

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Э. Е. УМАНСКИЙ и В. П. КУДОКОЦЕВ

**О РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭПИТЕЛИЯ КОЖИ
ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ КОНЕЧНОСТИ У АКСОЛОТЛЯ**

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 19 IX 1949)

Необходимость эпителия для осуществления регенерационного процесса конечности у хвостатых амфибий была установлена М. Н. Ефимовым⁽⁵⁾.

Им было также показано, что в то время, как при пересадке кожи брюха на конечность аксолотля регенерация осуществляется, при пересадке на конечность кожи головы или спины регенерация не происходит.

Л. В. Полежаев^(6,7), подтвердив опыты Ефимова, предположил, что эпителий кожи головы, непосредственно после ампутации покрывающий ампутационную поверхность конечности, не обладает способностью вызывать в мезодермальных тканях остатка органа дедифференцировку, необходимую для освобождения клеточного регенерационного материала. В то же время им было показано, что замещение эпителия конечности эпителием кожи головы на несколько более поздних стадиях развития регенерата не приводит к подавлению регенерации.

Э. Е. Уманский⁽⁹⁾ подтвердил данные Ефимова и Полежаева о том, что кожа головы тормозит регенерацию конечности аксолотля, и высказал предположение, что отсутствие регенерации определяется не чужеродным эпителием головы, а мощным слоем кориума головы, который при трансплантации кожи головы на конечность препятствует контакту эпителия с ампутационной поверхностью. Срезая часть кориума кожи головы перед трансплантацией, Уманский установил, что в таких случаях регенерация конечности осуществляется.

По мнению О. Г. Гольцман^(3,4), торможение регенерации в результате пересадки эпителия кожи головы на конечность обусловливается не наличием чужеродного эпителия на ампутационной поверхности, а отсутствием кориума кожи конечности. Однако, в ряде случаев Гольцман все же наблюдала регенерацию конечности при участии кожи головы. Общим недостатком этих работ являлась неустранимая возможность вытеснения чужеродной трансплантированной кожи местной кожей конечности. Возможность такого вытеснения была показана Полежаевым.

Г. И. Гинцбург^(1,2), трансплантируя обрубки лишней кожи конечности под кожу различных районов тела головастика *Rana temporaria* так, что $1/2$ — $1/3$ обрубка выступала наружу и покрывалась эпителием соответствующего участка тела, установил, что кожа головы полностью подавляет регенерацию в 86% случаев, кожа спины в 60% изменяла нормальный ход регенерации, кожа бока не искажала нормальной регенерации конечности. По мнению Гинцбурга, в этих опытах ответственность за подавление регенерации несет чужеродный эпителий, покрывающий трансплантированные обрубки.

Однако случаи регенерации конечности при участии чужеродного эпителия, неоднократно наблюдавшиеся рядом авторов, свидетельствуют о способности эпителия любого участка тела при определенных условиях принимать участие в регенерационном процессе. Очевидно, региональные особенности эпителия кожи не являются стойкими и могут быть изменены. Эпителий кожи головы может быть превращен в эпителий, способный принимать участие в регенерации конечности.

Необходимо учесть, что в опытах Гинцбурга малый процент регенерации при трансплантации обрубка конечности в область головы может также зависеть от недостаточной иннервации, ибо место трансплантации может иметь немаловажное значение.

В частности, можно заранее ожидать, что нервных волокон на боку тела, где расположена мощная мускулатура, больше, нежели, например, в теменном отделе головы, где такой мускулатуры нет.

Фактор интенсивности иннервации может оказаться весьма существенным и хорошую регенерацию на боку при трансплантации обрубка конечности тогда необходимо будет отнести также за счет хорошей иннервации. Наоборот, отсутствие регенерации в теменном отделе головы или неполноценная регенерация будет определяться слабой иннервацией этого отдела тела.

