

ELEKTROMECHANICZNE URZĄDZENIE DO ZAPISU RUCHÓW REKI W EKSPERYMENCIE IWANOWA - SMOLENSKIEGO

Z Kliniki Chorób Nerwowych Akademii Medycznej w Łodzi

Kierownik: prof. dr *E. Herman*

Doświadczenie odruchowo-warunkowe wykonywane metodyką Iwanowa - Smolenskiego jest obecnie jednym z najbardziej przyjętych sposobów badania wyższych czynności nerwowych człowieka w stanach prawidłowych i patologicznych. Zasadnicza koncepcja tego doświadczenia daje możliwość wyciągania wniosków nie tylko co do takich cech podstawowych procesów nerwowych, jak ich siła, równowaga i ruchliwość, oraz co do praw nimi rządzących, jak promieniowanie, koncentracja i indukcja, ale również co do wzajemnego stosunku obu układów sygnałów do siebie. Zdaniem naszym jednakże wartość tego doświadczenia jest jeszcze większa. Doświadczenie to zestawione i prowadzone synchronicznie z pewnymi metodykami elektrofizjologicznymi (elektroencefalograficzną i elektromiograficzną) umożliwia dokładne poznanie mechanizmu czynności analizatora kinestetyczno-ruchowego w stanach prawidłowych i chorobowych. Na fakt ten zwrócił już uwagę jeden z nas (*K. J.*) w pracy opublikowanej wspólnie z *A. Jusem* w „Neurologii, Neurochirurgii i Psychiatrii Polskiej“, zatytułowanej „Elektroencefalo- i elektromiograficzna analiza kształtowania się odruchowo-warunkowej reakcji ruchowej przy stosowaniu metodyki Iwanowa-Smolenskiego“ (Nr 3, 1954), oraz w pracy opublikowanej w „Acta Physiologica Polonica“ (Nr 3, 1954) pt. „Badania nad czynnością bioelektryczną kory i obwodowej części analizatora kinestetyczno-ruchowego przy wytwarzaniu hamowania wewnętrznego przez opóźnianie“. Wyłoniły się wtedy przed nami dwa zasadnicze rodzaje zagadnień, które są obecnie przedmiotem naszych badań: zagadnienie mechanizmu ruchów tzw. dowolnych (opracowywane wspólnie z *A. Jusem*) i zagadnienie analizy zaburzeń ruchowych (opracowywane wspólnie z *E. Hermanem* i *A. Jusem*). Stwierdziliśmy wtedy, że warunkiem precyzji analizy czynności ruchowych jest należyte zabezpieczenie technicznej doskonałości doświadczenia, która wraz ze wzbogaceniem metodyki Iwanowa-Smolenskiego metodykami elektrofizjologicznymi zezwala na pogłębienie i rozszerzenie wniosków.

W doświadczeniu słowno-ruchowym Iwanowa-Smolenskiego sprawdzianem wytworzenia się dodatniego odruchu warunkowego jest wykonanie ruchu już na samo zadziałanie bodźca warunkowego. Celem dokład-

nej analizy wszystkich cech tego odruchu konieczne jest, aby urządzenie zapisujące (mechanograf) posiadało następujące właściwości:

a) jak największą czułość, tak aby dawało możliwość zapisu nawet takiej reakcji ruchowej, która może być niezauważona przy zwykłej obserwacji wzrokowej;

b) bardzo dokładną rejestrację czasu rozpoczęcia się reakcji ruchowej i czasu jej zakończenia, tak aby transmisja z przyrządu, na którym ruch jest wykonywany do urządzenia zapisującego wykonanie ruchu, nie powodowała żadnej straty czasu;

c) rzetelną rejestrację natężenia czynności ruchowej, tak aby amplituda wychyleń zapisu była proporcjonalna do siły nacisku, przy czym proporcja ta musi być ściśle zachowana w wymaganym przez badacza zakresie natężenia czynności ruchowej;

d) wierną rejestrację charakterystyki przebiegu ruchu, a więc szybkości narastania reakcji ruchowej, jej natężenia i szybkości jej opadania, co składa się na graficzne przedstawienie w jednej płaszczyźnie kształtu ruchu.

