

ДИНАМІКА ПРОЦЕСУ АКОМОДАЦІЇ ПРИ РІЗНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СТАНАХ НЕРВА

Повідомлення 3

Динаміка процесу акомодатії в нерві в період ритмічного подрозніювання і після припинення його

З. С. Донцова

В раніше опублікованих наших повідомленнях (1951, 1952) було показано, що процес акомодатії розвивається з різною швидкістю залежно від того функціонального стану, в якому знаходиться нерв.

Для повноти уявлення про динаміку процесу акомодатії при різних функціональних станах нерва необхідно було простежити за динамікою цього процесу на фоні ритмічного його подразнювання і після припинення подразнень.

В даному повідомленні викладені дослідження, присвячені цьому питанню.

Методика досліджень

Визначення акомодатії на фоні ритмічного подразнювання. Ми вивчали швидкість розвитку акомодатії визначенням мінімальної ємкості, яка гасить одиничний стимул і наявне ритмічне збудження. Якщо швидкість акомодатії збільшується, то необхідно включати меншу ємкість у порівнянні з вихідною, внаслідок чого одержаний експоненціальний струм збільшуватиметься з такою швидкістю, яка вже здатна погасити виникаюче збудження. Навпаки, якщо акомодатія сповільнюється, то для погашення збудження треба вже включити більшу ємкість у порівнянні з вихідною з тим, щоб експоненціальний струм був здатний погасити збудження.

Схема для подразнювання нерва способом, застосованим в наших дослідках, зображена на рис. 1.

Індикатором збуджень, що виникають в нерві, був м'яз литки ноги в нервово-м'язовому препараті. Одиничні скорочення у відповідь на кожне одиничне подразнення і тетануси у відповідь на ритмічні подразнення реєстрували на обертовому барабані кімографа.

Послідовність досліду була така:

1. Визначали відповідь м'яза на окремий субмаксимальний електричний імпульс певної тривалості (за допомогою маятника Гельмгольца), що відповідав тривалості кожного окремого імпульсу в ритмі, який був заданий для порівняння.

2. Знаходили найменшу ємкість, яка гасить виникаючу одиничну відповідь м'яза. Ємкість заздалегідь підбирали в таких межах, щоб виникаючий експоненціальний струм не обривався, перш ніж він закінчить свій розвиток.

3. Нерв зазнавав подразнювання певного ритму і сили. Під час подразнювання знаходили ту найменшу ємкість, яка гасить тетанус.

4. Порівнювали величини ємкостей, які гасять одиничну і тетанічну відповідь.

Визначення змін швидкості акомодатії нерва на слідах після подразнювання ритмічними стимулами. Схема для подразнювання нерва, зображена на рис. 2, так само, як і інші, в основному схожа з схемою Соландта для визначення константи акомодатії.

Ми застосовували розроблений П. Є. Моцним спосіб, зручний для спостереження якісного характеру зміни акомодатії без урахування її кількісної характери-

стики, для визначення змін акомодатії і їх характеру, коли необхідно провадити спостереження дуже швидко. Цей спосіб заснований на порівнянні співвідношення висоти одиничних відповідей на подразнення субмаксимальної сили прямокутним і експоненціальним струмами. Якщо $\frac{Hn}{He}$ (де Hn — висота відповіді на субмаксимальний прямокутної форми електричний стимул, а He — висота відповіді на субмаксимальний експоненціальний стимул) в досліді стає більшим, ніж вихідне $\frac{Hn}{He}$, акомодатія прискорена; якщо меншим, — акомодатія сповільнена.

Послідовність спостереження акомодатії за цією методикою така. Спочатку підбирається фон. Для цього на нерухомому кімографі записують відповідь м'яза