Ввиду того, что существуют указания⁽⁸⁾, что регенерация у головастики бесхвостых может осуществляться без участия нервной системы, мы решили исследование этого вопроса провести на аксолотлях, поскольку у хвостатых амфибий наличие иннервации является необходимым условием для регенерации. В то же время существование региональных особенностей кожи у аксолотля было показано достаточно отчетливо.

Нами была прижизненно окрашена метиленовой синькой голова аксолотля и установлено, что наименее иннервированным отделом является теменная область, а областями хорошей иннервации являются области глаз и затылочная область головы.

Если иннервация играет существенную роль в регенерации трансплантированного обрубка конечности, то можно ожидать лучших результатов при трансплантации в область глаза и затылочную и худших при трансплантации в теменную область. Исследованию этого вопроса и посвящена данная работа.

Опыты заключались в трансплантации лишенных кожи поперечно вырезанных дисков конечности под кожу головы в различные ее отделы. В отличие от методики Гинцбурга, вырезанные диски конечности целиком погружались под кожу и наружу не выступали. Трансплантат приживлялся под кожей, а затем, по прошествии определенного времени, кожа над трансплантатом срезалась и производилось накалывание иглой тканей трансплантата. Нараставший от краев кожи эпителий головы покрывал трансплантат. Этим создавались необходимые для регенерации условия. Так как до начала регенерации трансплантат уже длительное время находился в соприкосновении с тканями хозяина, то это обеспечило ему хорошее приживание и врастание нервов из тканей хозяина. Опыты были проведены на аксолотлях в возрасте 5—10 мес.

Были поставлены следующие серии опытов:

Серия 1. Трансплантация дисков конечности, лишенных кожи, в теменную область головы.

17 XII 1947. Имплантированы диски передней конечности, лишенные кожи, под кожу теменной области головы. 17 I 1948. Над имплантатом срезана кожа. Ткани имплантата наколоты иглой. 2 III 1948. Осталось в опыте 21 животное. У 4 животных — явные признаки регенерации. Регенераты на стадии лопаточки. У остальных регенерация отсутствует и у них повторно срезана кожа и наколоты иглой ткани имплантата. 22.V 1948. Из 21 подопытного животного у 5 регенерировала типичная

4-палая конечность, в 9 случаях регенерировали 2- и 3-палые конечности, в 6 случаях имела место атипичная регенерация в виде выростов, обладавших расчлененными хрящевыми стержнями, и в 6 случаях регенерация отсутствовала. В группе животных, у которых были признаки регенерации после однократного срезания кожи и накалывания, в 2 случаях возникли 2—3-палые регенераты и в 2 случаях атипичские регенераты в виде выростов, обладавших расчлененными хрящевыми стержнями.

Серия 2. Трансплантация дисков конечности, лишенных кожи, в затылочную область головы.

5 VI 1948. Имплантированы диски передней конечности, лишенные кожи, под кожу затылочной области головы. 5 VII 1948. Над имплантатом срезана кожа. Ткани имплантата наколоты иглой. 5 IX 1948. Всего под опытом было 15 животных. Из них у 10 регенерировали хорошо сформированные 4-палые конечности, в 1 случае 3-палый регенерат, в 2 случаях имела место атипичная регенерация и в 2 случаях регенерация отсутствовала.

Серия 3. Трансплантация дисков конечности, лишенных кожи, под кожу глазничной области головы.

20 IX 1948. Имплантированы диски передней конечности, лишенные кожи, в глазничную область головы. 20 X 1948. Над имплантатом срезана кожа. Ткани имплантата наколоты иглой. 15 II 1949. Из 7 животных, бывших под опытом, у 4 регенерировали типичные 4-палые конечности, в 2 случаях имела место атипичная регенерация и в 1 случае регенерация отсутствовала.

Серия 4. Трансплантация дисков конечности, лишенных кожи, в область бока посредине между передними и задними конечностями.

