

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

В. Ф. СИДОРОВА

**РЕГЕНЕРАЦИЯ РЕНТГЕНИЗИРОВАННОЙ КОНЕЧНОСТИ  
ПРИ ПЕРЕСАДКЕ НА НЕЕ НЕОБЛУЧЕННОЙ КОЖИ**

*(Представлено академиком Е. Н. Павловским 3 VIII 1949)*

Работами ряда исследователей установлен факт подавления регенерационной способности в результате облучения соответствующих органов лучами Рентгена.

Для подавления регенерационной способности конечностей и хвоста аксолотля применяется доза от 3500 до 7000 г в зависимости от возраста животного. При ампутации рентгенизированных конечностей аксолотля или тритона регенерации не наблюдается, происходит только заживление раны, т. е. образование кожи на раневой поверхности.

В 1936 г. Э. Е. Уманским <sup>(1)</sup> был предложен метод, посредством которого удастся получить регенерацию при замещении отдельных составных частей облученного органа соответствующими частями, взятыми от необлученного органа. Автор считает, что в его опытах регенерация осуществляется исключительно за счет материала пересаженных необлученных тканей. Так например, в случае пересадки нормальной кожи конечности на облученную конечность источником регенерационного материала является кориум трансплантата. Представление Уманского о потенциях клеточного материала трансплантата с течением времени подверглось существенным изменениям. В работе 1937 г. <sup>(2)</sup> Э. Е. Уманский указывает, что кориум трансплантата является источником всех тканевых компонентов регенерата, а в работе 1946 г. <sup>(3)</sup> он пишет, что клетки пересаженной кожи не могут быть источником образования мышц в регенерате, поэтому такие регенераты лишены мышц. Действительно, Уманскому удалось получить в ряде случаев чрезвычайно интересное явление — безмышечные конечности. Остается, однако, неясным, как с этой точки зрения объяснить те случаи, когда в результате пересадки кожи или скелета в облученный орган образуется конечность, обладающая мускулатурой. Сам автор никакого объяснения не дает. В противоположность Э. Е. Уманскому, Е. Ч. Пухальская <sup>(4)</sup> и Л. Д. Лиознер <sup>(5)</sup> допускают, что в подобного рода опытах трансплантированные необлученные ткани восстанавливают в известной мере регенерационную способность рентгенизированных тканей, вовлекая их в регенерационный процесс, и наряду с ними служат источником регенерационного материала. В опытах Пухальской пигментация регенерата соответствовала пигментации остатка органа. По данным Лиознера, пересадка хвостовых мышц в рентгенизированную конечность приводит к образованию химер между хвостом и конечностью. В 1948 г. Э. Е. Уманский и Ю. А. Басина <sup>(6)</sup>, основываясь на подсчете количества митозов в тканях трансплантата и остатка органа, вновь настаивают на прежнем предположении Уманского, что регенераты образуются за счет переса-

женных необлученных тканей. Таким образом, по интересующей нас проблеме имеются две противоположные точки зрения.

С целью дальнейшего анализа вопроса о роли пересаженных тканей в процессе регенерации облученного органа была поставлена настоящая работа. Особенное внимание было уделено подробному изучению микроскопического строения регенератов, так как в предыдущих работах не было приведено достаточно данных в этом отношении.

Нам представлялось существенным выяснить следующие вопросы:

1. Являются ли ткани регенерата непосредственным продолжением рентгенизированных тканей остатка органа?

2. Чему соответствуют признаки регенерата — морфологическим особенностям того органа, от которого взят для трансплантации нормальный тканевой материал, или особенностям рентгенизированного органа, в который произведена пересадка?

Были поставлены две серии опытов:

1-я — пересадка кожи нормальной передней конечности на облученную заднюю.

2-й — пересадка кожи хвоста на облученную заднюю конечность.

Всего под опытом было 11 аксолотлей. Облучались обе задние конечности дозой 5000 г. По окончании латентного периода производились операции. Кожная манжетка пересаживалась на дистальную треть бедра, а затем производилась ампутация конечности по трансплантату. Регенераты были зафиксированы в возрасте 6 мес. В контроле регенерация отсутствовала.

1-я серия. Трансплантация кожи передней конечности на облученную заднюю. Оперированы обе задние конечности у 5 аксолотлей. Из 5 гистологически исследованных регенератов 3 конечности были четырехпалые, 1 трехпалая и 1 представляла собой конусовидный вырост. Были произведены графические реконструкции скелетов всех регенератов. Слияние костей голени имело место в 1 случае, а слияние тарзальных элементов и уменьшение их в количестве — в 3 случаях.