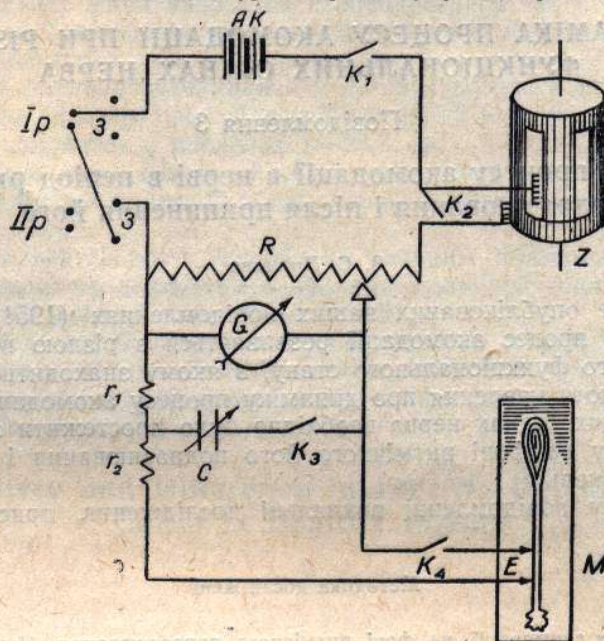


Рис. 1. Схема подразнювання для спостереження динаміки акомодатії на фоні повністю розвинутої ритмічної діяльності нерва.

АК — батарея акумуляторів; K_1, K_2, K_3, K_4 — ключі Дюбуа — Раймона; R — потенціометр.
 I, II, z — контакти маятника Гельмгольца: для розмикання (I), для замикання (z).
 G — гальванометр; C — змінна ємність; r_1, r_2 — опір ланцюга;
 z — барабан з дисками для переривання прямокутного струму;
 E — електроди; M — волога камера.

на субмаксимальне подразнення прямокутним струмом, а потім підбирають таку силу подразнювального експоненціального струму, яка викликала б відповідь трохи меншої висоти, ніж на прямокутний струм. Таке співвідношення у висоті відповідей вважається вихідним. Потім з дальніх електродів E_2 (рис. 2) провадили ритмічне подразнювання певної частоти, результат якого фіксували на рухомому кімографі.

Після припинення подразнювань прямокутним і експоненціальним струмом знову їх поперемінно включають. Зміни висоти відповідей на обидва струми розглядали як результати зміни акомодатії $\frac{Hn}{He}$.

Послідовність дії правої частини схеми (рис. 2) така: коли чашечка I замкнена, відбувається замикання прямокутного струму, потім вона розмикається і замикається чашечка III, тобто включається ємність, і поки вона замкнена, включається чашечка II, внаслідок чого відбуваються зарядження ємності і розряд експоненціально наростаючого струму. Далі виключається спочатку чашечка III, а потім чашечка II. Одиничні подразнення здійснювали за допомогою ключів K_1, K_2 і K_3 .

Досліди провадились у жовтні — листопаді 1946 р. при середній температурі $+17^\circ\text{C}$ на нервово-м'язовому препараті жаби. Жаб і нервово-м'язові препарати перед дослідом видержували у відповідних умовах.

Дослід
 дразнення,
 дослідах в
 ливань на
 тетанусу, в
 Іноді необ
 граму на р

При п
 потрібна д
 погашення
 ємність (д

Одерж
 ними стиму
 При подра
 модація ма
 ції, або тр
 була не по

Дослід
 песимально
 30, 40 і 50
 силою, а та

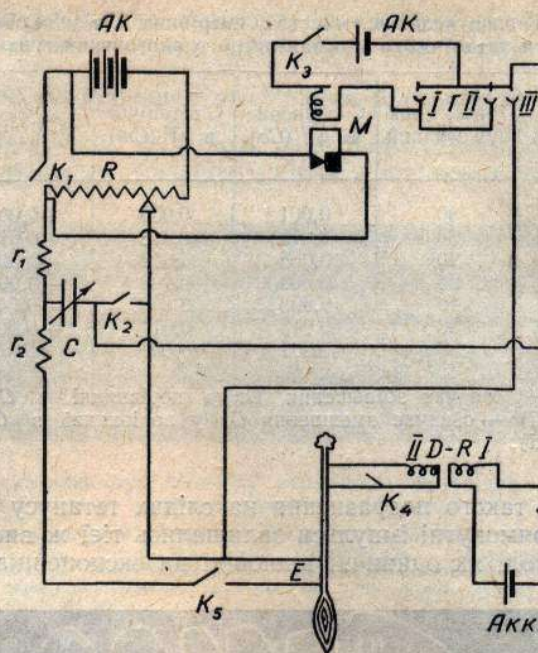


Рис. 2. Схема підразнювання для спостереження динаміки акомодатії на слідах після ритмічного підразнювання.

