

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Г. В. ЛОПАШОВ и О. Г. СТРОЕВА

**РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОСЛЕ УДАЛЕНИЯ СЕТЧАТКИ
В ГЛАЗАХ КРЫС**

(Представлено академиком А. И. Абрикосовым 28 IV 1952)

Проблема восстановления зрения у позвоночных животных включает как одну из важнейших задач восстановление сетчатки, после ее повреждения или удаления. При разработке этой задачи применительно к млекопитающим в первую очередь требует разрешения вопрос: возможна ли у млекопитающих регенерация сетчатки и в какой степени? Настоящее сообщение и имеет целью доказательство возможности регенерации сетчатки у молодых крыс, являясь первым звеном большого сравнительно-возрастного исследования.

Техника опытов. Опыты ставились на новорожденных (в 1—3-й дни после рождения) и месячных черноглазых крысятах. Была разработана методика операций, позволяющая сохранить иннервацию и кровоснабжение оперированных глаз. У новорожденных предварительно отворачивался лоскут кожи, покрывающий глаз, у месячных — расширялись веки, и с одной стороны отсепаровывалась конъюнктива. Затем глаз у тех и других оттягивался шелковой петлей и через его боковую стенку делался прорез около $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ окружности. Через отверстие удалялся хрусталик, а затем сетчатка, по возможности как целое. В удачных случаях обрыв сетчатки происходил по границе цилиарного тела. После этого глаз расправлялся, и края раны приводились в соприкосновение друг с другом; последние склеивались свертывающейся кровью, что делало излишним наложение швов. У новорожденных крысят глаз вновь покрывался лоскутом кожи, и на кожный разрез накладывались швы. Операции производились с помощью бинокулярной лупы. Всего было прооперировано 37 животных; глаза зафиксированы у 18 в сроки до 86 дней после операции. Окраска — азокарином или гематоксилином по Рего с кислым фуксином.

Опыты на новорожденных. Диаметр оперированных глаз (D_e) через месяц после операции составляет 0,28—0,59 от диаметра контрольных (D_k); в среднем $D_e = 0,43 D_k$. Роговица прозрачна; в некоторых случаях она утолщена в сравнении с нормальной, иногда сильно выпукла. На срезах видно, что ее гистологическое строение подобно строению нормальной роговицы. Зрачковое отверстие закрыто или сильно сужено. Веки раскрылись лишь у части оперированных крысят.

В оперированных глазах возникли разнородные регенераты. В двух случаях, относящихся к наиболее удачным операциям (ГК-14д, жил 23 дня, $D_e = 0,43 D_k$; ГК-22б, жил 52 дня, $D_e = 0,37 D_k$), регенерировала сетчатка, занимающая большую часть внутренней полости глаза. В ней налицо расположенные разным образом типичные ядерные и сетчатые слои. Поверхность сетчатки, обращенная к полости глаза или

к образующимся в ней внутренним полостям, выстлана палочками и колбочками, под которыми расположен наружный ядерный слой. На рис. 1 представлен общий вид такой сетчатки, на рис. 2а — участок, где она лежит пластом, и на рис. 2б — сетчатка контрольного глаза (от ГК-14д). Объем регенерировавшей сетчатки, как и объем всего глаза, значительно меньше объема контрольной. Для этих глаз характерно, вместе с тем, значительное разрастание сосудистой оболочки и цилиарного тела. Пигментный эпителий утолщен, становится местами многослойным и в этих местах имеет ячеистый вид; его пигментация ослаблена. Радужина сильно утолщена, но ее структура изменена мало. Непрерывная связь новой сетчатки с цилиарным телом делает вероятным,

