

МЕТОДИКА

Методика вивчення умовнорефлекторних реакцій у дрібних лабораторних тварин

Ж. О. Крученко, В. О. Трошихін, М. В. Макаренко

Лабораторія фізіології вищої нервової діяльності Інституту фізіології
ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

В зв'язку із зростаючим інтересом до онтогенетичного вивчення вищої нервової діяльності однією з важливих проблем є створення методики для всебічного аналізу характеру умовної реакції, результати якого можна порівнювати при вивчені основних нервових процесів у різних вікових періодах.

Маючи деякий досвід роботи з шурами, ми відзначали індивідуальний характер прояву рухової умовної реакції у різних тварин, а також зміну цієї реакції в процесі становлення умовнорефлекторної діяльності у одних і тих же тварин. Ця різниця виражається в неоднаковій величині латентного періоду, в кількості натиснень на дверку, в тривалості дії реакції, в неоднакових зусиллях, спрямованих на здійснення рухових реакцій. Існуючі рухово-харчові методики [1, 2, 4, 6] обмежуються описанням розвитку окремих рефлекторних актів, не даючи кількісної оцінки руховим реакціям, або ж вивчають вищу нервову діяльність тварин, які знаходяться у фіксованому стані під час досліду [3].

Для кількісної оцінки рухової реакції дрібних лабораторних тварин, зокрема шурів, у нашій лабораторії створено прилад [5], який дозволяє реєструвати такі показники: латентний період умовного рефлексу, кількість натиснень на дверку, час, протягом якого відбувається рухова реакція, сумарна величина рухової реакції.

Але цей прилад не реєструє міжсигнальних рухових реакцій тварин. Спостерігаючи тварин у паузі між подразниками, дослідники відзначали наявність міжсигнальних рухів, які за формуою повторювали умовнорефлекторні. Можливо, що характер міжсигнальних рухів може бути одним із показників стану збуджувального процесу при оцінці основних властивостей вищої нервової діяльності.

В даному приладі крім згаданих реакцій, що виконуються тваринами при дії подразника, реєструються міжсигнальні рухові реакції. Прилад дозволяє здійснювати автоматичне перемикання з сигнального циклу на міжсигнальний. За бажанням експериментатора, перемикання може здійснюватися вручну. Передбачене автоматичне скидання показників з усіх реєструючих приладів одночасно.

Описувана нами установка кількісної реєстрації рухових умовнорефлекторних реакцій на дію подразника і в міжсигнальний період складається з трьох основних частин. Одна з них — пульт керування, друга — блок автоматики і третя — приміщення, де знаходитьться тварина під час досліду (на правому боці приміщення прикріплений передавальний блок з системою скидання показників).

На лицевому боці панелі пульта керування (рис. 1) знаходиться тумблер вмикання приладу, кнопка «Пуск» приладу, перемикач сигнального і міжсигнального циклу, перемикач подразників, тумблер перемикання з автоматичного керування на ручне

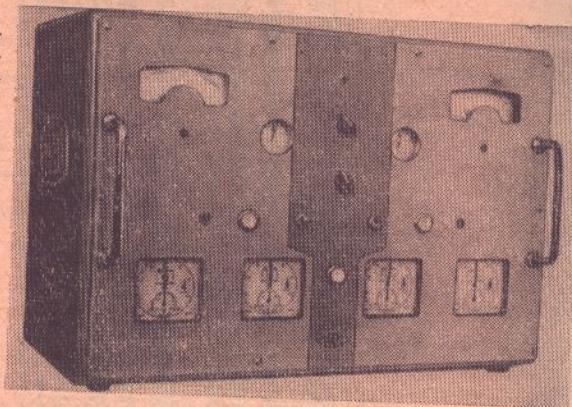


Рис. 1. Загальний вигляд пульта керування.