АК — батарея акумуляторів; K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 — ключі Дюбуа-Раймона; R — потенціометр; C — змінна ємність; r_1, r_2 — загальний опір ланцюга; a — переривач Бернштейна; D — котушки Дюбуа-Раймона; I — первинна, II — вторинна; M — реле; E — електроди; Γ — метроном; I, II, III — чашечки з контактами метронома.

Результати досліджень і їх обговорення

Дослідженню динаміки змін акомодатії в період ритмічного подразнення, що розвивається, були присвячені 30 дослідів. У всіх цих дослідях виявилось, що при подразненні нерва струмом 20, 30, 40 коливань на 1 сек. необхідно завжди брати більшу ємність для погашення тетанусу, ніж для погашення одиничного субмаксимального скорочення. Іноді необхідно було брати ємність, у десять разів більшу (див. міограму на рис. 3), ніж для погашення одиничної відповіді.

При подразнюванні нерва ритмами 50 коливань на 1 сек. ємність, потрібна для погашення тетанусу, залишалася такою самою, як і для погашення одиничної відповіді, або необхідно було брати трохи меншу ємність (див. таблицю).

Одержані дані свідчать про те, що при подразнюванні нерва ритмічними стимулами 20, 30, 40 разів на 1 сек. акомодатія сповільнюється. При подразнюванні ж ритмічними імпульсами 50 разів на 1 сек. акомодатія має ту саму швидкість розвитку, що й при одиничній стимуляції, або трохи збільшується. Необхідно врахувати, що в цих дослідках була не початкова, а тривала стимуляція.

Дослідження динаміки акомодатії на слідах після оптимального і песимального ритмічного подразнення (були застосовані ритми в 10, 20, 30, 40 і 50 коливань на 1 сек. з оптимальною і песимальною пороговою силою, а також ритм подразнення 250 коливань на 1 сек.) показало, що

Порівняння величин ємкостей, потрібних для зниження висоти тетанічного або одиничного скорочення м'яза

№ протоколу	Ритм, який був заданий	C одиночне в μF (C_0)	C тетанічне в μF (C_m)	$C_m - C_0$
1	30	0,001	0,005	+0,004
6	30	0,012	0,013	+0,018
4	20	0,008	0,012	+0,004
17	20	0,003	0,008	+0,005
9	40	0,005	0,05	+0,045
13	50	0,015	0,01	-0,005
25	50	0,001	0,001	0

Примітка. + означає збільшення C_m у порівнянні з C_0 (сповільнення швидкості акомодатії); - означає зменшення C_m у порівнянні з C_0 (прискорення швидкості акомодатії).

після припинення такого подразнення на слідах тетанусу відповіді нерва на одиничні прямокутні імпульси залишалися тієї ж висоти, що і при вихідному фоні, тоді як одиничні відповіді на експоненціальні імпульси

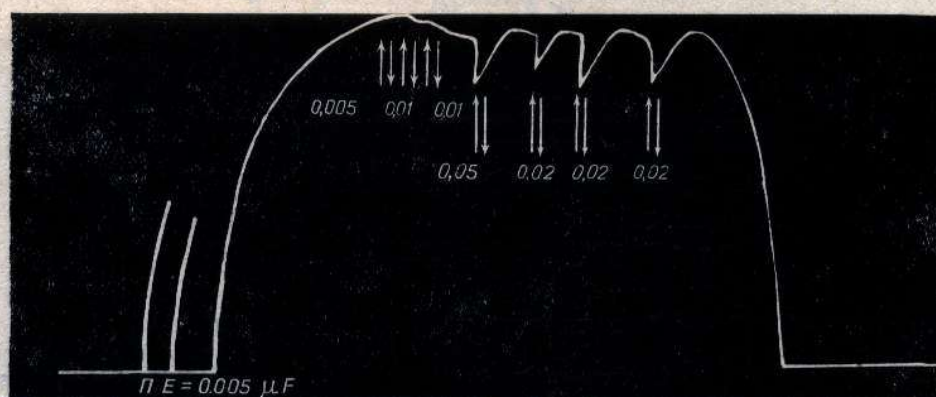


Рис. 3. Міограма показує, що для зниження тетанусу треба збільшити ємкість у порівнянні з ємкістю, яка погашає одиничний субмаксимальний імпульс.

