

O ZMIENNOŚCI OBRAZU ODRUCHU ZATOKI SZYJNEJ PRZY DRAŻNIENIU NERWU ZATOKOWEGO BODŹCAMI ELEKTRYCZNYMI

Z Zakładu Fizjologii Człowieka A. M. w Lublinie

Kierownik: prof. dr W. Hołobut

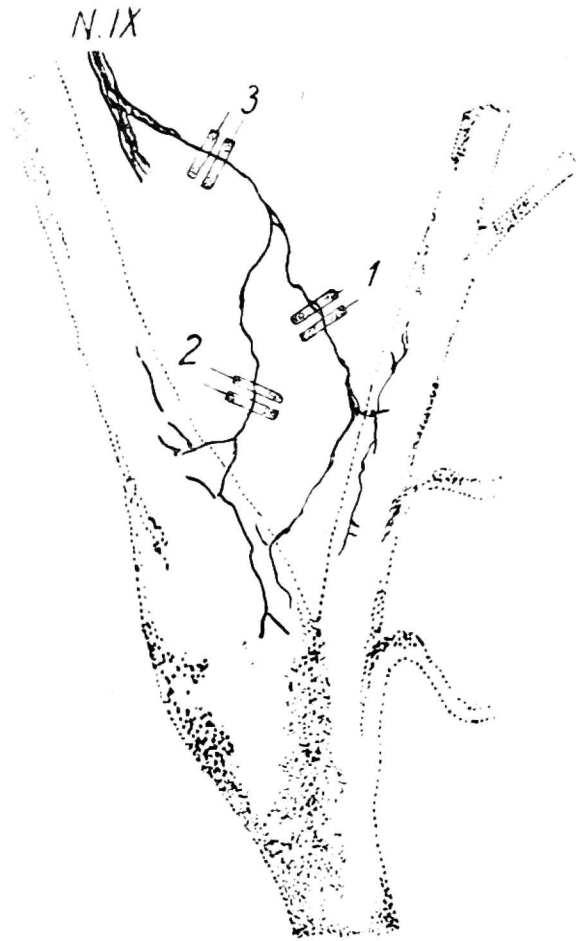
Reakcje odruchowe, z zatoki szyjnej na bodźce natury adekwatnej były i są przedmiotem licznych prac, dzięki czemu mechanizm ich jest stosunkowo dobrze poznany. Również farmakologia zatoki szyjnej jest szeroko opracowana i posiada obfite, z każdym rokiem narastające coraz to bardziej piśmiennictwo. Nieliczne, a przy tym niekompletne i niejednolite są dane, dotyczące reakcji odruchowych z zatoki szyjnej pod wpływem bodźców elektrycznych stosowanych na nerw Heringa. Neil, Redwood i Schweitzer drażniąc bodźcami elektrycznymi o zmiennej sile i częstotliwości, obserwowali u kotów uspijonych chloralozą wzrost ciśnienia krwi, podczas gdy u psów w tych samych warunkach występowały zawsze objawy depresyjne. W doświadczeniach Filistowicz, przeprowadzonych na królikach, można było obserwować wyraźną zmienność obrazu reakcji odruchowej, polegającą na tym, że drażnienie nerwu Heringa elektrycznymi bodźcami słabszymi i o częstotliwości mniejszej w granicach do 200 cykli wywoływało spadki ciśnienia tętniczego, podczas gdy drażnienie silniejszymi bodźcami, lub w rytmie częstszym powodowało efekty presyjne. Podobne wyniki w zakresie zmian ciśnienia tętniczego przy drażnieniu nerwu tętnicy głównej (*n. depressor*) bodźcami elektrycznymi, świadczące o zależności występowania już to depresyjnego, już to presyjnego efektu od siły i częstotliwości bodźców otrzymali w swoich doświadczeniach Dełow i Filistowicz. W przeciwieństwie do tych danych Buija, stale w tych razach obserwował wyłącznie reakcje depresyjne.

Przytoczone powyżej wyniki prac, dotyczących zarówno nerwu zatokowego jak i nerwu t. głównej, nie są jednolite, przy czym dotyczą wyłącznie tylko narządu krążenia w zakresie obserwowanych reakcji pod postacią zmian ciśnienia tętniczego, pomijając zupełnie zmiany w oddychaniu. Mając to na względzie oraz bezsprzeczne metodyczne znaczenie dla fizjologii, jakie posiadają bodźce elektryczne, jakkolwiek nieadekwatne lecz dające się stosować w określonej sile, rytmie i czasie trwania, uważaliśmy za celowe zbadanie zmian odruchowych ciśnienia tętniczego i oddychania, zachodzących pod wpływem bezpośredniego drażnienia nerwu Heringa takimi bodźcami.

W badaniach użyliśmy ekscytatora elektronowego, dającego impulsy elektryczne typu prostokątnego, o długości trwania w trzech zakresach 0,25, 0,5 i 1,0 milisekundy, o częstotliwości w granicach od 2 do 100 na sekundę, przy rozporządzalnej sile od dziesiątych do kilkudziesięciu woltów.