14 IV 1948. Имплантированы диски передней конечности, лишенные кожи, под кожу бока между передними и задними конечностями. 15 V 1948. Над имплантатом срезана кожа. Ткани имплантата наколоты иглой. 21 VII 1948. Из 15 подопытных животных в 12 случаях — регенерация типичной 4-палой конечности, в 2 случаях регенерировали 2- и 3-палые конечности, в 1 случае имела место атипичная регенерация.

Результаты опытов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Область пересадки	Всего зафиксировано животных	Регенерация							
		Типичная (4-палая)		Частичная (2—3-палая)		Атипичная		Отсутствие регенерации	
		число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%
Бок	15	12	80	2	13,3	1	6,7	—	—
Затылочная область головы	15	10	66,7	1	6,7	2	13,3	2	13,3
Теменная область головы	21	5	23,8	4	19	6	28,6	6	28,6
Глазничная область	7	4	57,1	—	—	2	28,6	1	14,3

Из приведенных опытов видно, что на голове имеются области, где регенерация осуществляется сравнительно хорошо, и области, где регенерация осуществляется значительно хуже. Области, где осуществляется полноценная регенерация, являются областями хорошей иннервации (затылочная область, глазничная область); наоборот, теменная область, где регенерация осуществляется в меньшем проценте случаев, является об-

ластью относительно слабой иннервации. В затылочной области типичная регенерация осуществляется в 66,7% случаев, а в теменной в 23,8% случаев. В глазничной области процент типичной регенерации несколько ниже, нежели в затылочной области (57,1%), но в 2 с лишним раза выше, нежели в теменной области.

Наличие или отсутствие регенерации у трансплантированных обрубков конечности в различных отделах головы, стало быть, можно объяснить не специфичностью эпителия этих областей, а условиями иннервации трансплантата в этих областях. Для осуществления регенерации в теменной области необходимо длительное соприкосновение имплантата с тканями хозяина, причем однократное срезывание кожи и накалывание тканей имплантата в большинстве случаев недостаточно для осуществления регенерации.

Травматизация, необходимая для усиления дедифференциации мезодермальных тканей, несомненно, также способствует врастанию нервов в имплантат, и можно предположить, что многократное срезание кожи и накалывание тканей имплантата приведет к увеличению случаев типичной регенерации конечности в теменной области.

Вряд ли можно предполагать, что на голове существует особый участок, теменная область, где свойства эпителия отличаются от свойств эпителия соседних участков в пределах той же головы. Нет основания утверждать, что на голове существуют дробные участки с различными региональными особенностями эпителия. Сравнение регенерации в глазничной и затылочной областях с регенерацией на боку показывает, что процент типичной регенерации в этих областях все же ниже, чем на боку. Связано ли это со специфичностью эпителия, или, быть может, на боку имеются лучшие условия иннервации, остается нерешенным.

Исходя из изложенных опытов, можно сделать заключение, что региональная специфичность эпителия различных областей тела аксолотля в отношении его способности осуществлять регенерацию конечности если и существует, то является крайне нестойкой. Эпителий кожи головы аксолотля может принимать участие в образовании регенерационной бластемы и формировании регенерата конечности.

Институт биологии
Харьковского государственного университета
им. А. М. Горького

Поступило
7 III 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. И. Гинцбург, ДАН, 58, № 2 (1947). ² Г. И. Гинцбург, ДАН, 59, № 4 (1948). ³ О. Г. Гольцман, Бюлл. эксп. биол. и мед., 8, № 2 (1939). ⁴ О. Г. Гольцман, там же, 8, № 6 (1939). ⁵ М. Н. Ефимов, Биол. журн., 2 (1933). ⁶ Л. В. Полежаев при участии В. Н. Фавориной, Roux'Arch., 133 (1935). ⁷ Л. В. Полежаев, Зоол. журн., 15, № 2 (1936). ⁸ Л. В. Полежаев, Тр. Ин-та цитол., гистол. и эмбриол., 11, 2 (1948). ⁹ Э. Е. Уманский, Биол. журн., 6 (1937).