П — м'язова відповідь при подразненні нерва одиничним прямокутним струмом оптимальної сили $E = 0,005 \mu F$ — перше зниження м'язової відповіді при подразненні нерва одиничним експоненціальним струмом. Числа під міограмою показують величину застосованих ємкостей в μF , використаних для первинного гасіння тетанусу.

лише трохи зменшувалися після оптимального подразнення і різко зменшувалися після песимального подразнення (див. співвідношення на рис. 4 і 5). Це свідчить про те, що акомодатія в цей момент прискорюється після оптимального подразнення лише трохи, а при песимальному — дуже сильно (рис. 5).

Після першого періоду зміни висоти відповідей настає другий період, коли відповіді на прямокутний струм залишаються такими ж, як і на вихідному фоні, а на експоненціальний струм вони збільшуються, тобто відношення $\frac{H_1}{H_e}$ зменшується (міограми на рис. 4 і 5). Це свідчить про те, що процес акомодатії в цей період дуже сповільнюється. Цікаво, що після песимального подразнення цей період сповільнення акомодатії завжди відбувається неначе спалахами, які змінюються ко-

роткчасною коли акомод

вихідного рі

З точки ну ритмічної



Рис. 4. Міограма

Ритм подразнення м'язовий ефект Е — відповідь



Рис. 5. Динаміка Сила

дить через ті с в зворотній по

І дійсно, якщо вихід нервовості супроводжується (Н_е). При цьому акомодатія з вихідною, акомодатія провадильності це в який час прискорюється повертається до Крім усього абсолютної ре акомодатії у від (1947), вихід не

роткчасною прискореною акомодатією (рис. 5). Потім настає період, коли акомодатія лише трохи прискорена або відразу повертається до вихідного рівня, бо відношення стає близьким до вихідного.

З точки зору теорії парабіозу слід вважати, що вихід нерва із стану ритмічної активної діяльності після припинення подразнень прохо-



Рис. 4. Міограма ілюструє динаміку акомодатії на слідах після ритмічного подразнювання.

Ритм подразнення з частотою 50 коливань на 1 сек. Сила подразнення оптимальна. П — м'язовий ефект на подразнення нерва одиничним субмаксимальним струмом. Е — відповідь м'яза на подразнення нерва одиничним експоненціальним струмом такої самої інтенсивності, як і при дії прямокутного струму.



Рис. 5. Динаміка акомодатії після подразнювання з частотою коливань 50 на 1 сек. Сила подразнення песимальна. Значення П і Е таке саме, як на рис. 4.

дить через ті самі стадії, що й при приведенні його в активний стан, але в зворотній послідовності.

І дійсно, якщо ми звернемось до міограм на рис. 4 і 5, то побачимо, що вихід нерва із стану оптимальної або песимальної ритмічної діяльності супроводжується такими ж зрушеннями акомодатійної здатності (Н_с). При цьому повторюються в зворотному порядку ті зрушення акомодатійної здатності, які ми спостерігали при дослідженні акомодатії в момент приведення нерва в стан ритмічної діяльності на фоні повністю розвинутої ритмічної діяльності або на слідах після неї. Як бачимо, акомодатія на слідах подразнення спочатку прискорена в порівнянні з вихідною, а потім сповільнена. Якщо спостереження динаміки акомодатії провадиться на слідах після песимального подразнення, то сповільнення це відбувається неначе спалахами, які змінюються на короткий час прискоренням, а потім через невелике прискорення акомодатія повертається до вихідного рівня.

Крім усього описаного, цікавий той факт, що вихід нерва із стану абсолютної рефрактерності, який характеризується зрушеннями акомодатії у відносну рефрактерну фазу (Донцова, 1947; Латманізова, 1947), вихід нерва із стану ритмічної діяльності, який ми визначали за

акомодаційними зрушеннями у цих дослідженнях, і вихід нерва із стану парабіозу, який також супроводжувався певними акомодаційними зрушеннями (Латманізова, 1949), характеризуються однаковими за формою виявлення акомодаційними зрушеннями, хоч час їх розвитку при цьому різний. Тут необхідно врахувати той факт, що всі ці акомодаційні зрушення характеризуються аналогічними зрушеннями електротонічного стану тканини (Воронцов, 1928; Жуков, 1937; Латманізова, 1943).