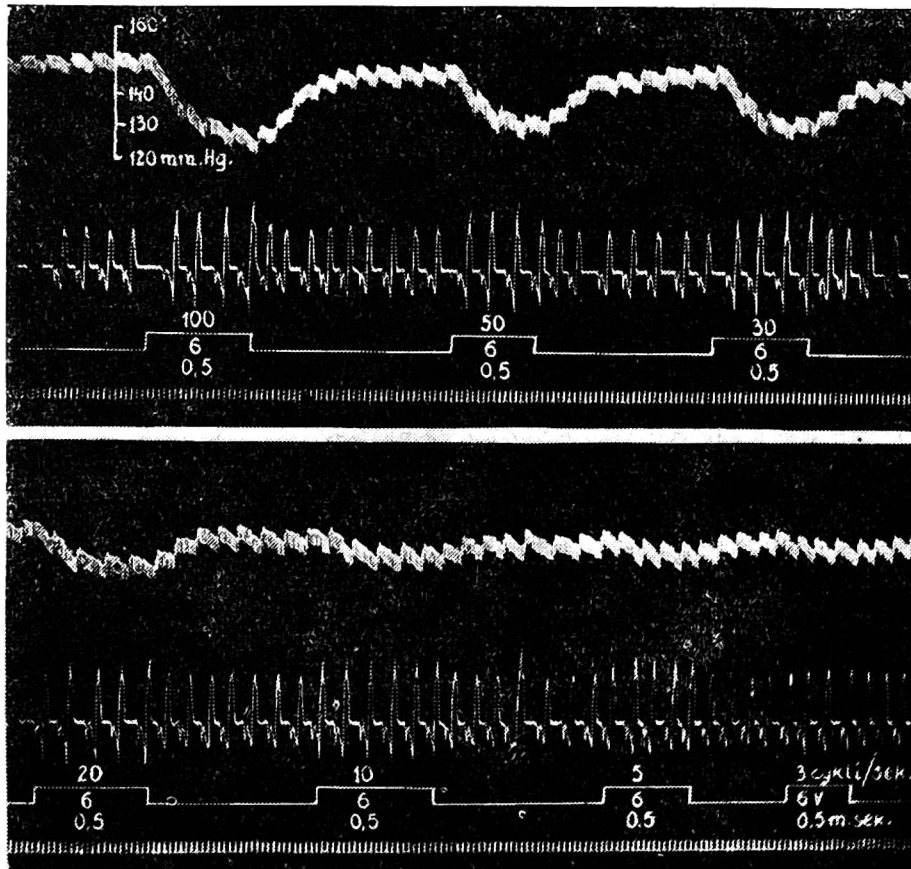
Doświadczeń przeprowadzono w ogólnej liczbie 24, na psach uspijonych ewipianem sodowym. W I serii doświadczeń drażniono wspólny pień nerwu zatokowego za po-

mocą pary delikatnych elektrod srebrnych drażniącego obwodu ekscytatora. W kilku doświadczeniach II serii drażniliśmy naprzemiennie i w sposób oddzielny, już to wspólny pień nerwu Heringa już to każdą z jego dwóch wiązek macierzystych, używając w tym celu trzech par identycznych elektrod (ryc. 1), do których impulsy ekscytatora skierowywano przez odpowiednie nastawienie komutatora. Ciśnienie krwi zapisywano manometrem rtęciowym w tętnicy udowej, oddychanie natomiast poprzez rurkę tracheotomijną połączoną z bębenkiem Marey'a.



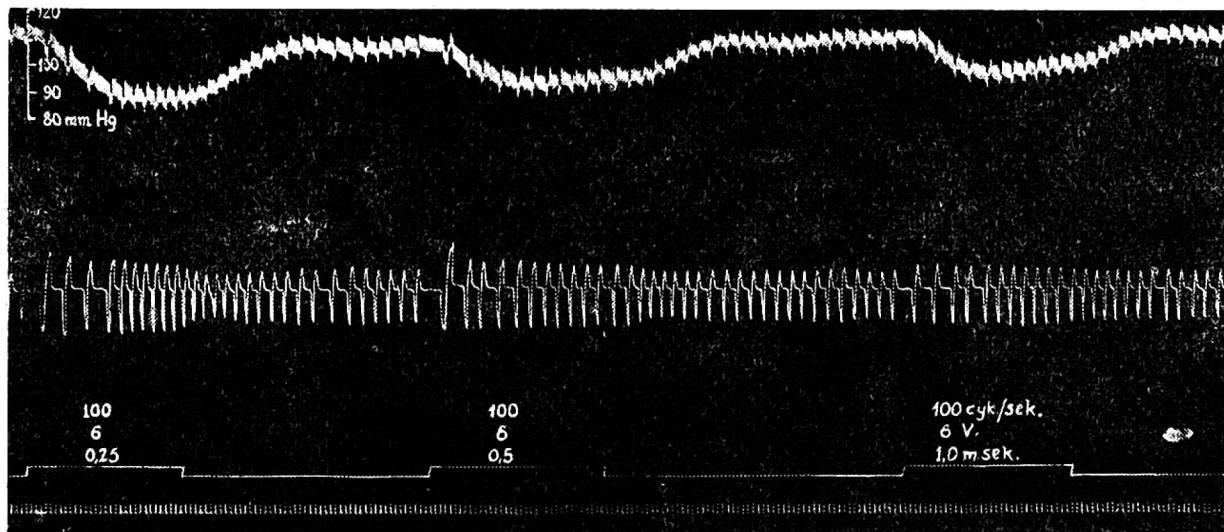
Ryc. 1. Schemat drażnienia nerwu zatokowego

Co się tyczy zmian w ciśnieniu tętniczym zachodzących odruchowo pod wpływem drażnienia zarówno wspólnego pnia jak i każdej z obu wiązek macierzystych nerwu Heringa, to były one zawsze charakteru depresyjnego. Widoczne spadki wynosiły od 20 do 50% wartości wyjściowych ciśnienia tętniczego. Spadki te pogłębiały się w zależności od stosowania bodźców wzrastających pod względem siły (w granicach od 6—25 voltów) jak to widać na ryc. 5 przedstawiającej fragment doświadczenia 6, jak też w zależności od wzrastającej częstości (od 2 do 100 na sekundę — co uwidacznia ryc. 2, przedstawiająca fragment doświadczenia 1).



Ryc. 2. Doświadczenie 1. — 22. V. 1953 r. Pies wagi 12 kg
Od góry do dołu: ciśnienie tętnicze, oddychanie, sygnały drażnienia ze wskaźnikami częstości, siły (volty) i długości poszczególnych bodźców w milisekundach.
Czas w sek.