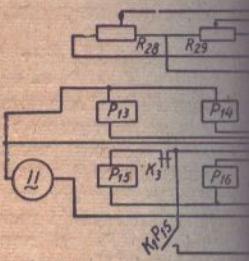
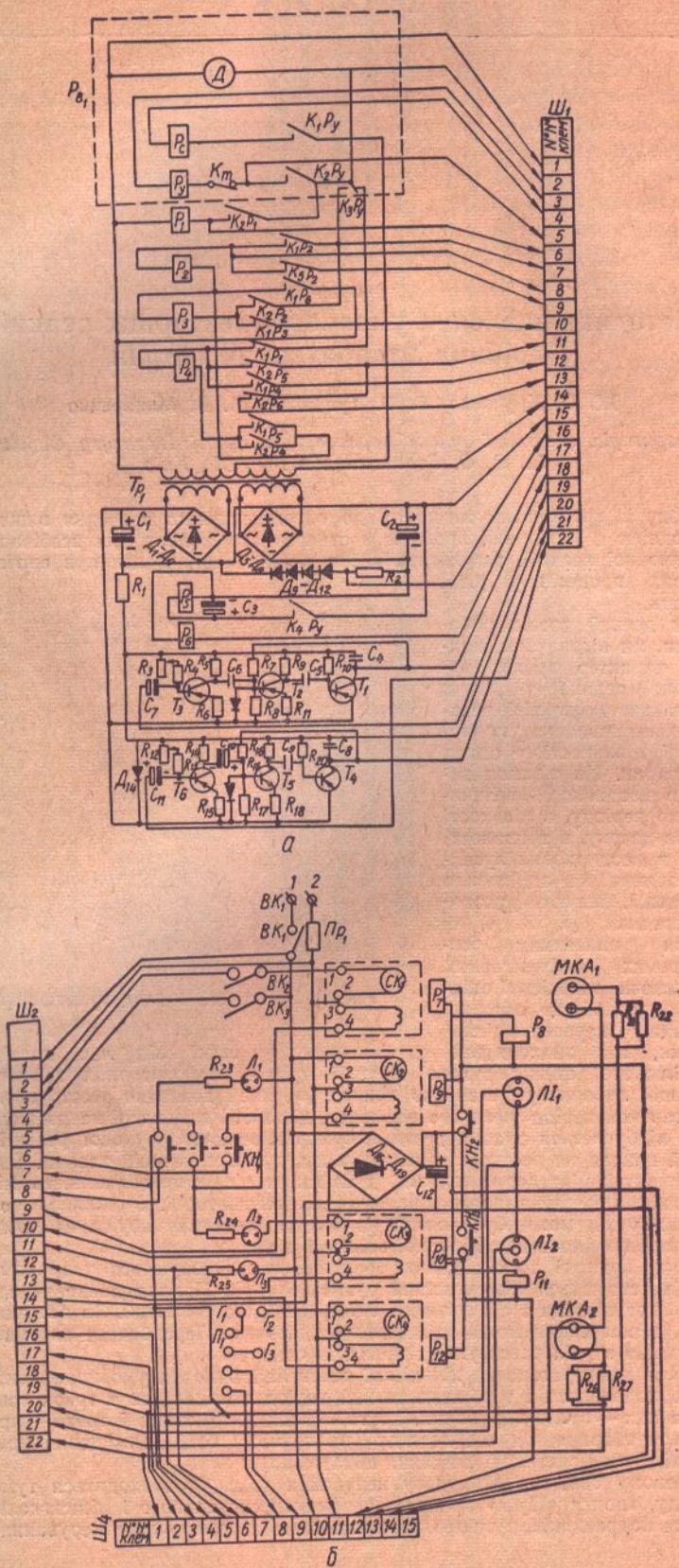


Рис.

a — виносний блок. \mathbb{W}_1 — г...
 R_2 — опір МЛТ — 2—1 к; R_3 — 0,5—10 ком; R_5 , R_{14} — опір МЛТ — 0,5—22 к; D_1 , D_8 , D_{19} , D_{15} — сатори ЕГЦ (а) $\frac{30}{150}$; C_4 — МБМ 1 мкф; C_6 , C_{10} — к...
 P_1 — P_4 — реле ПЕ-1; K_1P_6 , K_2P_1 — K_2P_6 , K_3P_y , K_4P_y

б — корпус приладу. \mathbb{W}_2 — неонові лампи TH — 0,2; Глери; R_{21} , R_{26} — опір МЛТ — 0,5—75 к; P_1 — P_{12} — реле; KH_1 — KH_3 — міри; PL_1 — PL_2 — ліч...
 R_{28} , R_{29} — опір ППЕ — 16...
 K_3

керування, кнопки скидання дій подразників і в міжсигнальний час умовного рефлексу і латентні чильники імпульсів реєстрації дії, та мікроамперметри для реєстрації сумарної величини реа-

Б середині пульта керування разі необхідності) винесений на

Експериментальне приміщення, як і у Аксюк [1].

Величина латентного періоду доміром з точністю до 0,01 с відмічає час рухової реакції тварини на натиснення дій умовного подразника зусилля тварини, показання реєстрація міжсигнальних рухівими ж приладами, як і при дії.

