

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. И. ЕФИМОВ

**ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕГЕНЕРАЦИОННОЙ
ТЕРРИТОРИИ ЗАДНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У АКСОЛОТЛЯ***(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 22 X 1946)*

После удаления передней конечности вместе с плечевым поясом восстановление частей, аналогичных удаленным, не происходит. Отсутствие восстановления регенерационной территории в данном опыте имеет место не потому, что оставшиеся ткани не обладают потенцией к восстановлению конечности и плечевого пояса, а как следствие того, что во время ампутации ткани раневой поверхности не приведены в определенное состояние и взаимоотношение между собой. Мускулатура, лежащая под плечевым поясом, при определенных условиях может вместе с кожей данной территории обеспечить восстановление конечности и плечевого пояса⁽³⁾.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что область или регенерационная территория передней конечности простирается за пределами плечевого пояса, т. е. тканей, функционально связанных с передней конечностью. Возникает вопрос: распространяется ли это положение на регенерационную территорию задней конечности?

Курц⁽⁵⁾ на тритонах при одностороннем удалении конечностей вместе с половиной таза или при двухстороннем удалении конечности вместе со всем тазом наблюдал полное восстановление регенерационной территории. Регенерационный процесс конечности отсутствовал только в том случае, когда он вместе со скелетом таза удалял лежащую против него часть позвоночного столба.

Данные Курца хотя и представляют определенный интерес, но они не могут служить материалом для решения вопроса о границах регенерационной территории задней конечности. В тех случаях, когда он получал восстановление регенерационной территории задней конечности, это могло произойти за счет мускулатуры тазового пояса и кожи территории задней конечности⁽⁴⁾. В том же случае, когда в опытах Курца восстановительный процесс конечности и тазового пояса отсутствовал, мы не можем это рассматривать, как следствие полного удаления регенерационной территории. В данном опыте в образовании раневой поверхности принимали участие те же самые ткани, что и в предыдущих опытах (мускулатура тазового пояса и кожа территории задней конечности), но они, очевидно, находились в ином физиологическом состоянии — как следствие удаления участка позвоночного столба, лежащего против таза.

Таким образом, в опытах Курца наличие или отсутствие восстановительного процесса задней конечности находится в зависимости не от различной глубины удаления регенерационной территории задней конечности, а от различного физиологического состояния одних и тех же тканей, принимающих участие в образовании поверхности.

Учитывая приведенные выше замечания по отношению к опытам Курца, я поставил перед собой задачу выяснить, наступает ли восстановление регенерационной территории задней конечности после удаления конечности совместно с мускулатурой и скелетом тазового пояса.

В качестве подопытного материала мне служили черные аксолотли в возрасте 7—9 месяцев. Аксолотли содержались в аквариумах по несколько штук при комнатной температуре и кормились мясом.

Серия № 1. Одностороннее удаление задней конечности совместно с прилегающей к ней половиной тазового пояса.

Методика опыта. На одной из сторон туловища, немного отступая от плавника и параллельно ему, проводился продольный разрез кожи длиной 2,5—3 см так, чтобы его средняя часть была против основания конечности; от концов образовавшегося разреза и перпендикулярно ему проводились два других разреза до средней линии живота. Конечность ампутировалась в проксимальной трети плеча. Кожа, покрывающая половину тазового пояса и остаток конечности, отсепарировалась и отгибалась к средней линии живота. Скелет и мышцы тазового пояса оперируемой стороны отделялись от других частей организма и удалялись. Во время операции особое внимание было обращено на полноту удаления скелета и мускулатуры тазового пояса. На месте удаленных частей образовывалась раневая поверхность. Дно раны выстилала брюшина. Краями раны служили: верхним — мускулатура позвоночного столба, нижним — половина таза противоположной стороны; передним — мускулатура боковой поверхности туловища, задним — ткань клоаки. В центре раны располагались обрезки нервов задней конечности, выходящие из-под мускулатуры позвоночного столба. Вся раневая поверхность покрывалась лоскутом кожи. В местах соединения краев кожи накладывались швы. Через несколько дней швы снимались и часть кожи у основания конечности удалялась, и тем самым создавалась раневая поверхность с диаметром 0,5—0,7 см.

Так было прооперировано 19 аксолотлей. В послеоперационном периоде подобные аксолотли вели себя неоднородно. Один аксолотль пал преждевременно. У одного аксолотля на раневой поверхности образовалась только кожа при отсутствии восстановления регенерационной территории. В 17 случаях произошла регенерация конечности. 12 регенератов имели форму нормальных конечностей. 5 регенератов имели атипию, которая выражалась или в выпадении стилонодиума — 2 случая, или в нарушении строения аутонодиума — 3 случая.

При анатомическом или гистологическом исследовании регенератов я обнаружил восстановление тазового пояса. Внутреннее строение регенератов соответствовало их внешнему виду.

Отсутствие восстановления регенерационной территории задней конечности у одного аксолотля и наличие атипии регенератов конечности у нескольких аксолотлей, вероятно, есть следствие того, что во время операции ткани раневой поверхности были приведены мною в какое-то своеобразное взаимоотношение. Наличие восстановления регенерационной территории задней конечности у большинства аксолотлей свидетельствует о том, что ткани раневой поверхности обладают потенцией или способностью к восстановлению конечности и плечевого пояса.