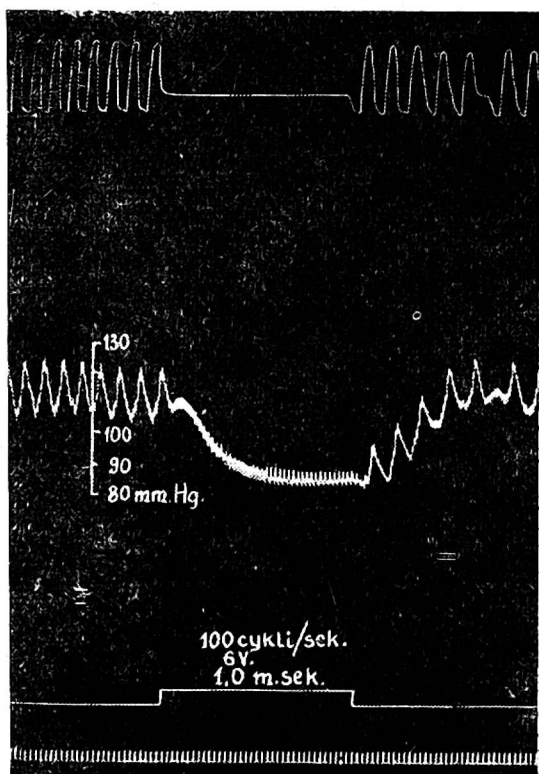
Impulsy najkrótsze, trwające 0,25 milisekundy, były najbardziej efektywne w porównaniu z impulsami dłuższymi, trwającymi w skali przez nas stosowanej 0,5 i 1,0 milisekundę (ryc. 3).



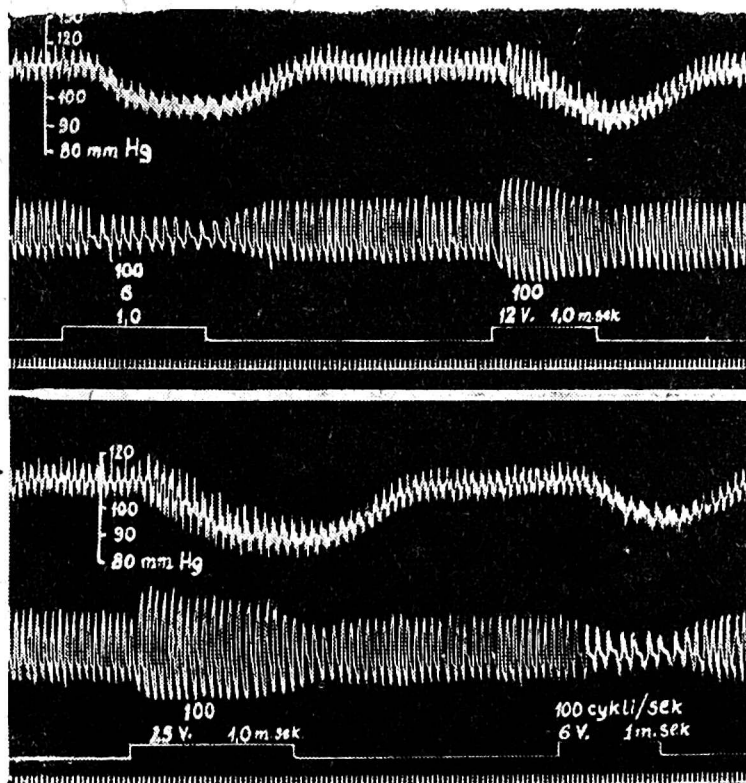
Ryc. 3. Doświadczenie 14. — 22. II. 1954 r. Waga 18 kg. Oznaczenia jak poprzednio. Zależność wielkości efektu depresyjnego od długości trwania bodźca. Najkrótszy, 0,25 milisek. daje efekt największy

W doświadczeniach naszych ani w jednym przypadku nie obserwowaliśmy reakcji wzrostu ciśnienia tętniczego przy drażnieniu nerwu Heringa w warunkach wyżej przedstawionych.

Co do zmian oddychania, to obserwowano dwojakiemu rodzaju reakcje przy drażnieniu wspólnego pnia nerwu zatokowego. W niektórych do-



Ryc. 4. Doświadczenie 8. — 30. VI. 1953 r. Waga 21 kg. Od góry do dołu: oddychanie, ciśnienie tętnicze, sygnał drażnienia ze wskaźnikiem częstotliwości, siły i długości trwania bodźca. Efekt pełnego zahamowania oddechów

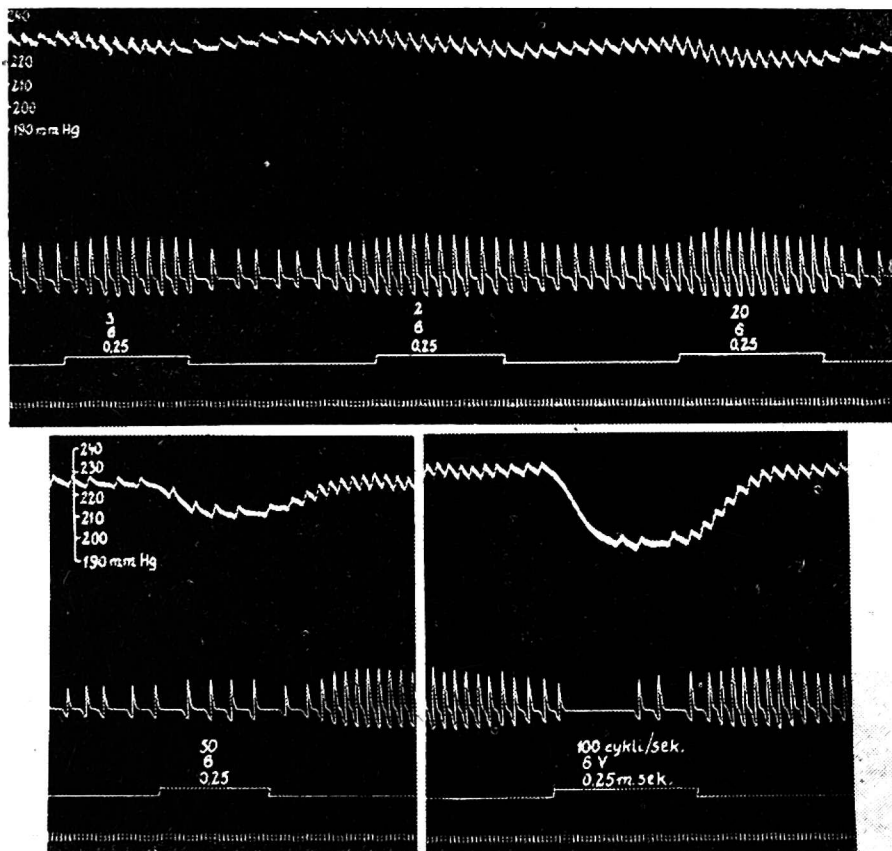


Ryc. 5. Doświadczenie 6. 5. VI. 1953 r. Waga 13 kg.

