

ФИЗИОЛОГИЯ

Г. К. ГУРТОВОЙ

**НОВЫЙ СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОРОГОВОГО
ФОСФЕНА (БИОЭЛЕКТРОЛОКАЦИЯ) И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ПЛОТНОСТИ ТОКА, ПРОТЕКАЮЩЕГО В ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ ТЕЛЕ**

(Представлено академиком Л. А. Орбели 9 IV 1947)

Существует два способа анатомо-физиологической локализации порогового фосфена: а) субъективная локализация фосфена в поле зрения и определение его цветности, и б) исследования электрической чувствительности при заболеваниях глаза.

В предлагаемом способе использовано то обстоятельство, что анатомо-физиологический приемник, в котором возникает пороговой фосфен, можно рассматривать как своеобразный электроизмерительный прибор, находящийся в голове и реагирующий на замыкание — размыкание тока определенной плотности; передвигая дифференциальный электрод по лицу, мы по величине силы тока, вызывающего пороговый фосфен, решали вопрос об анатомическом месте локализации фосфена. Аналогичные испытания на ахромате дали добавочные сведения по вопросу об анатомо-физиологическом приемнике фосфена. Указанный способ применен к изучению распределения плотности тока, протекающего в человеческом теле.

Методика

Индифферентный электрод представлял собой пластинку площадью около 11 см², обернутую ватой и марлей, смоченными в физиологическом растворе. Этот электрод зажимался испытуемым в правой руке. В качестве дифференциального электрода, прикладываемого к лицу, было применено устройство, обеспечивающее контакт ваты, смоченной в физиологическом растворе, с соответствующим местом лица. Площадь контакта была 2,6 см² или 4,9 см² для разных электродов. Ток шел от одного электрода к другому через тело испытуемого. Источником постоянного тока служили сухие элементы.

Определялась сила тока I_0 , соответствующая переходу от видимости фосфена к отсутствию фосфена (пороговой фосфен). Испытуемым отмечалось наличие фосфена при двукратном размыкании — замыкании тока в цепи. Измерения начинались с более сильного тока и доходили до такой силы тока, когда фосфен уже не замечался. Для однократного определения I_0 уходило 30—40 сек., но не более 60 сек.

Испытуемый адаптировался к яркости белой бумаги, освещенность на которой была около 5 люксов (за исключением случая, указанно-го особо). Примерно через 30 мин. адаптации к такой яркости I_0 достигает максимума и продолжает удерживаться на таком уровне. В этих условиях начинались измерения. Во время измерения голова испытуемого тщательно покрывалась плотной черной материей, и

веки обоих глаз были закрыты. В опытах участвовал испытуемый Н. с нормальным зрением и испытуемый А. — ахромат. Оба испытуемые практически здоровые.

Результаты

1. Предварительные опыты. Приведем данные одного опыта (испытуемый Н., 2 IV 1947). Электрод прикладывался к веку закрытого глаза. Пороговые силы тока оказались: для дифферентного электрода № 1, площадью $4,9 \text{ см}^2$, $I_0^1 = 65 \text{ мкА}$; для электрода № 2, площадью $2,6 \text{ см}^2$, $I_0^2 = 36 \text{ мкА}$. Следовательно, при дифферентных электродах разной величины для получения порогового фосфена требуется разная сила тока I_0 , плотность же σ_0 тока на дифферентных электродах в обоих случаях практически одинакова, а именно: 13 и 14 мкА/см^2 . Приведенный опыт повторялся несколько раз (в том числе на ахромате) с аналогичными результатами.

Отсюда можно сделать очевидное заключение, что пороговый фосфен возникает при определенной плотности ρ_0 тока, проходящего через анатомо-физиологический приемник фосфена.

В современной литературе пороговый фосфен характеризуется обычно пороговой силой тока. Как видно из предыдущего, это не совсем правильно. Вероятно, среди причин, объясняющих значительные расхождения величин I_0 у различных авторов (см. например (1)), играет роль и то обстоятельство, что испытания производились разными авторами с дифферентными электродами различной площади.

2. В этом пункте будут описаны опыты на испытуемом с нормальным зрением. Измерялась пороговая сила тока для правого глаза в случае приложения дифферентного электрода в различных местах лица около правого глаза, как это указано на рис. 1, а, где проекция оптической оси глаза обозначена буквой *O*; №№ 1, 2, 5, 10, 11, 12, 13 и 14 обозначают центры приложения дифферентного электрода, площадь которого обведена кружком. Расстояния: *O*—№ 1 и *O*—№ 10 по 32 мм; расстояния № 1—№ 2, № 1—№ 5, № 10—№ 11, № 11—№ 12, № 12—№ 13, № 13—№ 14 по 28 мм. Применялся электрод площадью $2,6 \text{ см}^2$. Результаты опыта (испытуемый Н., 2 IV 1947; дифферентный электрод — анод) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Пороговая сила тока при различном расположении дифферентного электрода (в $\mu\text{А}$)

№ точки	1	2	5	10	11
I_0	50	65	80	30*	175

* То обстоятельство, что значение I_0 для точки № 10 меньше, чем для точки № 2, отражает, вероятно, особенность данного субъекта. В опыте на другом испытуемом значение для точки № 10 было несколько больше, чем для точки № 2.

Из табл. 1 видно:

1) Что при перенесении электрода из точки № 1 в точку № 2 I_0 увеличивается в 1,3 раза, а при перенесении электрода из точки

№ 10 в точку № 11 — в 6 раз. Отсюда следует, что если мы переносим дифференциальный электрод от глазницы в сторону, прямо противоположную индифферентному электроду (направление BA), плотность тока ρ_0 , проходящего через анатомио-физиологический приемник фосфена, падает незначительно (в этом случае нам требуется увеличение I_0 всего в 1,3 раза для получения пороговой плотности тока); если мы переносим дифференциальный электрод от глазницы в направлении индифферентного электрода (направление AB), то плотность тока ρ_0 резко падает (в этом случае мы должны увеличить I_0 в 6 раз для получения ρ_0)*.

2) Если перенесение электрода из точки № 1 в точку № 2 — вдоль линии BA — требует изменения I_0 в 1,3 раза, то перенесение электрода из точки № 1 в точку № 5 — в сторону от линии BA — требует изменения I_0 в 1,6 раза.

3) Если мы будем передвигать электрод вдоль лба, перпендикулярно линии симметрии лица, то фосфен (сначала видимый одним глазом) при приближении электрода к линии симметрии лица начинает быть видимым также и другим глазом. Сначала интенсивность фосфена во втором глазу слабее, чем в первом, а при положении электрода на линии симметрии лица она в обоих глазах приблизительно одинакова. При продолжении движения электрода свечение аналогичным образом переходит в другой глаз (этот факт наблюдался как на трихромате, так и на ахромате). Ясно, что участие мозговых центров зрения как физиологических приемников порогового фосфена в этом эксперименте исключается.

Эти результаты дают основание утверждать, что анатомио-физиологический приемник порогового фосфена находится в той части зрительного аппарата, которая заключена в пределах глазницы**.

Анатомическое устройство глазницы (пирамидальная костная впадина) при учете резкой разности в электропроводности кости и сред глаза, заполняющих глазницу, также подтверждает сделанный вывод.

3. Опыты, приведенные в п. 2, были проделаны также и на ахромате и дали результаты, аналогичные описанным. I_0 у ахромата совпадает по порядку величины с I_0 трихромата. Так как у ахромата колбочковый аппарат совершенно не функционирует (полная цветовая слепота, светобоязнь и нистагм), то следует предположить, что колбочковая часть зрительного аппарата не является приемником

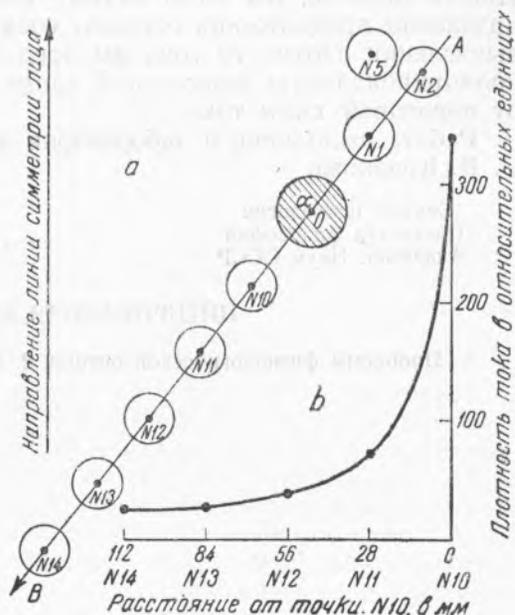


Рис. 1. а — Схема положений дифференциального электрода на лице испытуемого в области правого глаза; AB — направление на середину правого плеча; а — наибольшая площадь сечения правого глаза (область глазницы); б — кривая плотности тока в области глазницы при удалении дифференциального электрода от глазницы

* ρ_0 характеризует свойства анатомио-физиологического приемника порогового фосфена и во время опыта остается неизменной.

** Подчеркиваем, что приведенный результат не мог бы быть наблюдаем, если бы основной поток электричества шел через глазницу в глубь головы.

порогового фосфена. Это согласуется с другими данными, имеющимися по этому вопросу (1).

4. Вывод, сделанный в п. 2, можно применить для изучения распределения плотности тока, протекающего в человеческом теле. В частности, на рис. 1, *b* приведена кривая плотности тока в относительных единицах, которая возникает в области глазницы при удалении дифференциального электрода от глазницы по линии *AB* (рис. 1). Иными словами, мы здесь видим, как падает плотность тока в направлении продолжения отрезка, соединяющего два электрода. При вычислении плотности тока мы предположили для простоты обратно пропорциональную зависимость плотности тока в области глазницы от пороговой силы тока.

Работа выполнена в лаборатории члена-корреспондента АН СССР С. В. Кравкова.

Сектор психологии
Института философии
Академии Наук СССР

Поступило
9 IV 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Проблемы физиологической оптики, 2, 1944, стр. 139.