Прилад дає можливість використовувати випадку дію сигнального циклу необхідної витримки скидання дії постіленої витримки міжсигнального циклу. Показанося до того часу, поки не

По закінченні часу міжсигнального циклу необхідно натиснути

Прилад розрахованій на напруга сітки відрізняється від стабілізатора не менше від 10% в) через запобіжник P_{23} напри

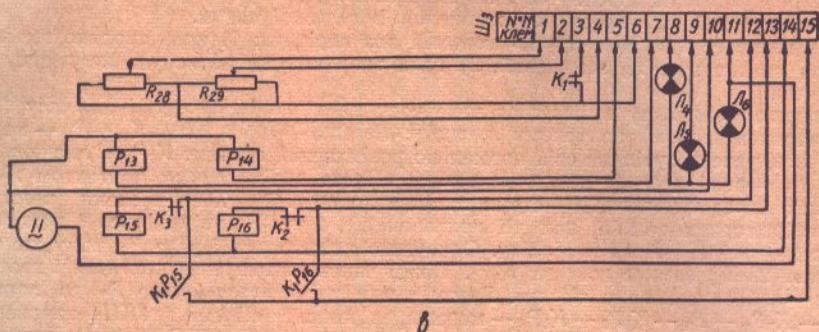


Рис. 2. Електрична схема приладу.

a — виносний блок. W_1 — гніздо; P_{61} — реле часу $E=52$; R_1 — опір МЛТ — 0,5—1,6 к; R_2 — опір МЛТ — 2—1 к; R_3R_{12} — опір СП 11—27 ком; R_4 , R_7 , R_{13} , R_{19} — опір МЛТ — 0,5—10 ком; R_5 , R_{14} — опір МЛТ — 0,5—33 к; R_6 , R_{11} , R_{15} , R_{18} — опір МЛТ — 0,5—160 ом; R_8 , R_{17} — опір МЛТ — 0,5—5,6 к; R_9 , R_{16} — опір МЛТ — 0,5—6,8 к; R_{10} , R_{20} — опір МЛТ — 0,5—22 к; D_1 , D_5 , D_{13} , D_{15} — діоди Д7Ж; D_9 — D_{12} , D_{14} — діоди Д809; C_1 — C_3 — конденсатори ЕГЦ (а) $\frac{30}{150}$ мкф; C_4 — C_8 — конденсатори МБМ 0,5 мкф; C_5 — C_9 — конденсатори МБМ 1 мкф; C_{10} — конденсатори ЕТО — 30—25; C_7 — C_{11} — конденсатори ЕМ — 10—30; P_1 — P_4 — реле РЕ-1; P_5 , P_6 — реле РКМ-1; K_m , P_c , P_y , K_1P_y , K_4P_y , K_1P_1 — K_1P_6 , K_2P_6 , K_3P_y , K_4P_y , K_5P_2 — реле; T_1 , T_2 , T_4 , T_5 , T_6 — триоди; D — електродвигун; Tr_1 — трансформатор.
b — корпус приладу. W_2 — вилка РШАВКУ; Pr_1 — запобіжник; L_1 — L_3 — неосновні лампи ТН — 0,2; P_1 — перемикач 5П2МП; Γ_1 — Γ_3 — клеми; BK_1 — BK_3 — тумблери; R_{21} , R_{26} — опір МЛТ — 0,5—450 к; R_{22} — R_{27} — опір МЛТ — 0,5—1,2 мом; R_{23} — опір МЛТ — 0,5—75 к; D_{16} — D_{19} — діоди Д232; C_{12} — конденсатор ЕГЦ (б) $\frac{20}{400}$ мкф; P_7 — P_{12} — реле; KH_1 — KH_3 — кнопки мікровимикачів МП-1; CK_1 — CK_4 — електросекундоміри; L_1 — L_2 — лічильники імпульсів; mKA_1 , mKA_2 — мікроамперметри.
v — експериментальна камера. W_3 — гніздо РШАГПБ; L_4 — L_6 — освітлювальні лампи; R_{28} , R_{29} — опір ППЕ — $16 \frac{65 \text{ ком}}{65 \text{ ком}}$; P_{13} — P_{16} — реле РПТ-100; K_1P_{15} , K_1P_{16} — реле; K_1 — K_3 — контакти мікровимикачів МП-1.