Od góry do dołu: ciśnienie tętnicze, oddychanie, sygnały drażnienia ze wskaźnikami częstotliwości, siły i długości poszczególnych bodźców w milisekundach, czas w sekundach. Zmienność reakcji oddechowych zahamowania lub wzmożenia oddychania w zależności od siły bodźców

świadczeniach występowało przyspieszenie i wzmożenie oddychania, w innych zaś upośledzenie aż do zahamowania włącznie (ryc. 4). Niejednokrotnie w jednym i tym samym doświadczeniu można było uzyskać dwoisty typ odpowiedzi w zależności od siły bodźców i ich częstości.

I tak w doświadczeniu 6 (ryc. 5) np. drażnienie wspólnego pnia nerwu Heringa bodźcami o sile mniejszej od 6 voltów dawało upośledzenie ruchów oddechowych, podczas gdy naprzemienne drażnienie bodźcami o tej samej częstości 100/sek. i o tej samej długości trwania (1 milisekunda) — lecz o sile większej, bo 12 i 25 voltów — wywoływało wybitne wzmożenie i przyspieszenie oddechów.



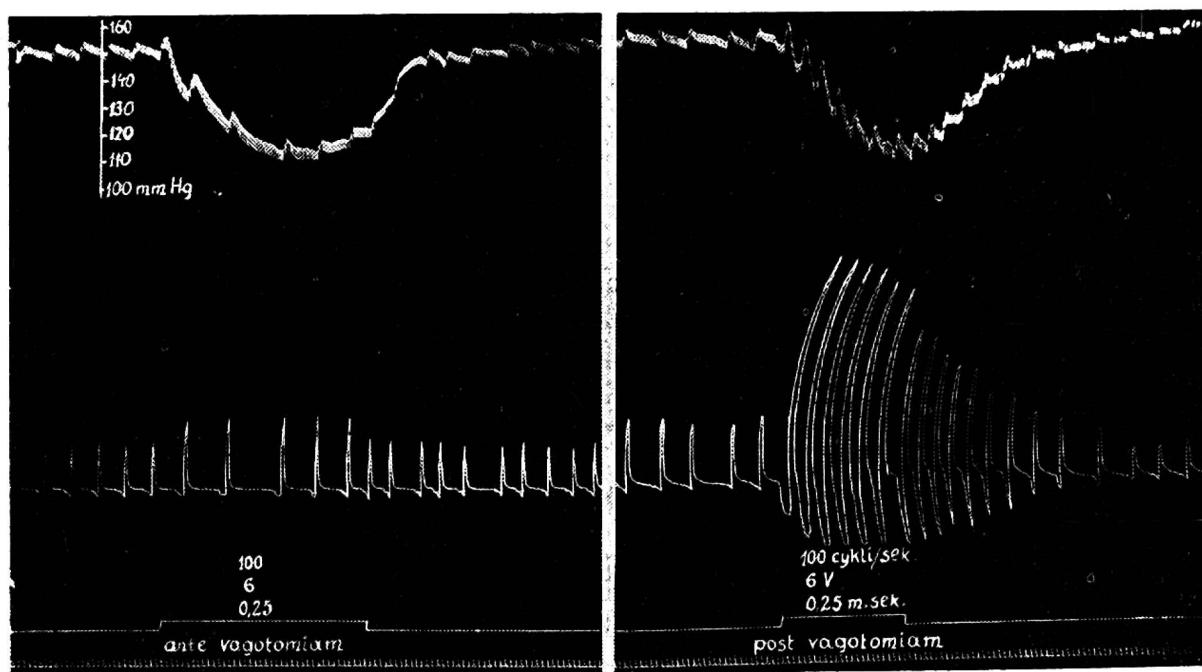
Ryc. 6. Doświadczenie 22. — 6. VI. 1954 r. Waga: 13 kg.

Oznaczenia jak poprzednio. Zmienność reakcji oddechowych zahamowania lub wzmożenia oddychania w zależności od częstości bodźców

