

УДК 612.86+612.825.56

Г. Г. ДЕМИРЧОГЛЯН, Р. Г. МЕЛИКЯН, З. А. АВЕТИСЯН, В. А. НАРИМАНЯН

К ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕКТРООЛЬФАКТОГРАММЫ (ЭОГ) ЧЕЛОВЕКА

Для отведения ЭОГ были использованы серебряные макроэлектроды. Активный электрод вводился через носовую полость, находясь в свободном контакте с поверхностью обонятельного эпителия носа. Для записи потенциалов использовался трехканальный векторэлектрокардиоскоп, имеющий усилитель постоянного тока и снабженный фотозаписывающим механизмом. Пары пахучих веществ направлялись к носу с помощью оториноустановки, обеспечивающей постоянное давление вдуваемой воздушной струи. При нормальном дыхании регистрировалось отрицательное отклонение потенциала, которому предшествовала слабая положительная волна. При действии запаха на фоне дыхания наблюдались изменения формы колебания потенциала и появление ЭОГ.

Еще в 1938 г. японские исследователи Хосоя и Йошида [10], работая на изолированной обонятельной выстилке собаки, обнаружили в ней медленные колебания электрического потенциала, возникающие при действии запаха.

Систематическое изучение этого вопроса было проведено только в 1956 г. шведским исследователем Оттосоном [11], который регистрировал медленное отклонение потенциала, возникающего между поверхностью обонятельного эпителия и какой-либо точкой тела лягушки при действии паров различных пахучих веществ и провел его тщательный анализ. Ответная реакция, названная автором электроольфактограммой (ЭОГ), состояла из отрицательного и положительного компонентов и, по его мнению, генерировалась самими рецепторами—обонятельными волосками.

В последующие годы проводился ряд исследований по изучению механизма возникновения ЭОГ и ее функционального назначения. Некоторые авторы [1] пытались объяснить происхождение ЭОГ обонятельными булавками. Однако в других работах этих авторов [2, 6] вновь подтверждалось известное мнение Оттосона [11] о том, что ЭОГ является результатом суммации генераторных потенциалов отдельных рецепторов. Возникновение отрицательного и положительного компонентов Гестеланд [8] объясняет двумя процессами: деполяризацией дистальных отростков рецепторных клеток, вызывающей отрицательный компонент ЭОГ, и гиперполяризацией этих клеток, приводящей к появлению положительной волны ЭОГ.

В исследованиях Г. Г. Демирчоглына с соавт. [3, 4] по изучению механизма возникновения ЭОГ лягушки и сходных процессов в небо-

логических объектах было показано, что как в сетчатке, так и в обонятельном эпителии высвобождение сульфгидрильных ($-SH$) групп белков играет важную роль в нормальном функционировании этих рецепторов, так как блокирование их приводило к обратимому угнетению функций вышеуказанных рецепторов, определяемых по ЭОГ. Было изучено также распределение электроантеннограмм по отдельным сегментам усиков насекомых [5].

Работами ряда исследователей [6, 7, 9] установлено, что присутствие в ЭОГ положительной и отрицательной фаз обусловлено изменением проницаемости мембран обонятельных рецепторов к ионам K^+ , Na^+ и др.

Приведенные данные указывают, что механизм возникновения медленного потенциала при действии на обонятельный эпителий пахучими веществами остается не вскрытым, и этот вопрос требует дальнейших исследований. Вместе с тем необходима расшифровка функционального назначения ЭОГ в обонятельной системе.

Для сравнения характера проявления биоэлектрического процесса в рецепторах с возникающими обонятельными ощущениями особо ценными могут оказаться исследования, проведенные на человеке. Однако к настоящему времени в мировой литературе известна лишь одна работа по записи ЭОГ человека [12].

Начиная с 1971 г. нами была проведена серия экспериментов по разработке методики регистрации биоэлектрического ответа обонятельного эпителия (поверхности носовой перегородки или носового лабиринта) человека при раздражении парами пахучих веществ.