Таким чином, наведені в даній праці факти набувають певного значення, з одного боку, для нового підтвердження положення теорії парабіозу про те, що всі види діяльності нервової тканини розвиваються за одним загальним законом, який може варіювати в деталях залежно від умов подразнення, функціонального стану тканини і втягнення її в діяльність. Крім того, ці досліді дають деякий матеріал для підкріплення тієї точки зору, яка вперше була висловлена Веріго (1880), а потім Скогландом (1945) та Ерлангером і Блером (1938) щодо кателектронічної природи акомодації.

Висновки

На основі досліджень, наведених у даному повідомленні, а також у перших двох повідомленнях, ми можемо зробити такий висновок:

Основне положення Хілла, який запропонував в 1936 р. теорію акомодації, твердячи, що стійкість акомодації живої тканини не залежить від умов подразнення, є в корені невірним, бо воно суперечить закону діалектики про залежність явищ від умов і історії їх виникнення. Це підтверджується і фактами, одержаними в описаних нами експериментах в даній і попередніх працях. Факти показують, що процес акомодації не залишається незмінним при різних функціональних зрушеннях тканини і має якийсь зв'язок з рештою факторів, які беруть участь у функціональній рухомості тканини.

Таким чином, параметр акомодації, який застосовується зараз дослідниками для визначення деяких питань функціональної характеристики тканини, так само як і інші параметри (хронаксія, поріг, рефрактерність), тісно зв'язаний функціональним станом тканини і конкретною обстановкою подразнювання тканини.

ЛІТЕРАТУРА

- Веріго Б. Ф., К вопросу о действии на нерв гальванического тока прерывистого и непрерывного. Дисс., 1880.
Воронцов Д. С., Труды III съезда физиологов СССР, 1928, с. 327.
Донцова З. С., Вопросы физиологии, 1951, № 1; 1953, № 3.
Жуков Е. К., Труды Института физиологии ЛГУ, 18, 27, 1937.
Латманізова Л. В., Труды Института мозга, 18, 79, 1947.
Латманізова Л. В., Закономерности Введенского и электрической активности нерва, Изд-во ЛГУ, 1949.
Erlanger G. and Bleier E. A., Amer. J. of Physiol., 1938, 121, 431.
Skoglund C. R., Kungl. Svenska Vetenskapsakad., 1945, 21, № 9.

Дніпропетровський державний університет,
кафедра фізіології.

ДИНА

Д
ритВ ра
нениях с
ниях нер
кращенияВ ре
развития
состоянии
скими ст
исходным
раздраже
тия, что
чивается.Иссл
после оп
10, 20, 30
говой сил
дражения
очень сил
ции замед
замедлен
ся на не
период а
исходномТаким
ностью р
дражение
Данн
ших рабо
фрактерн
ность, опВсе э
положени
ткани нез
Оно прот
и истории
получень
процесс а
нальных
обусловиСледо
щее время
ционально
ры (хрона
функциона
жения тка

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА АККОМОДАЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ НЕРВА

Сообщение 3.

Динамика процесса аккомодации в нерве в период ритмического раздражения и после прекращения его

З. С. Донцова

Резюме

В работе изложены полученные в экспериментах данные об изменениях скорости аккомодации при различных функциональных состояниях нерва: в момент текущего ритмического раздражения и после прекращения такого раздражения на его следах.

В результате проведенных экспериментов выяснилось, что скорость развития аккомодации изменяется в зависимости от функционального состояния нерва. Так, при долго длящемся раздражении нерва ритмическими стимулами 20, 30, 40 раз в 1 сек. аккомодация по сравнению с исходным фоном (при одиночных раздражениях) замедляется. При раздражении 50 раз в 1 сек. аккомодация имеет ту же скорость развития, что и при одиночной стимуляции или иногда несколько увеличивается.

