

В. С. МИРЗОЯН, Э. А. МЕЛЮЯН

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА ЛЯГУШЕК (ПО ЭЛЕКТРОРЕТИНОГРАММЕ)

Реакция организма на ультразвуковое воздействие отличается от таковой на другие виды энергии окружающей среды, поскольку, во-первых, отсутствуют рецепторы, воспринимающие ультразвуковые волны, во-вторых—приспособительные механизмы к действию ультразвукового облучения.

Действие ультразвуковых волн на сетчатку глаза представляет большой интерес. При этом необходимо выяснить изменяет ли сетчатка свою функцию косвенно, через нервную систему, или непосредственно сама подвергается воздействию ультразвуковой волны.

Для записи ЭРГ был использован четырехканальный чернилопишущий электроэнцефалограф МГ-014 (Венгрия). В качестве источника ультразвуковых волн использовался ультразвуковой генератор УЗГ-10 с магнитострикционной приставкой. Для озвучивания пользовались методом Джакомини.

В сосуд, заполненный для акустической связи дегазированной водой, помещается кювета, в которой находится подлежащий облучению препарат. Стенки облучаемой кюветы, служащие для входа и выхода звуковых волн, представляли собой пластины, толщина которых равна половине длины звуковой волны, проходящей в материале данных пластин. Значительно выгоднее, если волновое сопротивление этих пластин будет мало отличаться от такового воды (лучше брать стекло, пластмассу или металл). Чтобы облучение производилось бегущей волной, а не стоящей, сзади кюветы ставился поглотитель—шероховатая пластмасса или стеклянная вата. Температура поддерживалась постоянной.

Звуковой излучатель помещался в сосуд и излучал волны в горизонтальном направлении.

В водную среду лягушек помещали в стеклянных банках. В качестве излучателя применялись металлические площадки площадью $S=625$ см, мощность облучения— $N=2,4-2,5$ квт, т. е. интенсивность облучения— $J=5$ вт/см, частота звучания— $\nu=20000$ гц.

После облучения лягушек укрепляли на станке. Голова фиксировалась специальным держателем. Роговица анестезировалась несколькими каплями 1% раствора дикаина. Отведение ЭРГ производилось платиновыми электродами. Индифферентный электрод помещался на голову. Для раздражения глаза использовался белый свет (200 люкс) и электронная вспышка «блиц». Включение и выключение света производилось при помощи диафрагмального затвора фотоаппарата. Рядом с глазом помещался фотодиод для регистрации светового стимула. ЭРГ регистрировалась в условиях темновой и световой адаптации. Все лягушки (30) (в том числе контрольные) жили в одинаковых условиях ухода и содержания.

