

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. И. ЕФИМОВ

**ОБ ОБРАЗОВАНИИ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ ВОКРУГ  
ТРАНСПЛАНТАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
У АКСОЛОТЛЯ**

*(Представлено академиком И. И. Шмальгаузеном 21 I 1948)*

При гомопластической трансплантации слизистой органа обоняния или глазного яблока у амфибий можно наблюдать образование вокруг трансплантата хрящевой ткани (2). Если причиной одинакового поведения этих двух органов при их трансплантации является их качественная однородность (3), то и другие органы организма, имеющие родственное происхождение и сходный эмбриогенез, должны вести себя при трансплантации так же, как органы обоняния и зрения. Подобного рода поведения при трансплантации мы можем ожидать от органа слуха и от центральной нервной системы, как систем организма, имеющих единое происхождение и сходный эмбриогенез с глазным яблоком и слизистой органа обоняния.

В данной работе я решил подвергнуть экспериментальной проверке высказанное предположение по отношению к центральной нервной системе. Постановка опыта сводилась к гомопластической трансплантации центральной нервной системы в ткань, находящуюся в различном состоянии, с целью выяснения вопроса о том, будет ли вокруг нее развиваться хрящевая ткань, так же как она образуется вокруг органа обоняния и глазного яблока.

В качестве подопытного материала мною были взяты аксолотли в возрасте 5—8 месяцев. Аксолотли содержались в аквариумах по несколько штук и кормились мясом. Материал, подвергающийся гистологической обработке, фиксировался в жидкости Ценкера с последующей заливкой в парафин. Срезы производились серийно. Окраска производилась выборочно — по Маллори. Операция протекала в определенной последовательности. У аксолотля-донора в возрасте около 5 месяцев извлекалась центральная нервная система с последующим разделением ее на головной и спинной мозг. В зависимости от величины головного или спинного мозга они делились на 2—4 части, которые и служили в качестве трансплантата. У аксолотля-реципиента в возрасте около 8 месяцев в верхнем плавнике средней трети хвоста производился кожный разрез, через который шпатель в плавнике создавалась небольшая полость, куда и производилась трансплантация кусочка центральной нервной системы. Через некоторое время у части аксолотлей производилась ампутация хвоста так, чтобы линия ампутации проходила через дистальный конец трансплантата. Опыты с трансплантацией головного и спинного мозга составили самостоятельные серии.

Серия I. Трансплантация головного мозга в плавник хвоста. 19—20 VIII 1947 г. 25 аксолотлям произведена трансплантация кусочка головного мозга в верхний плавник хвоста. Через

месяц в области трансплантата можно было констатировать значительные изменения, которые в разных случаях были выражены в различной форме и степени. Сущность этих изменений сводилась к нарастанию тканей в области трансплантата, причем это выявлялось или в форме утолщения плавника, или в форме увеличения высоты плавника, или в форме развития всевозможных конусообразных выростов. Чаще всего нарастание массы шло не в одной какой-либо форме, а в той или иной комбинации или даже одновременно во всех этих формах у одного и того же аксолотля.



Рис. 1. Трансплантат головного (продолговатого) мозга в плавнике хвоста

22 XI 1947 г. у 13 аксолотлей произведена ампутация хвоста, причем линия ампутации прошла через трансплантат. Эти аксолотли составили группу А. Остальные 12 аксолотлей, не подвергавшиеся дополнительной операции, объединены мною в группу Б.

Группа А первой серии. 15 XI 1947 г. регенераты хвоста достигли значительных размеров. У 4 аксолотлей участки хвоста, содержащие трансплантат, вырезаны и подвергнуты гистологической обработке. 18 XII 1947 г. отмечено полное восстановление хвоста. У 4 аксолотлей область хвоста, содержащая трансплантат, вырезана и поступила для гистологических исследований. Остальные аксолотли этой группы предназначены для использования в другой работе.

При гистологическом исследовании 4 кусочков ранней фиксации (15 XI) была обнаружена неоднородная картина. В одном случае трансплантат не найден, в трех же остальных случаях сохранившийся трансплантат выглядел сравнительно хорошо. Около трансплантата во всех случаях отмечено сгущение мезенхимных клеток и появление миобластов. В двух случаях на месте сгущения мезенхимных клеток появились первые признаки образования хряща, причем в одном случае они были выражены отчетливо, а в другом случае слабо. Миобласты, скопившиеся около трансплантата, также подвергались дифференциации в большей или меньшей степени. В одном случае миобласты дали образование мышечных волокон с поперечной исчерченностью.

Результаты гистологического исследования 4 кусочков более поздней фиксации (18 XII) подтверждают материалы группы ранней фиксации. В одном из них трансплантат не обнаружен; в одном кусочке около трансплантата было лишь скопление клеток; в двух же остальных кусочках около трансплантата имело место чрезвычайно интенсивное развитие хрящевой ткани, причем около одного из них хрящевая ткань располагалась со всех сторон, имея признаки органогенеза (рис. 1). Как видно из рис. 1, вокруг трансплантата образовалась хрящевая ткань с признаками органогенеза позвонка. В месте отхождения нервных отростков от трансплантата в хрящевой ткани имеются отверстия. Участки хрящевой ткани, окружающие трансплантат с дорзальной и боковых сторон, сходны с дугой позвонка, а с вентральной стороны — с телом позвонка.