керування, кнопки скидання показників, електросекундоміри відліку часу реакції при дії подразників і в міжсигнальний період, електросекундоміри для відліку латентного часу умовного рефлексу і латентного часу рухової реакції в міжсигнальний період, лічильники імпульсів реєстрації кількості рухів тварин, направлених на штовхання дверок, та мікроамперметри для реєстрації сумарної величини рухового умовного рефлексу і сумарної величини реакції в міжсигнальний період.

В середині пульта керування знаходиться блок автоматики, який може бути (в разі необхідності) винесений на дистанцію 5 м і більше.

Експериментальне приміщення, де знаходиться піддослідна тварина, таке ж саме, як і у Аксю [1].

Величина латентного періоду умовної рухової реакції реєструється електросекундоміром з точністю до 0,01 сек. Другий електросекундомір з такою ж точністю відмічає час рухової реакції тварини від моменту першого натиснення на дверку до припинення дії умовного подразника. З допомогою міліамперметра реєструється сумарне зусилля тварини, показання якого залежать від сумарного кута відхилення дверок. Реєстрація міжсигнальних рухових реакцій (права частина приладу) здійснюється такими ж приладами, як і при дії умовного подразника.

Прилад дає можливість працювати з витримкою часу сигнального періоду. В цьому випадку дію сигнального циклу можна регулювати від 1 до 60 сек. Для установки необхідної витримки скидається кришка з боку автоматики, відпускається рукоятка затиску і поворотом установлюючого диску ставиться необхідна витримка. Після закінчення дії поставленої витримки автоматично вмикається група приладів реєстрації міжсигнального циклу. Показники приладів сигнальних реакцій при цьому залишаються до того часу, поки не буде натиснена відповідна кнопка «Сброс».

По закінченні часу міжсигнального циклу для повторного вмикання сигнального циклу необхідно натиснути кнопку «Пуск».

Прилад розрахований на напругу 220 в (коливання напруги +5%—10%). Якщо ж напруга сітки відрізняється від заданих величин, то необхідно додатково застосувати стабілізатор не менше як 100 вт. При вмиканні його в сітку 220 в (рис. 2, а, б, в) через запобіжник Pr_1 напруга сітки подається: на сигнальну лампочку, на двигу-

ни електросекундомірів і реле часу, на випрямлячі і двигун системи скидання показників і на силовий трансформатор живлення імпульсної схеми.

При натисненні кнопки «Пуск» можливі два варіанти: 1) коли тварина ще не натискувала на дверку — K_1 замкнений, 2) коли тварина уже натиснула на дверку — K_1 розімкнений.

В першому випадку вмикається реле часу на відповідний проміжок часу (заданий експериментатором) по такому ланцюгу: мережа — BK_1 — KH_1 — K_m — P_y — мережа. Вмикаючись, реле P_y увімкне свій нормальну розімкнені контакт K_1P_y в ланцюгу реле P_c , K_4P_y в мережі реле P_5 заблокує кнопку «Пуск» своїм другим контактом K_2P_y , і після цього через контакт K_3P_y струм надіде до першої половини схеми (реєстрація умовнорефлексорних реакцій при дії подразників). Реле P_e увімкнеться і підключить двигун реле часу Δ до диску відліку. Одночасно увімкнеться і реле P_1 , тому що кнопка «Пуск» ($2KH_1$) замкне контакт K_2P_1 . Таким чином, замкнутися контакти і цього реле K_2P_1 заблокує кнопку «Пуск». Разом з цим увімкнеться і реле P_2 по ланцюгу: мережа — K_3P_y — P_2 — K_1P_2 — K_1P_6 — мережа, а кнопка «Пуск» і $2KH_1$ замкне контакт K_1P_2 . Цей контакт замкнеться, тому що P_2 увімкнеться, K_5P_2 увімкне електросекундомір латентного періоду по ланцюгу: мережа — K_3P_y — CK_1 — K_5P_2 — мережа. K_2P_2 розімкнеться і P_2 не увімкнеться. Сигнальна лампочка першої половини схеми увімкнеться: мережа — BK_1 — L_2 — K_3P_y — P_1 — мережа.