Wymienione właściwości są bardzo ważne, ale szczególnie doniosłe znaczenie mają pierwsze dwie właściwości. Są one zwłaszcza ważne przy synchronicznym stosowaniu z mechanogramem metodyk elektrofizjologicznych. Tylko precyzja techniczna mechanografu umożliwia spostrzeżenie opisanych przez nas zjawisk ujawniania się reakcji elektromiograficznej przy braku jeszcze reakcji ruchowej (zjawisko to w przytoczonych powyżej pracach nazwaliśmy dysocjacją reakcji elektromiograficznej i elektromechanograficznej).

Dotychczas ogólnie używane przyrządy do zapisu ruchu przy stosowaniu metodyki Iwanowa-Smolenskigo składają się z balonika gumowego połączonego rurką gumową z pisakiem kimografu czy innym urządzeniem zapisującym. Przyrząd taki nie spełnia całkowicie warunków przez nas uprzednio podanych, a szczególnie nie odpowiada dwu pierwszym najważniejszym warunkom. Dotyczy to zarówno części służącej jako przyrząd do nacisku, jak i części transmitującej nacisk ten na pisak. Przy naciskaniu gruszki gumowej należy pokonać opór materiału, z którego gruszka jest wykonana. Przy bardzo subtelnych ruchach opór stawiany przez materiał powoduje znaczne obniżenie czułości zapisu; transmisja zaś powietrzna po przez rurkę gumową powoduje stratę czasu, jaki upływa od chwili nacisku aż do chwili wprawienia w ruch przez prąd powietrza pisaka kimografu. Rzecz jasna, że wobec tego nie może zostać również wypełniony trzeci i czwarty warunek, tzn. precyzyjne oddanie natężenia czynności ruchowej i charakterystyki przebiegu ruchu.

Nasunęła się wobec tego konieczność konstrukcji takiego mechanografu, który by posiadał wszystkie cechy podane uprzednio, tzn. czułość, dokładność czasową, zdolność wiernego oddania natężenia i przebiegu czynności ruchowej. Ponadto ze względu na synchroniczność badań elektroencefalo- i elektromiograficznych, mechanograf ten musiał być tak urządzony, aby zapis z niego można było wprowadzić na jeden z kanałów elektroencefalografu i to wprowadzić w taki sposób, aby uniknąć wszelkich artefaktów technicznych, co jak wiadomo jest szczególnie trudne przy zapisach czynności bioelektrycznej mózgu. Urządzenie takie powinno być łatwe i proste w obsłudze. Po rozmaitych próbach technicznych jeden

z nas (W. G.) zaprojektował i skonstruował takie urządzenie, którego schemat i techniczny opis podajemy poniżej.

Zastosowany został układ oporowo-mostkowy zasilany prądem zmiennym 50 c/sek. (ryc. 1).

Opór R_3 stanowi część ruchomą urządzenia, którą jest „gruszka“ sprężynowa.

W momencie, kiedy „gruszka“ (tzn. opór R_3) pozostaje w spoczynku, nie jest naciskana, można za pomocą regulowanego oporu R_4 doprowadzić układ do równowagi, tak że na zaciskach A i B napięcie V jest równe 0: $V = 0$.

