

УДК 612.843.215

МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ОБОНЯТЕЛЬНОГО СЕНСОРНОГО ПРИТОКА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА

© Ю.Е. Маляренко, Т.Н. Маляренко, В.М. Шелудченко,
Г.А. Кураев, А.Ю. Катаранова

Maliarenko Yu.E., Maliarenko T.N., Sheludchenko V.M., Kuraev G.A., Kataranova A.Yu.
The Mechanism of the Odour Sensory Flow's Influence on the Electrical Activity of the Retina. The article contains data on the activation of the electrical activity of the retina in youth under a short-time exposure of pleasant smells and its possible physiological mechanism.

Несмотря на то, что в процессе эволюции роль обонятельной сенсорной системы у человека значительно снизилась, история ароматерапии насчитывает более 5000 лет. Значение, которое придавалось использованию ароматических средств, менялось от эпохи к эпохе. Они то подвергались почти полному забвению, то вдруг оказывались в центре всеобщего внимания. В последнее десятилетие интерес к изучению влияний запахов на организм человека резко возрос [1 - 3]. В частности, было заново установлено, что запахи могут повышать работоспособность, оптимизировать созревание мозга, повышать остроту зрения и расширять поле зрения. Вместе с тем добротный электрофизиологический анализ указанного воздействия на электрическую активность сетчатки глаза человека, которая в конечном счете предопределяет достоверность восприятия, явно недостаточен.

Осуществляя разработку фундаментальных основ валеологии, мы, в частности, ставили целью определить, влияют ли запахи эфирных масел некоторых растений на электрическую активность сетчатки глаза.

МЕТОДИКА

У 20 студентов-филологов 18 лет в начале летней экзаменационной сессии была записана электроретинограмма (ЭРГ) в исходном состоянии и после 10-минутного вдыхания запахов, по силе своей близких к пороговому уровню: раствор цитраля (1:10000), настойка шалфея (10:200), отвар укропа (5:200). Для предотвращения адаптации продолжительность действия каждого запаха не превышала 3 - 3,5 мин.

Регистрацию ЭРГ осуществляли с помощью двухканальной электрофизиологической системы "Neuropto" английской фирмы MEDELEK с автоматической системой отсчета

амплитудных и временных параметров биопотенциалов сетчатки глаза в ответ на серию из 16 вспышек белого света интенсивностью 2 Дж и частотой 1 Гц. Интервал между стимулами составлял 2 с. Для отведения потенциалов действия слабополяризующиеся хлорсеребряные электроды в виде дисков диаметром 7 мм накладывались на кожу лба (2 индифферентных электрода); между ними - электрод заземления; и на нижние веки накладывали активные электроды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСУЖДЕНИЯ

Анализ полученного материала свидетельствует о том, что половина испытуемых уже в исходном состоянии имеет субнормальный характер электрической активности сетчатки обоих глаз. Для фоторецепторов правого глаза (волна "а" ЭРГ) она была ниже нормы в среднем на 30 процентов, а для биполярных и Мюллеровских клеток сетчатки (волна "b") - на 29 процентов. Отметим, что причин, вызывающих подобные изменения, множество: гипоксемия, сниженная скорость регенерации зрительного пигмента, недостаточность пигментного эпителия, дефицит витаминов А и Е, а также микроэлемента цинка в плазме крови и самой сетчатке. Разумеется, необходимо учитывать чувствительность сетчатки к алкоголю, никотину, некоторым антидепрессантам.

Поскольку у наших испытуемых, как показало предварительное широкое обследование, в организме не было патологических изменений, как и жалоб на зрение, отмеченную субнормальную активность сетчатки можно объяснить следующим.

Еще Л.А. Орбели установил наличие в зрительном нерве эфферентных волокон симпатической природы, направляющихся от мозга к сетчатке, и предположил, что им принадлежит регуляторная (адаптационно-трофическая)

функция [4]. Интересно, что у человека число эфферентных волокон зрительного нерва намного больше, чем у птиц (соответственно 10 и 1 процент от общего числа волокон) [5]. Впоследствии появилось значительное число работ, свидетельствующих о влиянии активности головного мозга на разряды ганглиозных клеток сетчатки. Так, например, R. Granit обнаружил, что стимуляция ретикулярной формации среднего мозга может вызывать как облегчение, так и торможение клеток сетчатки, которое выражалось в изменении частоты импульсов, отводимых от ее поверхности [6]. Причем, при антидромной стимуляции зрительного нерва возбудимость сетчатки могла падать на 40 - 60 процентов; фаза депрессии ганглиозных клеток при этом продолжалась 100 - 250 мс [7]. Подобная стимуляция вызывала снижение амплитуды ЭРГ и в исследованиях других авторов [8]. Однако при этом было замечено, что такой эффект зависит от адаптационных возможностей сетчатки, а также частоты и продолжительности раздражения. Высказано предположение, что под влиянием центробежных волокон зрительного нерва изменяется ретинальный кровоток, а вслед за ним и электрическая активность сетчатки. Действительно, у человека одна из групп эфферентных волокон снабжает кровеносные сосуды зрительного нерва и сетчатки.

