

Член-корреспондент АН СССР С. В. КРАВКОВ

ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОЛБОЧКОВОГО ЗРЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИОНОВ КАЛИЯ

В предыдущих работах наших и Л. П. Галочкиной (1) впервые было установлено, что колбочковая чувствительность глаза заметно меняться в случае введения в глаз ионов калия или кальция. Эти изменения носят противоположный характер в случае действия кальция или калия. Направление изменений чувствительности глаза оказывается различным также в зависимости от длины волны того излучения, которое применяется в качестве светового раздражения. В вышеупомянутых опытах была исследована колбочковая чувствительность глаза, однако, лишь к двум цветам: красному (630 м μ) и зеленому (520 м μ).

В настоящей работе сообщается об опытах, ставивших себе целью исследовать изменения, наступающие под влиянием ионов калия в колбочковой чувствительности глаза по отношению к монохроматическим излучениям ряда длин волн спектра в пределах между 425 и 700 м μ .

Методика. В условиях темновой адаптации по методу гашения определялись пороги видимости для излучения с длинами волн 425, 440, 470, 500, 520, 540, 555, 560, 563, 564, 565, 566, 567, 570, 575, 590, 600, 630, 660, 680 и 700 м μ . Световые раздражения этих длин волн давались посредством монохроматора Лейтца и представляли собой цветной прямоугольник размером 1×3 мм, фиксируемый испытуемым фовеально с расстояния около 60 см. Определения порога производились монокулярно. Изменения интенсивности светового раздражения достигались при помощи нейтрального фотоклина. Монохроматичность применявшихся излучений ($\pm\Delta\lambda$) при имевшихся у нас входных и выходных щелях монохроматора вариировала от 2,6 м μ для $\lambda=425$ м μ до 13 м μ для $\lambda=700$ м μ .

Действию ионов калия глаз подвергался посредством ионофореза. Для этого на закрытый глаз накладывался цинковый электрод с подушечкой, смоченной 1% раствором иодистого калия (KI), а другой (индифферентный) электрод, смоченный физиологическим раствором, помещался на задней стороне шеи испытуемого. Величина дифферентного электрода была около 11 см². Электрод, помещавшийся на глаз, был соединен с анодом, а индифферентный электрод — с катодом. Ток брался от городской осветительной сети через кенотронный выпрямитель (собранный по схеме двух полупериодов с фильтром) и потенциометр. Сила такого постоянного, пульсирующего тока, применявшегося нами для ионофореза, была всегда около 0,5 mA. Разность же потенциалов на электродах была около 1,2 V.

Ионофорез применялся после того, как глаз испытуемого в ходе темновой адаптации достигал уже более или менее постоянного уровня

чувствительности (обычно на 30—40-й минуте темновой адаптации) Ионифорез длился 10 мин. Во время этих 10 мин. производилось обычно три определения порога. Для этого испытуемый на короткое время определений отодвигал электрод с испытуемого глаза несколько в сторону, к височному углу глаза. После же определения порога испытуемый вновь закрывал глаз и надвигал на него электрод. Таким образом, нами измерялась колбочковая чувствительность и во время ионифореза.

Уровень чувствительности вычислялся как величина, обратная пропускной способности того места фотоклина, которое соответствовало порогу. Отношение уровня чувствительности, найденного на 5-й минуте ионифореза, к уровню чувствительности перед началом ионифореза.

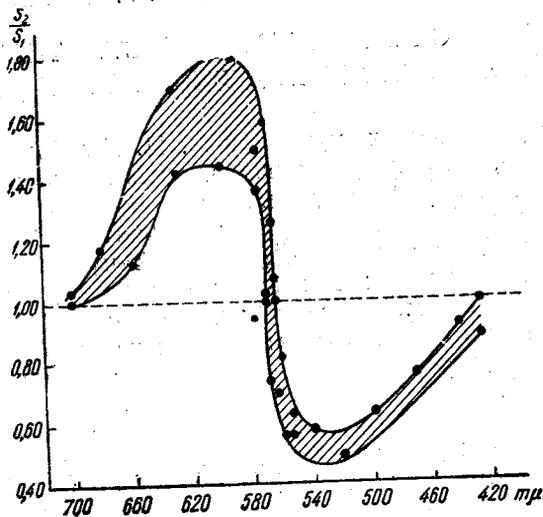


Рис. 1. Изменение чувствительности колбочкового зрения при введении в глаз ионов калия

фореза (S_2/S_1) и служило показателем действия ионифореза. Опыты проведены на одном испытуемом (женщина, 40 лет, с нормальным цветным зрением). В отдельные дни проводились опыты со световым раздражителем лишь одной какой-нибудь длины волны.

