

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Э. Е. УМАНСКИЙ и В. П. КУДОКОЦЕВ

**К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
РЕГЕНЕРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КОНЕЧНОСТИ АМФИБИЙ
ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКИМИ ЛУЧАМИ**

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 22 XI 1950)

Одним из авторов настоящей статьи был предложен метод трансплантации в облученный рентгеновскими лучами орган необлученных тканей⁽⁵⁾. Вследствие того, что облучение подавляет регенерационную способность, при трансплантации в облученный орган необлученных тканей можно установить их регенерационные потенции. Л. Д. Лиознер⁽⁴⁾, однако, допускает, что трансплантированные необлученные ткани каким-то образом действуют на ткани облученного органа и устраниют действие рентгеновских лучей, в результате чего облученные ткани могут стать источником регенерационного материала. Лиознер пересаживал в рентгенизированную конечность нормальные мышцы хвоста аксолотля. После приживления пересаженных хвостовых мышц, которыми замещались мышцы конечности, производилась ампутация конечности в области пересаженных мышц. После ампутации наблюдалась регенерация хвостоподобных органов, среди которых, однако, некоторая часть, наряду с хвостоподобными элементами, содержала элементы, характерные для конечности. Отсюда автор сделал заключение, что ткани рентгенизированной конечности восстановили утраченную ими регенерационную способность под влиянием контакта с пересаженными хвостовыми мышцами. Контакт облученных тканей с необлученными является причиной восстановления регенерационной способности тканей конечности.

Данные подсчета митотической активности облученных тканей конечности с трансплантированной на нее необлученной кожей показали, однако, что облученные ткани не вовлекаются в процесс регенерации в качестве источника регенерационного материала и нет основания полагать, что контакт необлученных тканей с облученными устраниет действие рентгеновских лучей⁽⁶⁾. В то же время результаты опытов Лиознера допускают и иное толкование. При замещении мышц конечности мышцами хвоста наносится значительная травма облученным мышцам конечности. Мышечные волокна разрушаются на значительном протяжении в проксимальном направлении. При этом не исключена возможность, что в ряде случаев основание конечности облучалось неполной дозой и проксимальные концы мышц не утратили способности к регенерации. Неполностью облученные, способные к регенерации мышцы основания конечности прорастают в дистальном направлении и обеспечивают регенерацию конечностных элементов.

Возможность недооблучения основания конечности всегда существует, ибо при закрывании тела аксолотля просвинцовкой резиной не всегда удается обеспечить полное облучение основания конечности. В случае недооблучения основания конечности, при неизбежной, далеко идущей травме мышц конечности, регенерация конечностных элементов

в опытах Лиознера объясняется не действием контакта необлученных тканей с облученными, а врастанием в дистальном направлении недоблученных, не утративших способности к регенерации мышц.

Для устранения возможности врастания необлученных мышц нами были поставлены опыты, в которых был обеспечен достаточно тесный контакт облученных тканей с необлученными и полностью устранилась возможность проникновения способных к регенерации необлученных тканей конечности.

У аксолотлей и тритонов *Triton cristatus* рентгеновскими лучами локально облучались правые задние конечности дозой в 7000 г для аксолотлей и 5000 г для тритонов (условия облучения: напряжение 100 кв, ток 3 ма, без фильтра, расстояние от антикатода 24 см). С облученной конечности снималась кожная манжетка, хвост прокалывался у основания и конечность продергивалась поперечно через мышцы хвоста так, что ее стопа выступала наружу с левой стороны хвоста. Методика эта неоднократно применялась и описана рядом авторов (^{2, 3}). При такой имплантации обеспечивается достаточно тесный контакт облученных тканей конечности с необлученными мышцами хвоста.

После приживления конечность ампутировалась с обоих концов на уровне тканей хвоста. Дистальный конец конечности ампутировался у тела в области стопы, проксимальный в области дистального отдела бедра. Кулья облученной конечности служила контролем полноценности облучения.

Известно, что при имплантации нормальной конечности в хвост наблюдается нормальная регенерация как на проксимальном, так и на дистальном концах имплантированной конечности.

По характеру регенерации на ампутированных концах облученной конечности, имплантированной в мышцы хвоста, можно судить о возможности восстановления регенерационной способности облученных тканей конечности под влиянием необлученных тканей хвоста. Если в этих опытах будет происходить регенерация конечностных элементов, то восстановление регенерационной способности тканей конечности под влиянием контакта с необлученными мышцами хвоста будет доказано достаточно убедительно.

I серия опытов. Имплантация облученных рентгеновскими лучами конечностей аксолотля в хвост. Удачных имплантаций 14. Ампутация концов имплантированной конечности произведена через 1 мес. после имплантации. Длительность наблюдения после ампутации 6,5 мес. — срок вполне достаточный для осуществления регенерации. В 8 случаях не было никаких признаков регенерации на ампутированных концах имплантированной конечности. У 6 животных на месте ампутации образовались небольшие выросты, имеющие лопатную форму или форму конуса со сгибающейся слизистой верхушкой.