Во многих отечественных и зарубежных лабораториях были получены доказательства коркового контроля сетчатки [9, 10]. В целом установлено, что эфферентные корковые влияния на сетчатку участвуют в самом процессе зрительного восприятия и тем самым приобретают важное биологическое значение. Действительно, центробежные импульсы, приходящие к сетчатке глаза от коры больших полушарий, могут замедлять или прекращать зрительную рецепцию при избытке информации или переключении внимания. Существует мнение, что высшие центры с помощью центробежных волокон модулируют торможение в сетчатке [11]. Быть может, такое центральное управление зрительной рецепторной деятельностью играет определенную роль в возникновении иллюзий и галлюцинаций. Наличие замкнутого контура от сетчатки к ретикулярной формации, тектуму, гиппокампу, корковым центрам зрения и затем обратно от указанных отделов головного мозга к сетчатке заставляет думать о наличии здесь весьма эффективного механизма обратной связи.

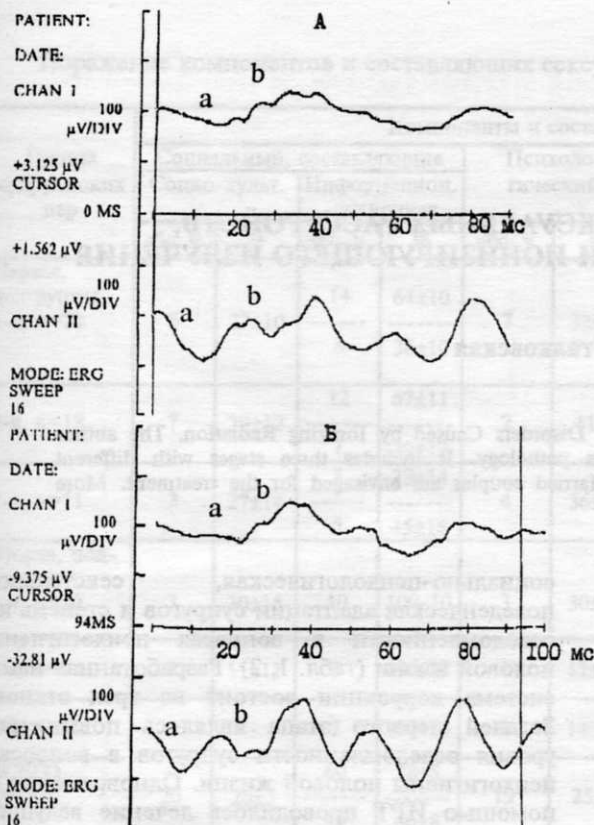
Главный итог настоящей работы состоит в том, что после активации обонятельного сенсорного притока электрическая активность сетчатки возрастает. Для фоторецепторов и глиальных клеток сетчатки правого глаза прирост в среднем составил 20 процентов, причем такая тенденция реакции имела место у большинства испытуемых, имевших нормальную или сниженную амплитуду ЭРГ. Для левого

глаза увеличение электрической активности сетчатки, судя по волнам "а" и "b", составило в среднем соответственно 10 и 6 процентов. В двух случаях, где исходная амплитуда волны "b" была очень высокой (128 - 130 мкВ), обонятельный сенсорный приток вызвал не увеличение, а уменьшение ответной реакции, что согласуется с так называемым законом Вильдера (закон исходного состояния). В результате амплитуда волны "b" снизилась соответственно до 77 и 100 мкВ. На рис. 1 представлен один из наших результатов активации обонятельной сенсорной системы на электрическую активность сетчатки. Видно, что после дополнительного сенсорного притока показатели вольтажа в основном возросли. Отсутствие реакции волны "а" правого глаза в данном случае было исключением из правил. Таким образом использованное воздействие было направлено на усиление восприятия. Представляется, что в условиях предэкзамнационной тревожности усиление эфферентных влияний на сетчатку в условиях покоя могло способствовать снижению ее электрической активности. Когда включался дополнительный сенсорный приток, да еще связанный с активацией обонятельного мозга (лимбической системы), электрическая активность сетчатки в ответ на стандартные вспышки света практически всегда возрастала.

Полученные результаты помогают трактовать исследования, в которых продемонстрированы центробежные эффекты на волны "а" и "b" электроретинограммы [12]. Эфферентные потенциалы имеют тенденцию снижать волну "а". Если же стимулировать глаз световыми вспышками одновременно с действием на его сетчатку эфферентных импульсов, то волна "а" и восходящая часть волны "b" при этом растут. К этой же категории данных относится установление факта, что световые раздражения вызывают разряды в гиппокампе (обонятельный мозг). Однако такая же стимуляция, но более высокой частоты, подавляет активность гиппокампа [13].

Величины показателей ЭРГ правого и левого глаза вполне определенно свидетельствовали об имеющейся асимметрии электрической активности сетчатки как в исходном состоянии, так и после воздействия запахами. Она относилась ко всем волнам ЭРГ. Общая продолжительность реакции ЭРГ на световое раздражение под влиянием запахов имела тенденцию к увеличению.