При натисненні твариною на дверку контакт K_1 розімкнеться і увімкне реле P_6 , тому що розривається ланцюг моста (мінус джерела (D_5 — D_8) — P_6 — K_1 — плюс джерела (D_5 — D_8)). При цьому розмиктається K_1P_6 і вимикається P_2 , а увімкнеться воно не може до наступного натиснення на кнопку «Пуск». Тому електросекундомір відліку латентного періоду умовної рухової реакції CK_1 відключиться. З виключенням P_2 увімкнеться контакт K_2P_2 і електросекундомір відліку сумарного часу рухової реакції CK_2 по ланцюгу: мережа — P_1 — K_3P_y — CK_2 — K_1P_3 — K_2P_2 — BK_1 — мережа. Електросекундомір CK_2 буде працювати до того часу, поки контакт K_1 розімкнений. При вмиканні K_1 CK_2 виключиться і увімкнеться лише тоді, коли контакт K_1 розімкнеться.

Коли працює перша (реєстрація умовнорефлексорних реакцій) і друга частина схеми (реєстрація міжсигнальних рухових реакцій), то до них підключено реле P_{14} (мережа — P_1 — K_3P_y — P_{14} — BK_1 — мережа). P_{14} являється електромуфтою, яка зв'язує вісь потенціометра R_{29} з віссю храпового колеса (дверка, яка розміщена в експериментальній камері, за допомогою тяги з'єднана з штовхачем храпового колеса). Коливання дверки через тягу передаються до штовхача, а він, в свою чергу, повертає храпове колесо, і, відповідно, вісь потенціометра R_{29} . Напруга, яка з'єднується з потенціометром, прямо пропорціональна куту відхилення дверки. Ця напруга подається на мікроамперметр mKA_1 . Крім того, через контакт K_1P_{14} ця ж напруга перетворюється на диференціональним ланцюжком $R_4R_3C_7$ і через підсилювальний триод T_3 походить на одновібратор, при виході якого одержуються стандарти імпульсів негативної полярності. Ці імпульси подаються на лічильник імпульсів PI_1 .

Таким чином, кількість натискувань твариною на дверку незалежно від її положення реєструватиметься лічильником PI_1 . Поодинокі відхилення дверки на відповідний кут реєструватимуться у вигляді сумарної величини рухового умовного рефлексу за час реакції тварини на дії умовного подразника мікроамперметром mKA_1 .

В цих випадках, коли тварина до дії подразника уже натиснула на дверку, електросекундомір відліку латентного періоду не увімкнеться, а відразу ж включиться електросекундомір сумарного часу рухової реакції CK_2 .

Після закінчення часу запрограмованої дії умовного подразника, контакт K_3P_y перекинеться на другу половину схеми (реєстрація міжсигнальних рухових реакцій тварин). Реле P_1 залишається увімкненим. При цьому електросекундомір (CK_3) відліку латентного періоду міжсигнальних реакцій увімкнеться по ланцюгу: мережа — P_1 — K_3P_y — K_1P_1 — CK_3 — K_1P_4 — BK_1 — мережа. Запалюється сигнальна лампочка другої половини схеми: мережа — P_1 — K_3P_y — K_1P_1 — L_3 — R_{25} — BK_1 — мережа.

При розімкненні контакту K_1 електросекундомір CK_3 відключиться і уже більше увімкнеться не може, тому що реле P_4 вимикається. Одночасно з виключенням CK_3 увімкнеться електросекундомір CK_4 відліку сумарного часу і буде реєструвати його (час) стільки, скільки тварина може тримати дверку відкритою.

Кількість поштовхів тварини на дверку і сумарний кут відхилення дверки в міжсигнальний період реєструється так само, як і в першій половині схеми з допомогою лічильника імпульсів PI_2 і mKA_2 .

Для повторного вмикання схеми необхідно, після скидання показників з усіх пристрій на нулі, натиснути на кнопку «Пуск». (Кожна схема — сигнальна і міжсигнальна — має автоматичне пристосування скидання показників за допомогою кнопок «Сброс»).

Для скидання показників біля всіх електросекундомірів, кріплених електромагнітами, приєднані останні (мережа — P_7 — P_8 , P_9 , P_{16} — мінус мережі).

Для скидання показників тромуфта, введена в зачеплення. Електродвигун D_1 повертає пружину дірковіватиме «О», яка на валу двигуна, розімкнеться P_7 , P_8 , P_9 . Скидання саме, як і з першої.

Для ілюстрації кількісного руху тварини наводимо процеси відображення кори головного мозку.