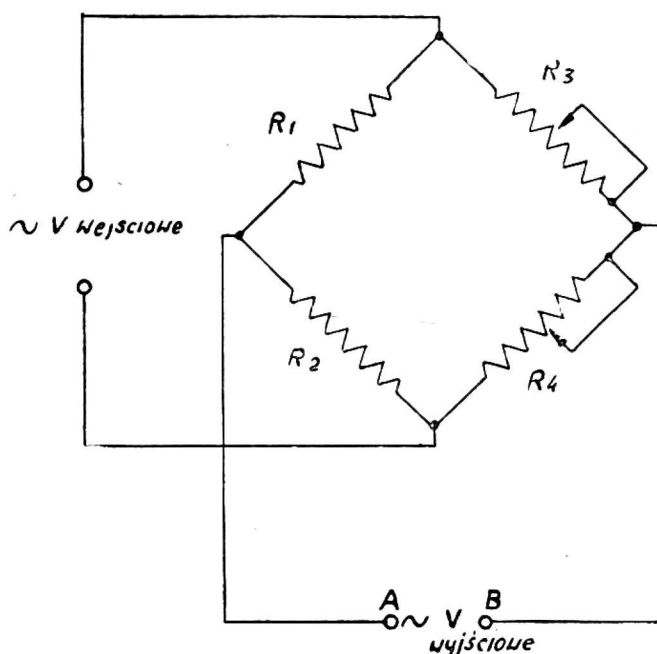
Z chwilą zmiany wartości R_3 , a dzieje się to przy ściśnięciu „gruszki“ przez badanego, nastąpi zachwianie równowagi mostka i na zaciskach A i B pojawi się napięcie zmienne. Wielkość tego napięcia zależna jest od chwilowej wartości R_3 , czyli od siły nacisku na „gruszkę“. Napięcie to doprowadzone zostaje do końcowych stopni wzmacniacza elektroencefalografu. Pisak elektroencefalografu rejestrować więc będzie napięcie zmienne o częstotliwości 50 c/sek. i o amplitudzie zależnej od wielkości zmian R_3 . Obwiednia (górną albo dolną) wykresu przedstawia przebieg zmian R_3 , a tym samym odtwarza wiernie charakter nacisku na „gruszkę“ (ryc. 2).

Dzięki zastosowaniu $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ uzyskano dużą czułość układu. Liniowy zaś przebieg zmian R_3 daje wykres proporcjonalny do siły nacisku. Ze względu jednak na ograniczone wychylenie pisaka, a tym samym zabezpieczenie pisaka przed uszkodzeniem ograniczono maksymalne amplitudy przez specjalny dobór sprężyn i przez odpowiednie nawinięcie oporu R_3 .

Zalety tego układu w porównaniu z innymi układami, w których zastosowano napięcie stałe albo bardzo wolno zmienne (np. elementy piezoelektryczne), są następujące:

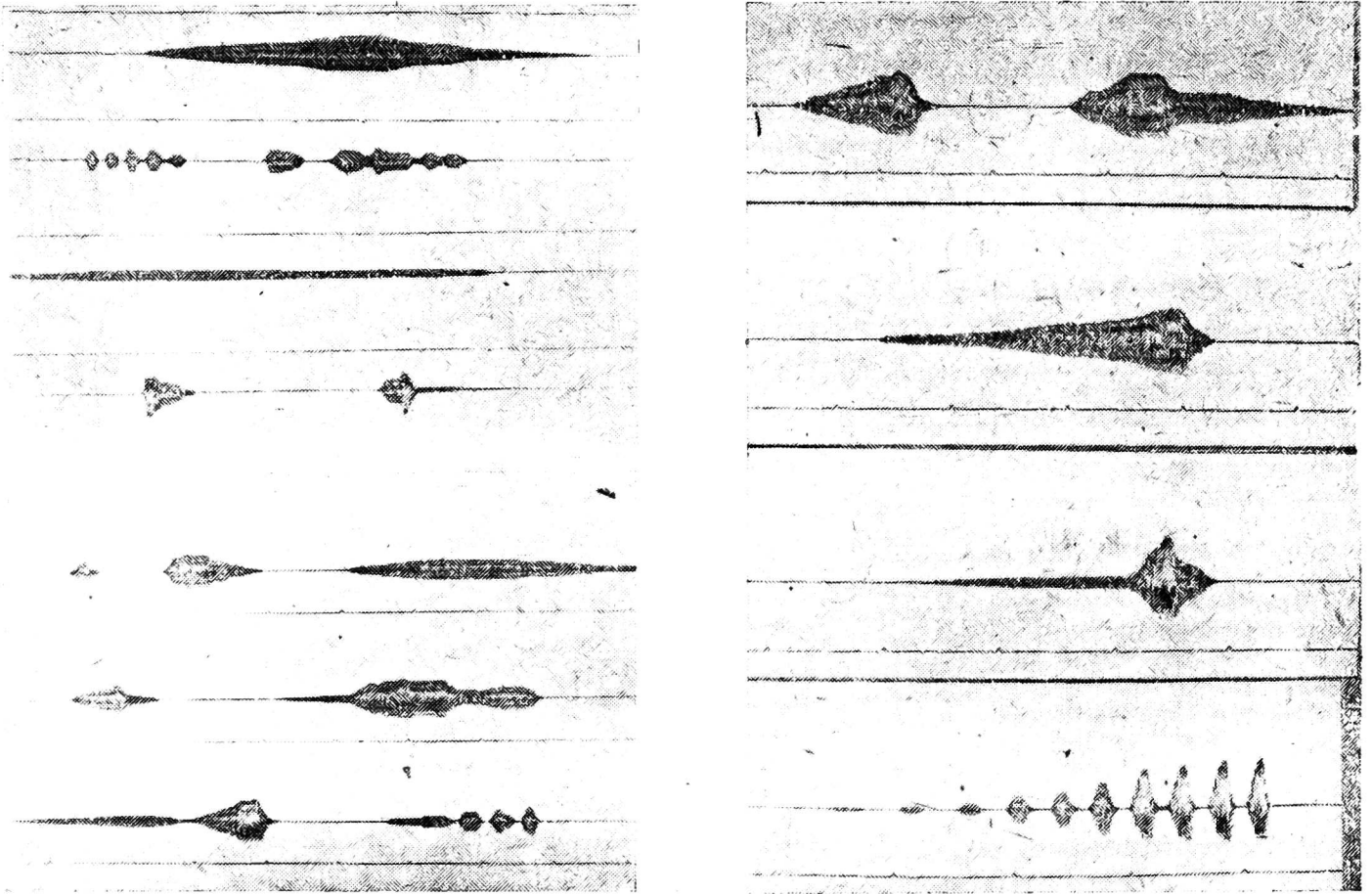
Wszystkie układy zasilane napięciem stałym wymagają jako wzmacniacza potrzebnego do uruchomienia pisaka, wzmacniacza prądu stałego. Jak wiadomo tego rodzaju wzmacniacze są mało stabilne i już niewielkie odchylenia od linii zerowej, spowodowane zmianami termicznymi wzmacniacza czy wahaniem zasilania, fałszują zapis. Układ taki wymaga częstej kontroli zera, co znacznie utrudnia pracę. Szczególnie przy eksperymencie odruchowo-warunkowym, w którym chodzi o ciągłość doświadczenia, tego rodzaju kontrola jest niemożliwa. Również bardzo małe wychylenia pisaka spowodowane słabym naciskiem gruszki są trudno dostrzegalne.

Układ zasilany napięciem zmiennym wad tych nie posiada. Idealna pozycja zerowa pisaka nie jest tu istotna, gdyż zmiany R_3 rejestrowane są wykresem zmiennym. Najmniejsza więc nawet zmiana R_3 da zgrubienie



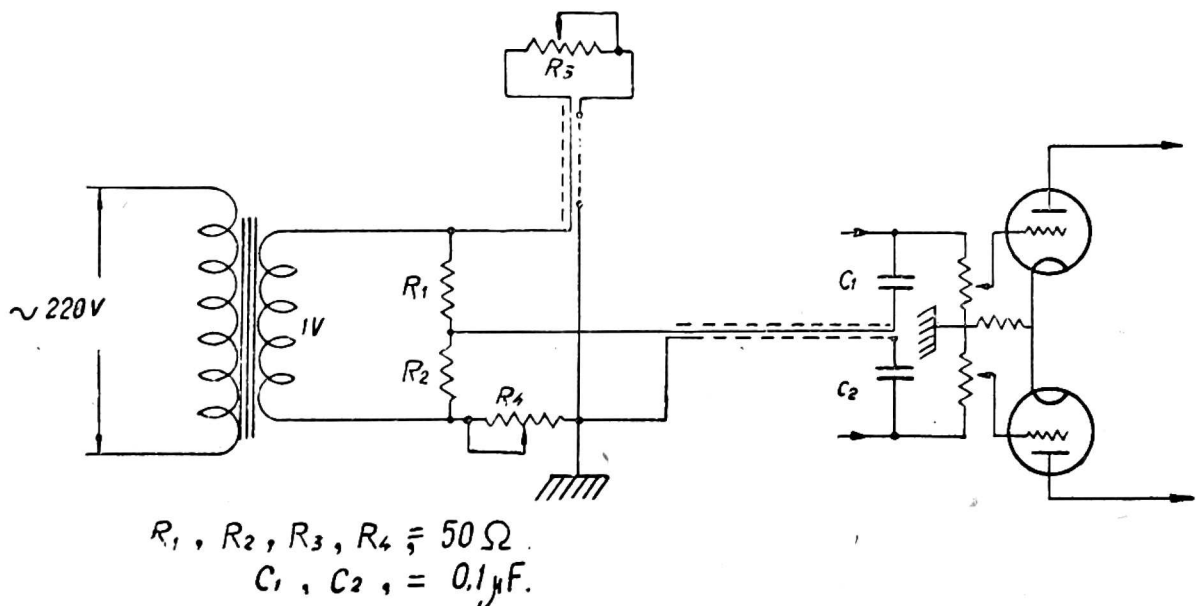
Ryc. 1. Zasadniczy układ elektromechanogramu