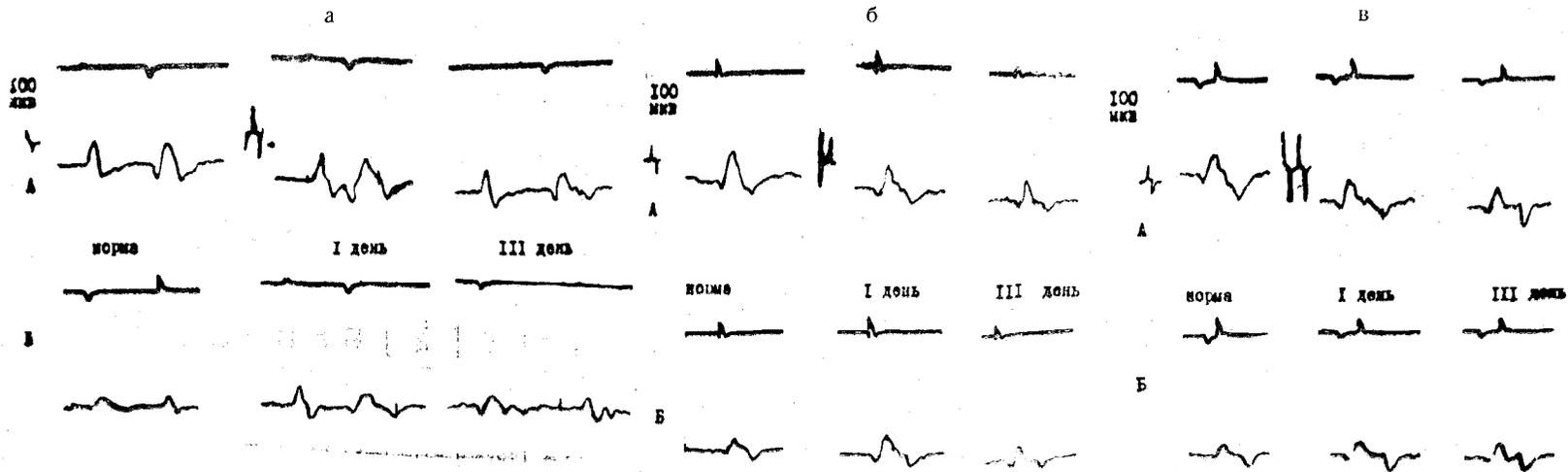


Рис. 1 (а, б, в)₂—ЭРГ лягушек до и после УЗ воздействия при: а — световой адаптации, б — темновой, в — бллицевой.

В первой серии опытов лягушки подвергались действию ультразвука в водной среде ($I=5$ вт/см и $\nu=20000$ гц) до тех пор, пока не наступала смерть. Средняя продолжительность действия ультразвука, приводящая к смерти, составляла 12—13 мин. Мы подвергали действию УЗ непосредственно спинной мозг лягушек тем же аппаратом, с той же мощностью, и смерть наступала через 1,5 мин. Этот факт подтверждает литературные данные относительно того, что нервная система очень чувствительна к действию ультразвука и даже кратковременное его воздействие вызывает судороги у животного и смерть.

Вскрытие показало, что у лягушек наблюдались точечные кровоизлияния почти во всех органах и в кожном покрове.

Во второй серии опытов лягушки были озвучены в тех же условиях, что и в первой серии, но в течение 10 мин. Сразу на коже их появлялись точечные кровоизлияния, особенно хорошо заметные на брюшном белом участке кожного покрова. ЭРГ, записанная до облучения, имела нормальный, характерный для лягушек вид. Однако через 1—1,5 часа после озвучивания в ней возникали определенные изменения (рис. 1). У лягушек в «в»-волне ЭРГ имели место резкие изменения: на кривой возникали волнообразные зубцы и появилась дополнительная «в»-волна. Эти явления наблюдались при световой (а) и темновой (б) адаптации, а также при блещевом раздражении (в) (рис. 1 а, б, в). Для исследования функции сетчатки важное значение имеет изучение эффектов «ОН» и «ОФФ». Обобщая данные этой серии опытов, видим, что при десятиминутном «озвучивании» возникает уменьшение волны «в» ЭРГ и наступает смерть в течение 3—8 дней (табл. 1). Полученные данные приведены также в виде кривой и диаграммы (данные усредненные, рис. 2 и 3 б).

Таблица 1

Величина „в“-волны ЭРГ лягушек (мкв) до и после 10-минутного „озвучивания“ при световой адаптации

№№ лягушек	Норма	Дни озвучивания УЗ				Примечание
		1 день	3 день	5 день	8 день	
1	63	37	25	—	—	погиб на 3-й день
7	40	50	30	11	45	„ 8-й день
11	33	22	21	—	—	„ 3-й день
19	56	40	35	25	20	„ 7-й день
21	45	30	20	15	—	„ 5-й день
23	50	40	40	30	—	„ 5-й день

Была поставлена также 3-я серия опытов с 8-минутным облучением. В этой серии удалось получить данные относительно динамики восстановления ЭРГ после действия ультразвука (табл. 2). Здесь, как и в предыдущих сериях опытов, предварительно несколько раз регистрирова-

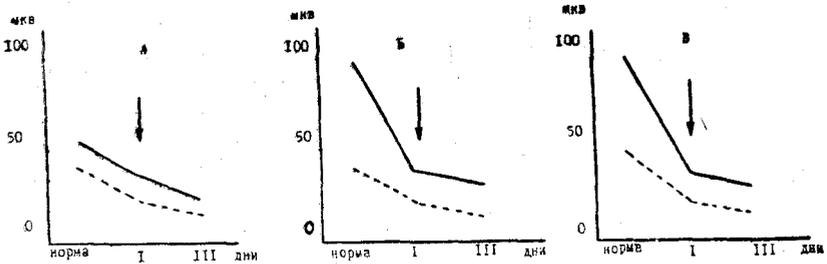


Рис. 2. Изменение величины «в»-волны (в мкв) при световой (а) адаптации, темновой (б) и блицевой (в).