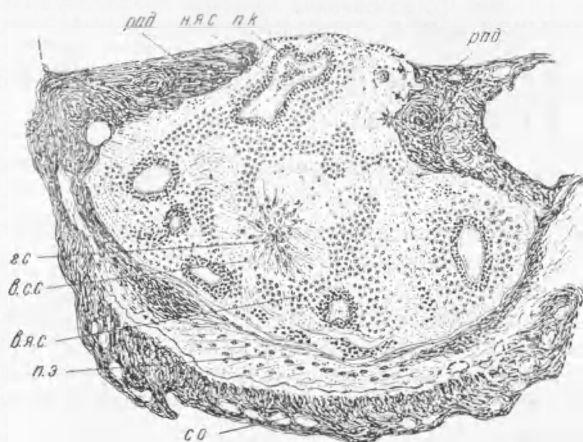


Рис. 1. Срез через регенерировавшую сетчатку (ГК-226); ув. 10×10 . з. с. — ганглиозный слой; в. с. с. — внутренний сетчатый слой; в. я. с. — внутренний ядерный слой; н. я. с. — наружный ядерный слой; п. к. — палочки и колбочки; п. э. — пигментный эпителий; с. о. — сосудистая оболочка; рад — радужина

что оно является основным источником ее происхождения, хотя в построении новой сетчатки не исключено и участие разрастающегося пигментного эпителия.

В остальных случаях также имеют место регенерационные процессы, но возникающая сетчатка меньше по объему, и ее строение отличалось тем, что расчленение на ядерные и сетчатые слои менее выражено. Сетчатые слои представляют собой волокнистые образования, где выражены лишь тангенциально лежащие

волокна; из ядерных слоев выражен лишь внутренний; наружный слой с палочками и колбочками встречается в отдельных маленьких участках. В крайних случаях регенераты представляют лишь волокнистые разрастания тангенциально вытянутых клеток глиального типа. В случаях, где регенераты малы, и в одном, где его вообще не было, сосудистая оболочка, радужина и цилиарное тело разрослись значительно сильнее, чем там, где возникли большие регенераты сетчатки, и их разросшиеся массы заполняют большую часть внутренней полости глаза. В случае, где видна сетчатка, оставшаяся в результате неполного удаления, она ясно отличается по строению от регенерировавшей сетчатки отсутствием четкой волокнистости, рыхлым расположением ядер и рядом других признаков.

Опыты на месячных крысятах. Через полчаса после опыта за счет внутриглазного давления восстанавливается прежний объем глаза, спавшегося во время операции. В дальнейшем такие глаза уменьшаются по сравнению с контрольными, главным образом за счет уменьшения их задней камеры (через 2 мес. $D_e = 0,5 - 0,59 D_k$). Роговица сохраняет прозрачность; прижизненно и на срезах она не отличается от контрольной. Зрачок сужается. Радужина выглядит нормально, но несколько прогибается внутрь; ее гистологические изменения незначительны. В глазах месячных крысят также везде образовались регенераты и произошли изменения оставшихся частей, окружающих внутреннюю полость. Сосудистая оболочка и цилиарное тело сильно разрастаются, но меньше, чем у новорожденных. Пигментный эпителий утолщается, его

пигментация ослаблена, но он не становится многослойным. Сохраняющаяся внутренняя полость глаза заполняется иногда экссудатом. Регенераты в большинстве случаев представляют собой ячеистые разрастания ткани, которую можно отнести к глиальному типу; клетки на поверхности этих разрастаний носят эпителиоидный характер и содержат рассеянный пигмент. В составе разрастаний встречаются отдельные клет-

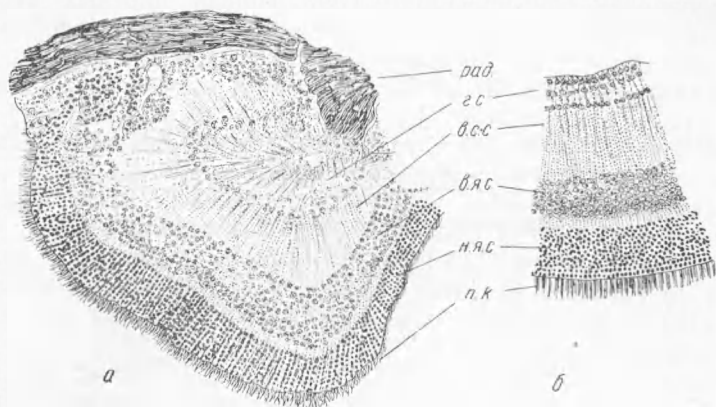


Рис. 2. *а* — срез через участок регенерировавшей сетчатки (ГК-14д); ув. 10×20 ; *б* — срез через участок сетчатки контрольного глаза; ув. 10×20

ки нейрального характера и много отмирающих черных клеток. Наиболее вероятно, что источником глиальных разрастаний являются глиальные элементы сосудистой системы глаза. В одном случае (ГК-19в) из области цилиарного тела регенерировала типичная в гистологическом отношении сетчатка. Она расположена в виде сложных складок; поверхности пластов сетчатки, обращенные друг к другу, образуют ганглионарный слой, а обращенные внутрь складок или маленьких полостей — наружный ядерный слой с палочками и колбочками. Участок этой двуслойной сетчатки изображен на рис. 3. Кроме сетчатки, в том же глазу возник небольшой регенерат типа глиального разрастания.