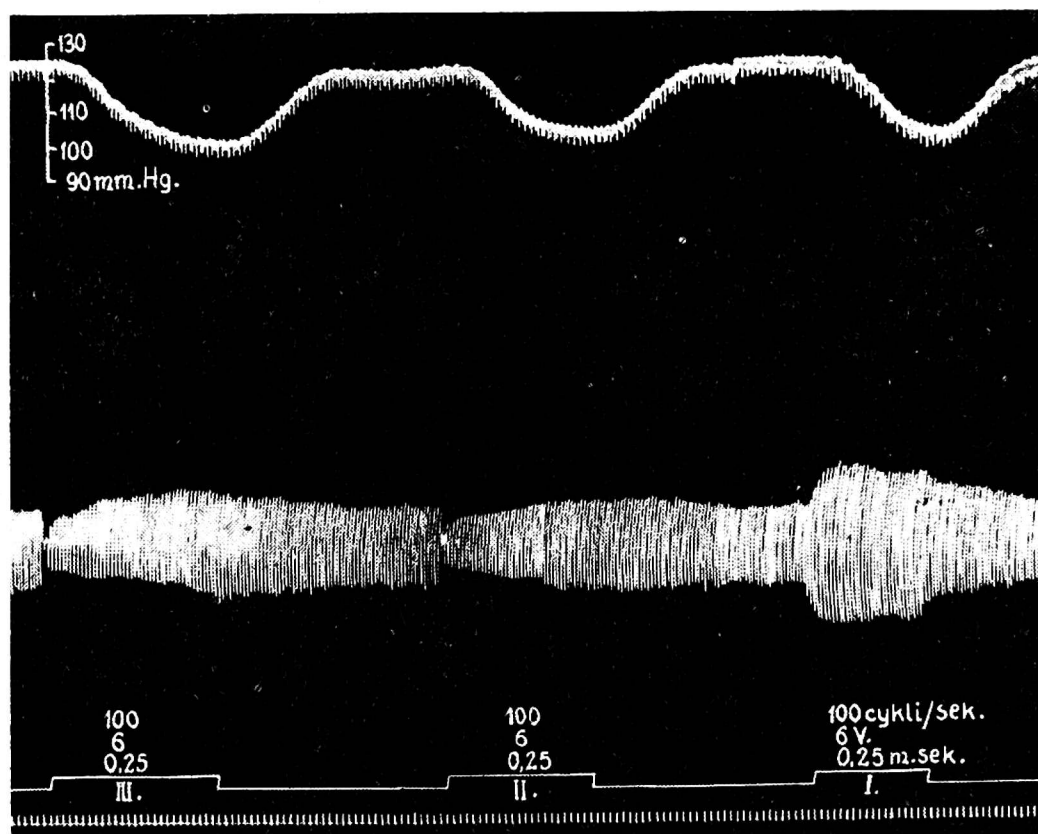
Doświadczenie 22 (ryc. 6) przedstawia przykład zależności zmiennego obrazu reakcji oddechowych od częstości bodźców. Przy tej samej bowiem sile i długości trwania, bodźce o rytmie rzadkim 2, 3 i 20 na sekundę przyspieszają i wzmagają oddychanie, podczas gdy stosowane w rytmie częstszym 50 i 100 na sekundę upośledzają, a nawet hamują oddychanie zupełnie. Tak więc okazało się, że bodźce słabe i o dużej częstości hamują, natomiast bodźce silne i o częstości małej wzmagają oddychanie. Wygląda tak, jakby w przypadku hamowania oddechów były pobudzone włókna o większej labilności w znaczeniu *Uchtomskiego*, zaś w przypadku wzmożenia oddechów włókna o labilności mniejszej.

Przecięcie nerwów błędnych nie zmieniało zasadniczo dwoistości charakteru reakcji oddechowych. Reakcje wyrażające się hamowaniem, po vagotomii były takie same, reakcje natomiast wyrażające się wzmożeniem oddychania, po vagotomii jeszcze bardziej się pogłębiały. Jest to w pełni zrozumiałe, gdyż wypadnięcie czynności nerwów błędnych wyłącza sterujący i w pewnym stopniu hamujący odruch Hering-Breuera.

W doświadczeniach II serii, w których drażniono naprzemiennie zarówno wspólny pień (na rycinach 8, 9 i 10 zaznaczony jako III) jak i obie macierzyste wiązki nerwu Heringa z osobna (na rycinach 8, 9 i 10 zazna-



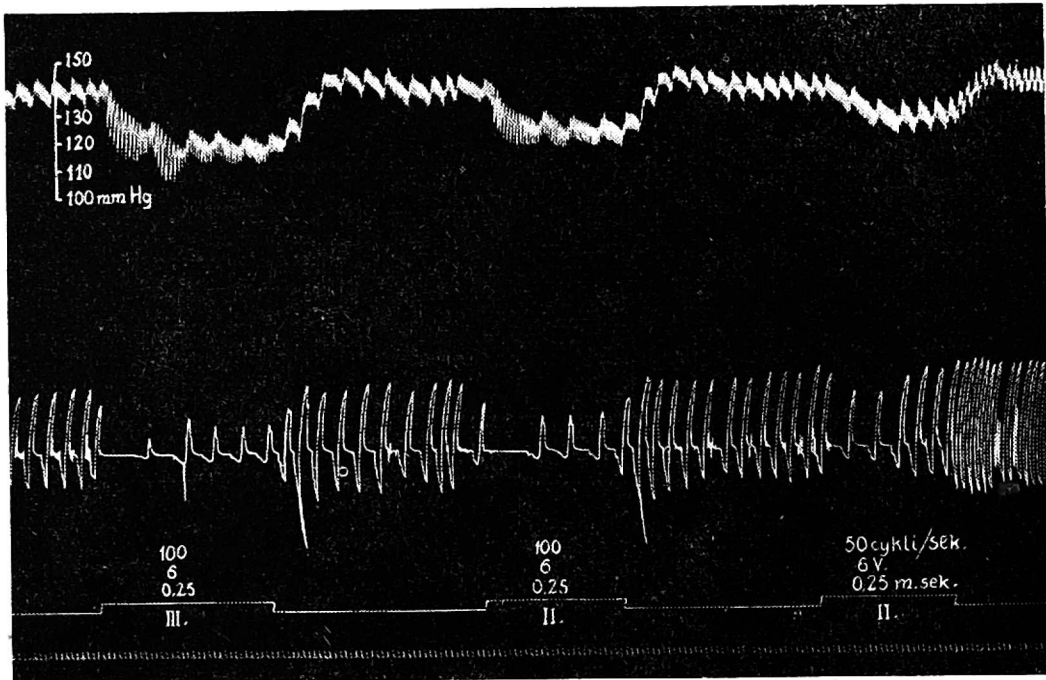
Ryc. 7. Doświadczenie 21. — 31. III. 1954 r. Waga 15 kg. Oznaczenia jak poprzednio. Wzmożenie reakcji oddechowych po vagotomii