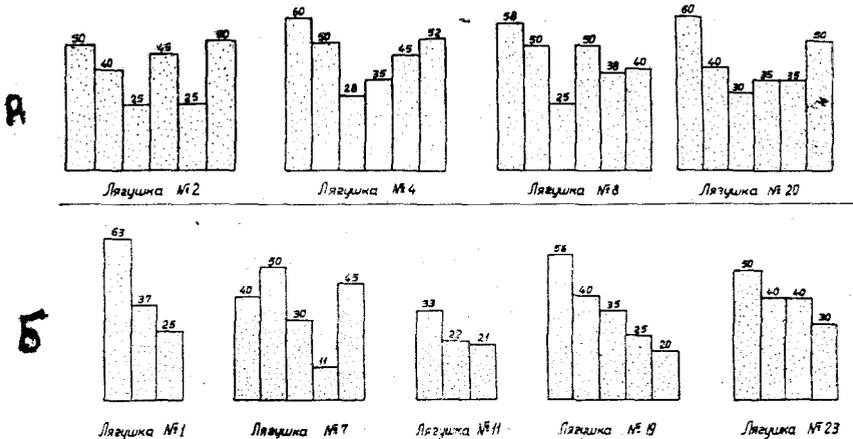


Рис. 3 (А и Б). Средние значения величины «в»-волны у лягушек при световой адаптации. Первый столбик—величина «в»-волны до озвучивания (в мкв). Второй столбик—день озвучивания; 3-й—на 3-й день озвучивания; 4-ый—на 5-й день; 5-ый—на 8-ой день.

Таблица 2

Величина „в“—волны ЭРГ у лягушек (мкв) до и после 8-минутного „озвучивания“ (левая) при световой адаптации

№№ лягушек	Норма	Дни озвучивания				
		1 день	3 день	5 день	10 день	15 день
2	50	40	25	45	25	50
4	60	50	28	35	45	52
8	58	50	25	50	38	40
20	60	40	30	35	35	50
22	65	50	40	30	30	40
24	40	25	20	20	10	15

лась ЭРГ у интактного животного, а затем—после облучения—она вновь систематически исследовалась (рис. 4). «Озвучение» привело к изменению почти всех компонентов ЭРГ, особенно «в»-волны, как по величине,

