

Э. А. МАНУКЯН

ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ОТДЕЛА СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА ОТ СОСТОЯНИЯ ТКАНЕВЫХ SH-ГРУПП

Известно, что сульфгидрильные группы играют важную роль в ходе различных физиологических процессов [3, 5, 6 и т. д.]. Имеется также фактический материал по значению SH-групп в функциях зрительного анализатора. К нему относятся работы Уолда и Броуна [11] по амперометрическому определению SH-групп в растворе родопсина при его освещении, В. Зикеля и Г. Г. Демирчогяна [2] на изолированной сетчатке лягушки, Жулио [8] на сетчатке насекомых.

Значение сульфгидрильных групп в слуховом восприятии вытекает из работ Т. А. Сперанской [4] по токсическому действию на слух стрептомицина как результата блокирования SH-групп, Я. А. Винникова и Л. К. Титовой [1] по гистохимическому обнаружению скопления сульфгидрильных групп в рецепторных клетках, нервных элементах и закономерных изменениях их концентрации при звуковом воздействии.

Представляет интерес изучение особенностей влияния блокирования сульфгидрильных групп на электрофизиологическую характеристику ответов периферического отдела слухового анализатора. Изучению этого вопроса посвящена данная работа.

Методика. Опыты были поставлены на 38 кошках, наркоз—в/б введение нембутала (45 мг/кг). Кожа разрезалась по боковой поверхности шеи животного на 1 см ниже ушной раковины. Шейные мышцы расслаивались, обнажалась *bullae osseae* и вскрывалась, чтобы возможен был доступ к круглому окну улитки.

Активный электрод—серебряная проволока диаметром 0,1 мм, закругленная на конце—осторожно помещался на мембрану круглого окна. Индифферентный электрод—стальная игла—вкалывался в мышцы у операционной раны. Животное укреплялось в специальном станке и помещалось в экранированную, звуконепроницаемую камеру, размеры 72 см, 52 и 43 см. В течение опыта через каждые 5 мин. двери камеры открывались для обмена воздуха.

В качестве звукового раздражителя служили короткие звуковые щелчки. Для получения щелчков использовался генератор прямоугольных электрических импульсов. Длительность импульса—0,15 м/сек.

Звуковым излучателем служил электродинамический громкоговоритель типа ЗГД-15, помещаемый на расстоянии 12 см от уха животного. Характеристика камеры с громкоговорителем измерялась конденсаторным микрофоном. Первое колебание звукового щелчка имело достаточно

большую амплитуду по сравнению с остальными и длилось около 0,3 м/сек. Сила щелчка регулировалась с помощью аттенюатора. Применяли щелчки с интенсивностью 45 дБ, 55 дБ и 65 дБ.

Для регистрации потенциалов применялся осциллограф С1-19 и усилитель УБП1-01 с прямолинейной характеристикой от 10 до 10 000 гц. С экрана осциллографа потенциалы фотографировались.

Как блокатор SH-групп применялся CdCl_2 (растворитель — физиологический раствор) в концентрациях $6 \cdot 10^{-4}$, $3 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл.

Для его введения использовалась методика наложения химического вещества ватным шариком на мембрану круглого окна улитки [10].

По гистохимическим данным работы В. Ф. Ундрица [7], введение в буллу химических веществ в первую очередь отражалось на волосковых клетках даже тогда, когда мембраны и нервные элементы еще не обнаруживали видимых изменений.

По данным Я. А. Винникова и Л. К. Титовой [1], SH-группы скоплены в волосковых клетках, нервных окончаниях, клетках-столбах и, следовательно, при прикладывании на круглое окно вещество, проникая внутрь улитки, будет действовать на эти клетки.

Ватный шарик, смоченный в растворе CdCl_2 , прикладывали к круглому окну на 5 или 10 мин. После того, как он удалялся, круглое окно промывалось с помощью ватки, смоченной физиологическим раствором, и промокалось. Для контроля в каждом опыте использовали физиологический раствор. Как восстановитель SH-групп употреблялся цистеин в разведении 1 : 1000, вносимый тем же способом.

Ввиду того, что амплитуда потенциалов зависит от местоположения электро-

да на мембране, электрод, сдвигаемый с мембраны круглого окна при введении CdCl_2 , после отсасывания помещался на то же самое место мембраны; в части опытов — не сдвигался с места при введении CdCl_2 .