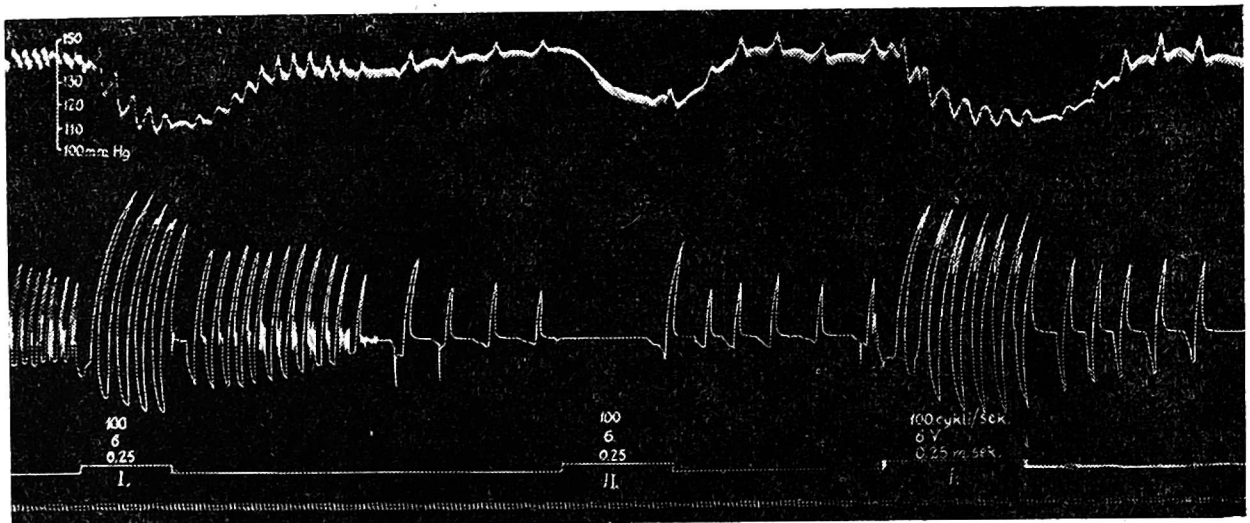
Ryc. 8. Doświadczenie 15. — 2. III. 1954 r. Waga 14 kg. Oznaczenia jak poprzednio. Zahamowanie oddychania przy drażnieniu wspólnego pnia III i gałązki II oraz wzmożenie oddychania przy drażnieniu gałązki I

czone jako I i II), okazało się, że przy tych samych warunkach drażnienia jedna wiązka (I) dawała stale przyspieszenie i wzmożenie oddychania, podczas gdy druga (II) dawała zawsze hamowanie (patrz ryciny 8, 9 i 10, przedstawiające fragmenty doświadczenia 15 i 19).

W doświadczeniach tych (II seria), po ich zakończeniu wycięto nerw Heringa w całej jego długości wraz z obu jego wiązkami macierzystymi i sporządzono preparaty histologiczne metodą Bielszowskiego z odcinków, w których były przykładane elektrody drażniące. Z mikrofotografii pre-



Ryc. 9. Doświadczenie 19. — 23. III. 1954 r. Waga 16 kg. Oznaczenie jak poprzednio. Zahamowanie oddychania przy drażnieniu wspólnego pnia III i gałązki II



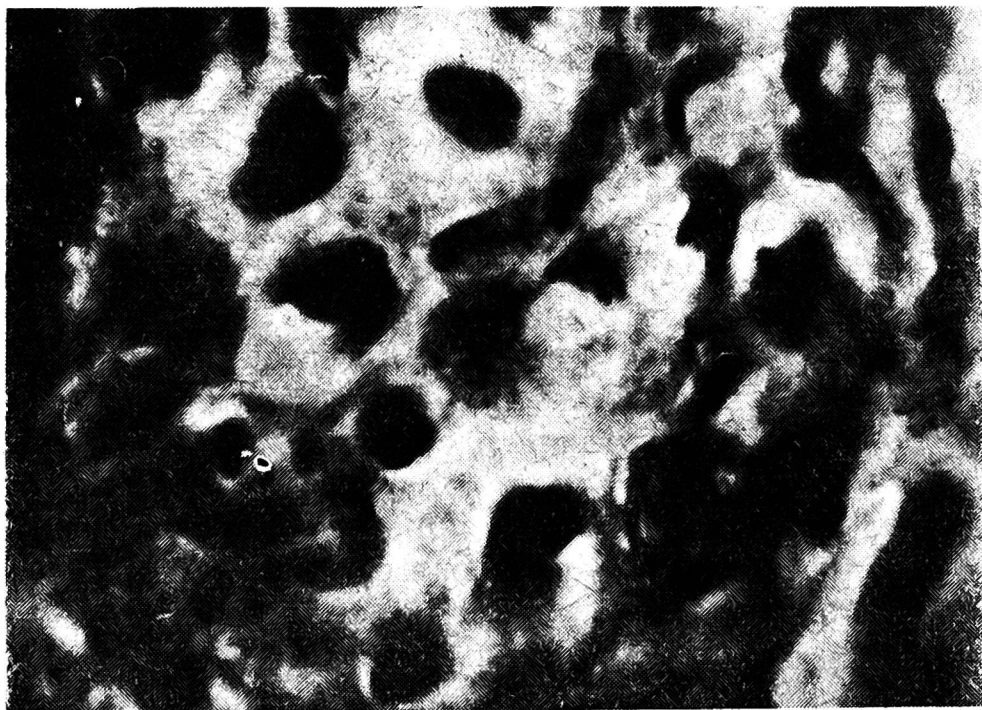
Ryc. 10. Doświadczenie 19. — 23. III. 1954 r. Waga 16 kg. Oznaczenie jak poprzednio. Zahamowanie oddychania przy drażnieniu gałązki II oraz wzmoczenie oddychania przy drażnieniu gałązki I

paratów widać, że podczas gdy pień nerwu Heringa złożony jest zarówno z włókien grubych jak i cienkich (ryc. 11 przedstawiająca wspólny pień (III) w przekroju podłużnym), to wiązka dająca efekty hamowania (II) złożona jest z włókien znacznie grubszych i z cieńszej osłonki mielinowej (ryc. 12) niż wiązka (I), której drażnienie powodowało reakcje wzmoczenia oddychania (ryc. 13). Powyższe wiązki macierzyste nerwu zatokowego zaznaczone identycznie, zarówno w doświadczeniu jak i w preparatach mikroskopowych, jako wiązki II i I, przedstawione są w swych przekrojach poprzecznych w mikrofotografiach ryciny 12 i 13. Podkreślić należy jeszcze raz ważny naszym zdaniem fakt, że wiązka II dająca efekty hamowania oddychania złożona jest z włókien grubych, zaś wiązka I wywołująca efekty wzmoczenia oddychania zawiera włókna cienkie.