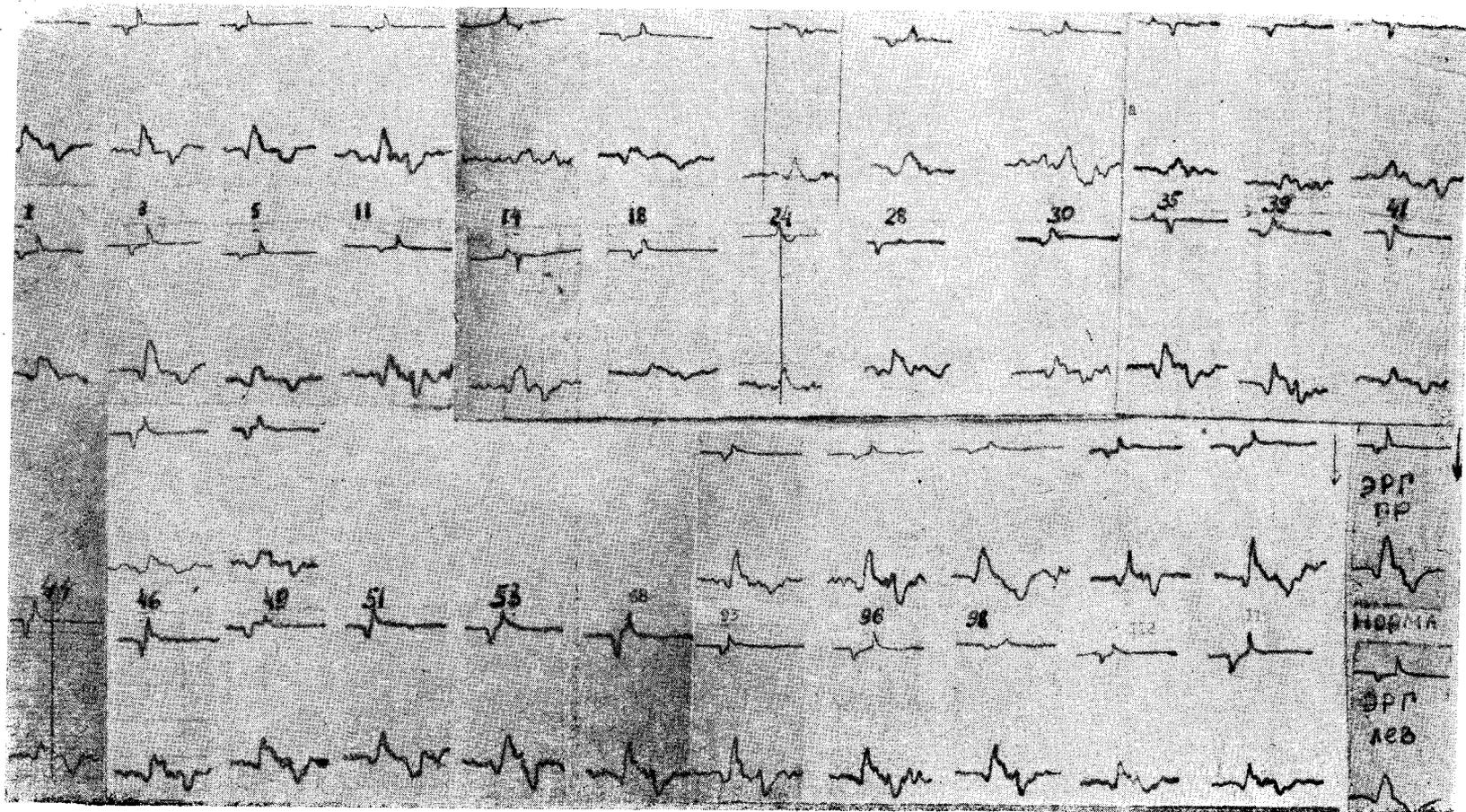