Гистологическое исследование этих регенератов показало следующее. Регенерация скелета, как правило, происходит, начиная с дистальной трети бедра. Сустав между голенью и бедром во всех случаях, кроме одного, был коленным, т. е. соответствовал особенностям остатка органа, а не трансплантата. Регенераты не всегда обладали всеми тканевыми компонентами. В 2 случаях отсутствовали мышцы. В безмышечных регенератах было большое количество соединительной ткани, кровеносных сосудов и слизистых желез. В регенератах, обладающих мышцами, отчетливо видно непосредственное продолжение мышц остатка органа в мышцы регенерата.

2-я серия. Пересадка кожи хвоста на рентгенизированную заднюю конечность. Было исследовано 6 регенератов: 2 из них представляли хвостоподобные образования, 3 — конусовидные выросты и 1 — уродливую трехпалую конечность.

По особенностям строения мускулатуры и скелетных элементов регенераты можно разбить на две группы.

1-я группа. Наличие метамерной мускулатуры. Скелет обладает признаками осевого скелета хвоста.

2-я группа. Мускулатура конечностного типа. Скелет конечностный, иногда атипичный.

Рассмотрим более подробно по одному случаю из каждой группы; остальные случаи каждой серии подобны описанным ниже.

1-я группа. Регенерат № 33 в. Регенерат хвостоподобный. Скелет состоит из регенерирующего участка бедренной кости и двух прилегающих к нему, расположенных друг за другом костей, имеющих

характер деформированных позвонков, соответствующих по их форме скелетным элементам хвоста. Вдоль скелета расположены метамерные мышцы, в проксимальном конце своем соединенные с мышцами остатка органа. Дистальная часть регенерата заполнена лофиодермой.

2-я группа. Регенерат № 33 д. Конусовидный вырост, обладающий скелетом на всем своем протяжении. Регенерирующий скелет тянется вдоль регенерата в виде сплошного хрящевого стержня, в проксимальном конце своем он соединен с регенерирующим дистальным концом бедренной кости, а в дистальной части к нему причленен небольшой пальцеобразный хрящ при помощи сустава, характерного для скелета конечностей. Мышцы — конечностные, тянутся сплошными тяжами вдоль скелета и являются непосредственным продолжением мышц остатка органа. В дистальном конце регенерата небольшое количество лофиодермы.

Подведем итог полученным результатам.

В 1-й серии опытов были получены регенераты, которые обладали признаками как передней (количество пальцев и тарзальных элементов), так и задней конечности (наличие коленного сустава, мышцы); кориум и скелет этих регенератов являются непосредственным продолжением соответствующих им компонентов остатка органа.

На основании этих данных можно предположить, что регенерат образуется как за счет трансплантированных, так и за счет рентгенизированных тканей. Как мы указывали, Уманский предполагает, что регенерат образуется исключительно за счет материала пересаженной кожи. Этому противоречит, однако, то обстоятельство, что регенераты в ряде случаев обладают мышцами. С точки зрения современной гистологии нельзя представить, чтобы мышцы могли образоваться из соединительнотканых клеток. Невероятно также, что присутствие мышц в регенерате объясняется их захватом при трансплантации кожи, так как кожа очень легко отделяется от подлежащей мускулатуры. Кроме того, нами было исследовано на сериальных срезах несколько кусочков кожи, аналогичных тем, которые были использованы при пересадке; даже следов мышц в них не было обнаружено. Отсутствие мышц в двух регенератах не находит пока объяснения. Точке зрения Уманского противоречит также то обстоятельство, что регенераты обладали признаками, характерными для задней конечности.

2-я серия еще с большим основанием заставляет настаивать на предположении, что регенераты образуются как за счет тканей остатка органа, так и за счет трансплантата. Об этом свидетельствует, во-первых, непосредственная связь тканей регенерата с тканями остатка органа и, во-вторых, наличие в регенератах, помимо метамерной мускулатуры и осевого скелета, мышц и скелета, характерных для конечности. Можно было бы опять-таки предположить, что наличие метамерной мускулатуры является результатом заноса последней при трансплантации. Однако наличие конечностной мускулатуры в некоторых регенератах этой серии не поддается такому истолкованию.

Таким образом, мы приходим к выводу, что регенераты образуются, видимо, как за счет материала трансплантата, так и за счет рентгенизированных тканей, регенерационная способность которых восстанавливается и клеточные элементы которых вовлекаются в регенерационный процесс.

Институт экспериментальной биологии  
Академии медицинских наук СССР

Поступило  
28 VII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Э. Е. Уманский и В. Самарова, Эксп. мед., № 7 (1936). <sup>2</sup> Э. Е. Уманский, Биол. журн., 6, 4 (1937). <sup>3</sup> Э. Е. Уманский, ДАН, 51, № 6 (1946). <sup>4</sup> Е. Ч. Пухальская, Булл. экп. биол. и мед., 10, 93 (1940). <sup>5</sup> Л. Д. Лиознер, ДАН, 57, № 60 (1947). <sup>6</sup> Э. Е. Уманский и Ю. А. Басина, ДАН, 60, № 4 (1948).