

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Г. И. ГИНЦБУРГ

УЧАСТИЕ РЕГИОНАЛЬНО РАЗЛИЧНОЙ КОЖИ В РЕГЕНЕРАЦИИ КОНЕЧНОСТЕЙ У ГОЛОВАСТИКА *RANA TEMPORARIA*

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 31 III 1947)

Вопрос о роли кожи в процессе регенерации органов ставился неоднократно и с различных точек зрения. Торнье (1²), Шаксель (9), Годлевский (1) и другие авторы получили торможение регенерации при зашивании кожей ампутированной раневой поверхности хвоста или конечности у *Urodela*. Годлевский считает, что кожа не механически тормозит регенерацию, а что причиной торможения является наличие между эпителием и поверхностью раны кориума, который препятствует образованию бластемы из эпителия. Ефимов (4) и Полежаев (6,7) показали, что для регенерации хвоста или конечности необходим контакт эпителия вначале с тканями ампутированной раневой поверхности, а затем с подэпителиальной частью бластемы. Они заключают, что эпителий является не источником материала для образования бластемы, а фактором, необходимым для накопления, организации, роста и развития материала бластемы. Таубе (10,11) исследовал возможность получения регенерации конечностей у тритонов при замене кожи конечности чужеродной кожей (кожей живота). Оказалось, что кожа живота не препятствует регенерации и участвует в образовании типичной ножки. С другой стороны, Ефимов (5) и Полежаев (6) показали, что у аксолотлей при замене кожи конечности кожей других районов кожа головы препятствует регенерации конечности, а кожа спины очень изменяет регенерацию и приводит к образованию выростов и атипичных беспальных конечностей, что, по мнению авторов, зависит от свойств чужеродного эпителия. Кожа бока и хвоста не препятствует регенерации типичных конечностей. Следовательно, у аксолотлей кожа регионально специфична. Уманский (13) подтвердил, что кожа головы тормозит регенерацию конечностей у аксолотлей, но заключил, что тормозящим фактором является не эпителий, а кориум. Срезая часть очень толстого кориума кожи головы и заменяя такой кожей кожу конечности, он в нескольких случаях получил регенерацию последней. Гольцман (2), повторив опыты Ефимова и Полежаева, получила аналогичный результат, но в нескольких случаях наблюдала регенерацию конечности при участии кожи головы. Отсюда она сделала вывод, что кожа любого района может участвовать в регенерации конечности. В другом опыте Гольцман (3) разделяла кожу головы на эпителий и кориум. При пересадке кориума кожи головы под кожу конечности регенерация последней происходила беспрепятственно, что противоречит цитированным выше данным Уманского. При замене кожи конечности эпителием кожи головы регенерации конечности не происходило. Автор заключает, что торможение регенерации обусловлено не присутствием чужеродного эпителия, а отсутствием кориума кожи ко-

нечности. Однако в опытах Вейсса (14), с заменой кориума кожи конечности у тритона неспособным к регенерации легким, конечности регенерировали.

Таким образом, в настоящее время остается неясным: 1) существуют ли региональные различия кожи, выявляющиеся при регенерации конечности, и 2) какова роль эпителия и кориума чужеродной кожи в процессе регенерации конечности. Предлагаемая работа была поставлена с целью разрешить эти вопросы. Ниже сообщаются результаты макроскопического исследования, относящиеся к первому вопросу. Данные макроскопического исследования, относящиеся ко второму вопросу, будут опубликованы особо.

Цитированные выше авторы (2, 3, 5, 6, 13) пересаживали чужеродную кожу на конечности, что допускало возможность полного или частичного вытеснения ее местной кожей (6). Этим, возможно, объясняются некоторые случаи регенерации конечности с участием кожи головы в опытах Гольцмана и Уманского. В настоящей работе была применена методика, исключившая возможность вытеснения чужеродной кожи местными тканями. Лишенные собственной кожи обрубки конечностей пересаживались под кожу различных районов. При подобном рода пересадках, произведенных в район конечности, регенерация пересаженных конечностей происходит беспрепятственно (8), что показывает возможность использования этой методики для нашей цели.