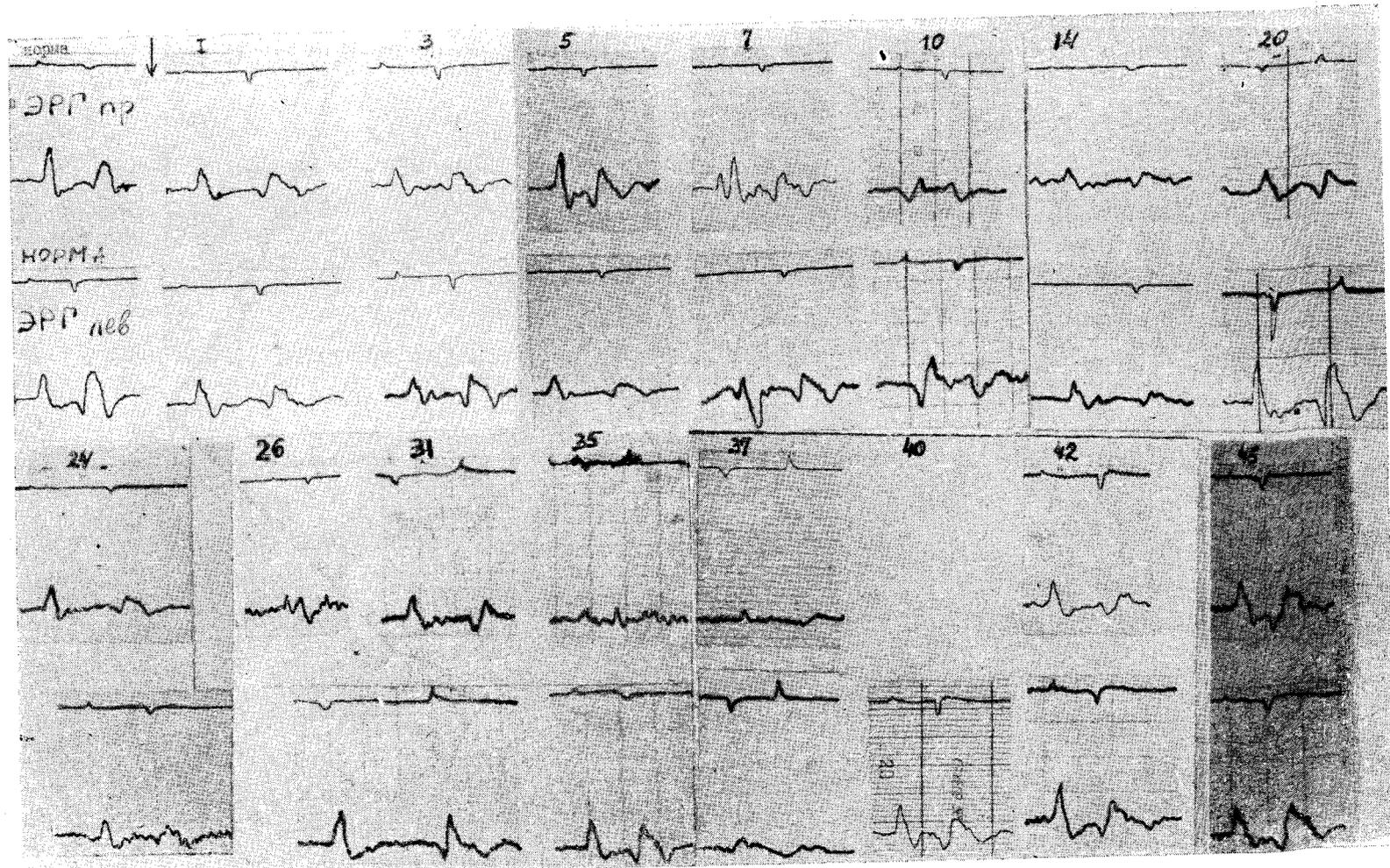