Зрение не является пассивным отражением внешней среды; получаемая информация является результатом активного поиска [14]. При этом зрительная система должна тонко взаимодействовать со всей совокупностью афферентных и гомеостатизирующих механизмов. Зрительное восприятие определяется взаимодействием всех афферентных уровней.



Полученные данные свидетельствуют и о выраженном межсенсорном взаимодействии зрительного и обонятельного анализаторов. Его механизмы базируются на принципе конвергенции и наличии в стволовых и кортикальных звеньях полисенсорных нейронов, особенно той их группы, которая обладает свойством длительного последствия [15, 16]. Несомненно, в этом процессе участвует и лимбическая система мозга, особенно если учесть, что влияние запахов всегда сопровождается формированием эмоций. Дальнейшая конвергенция в ассоциативных зонах образует новый, более высокий уровень конвергенции, когда зрительная информация сочетается с информацией, поступающей от других систем, в которых происходит анализ иных сенсорных модальностей. Это создает условия для комплексного восприятия внешней среды, характерного для высших животных.

Итак, проведенное исследование дополняет знания о механизме деятельности сетчатки глаза, его зависимости от центробежных влияний на сетчатку и активности обонятельной сенсорной системы. По-видимому, найдено оптимальное сочетание прямых и опосредованных воздействий на сетчатку, позволяющих управлять ее электрической активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Waniorek L., Waniorek A. Aromatherapie. Munchen. Landsberg am Lech: mrg-verl., 1994. 350 s.

	A	Б	Δ %
ПРАВЫЙ ГЛАЗ			
- Амплитуда волны "а", мкВ	25	23	-2
- Амплитуда волны "б", мкВ	64	82	+30
ЛЕВЫЙ ГЛАЗ			
- Амплитуда волны "а", мкВ	42	57	+36
- Амплитуда волны "б", мкВ	120	144	+20
Общая продолжительность реакций ЭРГ, мс	90	94	+4,5

Рис. 1. Электрическая активность сетчатки глаза человека до (А) и после (Б) дополнительного обонятельного притока. Приведены автоматически усредненные реакции электрической активности сетчатки на 16 световых вспышек.

2. Маляренко Т.Н., Громыко Е.П., Маляренко Ю.Е. Компенсация функций циркуляторно-респираторной системы. Тамбов: ТГУ, 1995. 109 с.
3. Горбенко И.А. // Аэрофитотерапия: Тез. докл. / III Национ. конгресс по профилактической медицине и валеологии. СПб., 1996. 193 с.
4. Орбели Л.А. О взаимоотношениях афферентных систем // Физиологический ж. СССР. 1934. Т. 75. № 1. С. 212-220.
5. Walter J.R. The centrifugal nerves in the human optic tract, chiasm, optic nerve, and retina // Trans. Amer. Ophthal. Soc. 1965. V. 63. № 5. P. 678-707.
6. Granit R. Centrifugal and antidromic effects on Ganglion cells of the retina // J. Neurophysiology. 1955. V. 18. № 1. P. 388-411.
7. Motokawa K., Ebbe M. Antidromic stimulation of optic nerve and photosensitivity of cat retina // J. Neurophysiology. 1957. V. 8. № 4. P. 364-372.
8. Dowling J.E., Boycott B.B. Neural connections of the retina: Fine structure of the inner plexiform layer // In: Sensory Receptors. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 1965. № 30. P. 393-402.
9. Палестини, Давидович, Фернандес-Пеона (1959). Цит. по Г.Г. Демиргогляну. Физиология и патология сетчатки глаза. М.: Медицина, 1964. 144 с.
10. Кравков С.В. и др. Опыты выработки сенсорных условных рефлексов у человека // Физиологический ж. СССР. 1936. Т. 20. № 6. С. 71-80.
11. Ogden T.E. On the Function of Efferent Retinal Fibres // In: Structure and Function of Inhibitory Neuronal Mechanisms / Eds: von Euler C., Scoglund S., Soderberg U. Proceed. Fourth Int. Meet. Neurobiologists, N.-Y.: Pergamon, 1968. P. 89-109.
12. Vatter O. Efferente Potentiale in der Retina des Kaninchens // Naturwissenschaften. Berlin, 1967. V. 54. № 2. P. 618-619.
13. Унгадзе А.А. Электрическая активность гиппокампа в процессе стимуляции зрительного и слухового анализаторов // Физиологический ж. СССР, 1966. Т. 52. № 5. С. 1420-1427.
14. Руководство по физиологии. Физиология сенсорных систем. Ч. 1. Физиология зрения / Под ред. Г.В. Гершуни. Л.: Наука, 1971. 416 с.
15. Батыев А.С. Высшая нервная деятельность. М.: Высш. шк., 1991. 256 с.
16. Кураев Г.А. (ред.) Физиология центральной нервной системы. Ростов-на-Дону, 1995. 170 с.

Поступила в редакцию 12 июля 1996 г.