

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 пурпура — к поглощению света различных длин волн хорошо изучена.

По данным, имеющимся в литературе, известно, что кривая спектрального поглощения зрительного пурпура 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 λ 500—510 м μ (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, выражающимся в снижении относительной чувствительности глаза к коротковолновым излучениям.

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

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

Исследуемые растворы зрительного пурпура готовились по общепринятой методике, описанной в предыдущей статье (2). В качестве экстрагирующего вещества был взят сапонин. Определение спектра поглощения приготовленных растворов зрительного пурпура 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 пурпура, 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 пурпура, 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 бесцвеченного растворов зрительного пурпура.

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

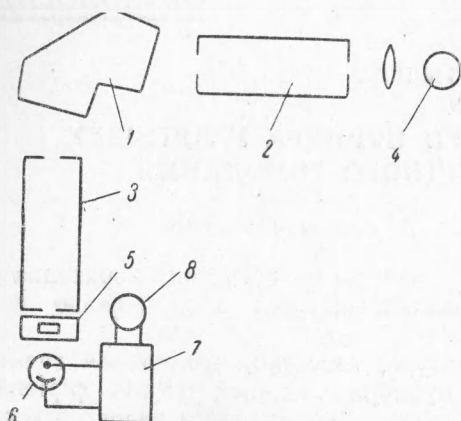


Рис. 1. Схема установки. 1, 2, 3 — монохроматор, 4 — лампа, 5 — плоско-параллельная стеклянная кювета, 6 — вакуумный сурьмяно-цезиевый фотоэлемент, 7 — усилитель постоянного тока, 8 — гальванометр

по оси абсцисс — длина волны в мμ. Нивелируя таким образом поглощение в растворе экстрагирующего вещества и в стеклянной кювете, мы получали абсорбционный спектр зрительного пурпура. Кривая, характеризующая этот спектр, имеет максимум, расположенный в области λ 500—510 мμ*.

Второй раздел работы посвящен изучению действия кислородного голодания на процесс образования зрительного пурпура 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

7000 м. Лягушки подвергались воздействию кислородного голодания в течение 4 часов. В течение того же времени осуществлялась темновая адаптация. Следовательно, весь процесс образования зрительного пурпура в сетчатке протекал в условиях кислородного голодания 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 пурпура и обрабатывая извлеченные сетчатки пропорциональным их весу количеством экстрагирующего вещества (0,5 см³ 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

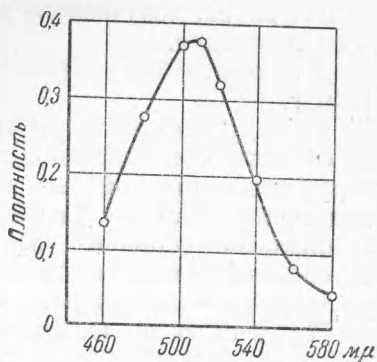


Рис. 2. Кривая спектрального поглощения зрительного пурпура лягушек, адаптированных в течение 14 час. (136 глаз)

* Определяя спектр поглощения растворов зрительного пурпура по 10 точкам в спектре (λ 460, 480, 490, 500, 510, 520, 540, 560, 580, 600 мμ), мы не ставили перед собой задачи уточнения положения максимума экспериментальных кривых.

количества зрительного пурпура, который содержит исследуемые сетчатки.

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

Контрольные растворы, полученные на лягушках, адаптированных в течение 4 часов, мало отличаются от растворов зрительного пурпура 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 пурпура, полученном в одном из опытов, с применением кислородного голодания.

Растворы зрительного пурпура, 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 становятся более прозрачными для зеленых излучений. Уменьшение плотности раствора в области λ 490—530 м μ и соответствующее этому уплощение максимума в экспериментальных кривых говорят и о количественных и о качественных изменениях растворов зрительного пурпура, полученного у лягушек, поставленных в новые физиологические условия существования.

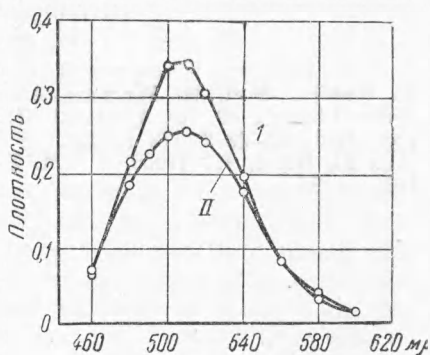


Рис. 3. (I) — кривая спектрального поглощения зрительного пурпура лягушек, адаптированных в течение 4 час. (90 глаз); II — кривая спектрального поглощения зрительного пурпура лягушек, адаптированных в течение 4 час. в условиях кислородного голодания (108 глаз)

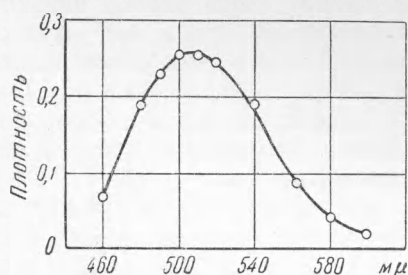


Рис. 4. Кривая спектрального поглощения зрительного пурпура, полученного в одном из опытов с применением кислородного голодания (16 глаз). 22 XI 1940

новительного процесса, азот препятствует накоплению светочувствительного вещества в сетчатке.

Кислородное голодание в наших опытах является не только фактором, нарушающим образование нормального количества зрительного пурпура, 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 пурпура являются существенными при объяснении

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

С этой точки зрения представляют интерес выводы, сделанные Цеви в 1939 г. (6). Изучая процесс восстановления зрительного пурпура 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

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