Исследование скорости развития аккомодации сразу на следах после оптимального и пессимального раздражения (применялись ритмы 10, 20, 30, 40, 50, 250 раз в 1 сек., с оптимальной и пессимальной пороговой силой) показало, что в первый период после оптимального раздражения аккомодация ускоряется лишь слегка, а при пессимальном — очень сильно. Затем наступает второй период, когда процесс аккомодации замедляется, причем после пессимального раздражения этот период замедления аккомодации проходит как бы вспышками, сменяющимися на непродолжительное время ускоренной аккомодацией. В третий период аккомодация лишь слегка ускорена или сразу же приходит к исходному уровню.

Таким образом, процесс аккомодации ускорен на фоне уже полностью развившегося ритмического ответа нерва на ритмическое раздражение или же сразу на следах после его прекращения.

Данные этой работы хорошо согласуются с результатами предыдущих работ автора об изменениях скорости аккомодации в период рефрактерности нерва и в период вовлечения его в ритмическую деятельность, опубликованных в сообщениях 1 и 2 (1951, 1953).

Все эти факты приводят к общему заключению о том, что основное положение теории Хилла (1936) об устойчивости аккомодации живой ткани независимо от условий раздражения является в корне неверным. Оно противоречит закону диалектики о зависимости явлений от условий и истории их возникновения и развития. Это подтверждается и фактами, полученными в работах по этому вопросу, а факты эти показывают, что процесс аккомодации не остается неизменным при различных функциональных сдвигах ткани и связан со всей совокупностью процессов, обуславливающих функциональную подвижность ткани.

Следовательно, параметр аккомодации, применяющийся в настоящее время исследователями для определения некоторых сторон функциональной характеристики живой ткани, так же как и другие параметры (хронаксия, порог, рефрактерность), находится в тесной связи с функциональным состоянием ткани и конкретной обстановкой раздражения ткани.

Dynamics of the Accommodation Process in Various Functional States of the Nerve.

Communication 3.

Z. S. Dontsova

Summary

This paper presents the experimental findings on changes in the rate of accommodation during various functional states of the nerve — at the moment of current rhythmic stimulation, and, after the cessation of such stimulation, on its traces.

As a result of the experiments, it was ascertained that the rate of accommodation development changes in dependence on the current functional state of the nerve. Thus on prolonged stimulation of the nerve by rhythmic stimuli occurring 20, 30 and 40 times per second, the accommodation was retarded in comparison with the initial background (single stimuli). On stimulation at the rate of 50 times per second, the accommodation has the same rate of development as in single stimulation, or is sometimes slightly increased.

An investigation of the rate of accommodation development directly on the traces after optimal and pessimal stimulation (rhythms of 10, 20, 30, 40, 50 and 250 times per second were employed with optimal and pessimal threshold strength) showed that, during the first period, accommodation is accelerated only slightly after optimal stimulation and very markedly after pessimal stimulation. Then the second period sets in, when the accommodation process is retarded; after pessimal stimulation, this period of retardation of accommodation is of very short duration, and is followed for a short time by accelerated accommodation. During the third period, the accommodation is only slightly accelerated or returns rapidly to the initial level.

Thus, the process of accommodation is accelerated on the background of a fully developed rhythmic response of the nerve to rhythmic stimulation, or directly to the traces after its cessation.

All these facts lead to the general conclusion that the basic principle of Hill's theory (1936), as to the stability of accommodation of living tissue irregardless of the conditions of stimulation, is fundamentally incorrect. It contradicts the basic dialectic law of the dependence of phenomena on the conditions and the history of their emergence. This is also confirmed by the results obtained in researches on this problem, which show that the accommodation process does not remain unchanged during various functional changes in the tissue, but is bound up with the aggregate of processes conditioning the functional mobility of the tissue.

Вуглевод
тварин пр

В раніш
сулярна нед
значних змі
ний вплив н
дальшим зав
центральної
новодіабетич

Досліджен
підшкірним вве
на 100 г ваги

Для виявл
у щурів період
Ієнсена), добо
леного умовами
нах їх печінки
фосфорного об
фосфор, «справ
трифосфору ки
дом Фіске і Су

Пригнічення
а збудження —
тичних щурів, я
процентний вод
мальних щурів,
тичних щурів і
100 г ваги твар

Вивчаючи
щурів і норм
нервової систе
рівень цукру
30,4 %; добо
лась; вміст е
денцію до нор
летних м'язох
ні нами в таб
Як видно
кож викликал
не) всіх визна
нього» неорга