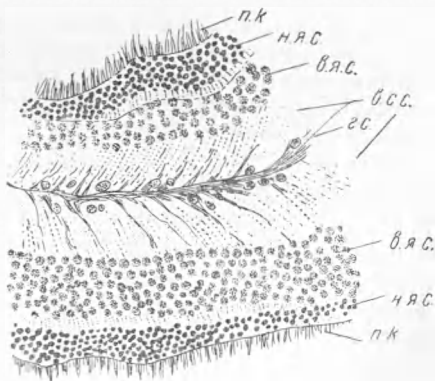


Рис. 3. Срез через участок регенерировавшей двуслойной сетчатки (ГК-19в) ув. 10×20

Сравнение новорожденных и месячных крысят показывает, что у первых сетчатка образуется чаще, тогда как у вторых преобладают глиальные разрастания. В какой мере разная степень полноты дифференцировки сетчатки зависит в разных случаях от свойств материала регенерата и в какой мере — от условий его развития, остается пока неясным. Как у новорожденных, так и у месячных крысят строение сосудистой оболочки, пигментного эпителия, цилиарного тела и радужины более типично в случае образования сетчатки, без которой они разрастаются и видоизменяются в строении. Роговица же сохраняет свое строение и в отсутствие сетчатки.

Сравнение явлений регенерации в глазах крыс и земноводных. В данных опытах сетчатка располагается подобно

тому, как это имеет место у головастика, когда регенерация сетчатки происходит в отсутствие хрусталика (1): сетчатка не ложится слоем по задней стенке глаза, а образует неправильное скопление в виде либо массы, либо складчатого образования. Возникновение ганглионарного слоя на поверхности контакта двуслойной складки сетчатки (рис. 3) или в месте срастания сетчатки с радужиной (рис. 2а) объясняется, по-видимому, общей закономерностью для млекопитающих и земноводных (1) — образованием ганглионарного слоя вблизи плотных субстратов; наружный ядерный слой с палочками и колбочками, наоборот, возникает на поверхностях сетчатки, обращенных в полости.

Изложенные опыты показывают, что способность глаз к регенерации сетчатки, столь выраженная у хвостатых земноводных (4-6) и у головастика бесхвостых (1), обнаруживается и у млекопитающих. Таким образом, как и регенерационная способность ряда тканей (2), способность к регенерации сетчатки не падает при переходе к млекопитающим. Но источники ее у разных групп животных отличны: у крыс она образуется, по-видимому, в основном из эпителия цилиарного тела, у головастика ее главным источником служит внутренний слой радужины (1), у хвостатых земноводных она может возникать как из радужины, так, по-видимому, и из одного пигментного эпителия (6).

Пространственная организация новой сетчатки у крыс не является типичной. С возрастом способность к регенерации сетчатки у них снижается. Однако самое наличие способности глаз млекопитающих к регенерации сетчатки позволяет предположить, что возможно найти способы усиления этой способности, как это сделано для регенерации конечности (3), и найти условия, в которых возникающая сетчатка примет типичное пространственное строение.

Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР

Поступило
9 IV 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. В. Лопашов, ДАН, 69, 865 (1949). ² А. Н. Студитский и А. Р. Стриганова, Восстановительные процессы в скелетной мускулатуре, изд. АН СССР, 1951.
³ Э. Е. Уманский и В. П. Кудокоцев, ДАН, 77, 533 (1951). ⁴ Н. Н. Шевченко, ДАН, 58, 705 (1947). ⁵ Y. Ikeda, Arb. anat. Inst. Univ. Sendai, 17, 11 (1935).
⁶ L. S. Stone, J. Exp. Zool., 113, 9 (1950).