

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Р. А. БОРСУК

**О РЕГУЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВАХ ХРУСТАЛИКА БЕСХВОСТЫХ
АМФИБИЙ**

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 30 IV 1948)

Восстановление хрусталика из края ириса после удаления типичного хрусталика — явление, впервые установленное и наиболее подробно изученное на хвостатых амфибиях. Большое число работ посвящено исследованию описательно-морфологической стороны этого процесса, а также причинному анализу данного явления. Результаты этих работ утверждают, что у всех хвостатых амфибий на всех стадиях развития и во взрослом состоянии может происходить восстановление хрусталика из ириса. Восстановление хрусталика у бесхвостых амфибий значительно затруднено по сравнению с хвостатыми и возможно только на эмбриональных и, повидимому, ранних личиночных стадиях. Таким образом, у бесхвостых амфибий в процессе развития происходит утеря способности к восстановлению хрусталика.

Многие исследователи называют восстановление хрусталика из края ириса «регенерацией хрусталика», что совершенно неправильно. Регенерацией хрусталика можно назвать только те случаи, когда при удалении части хрусталика последний развивается до целого из остатка, а не случаи образования вторичного хрусталика после полного его удаления.

Способность хрусталика амфибий восполнять различные повреждения и восстанавливать утраченные части изучена очень мало. В исследовании Кнапа (1) о заживлении различных дефектов хрусталика лягушки утверждается возможность полного их восстановления, даже в случаях удаления всей волокнистой массы с оставлением капсулы. Но, к сожалению, автор не указывает вида животного, а главное, стадии, на которой производилось исследование, поэтому выводы, к которым он приходит, вызывают сомнение.

Цель данной работы заключается в исследовании регуляционных свойств хрусталика на разных стадиях развития до взрослого состояния. Материалом для опытов служили зеленые лягушки (*Rana esculenta*) и жерлянки (*Bombina bombina*) разного возраста. На каждой из этих стадий были сделаны два опыта: 1) укол хрусталика с дистальной его части примерно до центра и 2) разрезание хрусталика на две части с удалением одной из них. Контролем были неоперированный глаз животного и травмированный глаз животного, зафиксированного тотчас же после операции. Фиксация производилась через 10—20—30 дней. В каждой серии было от 10 до 30 операций.

Укол хрусталика. Исходным моментом этих опытов являлось микроскопическое исследование хрусталиков животных на разных стадиях развития, зафиксированных тотчас же после нанесения травмы. Травма, нанесенная хрусталику уколом кончика остро отточенного

фишеровского ножичка, вызывает прежде всего изменение формы хрусталика. Последний приобретает грушеобразный вид и вытянут в сторону зрачкового отверстия. Хрусталиковая капсула на месте укола отходит от хрусталикового эпителия. Пространство между капсулой и волокнистой массой в этом месте заполнено разрозненными клетками хрусталикового эпителия. Расположение волокон не изменяется, но волокнистая масса дистальной части хрусталика вытянута сообразно изменившейся его общей форме. Проксимальная часть хрусталика остается неизменной. Следовательно, травма хрусталика в виде укола с дистальной стороны затрагивает, главным образом, капсулу и передний хрусталиковый эпителий.

Укол хрусталика у головастика. Травматизация хрусталика уколом у головастика *Rana esculenta* и *Bombina bombina*

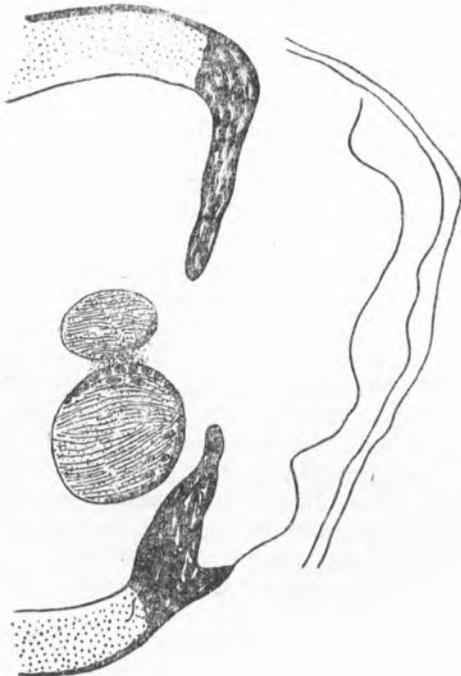


Рис. 1. Случай регуляции двух хрусталиков у головастика *Rana esculenta* после разреза хрусталика на две части