Рис. 4а. ЭРГ правого и левого глаза у лягушки до и после минутного озвучивания при световом раздражении. Стрелки показывают дни озвучивания.



См. стр. 56. (Продолжение рис. 4а).

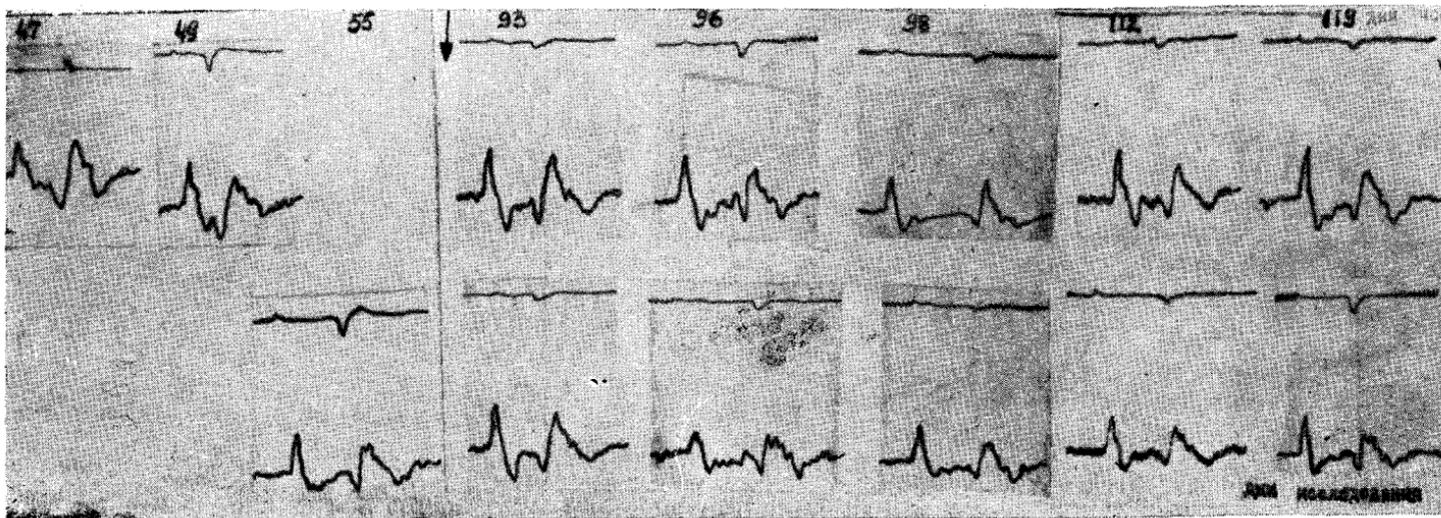


Рис. 46. ЭРГ правого и левого глаза у лягушки до и после минутного „озвучивания“ при темновом раздражении.
Стрелки показывают дни озвучивания,

