

Член-корреспондент АН СССР Д. Н. НАСОНОВ и К. С. РАВДОНИК

ПРЯМОЕ ВЛИЯНИЕ СЛЫШИМЫХ ЗВУКОВ НА НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ ИЗОЛИРОВАННЫХ СПИННО-МОЗГОВЫХ ГАНГЛИЕВ КРОЛИКА

В предыдущих работах нами было показано, что слышимые звуки при уровне интенсивности около 100 децибел могут непосредственно (без участия органов слуха) действовать как раздражители на изолированные мышцы лягушки (1, 2). Это было обнаружено прежде всего нашим колориметрическим методом, основанным на том, что протоплазма и ядра клеток начинают сильнее связывать красители при действии на них любых раздражителей.

Таким образом, степень витальной окраски может служить мерилем величины ответной реакции клетки на внешнее воздействие (паранекроз) (3).

На рис. 1, 2 представляется кривую степени окраски поперечно-полосатых мышц лягушки при действии на них звуков одинаковой интенсивности (100 дб), но различной высоты тона. Эта кривая взята из нашей работы (1). Мы видим, что кривая дает ясно выраженный максимум в области 3000 герц, т. е. при тех частотах, которые лучше всего воспринимаются человеческим ухом.

Мы показали, что при звуковых воздействиях такой же частоты колебаний мышцы дают своеобразные звуковые контрактуры, которые указывают на то, что в ответ на звуковой раздражитель мышцы отвечают местным стойким возбуждением (парабиоз).

В настоящей работе мы поставили перед собою задачу изучить нашей методикой витального окрашивания реакцию нервных клеток на прямое действие слышимых звуков. Объектом нам служили чувствительные нервные клетки спинномозговых ганглиев, на которых С. Романовым (4), Н. Смиттен (5) и Б. Ушаковым (6) было показано усиление витальной окраски при адекватном возбуждении, вызванном электрическим раздражением их периферических отростков.

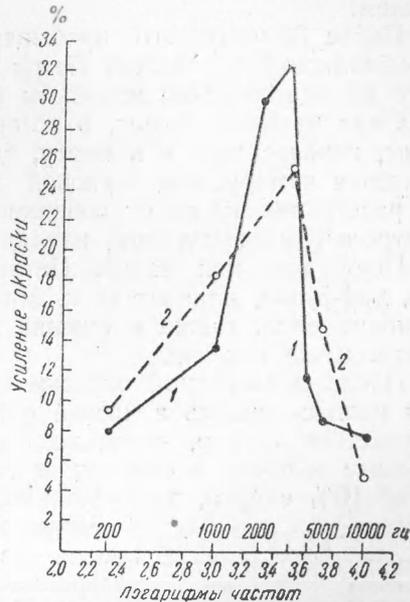


Рис. 1. Кривые витальной окрасиваемости: 1 — нервных клеток спинных ганглиев кролика под влиянием слышимых звуков различной частоты при одинаковой интенсивности (120 дб); 2 — мышц лягушки из работы (1)

Источником звука в наших экспериментах служила электро-акустическая установка Военно-морской медицинской академии. Применялись частоты в диапазоне от 200 до 1000 герц при их максимальной интенсивности (в 120 дб).

Степень возбуждения ганглиозных клеток кролика под влиянием звукового воздействия определялась (по колориметрическому методу) способностью протоплазмы связывать основные красители.

Методика получения материала состояла в следующем: кролик убивался воздушной эмболией в ушную вену, после чего с дорзальной стороны по средней линии делался разрез кожи, которая затем снималась по обеим сторонам позвоночника. Позвоночник, очищенный от мягких тканей, вскрывался и обнажался спинной мозг от его шейного до поясничного отдела.

Во избежание излишней травмы периферические отростки ганглиев отпрепаровывались вместе с окружающей тканью и подрезались на расстоянии 1,5—2 см от спинного мозга. Затем нервные волокна очищались от мягких тканей и обнаженные ганглии вместе с отростками отделялись от спинного мозга. Извлеченные таким путем ганглии помещались в раствор Рингера. После препаровки ганглиям давался «отдых» в рингеровском растворе при комнатной температуре в течение 30 мин.

От каждого кролика извлекалось 6—8 пар ганглиев шейного и грудного отделов. Ганглии правой стороны спинного мозга брались для опыта, а симметричные им ганглии левой стороны служили контролем.

После 30-минутного пребывания в рингеровском растворе ганглии помещались в две чашки Петри с 0,1% раствором нейтрального красного на рингеровской жидкости (без соды).

Одна из двух чашек, в которой находились ганглии правой стороны, переносилась в комнату, где помещался генератор, и устанавливалась в камеру, под звуковой диффузор, центр которого находился на расстоянии 10 см от поверхности раствора. Вторая чашка Петри, с контрольными ганглиями, находилась в другом помещении.

После того как чашка Петри с опытными ганглиями помещалась под диффузор, давался звук, который не прерывался в течение 20 мин. Одновременно, также в течение 20 мин., подвергались окрашиванию и контрольные ганглии.

После 20-минутной окраски как опытные, так и контрольные ганглии споласкивались в чистой рингеровской жидкости, переносились на предметное стекло, очищались от оболочек, от ганглиев отрезались нервные волокна, и очищенные ганглии переносились в две пробирки с 2 см³ 10% спирта, подкисленного 2% серной кислотой.

Таблица 1

Частота в герцах	Усиление окраски в %
200	8,1 ± 2,6
1000	13,7 ± 3,0
2000	30,0 ± 3,9
3000	32,5 ± 2,96
4000	11,3 ± 3,0
5000	8,7 ± 2,0
10000	7,8 ± 2,2

Через 24 часа краска полностью экстрагировалась из препаратов. Концентрация краски, содержащейся в экстракте, определялась фотометром Пульфриха и пересчитывалась на единицу сухого веса взятых ганглиев. Усиление окрашиваемости подопытных спинальных ганглиев выражалось в процентах по отношению к контролю. Всего было поставлено семь серий опытов со звуками семи разных частот: 200, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 и 10000 герц. В каждой серии проделано 6 экспериментов.

Полученные результаты (средние из 6 опытов) приведены в табл. 1 и на рис. 1, кривая 1.

Из табл. 1 прежде всего видно, что полученные данные статистически достоверны, так как средние величины больше чем в 3 раза превышают вычисленные вероятные ошибки средних арифметических.

На рис. 1 видно, что кривая окраски нервных клеток дает максимум в той же области, что кривая мышечных волокон и кривая порогов слышимости человеческого уха (3000 герц), однако для нервных клеток мы имеем гораздо более узкий пик, чем для мышечных.

Таким образом, нервные клетки, так же как и мышечные волокна, способны непосредственно, без участия органов слуха, воспринимать звуковые раздражители слышимой области звукового спектра.

Поступило
14 II 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. Насонов и К. Равдоник, Физиол. журн. СССР, 33, 5 (1947).
² К. Равдоник, ДАН, 66, 293 (1949). ³ Д. Насонов и В. Александров, Реакция живого вещества на внешние воздействия, изд. АН СССР, 1940. ⁴ С. Романов, Журн. общ. биол., 10, 76 (1949); ДАН, 61, 761 (1948); 61, 909 (1948).
⁵ Н. Смиттен, Сборн. Памяти акад. А. А. Заварзина, изд. АН СССР, 1949.
⁶ Б. Ушаков, Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. наук, в. 16, № 99, 114 (1949).