Запись потенциалов производилась в норме, после действия физио-

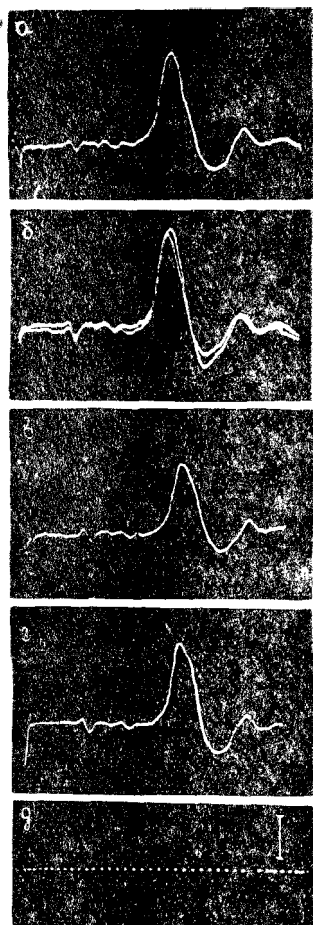


Рис. 1. Осцилограммы потенциалов, возникающих на щелчок интенсивностью 45 дБ: а) в норме, б) после физиологического раствора в) сразу после 5 мин. воздействия $3 \cdot 10^{-3}$ г/мл раствором CdCl_2 , г) через 15 мин. после воздействия раствором цистеина, д) отметка времени — 100 мсек., 350 мВ.

логического раствора, сразу же, через 30 мин., 1 час после удаления раствора CdCl_2 с мембраны круглого окна и после цистеина.

Результаты. Запись потенциалов после воздействия физиологическим раствором показала лишь изменения амплитуды потенциалов, в

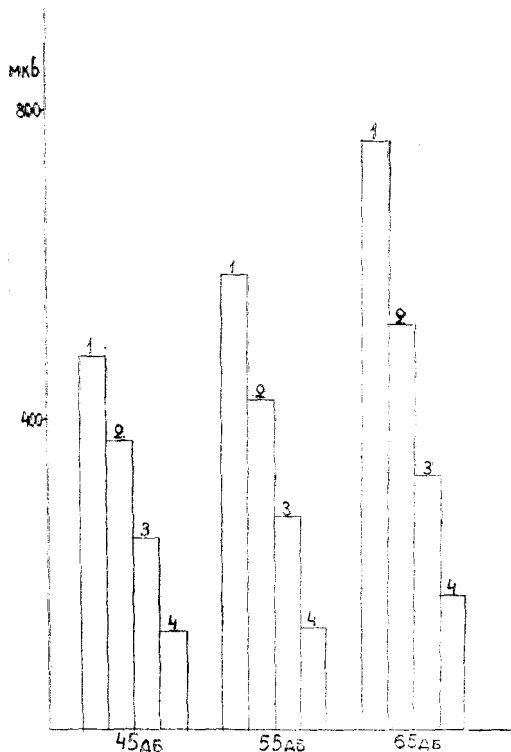


Рис. 2а. Изменение амплитуды первого нервного компонента в ответ на щелчки интенсивностью 45, 55, 65 дБ после 5 мин. воздействия раствором CdCl_2 : 1) норма, 2) после $6 \cdot 10^{-4}$ г/мл, 3) после $3 \cdot 10^{-3}$ г/мл, 4) после $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл.

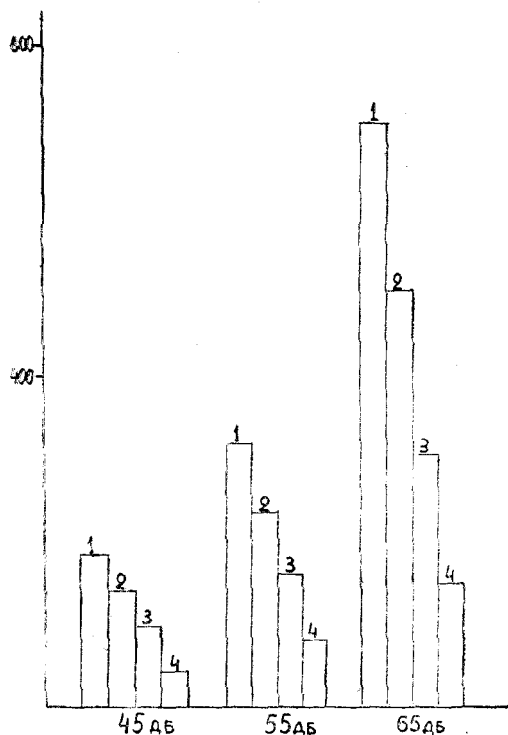


Рис. 2б. Изменение амплитуды микрофонного компонента после 5 мин. воздействия раствором CdCl_2 . Обозначения те же, что и на рис. 2а.