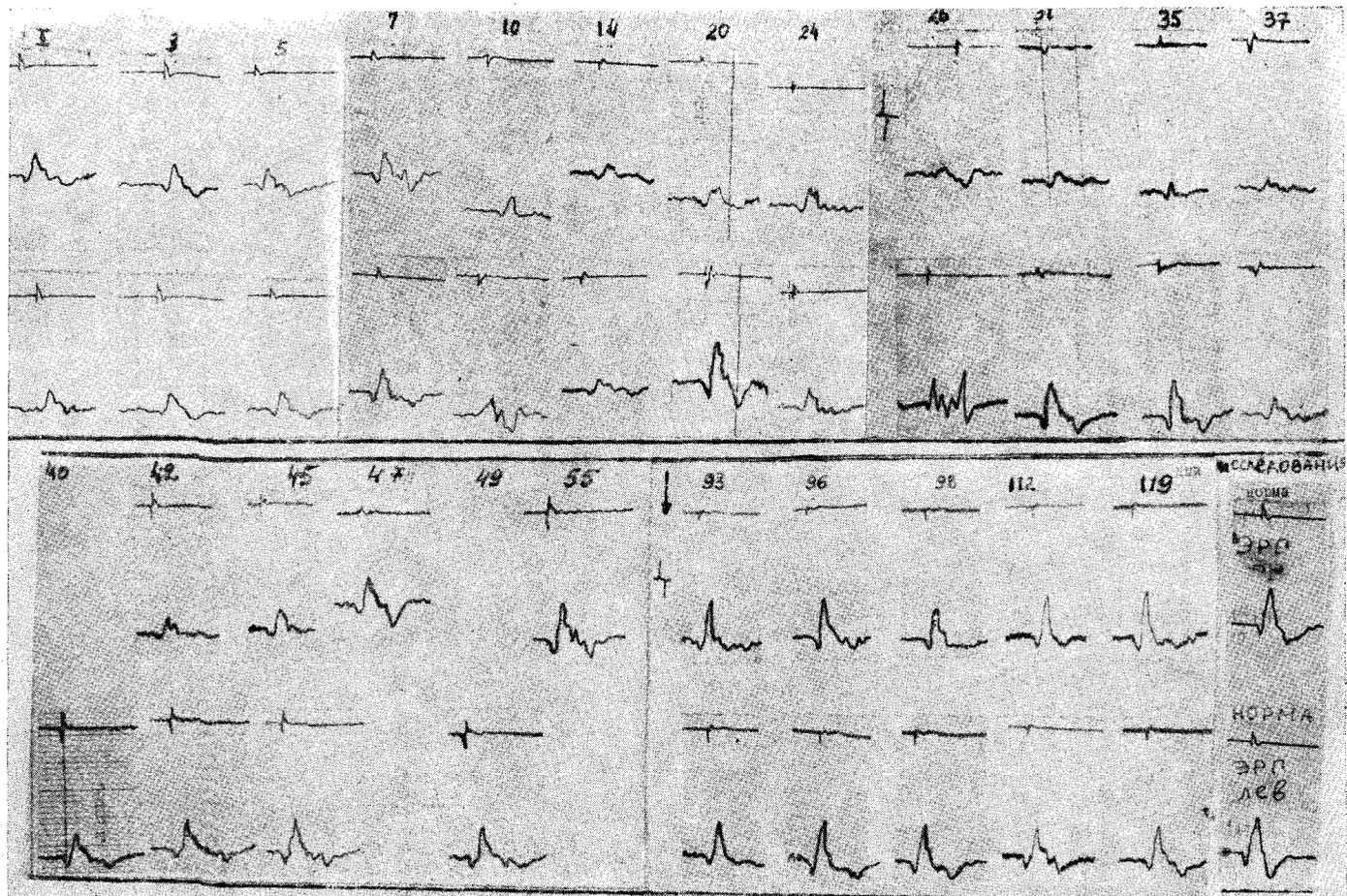


Рис. 4в. ЭРГ правого и левого глаза у лягушки до и после минутного „озвучивания“ при блицевом раздражении. Стрелки показывают дни озвучивания.

так и по форме. При внимательном рассматривании видно, что 2-ая фаза у «в»-волны почти исчезла и вновь появилась через 6 дней, кроме того, в ней возникли дополнительные зубцы.

Наиболее отчетливо это выявлялось через 11—12 дней, а приблизительно через месяц-полтора волна «в» восстановилась, однако только через 2 месяца кривая приняла прежний вид, как до озвучивания (см. рис. 5 а и б). На рис. 5 представлены результаты изменения величины волны «В» в динамике (полное восстановление ЭРГ происходит через 2—2,5 месяца).

Чтобы убедиться, что ультразвук приводит к указанным изменениям, мы подвергли животных вторичному «озвучиванию» той же дозой ($t=8$ мин, $j=5$ вт/см²). Оказалось, что вторичное озвучивание на ЭРГ влияло слабее, восстановление происходило за меньший период времени (за 18 дней). Чтобы проверить приспособляемость животных к ультразвуковому воздействию, на 20-ый день лягушки были облучены в 3-ий раз, но уже при $t=10$ мин при $j=5$ вт/см². Эти животные продолжали жить более 6 месяцев (рис. 5 а и б).

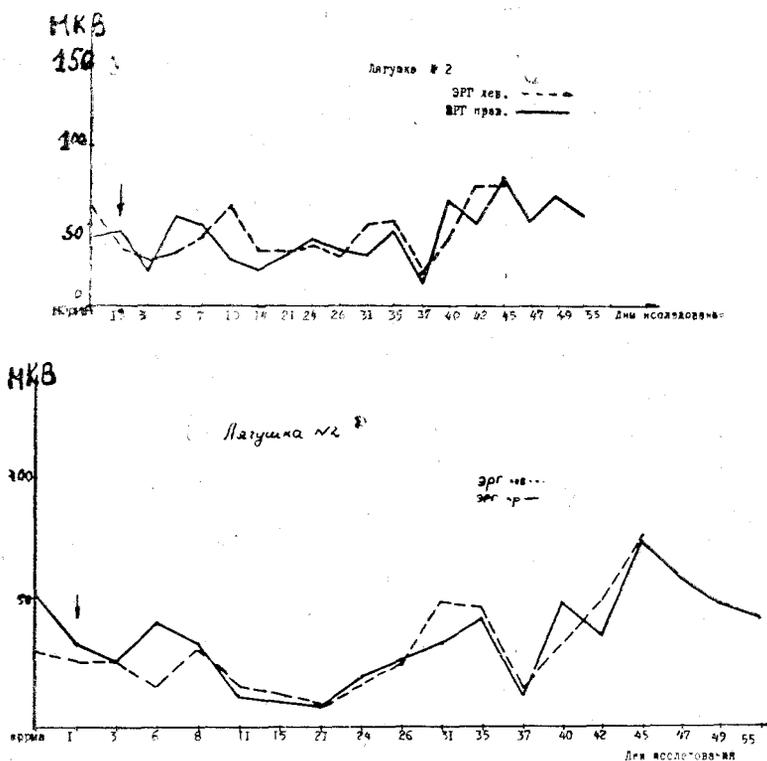


Рис. 5 (а и б). Изменение величины «в»-волны у лягушки до и после «озвучивания».