Для отведения ЭОГ были использованы серебряные макроэлектроды (диаметр около 2 мм) с тупыми, шаровидными кончиками. Для соединения электродов использовалась микроманипуляционная установка. Активный электрод под контролем зеркала вводился через носовую полость возможно ближе к поверхности обонятельного эпителия носа, а индифферентный прикасался в щекальной точке лица. Пациент заземлялся. В качестве усилителя биотоков использовался трехканальный вектороэлектрокардиоскоп (ВЭКС-4), имеющий усилитель постоянного тока и снабженный фотозаписывающим механизмом. Пары пахучих веществ направлялись в нос с помощью оториноустановки, обеспечивающей постоянное давление вдуваемой воздушной струи. На рис. 1. показано схематическое изображение метода регистрации ЭОГ человека.

В качестве пахучих раздражителей применялись вещества, вызывающие у пациентов ощущение приятных (духи) и неприятных (муравьиная и уксусная кислота) запахов. Как правило, в начале записывалось исходное колебание потенциала при вдыхании и выдыхании воздуха, затем на этом фоне вдувался чистый воздух (контроль), после чего на пути воздушной струи помещался тампон, смоченный испытуемым пахучим веществом. Подача воздуха совпадала с вдыханием, а в тех опытах, при которых запах направлялся к носу без вдоха, результаты не были получены.

В опытах участвовали 5 испытуемых.

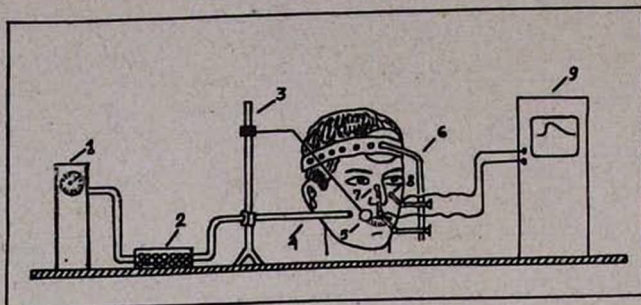


Рис. 1. Схематическое изображение регистрации ЭОГ у человека. 1—аппарат (оториноустановка) для вдувания воздуха, 2—активированный уголь для очистки воздуха, 3—штатив, 4—пипетка, направляющая поток воздуха к носу, 5—ватный тампон, смоченный испытуемым пахучим веществом, 6—микроманипулятор (механический манипулятор) для укрепления электродов, 7—активный электрод, введенный в носовую полость, 8—индифферентный электрод, 9—усилитель постоянного тока.

На рис. 2 приведены результаты испытания двух пахучих веществ. Как показывает кривая 1, при нормальном вдыхании регистрируется отрицательное отклонение потенциала, которому предшествует слабая положительная волна. При действии струи воздуха на фоне вдыхания

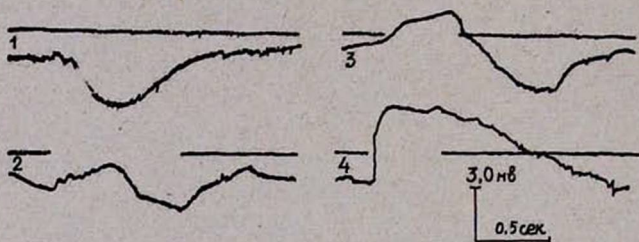


Рис. 2. 1—исходный фон (дыхательные движения), 2—действие воздуха на фоне дыхательных движений, 3—воздух + духи, 4—воздух + уксусная кислота.

наблюдалось изменение формы отклонения потенциала (кривая 2, контроль). В этом случае более наглядно была выражена начальная положительная волна и уменьшалась амплитуда отрицательной волны. При прекращении раздражения наблюдается слабовыраженный следовой «офф»-ответ. Когда к струе воздуха добавлялся запах духов, заметно нарастала амплитуда положительной волны, а «офф»-ответ был выражен в виде отрицательного отклонения (кривая 3). При действии на обонятельные органы человека запахом уксусной кислоты характер биоэлектрической реакции изменился. В этом случае регистрировалось сильное положительное отклонение потенциала (около 4 мВ, кривая 4), которое завершалось постепенным возвращением к изолинии.