Результаты. Данные всех опытов приведены на рис. 1, на котором заштрихована зона рассеяния данных отдельных опытов.

Рассмотрение рис. 1 позволяет видеть определенную закономерность в изменениях спектральной колбочковой чувствительности темновадаптированного глаза в зависимости от введения в глаз ионов калия, а именно, чувствительность глаза к оранжево-красным лучам спектра повышается, чувствительность же к зелено-синим лучам падает. К концам спектра изменения чувствительности делаются все меньше и для $\lambda=700$ и 425 мμ чувствительность следует признать вообще неменяющейся.

В средней, желтой, области спектра — между $560-580$ мμ — имеется крутой переход кривой от значений, больших единицы, к значениям, меньшим единицы. Близ 570 мμ находится участок спектра, чувствительность к которому остается неизменной.

Обсуждение результатов. Имевшаяся в наших опытах разность потенциалов на электродах была слишком малой для того, чтобы непосредственно сообщить ионам калия скорость, достаточную для быстрого достижения ими сетчатки. Между тем нами наблюдался заметный эффект ионифореза, наступавший обычно уже через 2—4 мин. действия тока. Приходится поэтому думать, что вводимые

ионы доходят до сетчатки путем переноса их током крови и лимфы, а также, что проникновение большого количества вводимых ионов уже в самые передние отделы глаза может нарушать имевшийся ионный баланс и в других его тканях. За вероятность именно подобных путей влияния ионофореза высказываются как физиотерапевты (2), так и окулисты (3).

Наблюдавшиеся нами изменения в колбочковой чувствительности глаза следует относить за счет изменений ионного показателя K/Ca в сетчатке. Последнее следует из ранее производившихся нами опытов (1), которые показали, что при введении одновременно в правый и левый глаз разных ионов (K и Ca) в обоих глазах наступают изменения чувствительности обратного направления.

Различное изменение чувствительности в зависимости от длины волны света, служащего раздражителем, может быть понято, если допустить, что оптимум возбудимости для различных цветоощущающих аппаратов глаза лежит при различных значениях ионного показателя K/Ca .

Резкое изменение значений S_2/S_1 , приходящееся на желтый участок спектра от 560 до 580 $m\mu$, говорит о том, что именно здесь преобладание одного цветоощущающего аппарата сменяется преобладанием другого. Интересно в связи с этим отметить, что точка пересечения кривых основных возбуждений для красно- и зеленоощущающих аппаратов глаза действительно лежит как раз близ 570 $m\mu$ (4-7).

Отсутствие изменений чувствительности по отношению к излучениям, близким к концам спектра (700 и 425 $m\mu$), заставляет признать, что изменение ионного показателя в сетчатке сказывается на колбочковой чувствительности прежде всего по отношению к тем лучам спектра, которые возбуждают зеленоощущающий аппарат глаза (согласно кривым основных цветовых возбуждений глаза, построенным Федоровыми (4)).

Отделение физиологической оптики
Центрального офтальмологического
института им. Гельмгольца

Поступило
11 X 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. В. Кравков и Л. П. Галочкина, ДАН, 51, № 5 (1946); Проблемы физиологической оптики, 5 (1947); S. V. Kravkov and L. P. Galochkina, J. Opt. Soc. Am., 37, No. 3, 181 (1947). ² В. А. Греченин Физиотерапия, № 1, 44 (1928). ³ А. Я. Самойлов, Вестн. офтальм., 18, в. 1, 19 (1941). ⁴ Н. Т. Федоров, Общее цветоведение, М., 1939, стр. 125. ⁵ H. V. Walters, Proc. Roy. Soc., B, 131, 27 (1942). ⁶ F. H. Pitt, *ibid.*, B, 132, 101 (1944). ⁷ R. Granit, Sensory Mechanisms of the Retina, London, 1947, pp. 312-314.