

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. И. ЕФИМОВ

**О СХОДСТВЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ С ОКРУЖАЮЩИМИ ТКАНЯМИ В ОНТОГЕНЕЗЕ И ПРИ ЕЕ ТРАНСПЛАНТАЦИИ У АКСОЛОТЛЯ**

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 9 X 1950)

В ряде предшествующих работ<sup>(2)</sup> мною было выдвинуто и экспериментально обосновано положение о ведущей роли центральной нервной системы (ц. н. с.) в развитии осевого скелета в онтогенезе у аксолотля. Положение это основано на различного рода опытах с гомопластической трансплантацией ц. н. с. В этих опытах было установлено, что транспланта, приходя в контакт с окружающими его тканями на новом месте, предопределяет развитие из них атипичного осевого скелета, а иногда и сегментальной мускулатуры.

Данная работа преследует цель подвергнуть дополнительной проверке положения о сходстве во взаимоотношениях ц. н. с. с окружающими тканями в онтогенезе и у трансплантата ц. н. с. в моих опытах. Для этой цели я решил прибегнуть к опытам с денервированным органом. В ряде работ<sup>(1, 3, 4)</sup> установлено, что денервированный орган у аксолотля претерпевает ряд изменений и теряет способность к регенерации. Орган возвращается вновь в исходное состояние и приобретает способность к регенерации только после восстановления у него иннервации. При постановке опытов я производил денервацию органа для того чтобы предотвратить возможность ее восстановления. В денервированный таким образом орган производилась гомопластическая трансплантация ц. н. с. При положительном исходе опыта у трансплантата ц. н. с. должны образоваться связи с частями денервированного органа, он должен заменить для них ц. н. с. хозяина и восстановить у органа способность к регенерации.

Все опыты проведены на аксолотлях среднего возраста (7—10 месяцев). Аксолотли содержались в аквариумах по несколько штук и кормились мясом. У подопытных аксолотлей вырезанные кусочки тканей фиксировались в жидкости Ценкера с последующей заливкой в парафин и изготовлением серийных срезов. Срезы выборочно окрашивались тионином.

Серия I. У подопытного аксолотля хвост посередине подвергался ампутации. На расстоянии 2—2,5 см от ампутационной раневой поверхности спинной мозг разрушался. Спинномозговой канал тромбировался хрящевой тканью, с целью предотвращения регенерации спинного мозга хозяина. В денервированный участок хвоста, параллельно продольной его оси, в верхний и нижний отдел мускулатуры производилась трансплантация ц. н. с. так, что задний (хвостовой) конец трансплантата принимал участие в образовании ампутационной раневой поверхности. В качестве трансплантата бралась половина ц. н. с. В одних случаях ц. н. с.

делилась продольно, в других — деление ц. н. с. производилось поперечно, так что в одну половину отходил головной мозг, а во вторую спинной (рис. 1).

20 V 1949 г. у десяти аксолотлей произведена ампутация хвоста и денервация его остатка. 23 V 1949 г. в верхнюю и нижнюю часть мускулатуры денервированного остатка хвоста пересажена половина ц. н. с. от другого аксолотля. 28 V 1949 г. у пяти аксолотлей трансплантаты не прижились и аксолотли из-под опыта изъяты.

23 VI 1949 г., т. е. через месяц, на ампутационной раневой поверхности образовались регенераты. У двух аксолотлей в регенерациях хвоста

появились признаки закладки осевых органов против трансплантатов ц. н. с., причем у одного аксолотля против верхнего и нижнего трансплантата, у других — против нижнего трансплантата. Половина регенерата, содержащая заложившиеся осевые органы против верхнего трансплантата, ц. н. с. была выдержанна и подвергнута гистологическому исследованию. При этом обнаружено: в центре регенерата располагается нервная трубка и заложившийся около нее осевой скелет, поблизости и на некотором расстоянии от них располагаются миобласти, образуя эллипсоидную фигуру, в центре которой лежит нервная трубка и осевой скелет.

6 X 1949 г., т. е. через  $4\frac{1}{2}$  месяца после начала опыта, весь материал этой серии подвергался фиксации. Во всех пяти случаях на ампутационной раневой поверхности хвоста развился регенерат размером около 3 см. Явные признаки закладки осевых органов в регенератах имели место только в тех случаях, которые отмечены выше.