В случае действия запахом муравьиной кислоты регистрировалось более сильное положительное отклонение потенциала (рис. 3, кривая 3), которое часто возвращалось к изолинии, переходя в отрицательное

колебание. Действие запаха уксусной кислоты после муравьиной вызывало слабое отклонение потенциала, который имел начальную положительную и вторичную отрицательную фазу (рис. 3, кривая 4.) В обоих

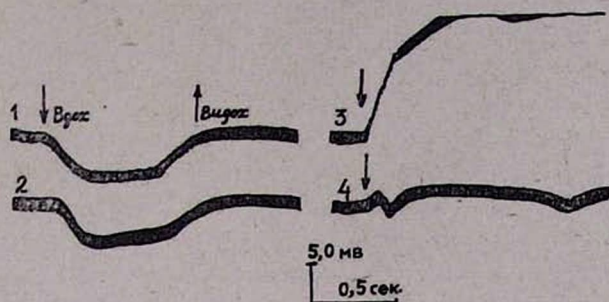


Рис. 3. 1—исходный фон (дыхательные движения), 2—действие воздушной струи на фоне дыхательных движений (контроль), 3—воздух+муравьиная кислота, 4—воздух+уксусная кислота (непосредственно после удаления муравьиной кислоты).

случаях наблюдалось появление положительных «офф»-ответов на прекращение действия запахов. Как показывает кривая 2 на рис. 4, при действии запаха муравьиной кислоты сильному положительному отклонению потенциала иногда предшествует слабое отрицательное колебание.

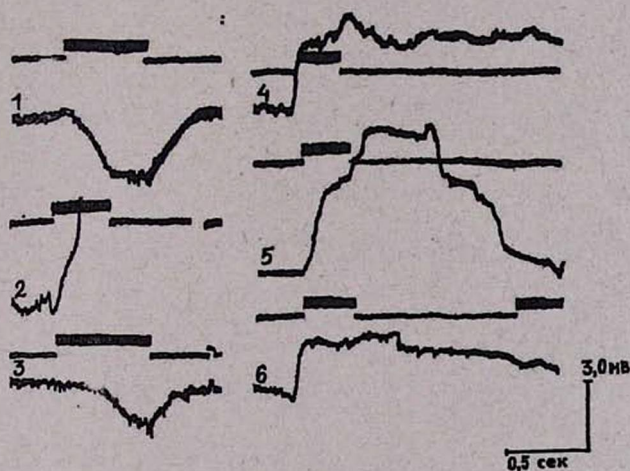


Рис. 4. 1—воздух на фоне дыхательных движений (контроль), 2—воздух+муравьиная кислота (начальное раздражение), 3—воздух на фоне дыхательных движений после удаления запаха муравьиной кислоты, 4—воздух+муравьиная кислота, 5—воздух+муравьиная кислота после минутного отдыха, 6—воздух+муравьиная кислота (вторичное раздражение).

Следует подчеркнуть, что к действию запахов муравьиной и уксусной кислот обонятельные органы человека быстро адаптировались (рис. 4). Запах муравьиной кислоты, вызывающий на 1-й сек. раздражения сильную положительную реакцию, на 2-й сек. уже не давал никакого ответа (рис. 4, кривая 2). На 3-й сек. действия того же запаха на

блюдалось появление более сложной формы потенциала, имеющего меньшую амплитуду. В этом случае в ЭОГ были выражены как начальный положительный, так и последующий отрицательный компоненты.