linii zerowej. Mając do dyspozycji regulację wzmocnienia wzmacniacza elektroencefalografu można uzyskać dowolną czułość układu.



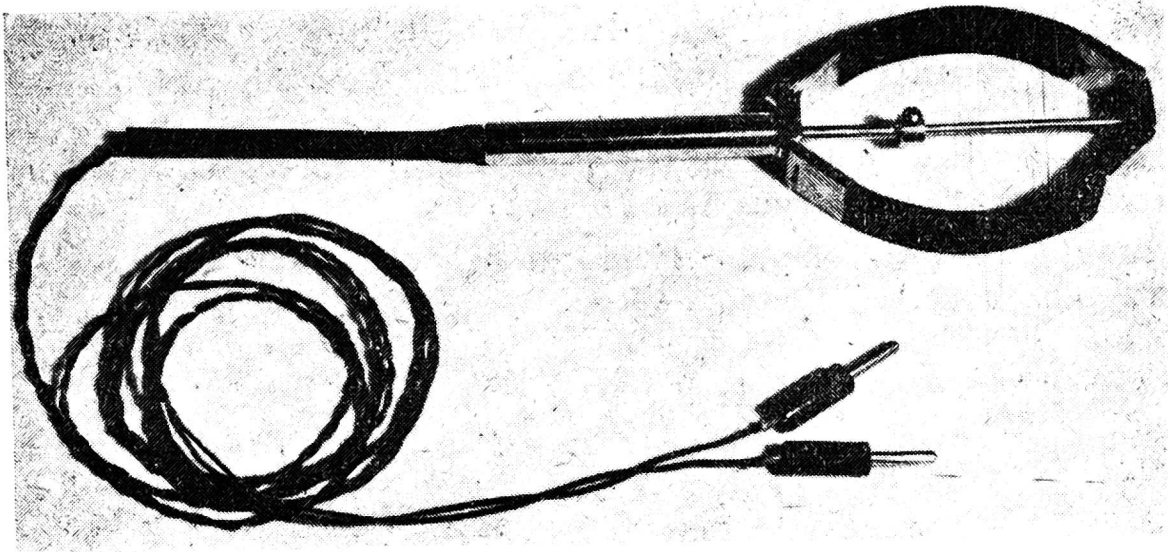
Ryc. 2. Elektromechanograficzny zapis rozmaitych rodzajów nacisku

Całość urządzenia składa się z „gruszki“ sprężynowej, połączonej z przystawką sieciową, która z kolei włączona jest do stopni końcowych elektroencefalografu (ryc. 3).



Ryc. 3. Schemat połączenia elektromechanografu z elektroencefalografem

Za pomocą tulejki można „gruszkę“ (ryc. 4) dostosować do wymiaru ręki.