Эксперименты производились летом 1946 г. на Кропотовской биологической станции. Объектом служили головастики *Rana temporaria*, I b, с стадии, т. е. стадии, на которой конечности, ампутированные на уровне голени, полностью регенерируют в 97% случаев (8). Постановка опытов на головастиках позволяла провести сравнение течения регенерации конечностей у *Anura* и *Urodela*. Операции производились следующим образом: обрубок конечности, состоящий из мезодермальных тканей бедра и проксимальной части голени без кожи, трансплантировался под кожу в районы: головы, спины, хвоста и бока так, что 1/3 или 1/4 часть его выступала наружу. Это давало возможность проследить ход эпителизации трансплантата и его раневой поверхности и нарастание кориума, а также исключало возможность погружения трансплантата под кожу и зарубцевание раны. С целью установления, одинаковы ли условия для развития органов в разных районах, были проведены контрольные опыты: в те же районы головы, спины, хвоста и бока пересаживались обрубки конечностей с собственной кожей конечности. Таким образом, в этих случаях в регенерации принимала участие кожа конечности, а не кожа района пересадки, как это было в опытных сериях эксперимента. И в опыте, и в контроле пересадки производились гомопластически.

На голове трансплантации производились между глазами; на спине — справа и слева от позвоночника на середине расстояния между линией глаз и началом хвостового плавника; на хвосте — на боковой поверхности проксимальной трети хвоста; на боку — на линии, соединяющей передние и задние конечности, в задней трети тела.

Всего прооперировано 570 головастиков в опыте и контроле. Из них зафиксировано в разных сериях опыта 252 головастика и в контрольных сериях 96 головастиков. Кроме того, 51 головастик зафиксирован в различные сроки после операции (на 2, 5, 8, 15 и 20-й день) специально для гистологического исследования, которое должно показать характер течения процесса на разных стадиях течения регенерации. Эти данные в приводимую ниже табл. 1 не включаются.

Сразу после операции банки с оперированными животными помещались на сутки в холодильник с температурой 3—5° С, что улучшало приживление трансплантата и уменьшало процент гибели живот-

ных. В дальнейшем животные содержались в лаборатории по 20—25 шт. в банке с 2—3 л родниковой воды, которая менялась в зависимости от погоды ежедневно или через день. Кормом служила нитчатая водоросль (*Spirogyra*).

Типичной регенерацией считалось восстановление нормальной конечности с пятью пальцами или их зачатками (рис. 1, *a*); частичной — регенерация нормальной конечности с 2—4 пальцами (рис. 1, *b*); атипичной — регенерация атипичной конечности с недоразвитой ступней и пальцами или без пальцев (рис. 1, *c, d, e*); регенерацией химерных органов — образование органов, состоящих из тканей хвоста и конечности (рис. 1, *f*); выростами считалась регенерация длинных пальце-

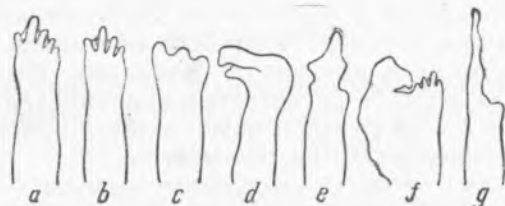


Рис. 1

видных образований, иногда парных (рис. 1, *g*); отсутствием регенерации считалось гладкое заживление раны или образование коротких выростов, покрывшихся кожей. Случаи с неясным результатом (всего 17 в опыте и контроле) в таблицу не включены.

Результат по всем сериям сведен в табл. 1.