Группа Б первой серии. 15 XI 1947 г. у 4 аксолотлей часть хвоста, содержащая трансплантат, вырезана и подвергнута фиксации. 18 XII у 2 аксолотлей область хвоста, содержащая трансплантат, вырезана и подвергнута гистологическому исследованию. Остальные аксолотли будут использованы для другой работы. Гистологическим исследованием кусочков хвоста ранней фиксации (15 XI) обнаружено неоднородное поведение подопытного материала. В одном кусочке можно было обнаружить лишь следы трансплантата. В двух кусочках около трансплантата имело место сгущение клеток, причем в одном из них вместе со сгущением мезенхимных клеток появились признаки хряща. Наконец, в одном кусочке вокруг трансплантата произошло интенсивное развитие хрящевой ткани в форме пластинок различной толщины (рис. 2). При гистологическом исследовании двух кусочков поздней фиксации (18 XII) трансплантата в них обнаружить не удалось.

Серия II. Трансплантация спинного мозга в плавник хвоста. 19—20 VIII 1947 г. 9 аксолотлям произведена трансплантация кусочков спинного мозга в верхний плавник хвоста. Примерно через месяц в области трансплантата были обнаружены те же изменения, что и в первой серии опытов. 18 XII 1947 г. у 3 аксолотлей область хвоста, содержащая трансплантат, вырезана и подвергнута гистологическому исследованию. Остальные аксолотли будут использованы в другой



Рис. 2. Трансплантат головного мозга (переднего отдела) в плавнике хвоста

работе. Кусочки хвоста, подвергнутые гистологическому исследованию, дали различные результаты. В двух случаях трансплантат не обнаружен. В одном же случае имело место скопление клеток вокруг трансплантата с одновременным образованием значительного количества хрящевой ткани с начальными признаками органогенеза.

Экспериментальный материал данной работы с несомненностью свидетельствует о том, что центральная нервная система при ее гомопластической трансплантации в виде отдельных кусочков в плавник хвоста оказывает сравнительно сильное воздействие на окружающие ее ткани. Влияние трансплантата на окружающие ткани выявляется, в частности, в интенсивном их разрастании в типичной и атипичной формах. Так, в области трансплантата в одних случаях имело место увеличение размеров плавника, в то время как в других случаях наблюдалось образование конусообразных выростов.

При гистологическом исследовании подопытного материала были обнаружены неоднородные картины, отражающие различную степень реакции тканей, окружающих трансплантат, на его воздействие. В одних случаях в области трансплантата имело место лишь незначительное скопление мезенхимных клеток и миобластов, в то время как в других случаях около трансплантата получилось развитие хрящевой ткани с признаками органогенеза и образование мышечных пучков с поперечной исчерченностью. Между этими крайними типами имеются всевозможные промежуточные формы.

Таким образом, в данном опыте при трансплантации кусочков центральной нервной системы в плавник хвоста был получен формообразовательный процесс хряща и мышечной ткани, в котором трансплантат является раздражителем, а окружающие его ткани реагировали на эти раздражения передвижением клеток к трансплантату и развитием вокруг него хрящевой и мышечной ткани. В данном случае, в отличие от опытов с трансплантацией слизистой органа обоняния и глазного яблока, трансплантат центральной нервной системы вызвал вокруг себя формообразовательный процесс даже в том случае, когда окружающие его ткани находились в состоянии относительного покоя. Этот факт свидетельствует о том, что центральная нервная система, очевидно, обладает более сильным воздействием на окружающие ткани, чем слизистая органа обоняния и глазное яблоко.

Наличие у нервной системы способности действовать на окружающие ткани так, что вокруг нее происходит скопление клеточных элементов с последующей их дифференциацией по пути развития хрящевой и мышечной ткани в постэмбриональной стадии развития, можно объяснить только тем, что она и в процессе эмбриогенеза обладает этими же качествами и выявляет их в процессе органогенеза.

На основании полученных данных напрашивается вывод, что развитие осевого скелета в процессе эмбриогенеза происходит при активном участии центральной нервной системы, так же как развитие капсул органа зрения, обоняния и слуха происходит под организующим действием глазного яблока, обонятельного мешка и слухового пузырька. Изучение этого процесса, т. е. образования скелета вокруг центральной нервной системы и органов чувств, находится еще на начальных стадиях развития и поэтому целый ряд вопросов далек еще от своего разрешения.

В моих опытах под действием трансплантированного участка центральной нервной системы происходило передвижение клеточных элементов, окружающих ткани трансплантата, и гистогенез хрящевой и мышечной ткани при наличии признаков органогенеза. В эмбриогенезе вокруг нервной системы происходит не только гистогенез хрящевой и мышечной ткани, но одновременно и органогенез осевого скелета и соматической мускулатуры. Это различие, очевидно, является следствием того, что в моих опытах, проведенных на постэмбриональных стадиях развития, центральная нервная система не выявила всей той роли в органогенезе, которую она играет в эмбриогенезе, так как она взята мною на сравнительно поздних стадиях развития и ее окружали клетки с более высокой дифференциацией, чем это имеет место в эмбриогенезе. Кроме того, отсутствие законченного органогенеза в моих опытах может быть следствием несовершенства применяемого метода.

Сделанный вывод, конечно, не исключает того, что в процессе образования осевого скелета, кроме центральной нервной системы, играют активную роль и другие части организма. Среди подобного рода частей необходимо отметить хорду, которая посылает организующие воздействия на окружающие ткани при закладке паракордалий<sup>(1)</sup>.

Львовский государственный университет  
им. И. В. Франка

Поступило  
20 I 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Т. А. Беднякова, ДАН, 56, № 9 (1947); 57, № 8 (1947). <sup>2</sup> М. И. Ефимов, ДАН, 58, № 8 (1947); 59, № 3 (1948); 59, № 8 (1948). <sup>3</sup> Н. Г. Хлопин, Общегистологические и экспериментальные основы гистологии, 1946.