Час	Інтервал між подразниками	Порядковий номер умовного подразника		Умовний подразник
		з підкріпленням	без підкріплення	
11:05	60 сек	126		дзи
		127		"
		128		"
		129		"
		130		"
				Щур №12
10:35	60 сек	126		дзи
		127		"
		128		"
		129		"
		130		"
				Щур №17

Методика кількісної оцінки фізіологічних процесів проводиться при вивченні дії відповідної діяльності. Великий внесок зроблено ліз одержаних даних, що з

1. Аксюк А. Ф.—Уч. зап.
2. Ганіке Е. А.—Фізiol.
3. Гольдберг М. Б., Кошарова Е. В.—Труды
- 10, 187.
4. Котляревский Л. И.
5. Макаренко М. В., Тернерн.
6. Федоров Викт. К.—

Скидання показників на нулі

Для скидання показників міжсигнальних і сигнальних рухових реакцій на нулі, біля всіх електросекундомірів ($CK_1 - CK_4$) і лічильників імпульсів ($PI_1 - PI_2$) прикріплені електромагніти, при з'єднанні яких з електричною мережею, скидають показники останніх (мережа — P_{P_1} — автотрансформатор — плюс моста ($D_{16} - D_{19}$) — $KH_2 - P_7 - P_8, P_9, P_{16}$ — мінус моста ($D_{16} - D_{19}$) — мережа).

Для скидання показників мікроамперметрів ($mKA_1 - mKA_2$) служить P_{16} як електромуфта, введена в зачеплення з віссю потенціометра і віссю електродвигуна D_1 . Електродвигун D_1 повертає вісь потенціометра в бік нульового положення. Коли на пруга дорівнюватиме «0», двигун автоматично відключиться, бо штовхач, розміщений на валу двигуна, розімкне контакт K_2 . Виключиться реле P_{16} , розімкнеться $K_1 P_{16}$ і вимкнеться P_7, P_8, P_9, P_{16} . Скидання показників з другої половини схеми здійснюється так само, як і з першої.

Для ілюстрації кількісного виразу умовної рухової реакції та міжсигнальних рухів тварини наводимо протоколи дослідів двох щурів з різним рівнем процесу збудження кори головного мозку.

Протокол досліду № 31

Час	Інтервал між подразниками	Порядковий номер умовного подразника		Умовний подразник	Тривалість дії умовного подразника	Сигнальний цикл				Міжсигнальний цикл					
		з підкріпленим	без підкріплення			Латентний період (сек)		Час умовнорефлекторної реакції (сек)	Сума рівна величина рухів умовних рефлексів на умовний подразник	Латентний період (сек)		Час рухової реакції (сек)	Сума рівна величина рухових реакцій		
						ізольованої	сумісної			загальний	спеціальний				
Шур №12															
11:05	60 сек	126	дзв.	5	5	0,56	5,03	23	23	11,3	8,5	21	18		
		127	»	5	5	0,64	5,77	26	16	20,0	1,39	6	6		
		128	»	5	5	0,34	5,24	24	19	43,52	1,65	2	4		
		129	»	5	5	0,69	6,44	26	21	31,67	2,9	10	10		
		130	»	5	5	0,32	5,57	30	23	20,21	1,13	3	2		
Шур №17															
10:35	60 сек	126	дзв.	5	5	2,65	1,72	4	13	33,35	0,81	4	2		
		127	»	5	5	1,76	3,92	15	17	—	—	—	—		
		128	»	5	5	4,64	1,82	8	7	25,0	1,0	5	6		
		129	»	5	5	2,8	2,23	11	12	29,0	3,81	10	12		
		130	»	5	5	1,22	4,68	14	16	—	—	—	—		

Методика кількісної оцінки умовної рухової реакції призначена для дослідження фізіологічних процесів при різних функціональних станах організму і може застосовуватись при вивченні дії різних фармакологічних і отруйних речовин на вищу нервову діяльність. Великий цифровий матеріал дає можливість робити статистичний аналіз одержаних даних, що значно підвищує цінність результатів дослідів.

Література

- Аксюк А. Ф.—Уч. записки Московского ин-та сан. и гигиены, М., 1960, 3, 22.
- Ганіке Е. А.—Физiol. журн. СССР, 1935, 6, 1164; 1939, 27, 4, 277.
- Гольдберг М. Б., Коломейцева И. А., Семагин В. Н., Шаров А. С., Шарова Е. В.—Труды Ин-та высшей нервной деят., серия патофизиол., М., 1962, 10, 187.
- Котляревский Л. И.—Журн. высш. нервн. деят., 1951, 1, 5.
- Макаренко М. В., Трошихін В. О.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 6.
- Федоров Викт. К.—В кн.: Методика изучения типологич. особенностей высш. нервн. деят. животн. М.—Л., 1964, 96.

Надійшла до редакції
6.VII 1966 р.