Рис. 1. а — хвост ампутирован; спинно-мозговой канал тромбирован кусочком хряща (I); б — в верхний и нижний участок мускулатуры произведены трансплантации ц. н. с. (II)

Из хвоста одного аксолотля, у которого произошли закладки осевых органов против нижнего трансплантата, была сделана попытка подготовить макропрепарат. Хвосты других четырех аксолотлей подвергнуты гистологической обработке. В остатке хвоста восстановление спинного мозга хозяина ни в одном случае не наблюдалось. В денервированном участке хвоста мускулатура сохранилась частично, в большей или меньшей степени. В остатке органа обнаружено 7 трансплантатов из 8. Трансплантаты имели типичное строение и около них произошло развитие хрящевой ткани.

В регенератах во всех случаях против осевых органов хозяина образовалась только лиофидерма. Один регенерат, возникший на хвосте, в котором обнаружен один трансплантат ц. н. с., состоял только из лиофидермы. В трех регенератах против пяти трансплантатов ц. н. с. возникли формообразовательные процессы. В трех случаях произошла закладка осевых органов. Заложившийся скелет по своему строению близок к норме. В поперечном разрезе видно тело позвонка, верхняя и нижняя дуги. Кроме скелетов можно видеть восстановление ц. н. с. в виде трубки и частично сегментальную мускулатуру. В двух других случаях в регенерате развилась ц. н. с. в виде пузырей. Местами около них произошло развитие хрящевой ткани в форме пластинок.

Экспериментальный материал этой серии дает основание считать, что поставленная выше проблема решается положительно.

Одновременно с этим вновь полученные данные еще раз свидетельствуют, что различные части ц. н. с. играют неодинаковую роль при

развитии осевого скелета в онтогенезе. В двух случаях в регенерате заложились отделы головного мозга в виде пузырей и около них образовались незначительные хрящевые пластинки. В трех случаях в регенерате заложились отделы спинного мозга и около них развился позвоночный столб.

На основании этих данных напрашивается вывод, что в онтогенезе части ц. н. с. действуют на мезенхимные клетки различно и тем самым предопределяют развитие различных частей осевого скелета.

С целью дальнейшей экспериментальной проверки данного положения мною была проведена вторая серия опытов.

Серия II. В данной серии я стремился вскрыть различный тип действия на окружающие ткани у головного и спинного мозга. Опыт сводился к трансплантации ц. н. с. в денервированный остаток хвоста. Ц. н. с. бралась целиком и трансплантировалась в нижний отдел мускулатуры хвоста параллельно продольной оси его. Положение концов трансплантата ц. н. с. в разных группах было различно. На ампутационную раневую поверхность хвоста выходил: в первой группе хвостовой конец трансплантата (спинной мозг), во второй группе его головной конец (передние полушария головного мозга). После трансплантации ц. н. с. ампутационная раневая поверхность покрывалась кожей, которая через несколько дней удалялась. Десять аксолотлей первой группы были оперированы 10 IX 1949 г.

26 III 1950 г., т. е. через  $6\frac{1}{2}$  месяцев, на ампутационной раневой поверхности хвоста аксолотлей развились регенераты. У пяти аксолотлей регенераты имели длину около 2 см и состояли только из лиофидермы. У пяти аксолотлей регенераты имели длину около 3 см и внутри регенерата произошла закладка осевых органов против трансплантата ц. н. с. (см. рис. 2). Выросшие регенераты не иннервировались ц. н. с. хозяина, о чем в частности свидетельствовало то, что аксолотли не реагировали на уколы в регенерат. Регенераты вместе с денервированными участками хвоста были отрезаны и подвергнуты гистологической обработке.

В остатке денервированного хвоста была отчетливо выражена дегенерация мускулатуры. Восстановление спинного мозга хозяина отсутствовало. Трансплантат обнаружен в 8 случаях из 10. Около трансплантата отмечается развитие хрящевой ткани. Регенерат в пяти случаях состоит только из лиофидермы. В этих случаях в остатке хвоста трансплантат отсутствовал или не имел непосредственного контакта с ампутационной раневой поверхностью хвоста.

В пяти случаях в регенератах хвоста заложились осевые органы. Осевой скелет имеет более или менее ярко выраженное строение позвонков. Сегментальная мускулатура отчетливо была выражена только в двух случаях.