Описанные эксперименты были проведены с пятью разными испытуемыми, при этом полученные результаты оказались аналогичными. Сопоставим полученные данные с электрофизиологическими исследованиями на животных [7—11], в которых регистрацию потенциалов на разных уровнях обонятельного анализатора вели в хроническом опыте на неанестезированном кролике с вживленными электродами. Эти авторы также наблюдали фоновые медленные потенциалы, которые регистрировались в такт дыхания с электродов, вживленных в обонятельную мукозу. При действии запахов наблюдалось усиление амплитуды ответных колебаний потенциала в области обонятельного эпителия, при этом отмечалось определенное сходство полученных результатов. Необходимо подчеркнуть целесообразность дальнейших разносторонних исследований ЭОГ в норме и патологии человека при их сопоставлении с экспериментами на теплокровных животных. Это послужит основой для возможного будущего диагностического применения метода ЭОГ.

Лаборатория зрительной рецепции
АН АрмССР

Поступила 31/XII 1971 г.

Հ. Գ. ԴԵՄԻՐՉՈՂՅԱՆ, Ռ. Զ. ՄԵԼԻԿՅԱՆ, Զ. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Վ. Ա. ԱՐԻՄԱՆՅԱՆ

ՄԱՐԴՈՒ ԷԼԵԿՏՐՈՋԱԿՏՈԳՐԱՄԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ն փ ո լ մ

Էլեկտրաօլֆակտոգրամայի (էՕԳ) գրանցման համար օգտագործվել են արծաթե միկրոէլեկտրոդներ: Ակտիվ էլեկտրոդը անց է կացվել քթի խոռոչ, գտնվելով ազատ հսկման մեջ հոտառական էպիթելի մակերեսի հետ: Պոտենցիալների գրանցման համար օգտագործվել է եռակոսանոց վեկտորէլեկտրա-կարդիոսկոպ, որն ունի հաստատուն հոսանքի ուժեղացուցիչ և ֆոտոգրանցող մեխանիզմ:

Հոտավետ նյութերի գոլորշիներն ուղղվել են դեպի քթի խոռոչ օտորինո-սարքի օգնությամբ, որն ապահովում է փշող օդային շիթի հաստատուն ճընշումը: Նորմալ շնչառության ժամանակ գրանցվել է պոտենցիալի բացասական շեղում, որին նախորդել է շատ թույլ դրական ալիք: Ներշնչման ֆոնի վրա հոտավետ նյութի ազդեցության դեպքում դիտվել է պոտենցիալի ձևի փոփոխություն և էՕԳ-ի առաջացում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бызов А. Л., Флерова Г. И. Биофизика, 1964, 9, 2, стр. 23.
2. Бызов А. Л., Минор А. В. Материалы съезда Всесоюзного физиологического общества им. Павлова, т. 2, Л., 1970, стр. 40.

3. Демирчоглян Г. Г., Оганджанян В. Г. Материалы X съезда Всесоюзного физиологического общества им. И. П. Павлова. Ереван, 1964, стр. 16.
4. Демирчоглян Г. Г., Оганджанян В. Г., Аветисян З. А. В сб.: Первичные процессы в рецепторных элементах органов чувств. М.—Л., 1966, стр. 24.
5. Демирчоглян Г. Г., Нариманян В. А. Материалы I Всесоюзного симпозиума по хеморецепции насекомых. Вильнюс, 1971, стр. 127.
6. Минор А. В. Физиологический журнал СССР им. Сеченова, 1971, 8, стр. 53.
7. Gesteland R. C., Lettvin J. W., Pitts Y. H. *Physiol.*, 181, 525, 1965.
8. Gesteland R. C. *Discovery Journ. of Sci., Petr.*, 1966.
9. Higashino S. S., Takagi F. J. *Gen. Physiol.*, 48, 2; 323, 1964.
10. Hosoya J., Yoshida H. *Japan J. Med. Sci.*, 111, *Biophysics* 5; 1:22, 1938.
11. Ottoson D. *Acta Physiol. Scand.*, 35, 122, 1. 1956.
12. Osterhammel P., Terkildsen K., Zillstorff K. *J. Laringol. and Otol.*, 83, 7; 731, 1969.