończyły się w zwoju, w niczem nie osłabia wniosków, które z badań nad pobudliwością nerwu wysnułem, to w obecnem oświetleniu okazuje się zarzut ten tem bardziej niesłusznym.

---

<sup>1)</sup> Pamiętnik Wydz. mat. przyr. Akademii Umiej. w Krakowie tom XV. 1888. Rozprawy Wydz. mat. przyr. Akad. Um. r. 1887. Archiv. f. Anat. u. Physiol. Physiolog-Abthlg. 1897.

<sup>2)</sup> I. Munk u. P. Schultz. Die Reizbarkeit des Nerven an verschiedenen Stellen seines Verlaufes. Arch. f. An. u. Physiol. Phys. Abthlg. 1898 str. 302.