Гистологическое исследование 8 случаев отсутствия регенерации показало, что имплантированные конечности хорошо прижились и не обнаруживают никаких признаков восстановления регенерационной способности, несмотря на длительное соприкосновение с окружающими необлученными тканями хвоста.

Выросты, образование которых имело место у 6 животных, представляют собою разрастание лофиодермы хвоста и были совершенно лишены мышц и скелетных элементов. Выросты эти ни в коем случае не являются регенератами имплантированных конечностей и целиком образуются из тканей хвоста в результате травмы тканей хвоста при имплантации конечности.

II серия (контрольная). Имплантация нормальных конечностей аксолотля в хвост. Удачных имплантаций 12. Ампутация концов имплантированной конечности через 1 мес. после

имплантации. У всех животных наблюдалась регенерация нормальных конечностей как на дистальном, так и на проксимальном концах имплантированных конечностей.

III серия. Имплантация облученных рентгеновскими лучами конечностей тритона в хвост. Удачных имплантаций 11. Ампутация концов имплантированных конечностей через 1 мес. после имплантации. Длительность наблюдения после ампутации 5,5 мес. В 5 случаях имплантированные конечности не обнаруживали никаких признаков регенерации. В 6 случаях имело место образование небольших темно пигментированных выростов.

Гистологическое исследование 5 случаев отсутствия регенерации показало, что никаких признаков регенерации на ампутированных концах имплантированной конечности установить не удается.

Выросты, возникшие в 6 случаях, представляют собою пластинки, заполненные соединительной тканью. В двух из них имеются, кроме того, небольшие хрящи явно хвостового типа. Выросты эти, несомненно, возникли в результате травмы тканей хвоста при продерживании конечности сквозь мышцы хвоста.

Т. Б. Коробовой⁽³⁾ было показано, что при продерживании нормальной конечности тритона через мышцы хвоста мускульные волокна хвоста заворачиваются около имплантированной конечности и вовлекаются в процесс регенерации, в результате чего наблюдается образование выростов, состоящих как из тканей регенерирующей конечности, так и из тканей хвоста. В наших опытах мышечные волокна хвоста также могут заворачиваться около имплантированной конечности, но ткани конечности не принимают участия в регенерационном процессе, возникающем из тканей хвоста от места ампутации имплантированной конечности. Регенерационный процесс в этих случаях осуществляется исключительно за счет тканей хвоста и приводит к образованию хвостоподобных выростов.

IV серия (контрольная). Имплантация нормальных конечностей тритона в хвост. Удачных имплантаций 9. Ампутация концов имплантированной конечности через 1 мес. после имплантации. В 2 случаях регенерировали типичные конечности на обоих концах имплантата. В 7 случаях хорошо развитые регенераты были атипичны и обладали химерным строением в связи с вовлечением в регенерационный процесс тканей хвоста. Подобные регенераты были описаны Т. Б. Коробовой.

Таким образом, результаты опытов имплантации облученных конечностей в хвост у аксолотля и тритона показывают, что, несмотря на тесный контакт облученных тканей с необлученными, восстановления регенерационной способности облученных тканей конечности не происходит. Это дает нам основание утверждать, что описанные Лиознером случаи регенерации конечностных элементов при трансплантации в облученную конечность мышц хвоста объясняются проникновением в дистальный отдел бедра неполностью облученных проксимально расположенных мышц конечности. Проникновение это определялось значительной травмой, неизбежной при имплантации тканей хвоста. Мышцы конечности при этом разрушались на значительном протяжении в проксимальном направлении, травма захватывала также необлученные мышцы и именно необлученные мышцы конечности обеспечивали появление в регенерате конечностных элементов.

М. И. Ефимов⁽¹⁾ показал, что при трансплантации кусочка центральной нервной системы в плавник хвоста аксолотля вокруг имплантата происходит скопление мезенхимных клеток и дифференциация их в хрящевую ткань с признаками органогенеза осевого скелета и скопление миобластов с последующей их дифференцировкой в мышечные пучки. При трансплантации кусочков центральной нервной системы в облучен-

ный хвост подобные образования не возникали. Ткани облученного хвоста не могли образовывать хрящевых разрастаний вокруг имплантата в силу того, что способность к клеточным делениям в тканях хвоста подавлена облучением и не восстанавливается при контакте с необлученными тканями.

Таким образом, предположение о возможности трансплантації необлученных тканей в облученный орган устранить действие рентгеновских лучей не подтверждается.

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

Поступило
21 IV 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. И. Ефимов, ДАН, 65, № 3 (1949). ² Т. Б. Коробова, ДАН, 57, № 1 (1947). ³ Т. Б. Коробова, ДАН, 58, № 9 (1947). ⁴ Л. Д. Лиознер, ДАН, 57, № 6 (1947). ⁵ Э. Е. Уманский, Биол. журн., 6 (1937). ⁶ Э. Е. Уманский ■ Ю. А. Васина, ДАН, 60, № 4 (1948).