среднем, на $\pm 5\%$ (рис. 1). После воздействия CdCl_2 амплитуда, латентный период и длительность нервного потенциала претерпевают закономерные изменения. Амплитуда как микрофонного, так и нервного компонентов падала при всех испытанных концентрациях CdCl_2 (рис. 2а, 2б). При концентрации CdCl_2 — $3 \cdot 10^{-3}$ г/мл амплитуды микрофонного и нервного компонентов, измеренные сразу же после воздействия, падали в среднем до 53% первоначального уровня. Падение было одинаковым как для нервного, так и для микрофонного компонентов у 70% животных, нервный компонент страдал больше у 20, а микрофонный—у 10% подопытных животных. При концентрации $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл потенциалы падали до 25% первоначальной величины, а при $6 \cdot 10^{-4}$ г/мл до 75%. В величине падения микрофонного и нервного компонентов существенной разницы отмечено не было. В течение одного часа после удаления раствора с

мембраны круглого окна амплитуда потенциалов продолжала падать. Так, при концентрации $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл она доходила до 3—10% первоначальной амплитуды, а при $6 \cdot 10^{-4}$ г/мл изменялась очень мало, иногда оставаясь на прежнем уровне.

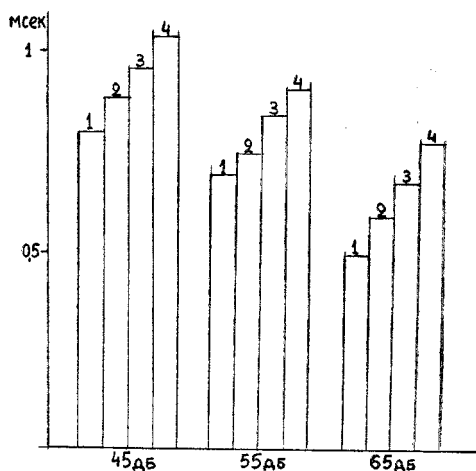


Рис. 3. Изменение латентного периода нервных потенциалов после 5 мин. воздействия раствором CdCl_2 . Обозначения те же, что и на рис. 2а.

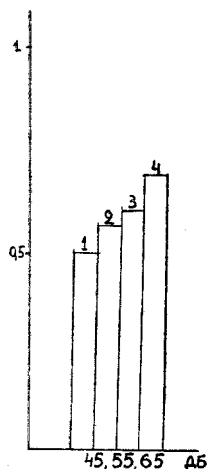


Рис. 4. Изменения длительности протекания первого нервного компонента после 5 мин. воздействия раствором CdCl_2 . Обозначения те же, что и на рис. 1.

Латентный период нервного потенциала при CdCl_2 $3 \cdot 10^{-3}$ г/мл увеличивался на 8—16% у большинства животных, у остальных (20% животных) он не изменялся. При концентрации CdCl_2 $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл латентный период увеличивается на 30%, а при $6 \cdot 10^{-4}$ г/мл на 2—7% (рис. 3), или совсем не изменялся у меньшей части животных. В течение часа после очищения мембраны круглого окна латентный период оставался на прежнем уровне.

Длительность первого нервного компонента также увеличивается (рис. 4): при концентрации $3 \cdot 10^{-3}$ г/мл на 4—16%, при $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл на 20, при $6 \cdot 10^{-4}$ г/мл на 2—8%.

Изменение амплитуды микрофонного и нервного компонентов более всего выражены при интенсивности 65 дБ.

Цистеин в разведении 1 : 1000 восстанавливал амплитуду, длительность и латентный период потенциалов до 100% после воздействия CdCl_2 в концентрации $6 \cdot 10^{-4}$ г/мл, а применение цистеина через 30 мин. после CdCl_2 — $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл уже не восстанавливало их, хотя дальнейшего падения потенциалов не наблюдалось.

Обсуждение. Падение амплитуды обычно резистентного микрофонного компонента в той же степени, что и нервного говорит о том, что CdCl_2 вызывает изменения в волосковых клетках, генерирующих микрофонный потенциал. Это согласуется с гистохимическими данными Я. А. Винникова и Л. К. Титовой [1], которые нашли SH-группы в большом количестве в волосковых клетках.

Удлинение латентного периода нервного потенциала на 30% указывает на глубокие изменения в процессах перехода возбуждения с рецепторной клетки на нервные окончания. Увеличение длительности протекания первого нервного компонента предполагает изменение проводимости в нервных волокнах.