Таблица 1

Район пересадки конечностей и серия	Всего зафиксировано	Регенерация										Отсутствие регенерации	
		Типичная		Частичная		Атипичная		Химерные органы		Выросты		число случаев	%
		число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%		
Бок													
Опыт	37	30	81,1	3	8,1	2	5,4	0	—	2	5,4	0	—
Контроль	18	17	94,9	1	5,1	0	—	0	—	0	—	0	—
Голова													
Опыт	100	1	1,0	1	1,0	4	4,0	0	—	8	8,0	86	86,0
Контроль	14	11	78,6	1	7,1	2	14,3	0	—	0	—	0	—
Спина													
Опыт	47	19	40,3	11	23,5	12	25,4	0	—	5	10,8	0	—
Контроль	30	27	90,1	3	9,9	0	—	0	—	0	—	0	—
Хвост													
Опыт	57	17	29,8	8	14,1	7	12,3	14	24,5	10*	17,6	1	1,7
Контроль	8	6	75,6	0	—	0	—	1	12,2	1*	12,2	0	—

* Разрастание плавниковой ткани.

Из табл. 1 видно, что кожа головы препятствует регенерации конечностей у головастиков. Кожа спины в 60% случаев изменяет нормальное течение регенерации трансплантата. В районе хвоста, в 42%

случаев образуются химерные органы и плавниковые разрастания, что объясняется быстрым разрастанием тканей хвоста после их травмы при операции; однако при участии кожи хвоста, даже при образовании химерных органов, регенерируют типичные конечности. Кожа бока ведет себя так же, как и кожа конечности, беспрепятственно допуская регенерацию последней. В контроле регенерация типичных конечностей происходила в 76—95% случаев. Это показывает, что в любом из исследованных районов имеются общие условия для роста и регенерации конечностей и что в опыте результат зависит от влияния на регенерацию конечности чужеродной кожи. В контроле, при пересадках конечностей в район головы, регенерация происходит несколько хуже, чем при пересадках в район бока: 78,6% типичной регенерации против 94,9%. Однако это обстоятельство не изменяет общего вывода и может зависеть от ряда причин: от различных общих или специфических условий для роста и регенерации конечностей в этих районах, или от того, что в части случаев кожа головы обрастает трансплантат и тормозит регенерацию конечностей.

Резюмируя, можно сделать следующие выводы:

1. Кожа головы, спины, хвоста и бока у головастика *Rana temporaria* обладает регионально специфическими особенностями, выявляющимися при регенерации конечностей, происходящей с участием кожи этих районов: кожа головы препятствует регенерации конечностей, кожа спины очень сильно искажает регенерацию конечностей, кожа бока допускает регенерацию типичной конечности; при участии кожи хвоста регенерируют типичные конечности, но, ввиду участия тканей хвоста, часто образуются химерные органы и плавниковидные органы.

2. У *Anura*, по крайней мере у головастика *Rana temporaria*, существуют такие же региональные различия кожи, как и у *Urodela*.

Институт цитологии, гистологии
и эмбриологии
Академии Наук СССР

Поступило
31 III 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ E. Godlewsky, Roux' Arch., 114 (1928). ² О. Г. Гольцман, Бюлл. эксп. биол. и мед., 8, 2 (1939). ³ О. Г. Гольцман, там же, 8, 6 (1939). ⁴ М. И. Ефимов, Журн. эксп. биол., 7 (1931). ⁵ М. И. Ефимов, Биол. журн., 2 (1933). ⁶ L. W. Polezajew, unter Beteiligung von W. N. Faworina, Roux' Arch., 133 (1935). ⁷ Л. В. Полежаев, Зоол. журн., 15, 2 (1936). ⁸ Л. В. Полежаев, ДАН, 25, № 6 (1939). ⁹ J. Schaxel, Untersuchungen über die Formbildung der Tiere, I Teil: Auffassungen u. Erscheinungen der Regeneration, Berlin, 1921. ¹⁰ E. Taube, Roux' Arch., 49 (1921). ¹¹ E. Taube, *ibid.*, 98 (1923). ¹² G. Tornier, *ibid.*, 22 (1906). ¹³ З. Е. Уманский, Биол. журн., 6 (1937). ¹⁴ P. Weiss, Roux' Arch., 109 (1927).