В образовании раневой поверхности принимают участие различные ткани. У нас мало оснований считать, чтобы ткань клоаки или брюшины предопределяла восстановление регенерационной территории задней конечности. Эти части организма не содержат мускулатуры, как части регенерационной территории конечности, необходимой для ее восстановления (4).

У нас также мало оснований предполагать, что ответственным за восстановительный процесс конечности был участок мускулатуры позвоночного столба, образующий верхний край раны. Этот участок мускулатуры не имеет поперечного сечения. Наличие же поперечного сечения мускулатуры, принимающей участие в образовании раны, является необходимой предпосылкой для активного ее участия в регенерационном процессе^(2, 3, 6). Путем исключения мы приходим к выводу, что ответственными за восстановительный процесс регенерационной территории задней конечности может быть:

1) мускулатура и скелет тазового пояса противоположной стороны;

2) мускулатура боковой стенки туловища.

Для дальнейшей дифференциации поставленного вопроса была проведена специальная серия опытов.

Серия № 2. Двухстороннее удаление конечности со всем тазовым поясом.

Методика опыта. На обеих сторонах туловища, отступя 1—1,5 см от плавника и параллельно ему, проводились продольные разрезы кожи длиной около 3 см так, чтобы их средняя часть была против основания конечностей; головные концы образовавшихся кожных ран соединялись третьим кожным разрезом, проведенным через область боковых поверхностей и живота. Конечности ампутировались в проксимальной трети плеча. Кожа, покрывающая тазовый пояс и остатки конечностей, отсекалась и отгибалась к клоаке. Скелет и мышцы тазового пояса отделялись от окружающих тканей и удалялись вместе с остатками конечностей. На месте тазового пояса возникала рана. Брюшина служила дном раны. Краями раны были: передним — мускулатура боковых и брюшных стенок туловища, задним — ткань клоаки, боковым — мускулатура позвоночного столба. В обеих половинах раны располагались обрезки нервов правой и левой конечности. Раневая поверхность покрывалась лоскутом кожи. На сближенные края раны накладывались швы. Через несколько дней кожа против основания конечности вырезалась так, что диаметр раны был больше диаметра бедра.

Всего было прооперировано 12 аксолотлей. 8 аксолотлей пали через сравнительно короткий период времени после операции. 4 аксолотля находились под наблюдением ббльший отрезок времени. 1 аксолотль пал при наличии у него явных признаков закладки blastem с обеих сторон. 2 аксолотля пали с заложившимися регенератами конечностей. В регенерате была видна закладка пальцев. 1 аксолотль был под наблюдением несколько месяцев и зафиксирован мною после окончания опыта. У этого аксолотля на обеих сторонах регенерировали конечности. Левая конечность имела укороченный вид. Оперированная область и образовавшиеся регенераты были подвергнуты гистологическому исследованию. При гистологическом исследовании области тазового пояса было установлено наличие здесь регенерировавшей ткани, среди которой имелась и мышечная ткань при отсутствии явных признаков скелета тазового пояса. Регенерат конечности правой стороны имел стилеподиум, цейгоподиум и аутоподиум, в то время как регенерат левой стороны — только цейгоподиум и аутоподиум. В обоих случаях регенераты конечностей имели нормальное развитие мускулатуры и скелета.

Полнота регенерационного процесса, вероятно, находится в зависимости от характера взаимоотношений между тканями, принимающими участие в ампутационной раневой поверхности. На основании результатов второй серии опытов можно сказать, что ткани раневой поверхности, образующиеся после двухстороннего удаления конеч-

ностей вместе с тазовым поясом, обладают способностью к восстановлению регенерационной территории.

Учитывая сделанные выше замечания по поводу результатов первой серии опытов, мы должны прийти к выводу, что ведущая роль в этом восстановительном процессе регенерационной территории задней конечности, очевидно, принадлежит мускулатуре боковой области, которая образует передний край раны и имеет поперечное сечение.

Это положение согласуется с опытами Балинского⁽¹⁾, проведенными на зародышах тритона. Балинский показал, что ткань боковой поверхности зародыша, расположенная между передней и задней конечностью, обладает способностью к развитию конечности. Правда, для окончательного утверждения этого и установления, в какой степени взрослые организмы сохраняют эти качества тканей зародыша, необходимы дальнейшие исследования.

Полученные нами материалы свидетельствуют о том, что территория задней конечности простирается за пределы тазового пояса, так же как территория передней конечности простирается за пределы плечевого пояса.

В заключение необходимо отметить, что в настоящее время мы не имеем ни одного достоверного случая отсутствия восстановления передней или задней конечности, как следствие полного удаления регенерационной территории.

Львовский медицинский
институт

Поступило
22 X 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. B a l i n s k y, Roux'Arch. 130, 704 (1933). ² М. Е ф и м о в, Биол. журн., 2, (1933). ³ М. Е ф и м о в, ДАН, 6 (1941). ⁴ М. Е ф и м о в, ДАН, 42 (1943). — ⁵ K u r t Q. Roux'Arch., 34 (1912). ⁶ Л. П о л е ж а е в, Биол. журн., 2 (1933).