Семь аксолотлей второй группы были оперированы 5 X 1949 г. 23 III 1950 г., т. е. через  $5\frac{1}{2}$  месяцев на ампутационной раневой поверхности хвоста аксолотлей развились регенераты длиной около 2 см. Регенераты состоят только из лиофидермы. В некоторых случаях около трансплантатов произошло видимое утолщение тканей. В двух случаях от хвостового конца трансплантата ц. н. с., находящегося на расстоянии около 2 см от раневой поверхности, выросли добавочные хвостики дли-

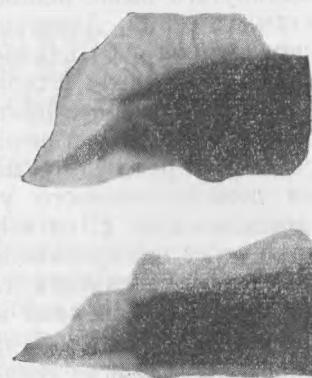


Рис. 2. *a* — регенерат, выросший на денервированном остатке хвоста. Осевые органы заложились против трансплантата ц. н. с. *б* — регенерат, образовавшийся на нормальном остатке хвоста

ною около 1,5 см. В 4 случаях остатки денервированных участков хвоста подвергались анатомированию. При рассечении тканей остатка хвоста во всех случаях было установлено наличие трансплантатов и развитие около них хрящевой ткани. Добавочные хвостики содержали внутри себя хрящевой осевой скелет. Семь регенераторов и три остатка денервированного хвоста подвергнуты гистологической обработке.

В остатке хвоста отмечается дегенерация мускулатуры и отсутствие восстановления спинного мозга ц. н. с. хозяина. Трансплантат ц. н. с. имеет типичное строение и около него произошло развитие хрящевой ткани. Регенераты во всех случаях состояли только из лиофидермы. В трех случаях в регенерате диффузно расположились клетки трансплантата ц. н. с. при отсутствии около них хряща.

Экспериментальные данные II серии опытов свидетельствуют в пользу выдвинутого выше положения и находятся в полном согласии с результатами I серии. Денервированный участок хвоста в обоих случаях в основном вел себя однородно.

В трех случаях I серии и в пяти случаях первой группы II серии опытов в регенерате против трансплантов ц. н. с. произошла закладка осевых органов регенерата. Наличие данного формообразовательного процесса в регенерате можно объяснить тем, что трансплантат ц. н. с. для денервированного участка хвоста заменил роль ц. н. с. хозяина, а именно: ц. н. с. хозяина осуществляет свое действие на окружающие ткани через периферические нервы, тот же тип действия, очевидно, имеет место у трансплантата ц. н. с.

Головной и спинной мозг в регенератах I серии вызвали различный формообразовательный процесс. В первой группе II серии опытов в половине случаев в регенерате развивались осевые органы. Во второй группе II серии опытов ни в одном случае в регенерате осевых органов не было. Различный исход опытов первой и второй группы II серии зависит от того, что в первой группе в образовании ампутационной раневой поверхности принимал участие хвостовой ц. н. с. (спинной мозг), а во второй группе головной конец (головной мозг).

В приведенных данных вскрывается ведущая роль ц. н. с. при развитии осевого скелета в онтогенезе. Первоначально заложившаяся ц. н. с. действует на окружающую ее мезенхиму и тем самым предопределяет развитие из нее осевого скелета. Различные части ц. н. с. действуют различно на окружающую мезенхиму и тем самым предопределяют развитие различных частей осевого скелета.

Последовательность закладки осевых органов в онтогенезе отражает последовательность возникновения этих органов в филогенезе хордовых животных. Ведущая роль ц. н. с. в развитии осевых органов в онтогенезе, очевидно, отражает ведущую роль ц. н. с. в развитии осевого скелета в филогенезе.

Киргизский государственный  
медицинский институт  
г. Фрунзе

Поступило  
9 IX 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Р. А. Борсук, Изв. АН СССР, сер. биол., № 2, 74 (1943). <sup>2</sup> М. И. Ефимов, ДАН, 59, № 9 (1948); 64, № 5 (1949); 65, № 5 (1949); 71, № 4 (1950); 71, № 5 (1950). <sup>3</sup> M. Godlewsky, Anz. Acad. Kras. (1904). <sup>4</sup> P. Locatelli, Roux' Arch., 114, 114, 686 (1929).