Обобщая результаты всех опытов в виде диаграммы (рис. 3 а), можно заметить, что непосредственно после воздействия УЗ в первую очередь падает величина волны «в» ЭРГ, а затем наблюдается тенденция постепенной нормализации ЭРГ.

Таким образом, действие ультразвука на лягушек в водной среде $j=5$ вт/см, $\nu=20000$ гц) приводит к смерти животных в течение 12 мин, а при действии ультразвука непосредственно на спинной мозг—через 1,5 минуты. Повторные озвучивания оказывают меньшие эффекты. Действие ультразвука на лягушку вызывает определенные изменения во всех компонентах ЭРГ: резко уменьшается амплитуда волны, возникают дополнительные волнообразные зубцы. Для полной нормализации ее требуется 1—2 месяца. После восстановления ЭРГ вторичное «озвучивание» лягушек в тех же условиях вызывает аналогичные изменения, однако в менее выраженной форме, а для восстановления нормы требуется меньше времени (18—20 дней).

Лаборатория зрительной рецепции
АН АрмССР

Поступило 21.IV 1970 г.

Վ. Ս. ՄԻՐՉՈՅԱՆ, Է. Ս. ՄԵԼՈՅԱՆ

**ՈՒՆՏՐԱՍՈՒՆԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳՈՐԾԻ ԱԶՔԻ ՅԱՆՑԱԹՍՂԱՆԹԻ ՖՈՒՆԿ-
ՑԻՈՆԱԿ ՎԻՃԱԿԻ ՎՐԱ, ԸՍՏ ԼԵԿՏՐԱՌԵՏԻՆԱԳՐԱՄԱՍՅԻ**

Ս. մ փ ո փ ու մ

Հեղինակները նպատակ են դրել վեր հանել էլեկտրաֆիզիոլոգիական այն փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունենում աչքի ցանցաթաղանթագրում մինչև ուլտրաձայնահարումը և նրանից հետո:

Կենդանի գորտերի օրգանիզմի ընդհանուր ձայնահարումը կատարվել է Ջակոմինի մեթոդով, որտեղ ուլտրաձայնի ալիքների հաճախականությունը հասնում է 2000 հերցի, իսկ ինտենսիվությունը (ուժգնությունը)՝ 5 վատ/սմ²:

էլեկտրառեոտինագրաման (էՌԳ) կատարվել է էլեկտրաէնցեֆալոգրաֆի օգնությամբ: Փորձերը տարվել են երեք սերիայով, որոնք միմյանցից տարբերվում են ձայնահարման տևողությամբ:

Առաջին սերիայում ձայնահարումը կատարվել է մինչև կենդանու մահը որը տեղի է ունեցել 12—13 րոպեի ընթացքում:

Երկրորդ սերիայում ձայնահարումը տևել է 10 րոպե, որից անմիջապես հետո էՌԳ-ի «Յ» ալիքը կտրուկ փոքրանում է և առաջ է գալիս լրացուցիչ ատամնաձևություն: Կենդանիները մահանում են 3—8 օրվա ընթացքում:

Երրորդ սերիայում ուլտրաձայնահարումը տևել է 8 րոպե, այս դեպքում կենդանիները երկար պարեցին և հնարավորություն եղավ ուսումնասիրելու ուտոլտրաձայնային էլեկտրառեոտինոգրաֆիկ փոփոխությունները, հատկապես վերականգնումը: «Յ» ալիքում նույնպես նկատվեց ատամնաձևություն, սակայն 2—3,5 ամսում այն անհետացավ և դարձավ նորմալ: Կրկնակի ձայնահարումից 15—18 օր հետո փոփոխությունները վերականգնվեցին: 20-րդ օրը երրորդ ձայնահարումը 10 րոպե տևողությամբ առաջ չբերեց կենդանիների մահ: Այս փորձերից պարզվում է, որ օրգանիզմի ընդհանուր ձայնահարումը առաջ է բերում աչքի ցանցաթաղանթում փոփոխություններ, որոնց վաղ շրջանի էՌԳ-ը կարող է ծառայել որպես ախտորոշման լավագույն միջոց: