

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. И. МКРТЫЧЕВА

**ОБРАЗОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ПУРПУРА У ЛЯГУШЕК  
В УСЛОВИЯХ КИСЛОРОДНОГО ГОЛОДАНИЯ**

(Представлено академиком Л. А. Орбели 4 V 1950)

Способность светочувствительного вещества сетчатки — зрительного пурпурата — к поглощению света различных длин волн хорошо изучена.

По данным, имеющимся в литературе, известно, что кривая спектрального поглощения зрительного пурпурата лягушек (*Rana pipiens*, *R. esculenta*) очень близка к кривой сумеречной видности человеческого глаза. Кривая имеет вид кривой симметричного абсорбционного спектра с максимумом, расположенным в области  $\lambda$  500—510 м $\mu$  (3, 4).

В работе, выполненной совместно с В. Г. Самсоновой (1), нам удалось обнаружить у человека в условиях кислородного голодания смещение кривой видности сумеречного зрения в длинноволновую часть спектра. Смещение это мы объясняли избирательным действием гипоксемии на функциональные свойства аппарата сумеречного зрения, выражавшимся в снижении относительной чувствительности глаза к коротковолновым излучениям.

В настоящей работе мы произвели исследование растворов зрительного пурпурата, полученного у лягушек, подвергнутых действию кислородного голодания.

Для опыта были взяты самцы (*R. temporaria*) осеннего периода 1949 г.

Исследуемые растворы зрительного пурпурата готовились по общепринятой методике, описанной в предыдущей статье (2). В качестве экстрагирующего вещества был взят сапонин. Определение спектра поглощения приготовленных растворов зрительного пурпурата производилось на специальной установке, допускающей объективную спектрофотометрию в условиях низких освещенностей. Толщина слоя жидкости исследуемых растворов составляла 4 мм. Схема установки приведена на рис. 1.

Пучок света от лампы накаливания (6 в), питающейся от аккумуляторов, пройдя через монохроматор и раствор зрительного пурпурата, достигал вакуумного сурьмяно-цезиевого фотоэлемента. Возникшие в нем после кратковременного освещения фототоки, усиленные с помощью усилителя постоянного тока, работающего на электрометрическом режиме, регистрировались высокочувствительным гальванометром. Необходимыми условиями для повышения точности измерения спектра поглощения растворов являлись: 1) соблюдение постоянства в режиме горения лампы; 2) точность балансирования усилительной схемы; 3) охлаждение вакуумного фотоэлемента до 3—4°.

В первом разделе работы мы определяли спектральное поглощение в растворах зрительного пурпурата, полученного у лягушек после 14 часов темновой адаптации.

Результаты этих опытов приведены на рис. 2 в виде кривой, построенной на основании усреднения экспериментальных результатов 6 опытов (136 глаз) данной серии.

По оси ординат отложена разность оптических плотностей необесцвеченного и обесцвеченного растворов зрительного пурпурата.

$$\left( \log_{10} \frac{I_0}{I} - \log_{10} \frac{I_0}{I_1} = \log_{10} \frac{I_1}{I} \right),$$

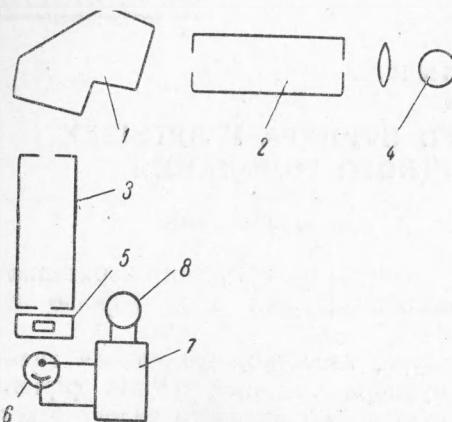


Рис. 1. Схема установки. 1, 2, 3 — монохроматор, 4 — лампа, 5 — плоско-параллельная стеклянная кювета, 6 — вакуумный сурьмяно-цизиевый фотоэлемент, 7 — усилитель постоянного тока, 8 — гальванометр

7000 м. Лягушки подвергались воздействию кислородного голодаания в течение 4 часов. В течение того же времени осуществлялась темновая адаптация. Следовательно, весь процесс образования зрительного пурпурата в сетчатке протекал в условиях кислородного голодаания организма лягушки.

Соответственно числу гипоксемических опытов были поставлены контрольные опыты, в которых темновая адаптация лягушек осуществлялась в течение 4 часов в условиях нормального парциального давления кислорода.

Строго придерживаясь одной и той же методики приготовления растворов зрительного пурпурата и обрабатывая извлеченные сетчатки пропорциональным их весу количеством экстрагирующего вещества ( $0,5 \text{ см}^3$  4% водного раствора сапонина на 0,1 г сетчатки, обработанных в квасцах), мы считали возможным произвести сравнение гипоксемических данных с контрольными. При этом величина ординат экспериментальных кривых, построенных на основании спектрофотометрической характеристики приготовленных растворов, служила мерой оценки того

по оси абсцисс — длина волн в мк. Нивелируя таким образом поглощение в растворе экстрагирующего вещества и в стеклянной кювете, мы получали абсорбционный спектр зрительного пурпурата. Кривая, характеризующая этот спектр, имеет максимум, расположенный в области  $\lambda 500-510 \text{ мк}$ .

Второй раздел работы посвящен изучению действия кислородного голодаания на процесс образования зрительного пурпурата в сетчатке.