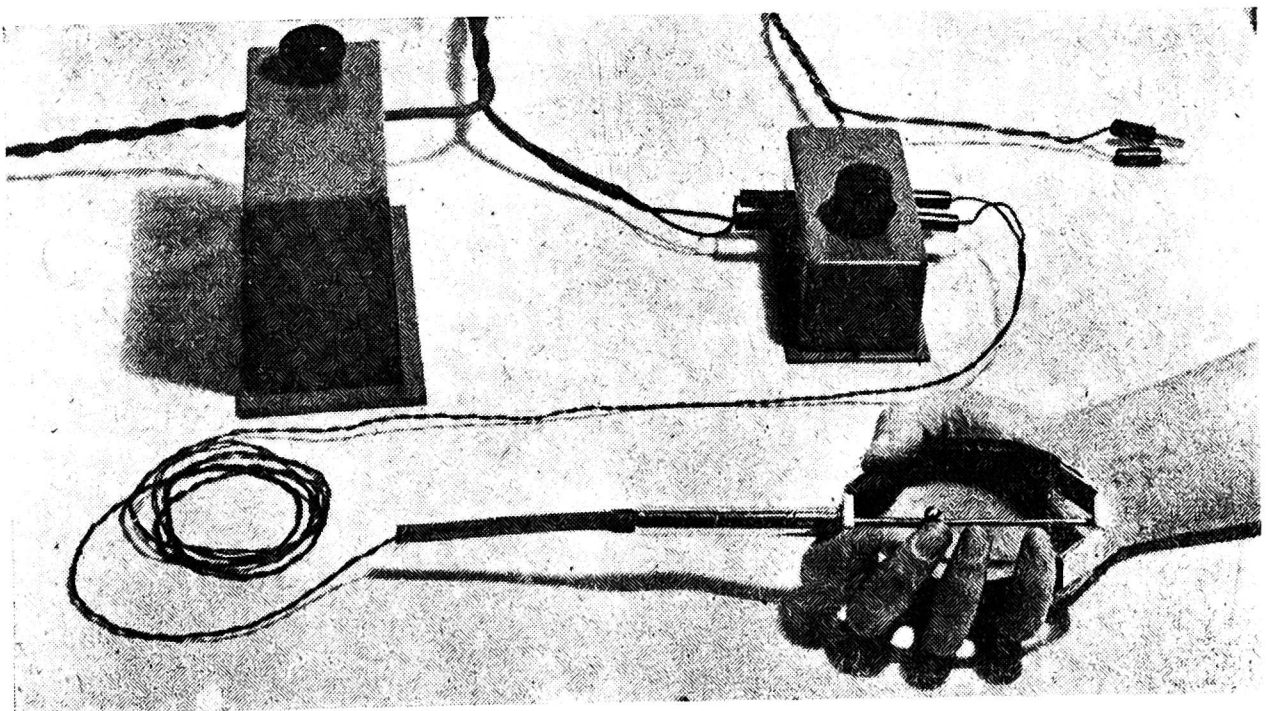


Ryc. 4. „Gruszka“ sprężynowa

Tak więc przyrząd ten spełnia wymagania postawione w wymienionych przez nas punktach, gdyż:

- 1) jest bardzo czuły i zapisuje nawet najlżejszy ruch ręki;
- 2) precyzyjnie zapisuje czas rozpoczęcia się reakcji i jej zakończenia, gdyż transmisja elektryczna z przyrządu, na którym ruch jest wykonywany, do pisaka elektroencefalografu nie powoduje żadnej straty czasu;
- 3) daje rzetelną rejestrację natężenia reakcji ruchowej, gdyż amplituda wychyleń zapisu jest proporcjonalna do natężenia reakcji ruchowej;
- 4) daje wierną charakterystykę przebiegu reakcji ruchowej, tj. szybkości narastania tej reakcji, jej natężenia i jej opadania.

Ponadto zapis z tego urządzenia daje się wprowadzić na jeden z kanałów elektroencefalografu bez żadnych artefaktów technicznych. Całe urządzenie jest bardzo proste i łatwe w obsłudze.



Ryc. 5. Prototyp elektromechanografu znajdujący się w Klinice Chorób Nerwowych Akademii Medycznej w Łodzi

Urządzenie tego rodzaju jest używane od blisko roku w Pracowni Elektroencefalograficznej Kliniki Chorób Nerwowych Akademii Medycznej w Łodzi do badań odruchowo-warunkowych metodyką Iwanowa-Smolenskigo przy równoczesnym zastosowaniu metodyk elektroencefalologii elektromiograficznej (ryc. 5).

Posługując się tym właśnie urządzeniem wykonano prace powyżej przez nas przytoczone.

Otrzymano: 27. XII. 1954 r.