на разных стадиях неизменно приводит к одинаковым результатам. В этих опытах во всех случаях хрусталик ничем не отличается от контрольного хрусталика. Он имеет правильную округлую форму. Капсула плотно и непрерывно к нему прилегает. Хрусталиковый эпителий в виде одного слоя клеток покрывает переднюю половину хрусталика до экватора. Фиксация в сроки 10—20—30 дней после операции показала, что все процессы регуляции травмированной капсулы и хрусталикового эпителия протекают достаточно быстро — в пределах 10 дней, так как к этому времени оперированный хрусталик по своей структуре подобен нормальному хрусталику. Представляет интерес описание двух случаев. У головастика *Rana esculenta* на стадии 2 (по Лапчинскому) в задней камере оперированного глаза обнаружено два хрусталика неравной величины. Хрусталики обладают самостоятельными капсулами, их передняя

половина покрыта хрусталиковым эпителием, а волокна имеют правильное концентрическое расположение. Данный случай образования двух хрусталиков нужно рассматривать как результат слишком глубокого прокола хрусталика ножичком во время операции и тем самым разделения его на две неравные части. Каждая из этих частей срегулировалась в полноценный хрусталик (рис. 1).

У головастика *Bombina bombina* на стадии 5 (по Лапчинскому) в задней камере глаза обнаружен нормальный хрусталик, к одной стороне которого прилегает другой, значительно меньшего размера и грушевидной формы. Этот хрусталик имеет капсулу, которая на суженной его части переходит в капсулу большого хрусталика. Основная масса маленького хрусталика состоит из сходных с волокнами удлиненных клеток, содержащих ядра. Образование этого дополнительного хрусталика является также результатом глубокого прокола во время операции, который прошел здесь, повидимому, по хорде хрусталика (рис. 2).

Эти два случая вполне согласуются с основными результатами и дают возможность сделать вывод, что регуляционная способность хрусталика у головастиков очень значительна.

Укол хрусталика у сеголеток и взрослых особей. Опыты травматизации хрусталика уколом у сеголеток и взрослых животных *Rana esculenta* и *Bombina bombina* показали, что у них хрусталик также способен целиком восполнить нарушения, нанесенные капсуле и хрусталиковому эпителию. Однако, если у головастиков регуляция хрусталика наступала в 100% случаев, то у сеголеток и взрослых имеются случаи дегенерации (у сеголеток в 2 случаях из 10). В большем числе случаев дегенерация хрусталика наблюдалась у взрослых форм, особенно у *R. esculenta*. Опишем в качестве примера дегенерацию хрусталика у сеголетки *B. bombina*. В задней камере глаза против зрачкового отверстия лежит сильно измененный хрусталик. Дегенеративные изменения охватили главным образом самую дифференцированную часть хрусталика — волокнистую массу. Центральные волокна дегенерировали полностью. В связи с резким изменением объема хрусталиковый эпителий образовал глубокую



Рис. 2. Образование дополнительного хрусталика у головастика *Bombina bombina* после глубокого прокола хрусталика

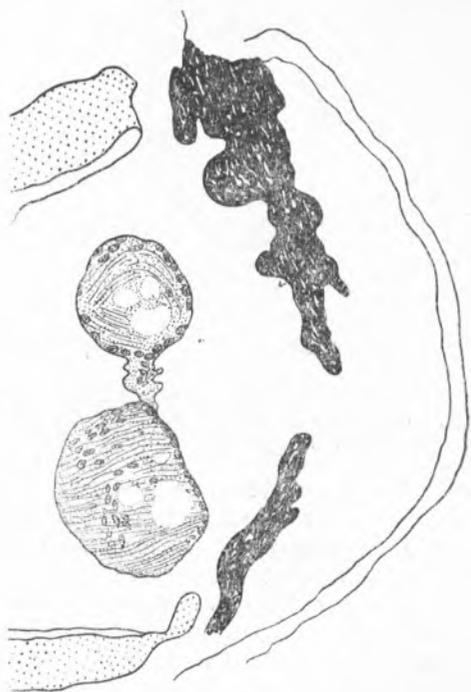


Рис. 3. Дегенерация хрусталика у сеголетки *Bombina bombina*, травмированной уколом