Методика экспериментирования была следующей. Перед началом опыта лягушки адаптировались к свету в течение 20 мин. Затем лягушки помещались в затемненную барокамеру, в которой пониженное парциальное давление кислорода соответствовало давлению на высоте

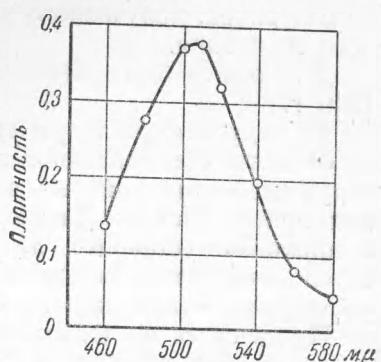


Рис. 2. Кривая спектрального поглощения зрительного пурпурата лягушек, адаптированных в течение 14 час. (136 глаз)

\* Определяя спектр поглощения растворов зрительного пурпурата по 10 точкам в спектре ( $\lambda\lambda 460, 480, 490, 500, 510, 520, 540, 560, 580, 600 \text{ мк}$ ), мы не ставили перед собой задачи уточнения положения максимума экспериментальных кривых.

количество зрительного пурпурна, который содержит исследуемые сетчатки.

На рис. 3 приведена кривая (I), характеризующая спектральное поглощение растворов зрительного пурпурна, полученного в пяти контрольных опытах (90 глаз).

Контрольные растворы, полученные на лягушках, адаптированных в течение 4 часов, мало отличаются от растворов зрительного пурпурна лягушек, адаптированных в течение 14 часов (см. рис. 2).

Кривая II на рис. 3 построена на основании усреднения результатов пяти опытов с применением кислородного голодания (108 глаз).

На рис. 4 приведена кривая, характеризующая специальное поглощение в растворе зрительного пурпурна, полученном в одном из опытов, с применением кислородного голодания.

Растворы зрительного пурпурна, полученные в гипоксемических опытах, обладают новой спектральной характеристикой. Сохраняя ту же абсорбционную способность, какой обладают контрольные растворы в сине-фиолетовой и желто-оранжевой областях спектра, растворы делаются более прозрачными для зеленых излучений. Уменьшение плотности раствора в области  $\lambda 490-530 \text{ м} \mu$  и соответствующее этому уплощение максимума в экспериментальных кривых говорят и о количественных и о качественных изменениях растворов зрительного пурпурна, полученного у лягушек, поставленных в новые физиологические условия существования.

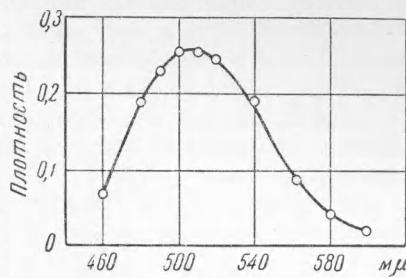


Рис. 4. Кривая спектрального поглощения зрительного пурпурна, полученного в одном из опытов с применением кислородного голодания (16 глаз). 22 XI 1940

новительного процесса, азот препятствует накоплению светочувствительного вещества в сетчатке.

Кислородное голодание в наших опытах является не только фактором, нарушающим образование нормального количества зрительного пурпурна, но и причиной возникновения такого физиологического состояния тканей, которое приводит к изменению оптических свойств продуцируемого ими светочувствительного вещества.

Обнаруженные нами в спектральной характеристике изменения растворов зрительного пурпурна являются существенными при объяснении

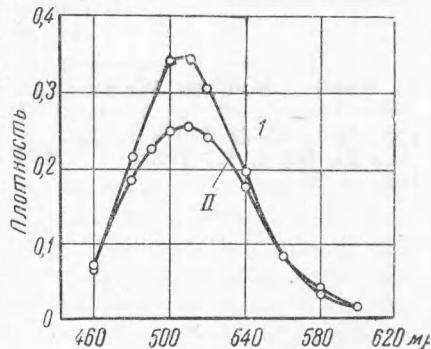


Рис. 3. (I) — кривая спектрального поглощения зрительного пурпурна лягушек, адаптированных в течение 4 час. (90 глаз); II — кривая спектрального поглощения зрительного пурпурна лягушек, адаптированных в течение 4 час. в условиях кислородного голодания (108 глаз)

изменениях растворов зрительного пурпурна, поставленных в новые физиологические условия существования.

На основании приведенных данных можно предположить, что пониженное парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе является фактором, препятствующим накоплению нормального количества зрительного пурпурна в сетчатке.

С этой точки зрения представляют интерес выводы, сделанные Цеви в 1939 г. (6). Изучая процесс восстановления зрительного пурпурна на изолированных и вскрытых лягушечьих глазах, помещенных в атмосферу чистого азота или чистого кислорода, Цеви установил, что в то время как кислород необходим для осуществления восста-

тех сложных нарушений, которые имеют место в работе зрительного прибора при кислородном голодании.

В заключение приношу глубокую благодарность С. Е. Поляк за помощь в работе.

Физиологический институт  
им. И. П. Павлова  
Академии наук СССР

Поступило  
21 IV 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. И. Мкртычева и В. Г. Самсонова, Изв. АН СССР, сер. биол., № 1, 83 (1946). <sup>22</sup> Л. И. Мкртычева, ДАН, 72, № 5 (1950). <sup>3</sup> R. J. Lythgoe, Journ. Physiol., 89, No. 4, 331 (1937). <sup>4</sup> Y. Hosoya and Z. Saito, Tohoku Journ. Exp. Med., 27, № 2, 172 (1935). <sup>5</sup> A. M. Chase and Ch. Haig, Journ. Gen. Physiol., 21, No. 4, 411 (1938). <sup>6</sup> M. Zewi, On the Regeneration of Visual Purple, 1939, p. 36.