Имелась тенденция наибольшего изменения амплитуды микрофонного и нервного компонентов при 65 дБ, однако четких различий в изменениях по интенсивностям не наблюдалось. Это согласуется с данными Йозефа и Хавкинса [9] о нелинейной зависимости величины микрофонного и нервного потенциалов от воздействия стрептомицина, если учесть данные Т. А. Сперанской [4] о том, что стрептомицин действует как блокатор SH-групп. В дальнейших исследованиях необходимы опыты с применением различных интенсивностей звука в более широком диапазоне.

После цистеина наблюдалось некоторое восстановление потенциалов, чего не было после физиологического раствора. Такой эффект говорит о том, что CdCl_2 действовал именно как блокатор SH-групп и прямо на те клетки, которые содержат сульфгидрильные группы.

В ы в о д ы

Блокирование SH-групп раствором CdCl_2 вызывает падение амплитуды микрофонного и нервного компонентов потенциалов улитки кошки почти в одинаковой степени, увеличение латентного периода нервного потенциала и длительности первого нервного компонента (на 30% при $6 \cdot 10^{-3}$ г/мл концентрации CdCl_2).

Применение цистеина (в конце 1 : 1000) приводит к некоторому восстановлению амплитуды, а также длительности и латентного периода потенциалов.

Лаборатория зрительной рецепции
АН АрмССР

Поступило 6.V 1967 г.

Է. Ա. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ԼՍՈՂԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԱՏՈՐԻ ԾԱՅՐԱՄԱՍՍՅՈՒՆ ՀԱՏՎԱԾԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ
ՊՈՏԵՆՑԻԱԼՆԵՐԻ ԿԱԽՈՒՄԸ ՀՅՈՒՍՎԱԾՔԱՅԻՆ SH-ԽՄԲԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻՑ

Ա մ ֆ ո ւ լ յ

Ուսումնասիրվել են լսողական անալիզատորի ծայրամասային հատվածի էլեկտրական պոտենցիալները կարճատև ձայնային զրգրոնների ազդեցության ժամանակ: Ուսումնասիրությունների հիմքում դրված են եղել կորտյան օրգանի գրգռման պրոցեսների նորմալ ընթացքի խանգարումը և վերականգնումը (սուլֆհիդրիլային խմբերի բլոկադա և վերականգնում): Ինչպես միկրոֆոնային, այնպես էլ ներվային կոմպոնենտների ամպլիտուդան CdCl_2 -ի բոլոր փորձարկվող կոնցենտրացիաների դեպքում ընկնում է, փոփոխություն

են ենթարկվում նաև լատենտ շրջանը և պոստենցիալի տևողությունը (ներանք երկարում են), որոնք ցիստեինի 1 : 1000 լուծույթի ազդեցության դեպքում վերականգնվում են:

Կատարված փորձերը մեզ հանգեցրել են այն եզրակացության, որ սուլֆ-հիդրիլային խմբերը կարևոր դեր են խաղում ինչպես արտաքին գրգիռների էներգիայի տրանսֆորմացիայի պրոցեսում ռեցեպտորների գրգռման համար, այնպես էլ գրգիռները ռեցեպտորային բջիջներից դեպի ներվ փոխանցման և ներվային հաղորդման պրոցեսներում:

Այս տվյալները համընկնում են մյուս անալիզատորների կապակցությամբ գոյություն ունեցող գրական տվյալների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Винников Я. А., Титова Л. К. Кортнев орган, 1961.
2. Зикель В., Демирчоглян Г. Г. Биофизика, 7, 2, 226, 1962.
3. Коштоянц Х. С. Белковые тела, обмен веществ и нервная регуляция. 1951.
4. Сперанская Т. А. Тезисы докл. на VIII Всесоюзн. съезде физиол., биохим., фармакол., 1955.
5. Тараховский М. Л. Бюл. exper. биол. и мед., 67, 2, 67, 1959.
6. Турпаев Т. М. Тезисы докл. на I Закавказ. съезде биохим., фармакологов, 165, 1948.
7. Ундриц В. Ф. Вестник ото-риноларингологии, 6, 1946.
8. Giulio L. Bol. Soc. ital. Biol. Sper., 40, 214—216, March, 1964.
9. Joseph E. and Hawkins J., J. Pharmac. and exper. Therapeutics, 100, 1, 1950.
10. Patterson W. C. and Gulick N. L. Ann. otol., rhinol. and laryngol., LXXII, 1, 50—54, March, 1963.
11. Wold G. and Brown P. J. gen. Physiol., 35, 797, 1951—1952.