складку, разделившую оставшуюся часть на две округлости. В каждой из них имеются полости разной величины. Они окружены концентрически расположенными волокнами, содержащими ядра. Таким образом, краевые волокна, наиболее молодые, не дегенерируют, точно так же как и хрусталиковый эпителий и капсула (рис. 3).

Разрез хрусталика на две части и удаление одной из них. При исследовании хрусталика, травмированного путем разреза на две части с удалением одной из них, были обнаружены следующие нарушения. Края капсулы, обладающей, очевидно, большой упругостью, после разреза расходятся и скручиваются на свободных концах. Хрусталиковый эпителий на оставшейся части местами отслаивается. Концы волокон неплотно прилегают друг к другу, делаются значительно тоньше, чем в норме. Таким образом, разрезание хрусталика сильно травмирует его волокнистую массу, резко уменьшает

ее плотность, которая определяется как внутри хрусталиковым давлением, так и действием упруго натянутой капсулы.

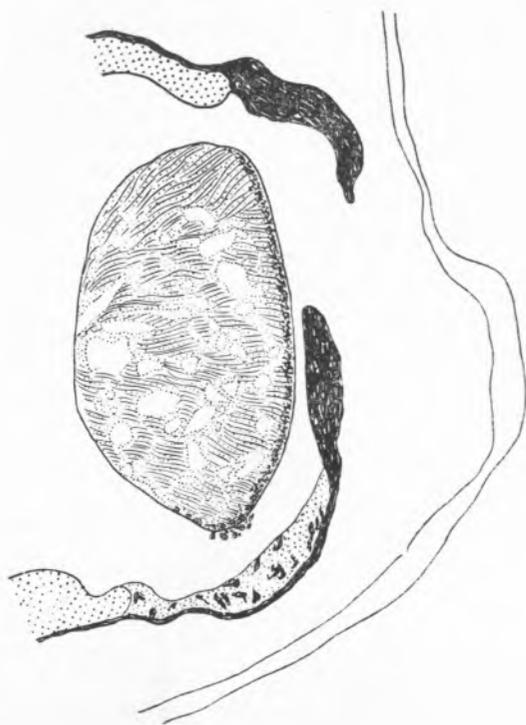


Рис. 4. Дегенерация хрусталика у взрослой особи *Rana esculenta* после разреза хрусталика на две части и удаления одной из них

стой массы. Нужно отметить существенную разницу в изменениях хрусталика у взрослых форм *Rana esculenta* и *B. bombina*. У *B. bombina* дегенерирует центральная часть хрусталика, причем краевые волокна, наиболее молодые, содержащие ядра, изменяют свое расположение, концентрируясь вокруг полостей, образовавшихся в центральной части, как бы стремясь заполнить их. У *R. esculenta* дегенерация охватывает всю волокнистую массу. Полости появляются не только в центральной части, но встречаются во всем хрусталике (рис. 4).

Таким образом, результаты опытов показывают, что хрусталик головастика обладает высокими регуляционными свойствами. Он способен в случаях различных нарушений как капсулы и хрусталикового эпителия, так и дифференцированной волокнистой массы как бы дополнить себя до целого. Регуляционные свойства хрусталика с возрастом понижаются. У сеголеток и взрослых животных хрусталик может восполнить нарушения, затрагивающие наиболее камбиальные его части. Нарушение дифференцированных компонентов хрусталика у сеголеток и взрослых приводит к его дегенерации.

Можно думать, что понижение регуляционных свойств хрусталика с возрастом определяется как понижением общих формативных возможностей организма, так и уменьшением тех же свойств в камбиальных элементах самого хрусталика.

Научно-исследовательский институт зоологии
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Поступило
24 III 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 К п а р р, Z. Augenheilk., 3 (1900).