Opierając się na klasyfikacji włókien nerwu Heringa według klasycznych badań *De Castro*, z której wynika, że nerw zatokowy posiada 3% włókien grubych o średnicy 6—8 mikronów, 80% średnich o średnicy 3—5 mikronów i 17% cienkich o średnicy 1,5—2,8 mikronów, przy



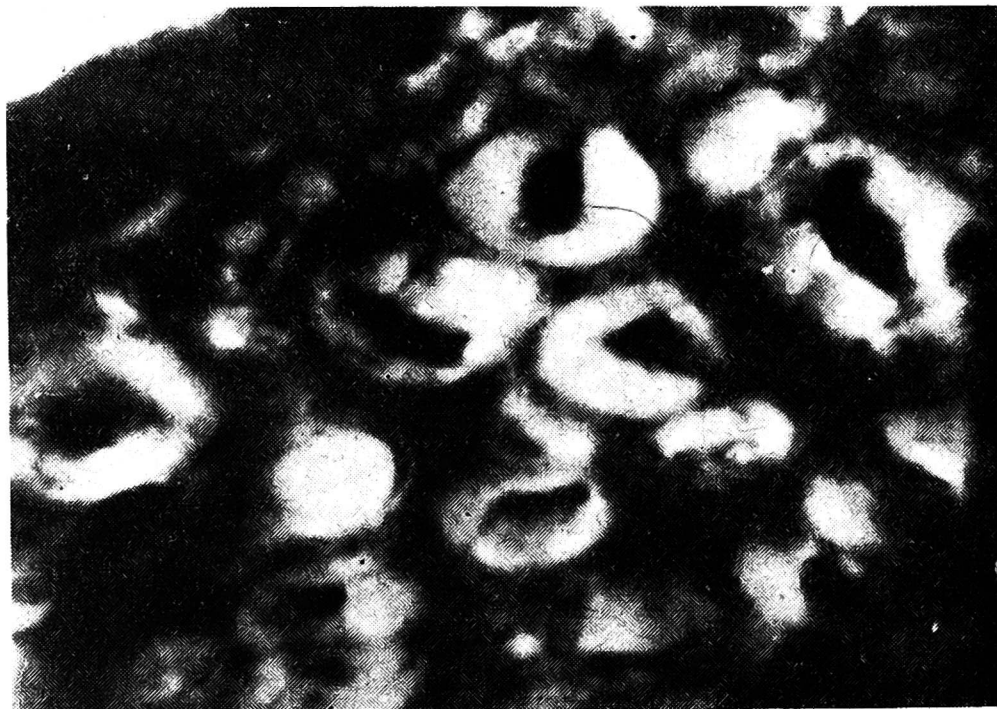
Ryc. 11. Doświadczenie 15. — 2. III. 1954 r. Waga 14 kg. Wspólny pień nerwu zatokowego, przekrój podłużny, powiększenie 1600× (Metoda Bielszowskiego). Widoczne włókna cienkie i grube, naprzemiennie ułożone



Ryc. 12. Doświadczenie 15. — 2. III. 1954 r. Waga 14 kg. Gałązka macierzysta II nerwu zatokowego. Powiększenie i metoda barwienia jak poprzednio. Włókna grube o osłonkach myelinowych cienkich

czym włókna grube i przynajmniej połowa średnich należą do baroreceptorów, reszta zaś średnich i cienkie należą do chemoreceptorów, możemy uważać, że w naszych doświadczeniach hamująca oddychanie wiązka włókien grubszych zawierała włókna baroreceptorowe. Zrozumiałe też

dlatego były reakcje powstałe przy jej drażnieniu, a uzyskiwane jako hamujące oddychanie.



Ryc. 13. Doświadczenie 15. — 2. III. 1954 r. Waga 14 kg. Gałązka macierzysta I. Włókna cienkie o osłonkach myelinowych grubych. Metoda barwienia i powiększenie jak w preparatach poprzednich

W wiązce zaś zaznaczonej jako I, posiadającej włókna wyraźnie cieńsze od wiązki II, reprezentowane były — jeśli nie wyłącznie — to na pewno w większości włókna chemoreceptorowe i stąd drażnienie ich dawało w efekcie wzmożenie oddychania. W świetle tych danych wyjaśnić można dostatecznie jasno wyniki uzyskane przy drażnieniu wspólnego pnia nerwu Heringa, w których dwoistość reakcji oddechowych zależała od pobudzenia już to przewagi włókien baroreceptorowych, już to przewagi włókien chemoreceptorowych. Pobudzenie przewagi jednych lub drugich zależało od doboru siły, częstości i długości trwania bodźców elektrycznych. Jak się okazało z naszych doświadczeń, najbardziej labilne, a zatem reagujące na krótkie bodźce, o małej sile i o dużej częstości, są włókna baroreceptorowe o przekroju grubszym. Mniejszą labilność natomiast posiadają cienkie włókna chemoreceptorowe i dlatego ich wybiórcze podrażnienie wspólnego pnia wymaga bodźców silnych i o częstości stosunkowo małej.

Włókien wywołujących wzrost ciśnienia krwi, mogących jak wiadomo pochodzić z chemoreceptorów, dane naszej pracy oparte na stosowaniu nieadekwatnych bodźców elektrycznych nie ujawniły.

Panu profesorowi *Grzyckiemu* za udzieloną cenną pomoc w tej pracy przez sporządzenie preparatów histologicznych serdecznie dziękujemy.

В. С. Голобут, В. Стонжка

ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ КАРТИНЫ РЕФЛЕКСА ШЕЙНОГО СИНУСА ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РАЗДРАЖЕНИИ СИНУСНОГО НЕРВА

С о д е р ж а н и е

В 24 экспериментах, проведенных на собаках в эвипановом наркозе, исследовались изменения артериального давления и дыхания при прямом раздражении

перва шейного синуса. В исследованиях применялись электрические раздражения, вырабатываемые электронным стимулятором. Наблюдаемые изменения артериального давления крови всегда характеризовались снижением на 20—50% исходного уровня давления. При применении раздражений различной частоты (3—100 в секунду) наиболее эффективными были раздражения максимальной частоты. При этом была обнаружена зависимость глубины рефлекторного падения артериального давления крови от нарастающей частоты применяемых раздражений. В опытах никогда не обнаружено изменения характера в основной картине рефлекса относительно изменений в артериальном давлении крови, так как независимо от силы, длительности и частоты в пределах до 100 раздражений в секунду, реакции всегда являлись депрессионными.

Относительно дыхания наблюдались двоякого рода реакции: либо увеличение амплитуды и частоты, или же, в других случаях, их уменьшение — даже до полного торможения. Обнаружено, что раздражая нерв Геринга у одного и того же животного, можно вызвать поочередно выступающие, противоположные реакции — увеличение или, другой раз, уменьшение дыхательных движений. Эти реакции стали еще более резкими при отдельном раздражении двух исходных ветвей синусного нерва.

В общем более слабые раздражения низкого вольтажа до 6 Вольт и частоты 50—100 в секунду вызывали уменьшение дыхания, тогда как более сильные раздражения, в 12 и 25 Вольт и частоты 2—20 в секунду вели к ускорению и углублению дыхания.

В случаях, когда реакции проявлялись увеличением дыхания перерезка блуждающих нервов влияла еще более углубляющим образом.

В опытах второй серии, в которых применялись отдельные раздражения двух исходных ветвей синусного нерва, оказалось, что раздражение ветви, содержащей аксоны большой толщины (гистологическая проверка методом Бельшовского) давало всегда эффекты, тормозящие дыхание. Наоборот, эффекты раздражения второй веточки нерва, состоящей из мелких волокон, типа химио-рецептивных по классификации Де Кастро, являлись всегда возбуждающими дыхание. Как обнаружилось, толстые волокна, тормозные по отношению к дыханию, являлись более лабильными, чем мелкие волокна, усиливающие дыхание.

На основании полученных результатов авторы пришли к следующим выводам:

1. Однородный характер рефлекторной реакции в области кровообращения свидетельствует о наличии в нерве Геринга исключительно афферентных нейронов депрессивного характера.

2. Двойной характер дыхательных реакций, выступающий как при раздражении общего ствола синусного нерва, так и еще более резко при раздражении его ветвей, подтверждает сложный характер волокон, играющих различную роль в нервной регуляции дыхания. Эти волокна имеют разную лабильность, как за это свидетельствует выступление одного или другого типа дыхательной реакции в зависимости от силы и частоты раздражений.

W. Hołobut, W. Stażka

ON THE VARIABILITY OF THE SINUS CAROTICUS-REFLEX PRODUCED BY APPLICATION OF ELETRIC STIMULI TO HERING'S NERVE

Summary

In 24 experiments carried out on dogs in sodium evipan anaesthesia, the authors investigated the changes in arterial pressure and respiration resulting from direct stimulation of the carotid sinus nerve, by means of an electronic stimulator.

Changes observed in the arterial pressure were always characterized by a drop amounting to 20—50 per cent of the initial pressure level. Stimuli of various frequencies, from 3 to 100 per second, were used: it was found that stimuli of highest frequency were most effective. The influence of the frequency of stimuli on the blood pressure drop was evident. The authors never observed any rise in pressure. The reactions were always of a depressor character, independent on the intensity, duration, and frequency (up to 100 per second) of stimuli.

As far as respiration is concerned, the authors observed two different kinds of reaction: there occurred either an increase of amplitude and frequency of respiratory movements, or a decrease as to complete inhibition. It has been also found, that in the same animal stimulation of Hering's nerve could produce opposite reactions following each other, i. e. at a time an intensification of the respiratory movements, at another their decrease. Such reactions became more pronounced when two branches of the sinus caroticus nerve were stimulated separately. In general, weak stimuli, namely those of low voltage (up to 6 V) and of higher frequency (from 50 to 100 per second), produced a decrease of respiration; while stronger stimuli, those of 12 and 25 V and of lower frequency (from 2 to 20 per second) increased the rate and amplitude of respiration. In cases when an increase of respiration was produced, vagotomy made the reaction more pronounced. In some experiments carried out with separate stimulation of two branches of Hering's nerve a relationship between magnitude of fibers and character of reaction was established by means of histological investigation (Bielschowski's method). The stimulation of one branch, which consisted prevalently of thick fibers with large diameter, produced always depression of breathing, while the effect obtained from another branch, with thinner fibers was opposite one, i. e. increase of respiratory movements.

The following conclusions were drawn:

1. The uniform character of reflexive circulatory reactions points to the existence in Hering's nerve of depressive afferent neurons only.
2. The twofold character of respiratory reactions evident when the common trunk of the sinus caroticus nerve, and especially when the branches of the latter are stimulated, points to a complex nature of the nerve fibres controlling the respiration. Those fibres show different degrees of lability, which is proved by the fact that the appearance of the one or of the other type of respiratory reaction depends on the strength and frequency of stimuli.

PISMIENICTWO

1. *Buija R. A.*: Fizjologiczeskij Žurnał S. S. S. R., 1948, t. 34, s. 583. — 2. *De Castro F.*: Acta Physiologica Scandinavica 1951, t. 22, s. 14. — 3. *Dełow W. E.* i *Fili-stowicz W. J.*: Fizjologiczeskij Žurnał. S. S. S. R. 1952, t. 38, s. 206. — 4. *Fili-stowicz W. J.*: O pessimalnom tormoženii sosudodwigatielnych reakcij. Soveszczanie po problemam kortiko-wisceralnoj fizjologii, 16—19 Dekabrja 1953 — Leningrad. Referat wygłoszony 19. XII. 1953 r. — 5. *Neil E., Redwood C. R.* i *Schweitzer A.*: Journal of Physiology 1949, t. 109, s. 259. — 6. *Neil E., Redwood C. R. M.* i *Schweitzer A.*: Journal of Physiology, 1949, t. 109, s. 281.

Otrzymano: 7. II. 1955 r.