

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

А. СТРИГАНОВА

**О ЗНАЧЕНИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ
РЕГЕНЕРАЦИИ ОРГАНА**

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 28 III 1949)

Как установлено нами ранее, протекающие на различных стадиях регенерации органа процессы белкового обмена характеризуются своими особенностями, причем эти особенности обмена в тканях возникают и вначале развиваются как местный процесс (4). Следовательно, они не могут рассматриваться только как компенсаторная реакция организма на нанесенное повреждение, а представляют в то же время специфическое выражение тех морфогенетических процессов, которые развиваются в тканях остатка ампутированного органа как приспособительное явление в ответ на повреждение.

Для подтверждения этого заключения нами было проведено сравнительное изучение особенностей белкового обмена в тканях нормального и денервированного регенерата.

Если действительно обнаруженные нами изменения белкового обмена в первоначальный период регенерации отражают местные специфические процессы регенерации, тогда можно ожидать, что нарушение нервной связи в остатке ампутированного органа не изменит процессов обмена в тканях по сравнению с нормальным регенератом.

По вопросу о роли нервной системы при регенерации конечности у амфибий имеются многочисленные литературные данные. В настоящее время не вызывает сомнений вопрос о том, что периферическая нервная система оказывает влияние на регенерационный процесс. Однако попытки прежних исследователей приписать нервной системе специфическое морфогенетическое значение в регенерационном процессе современными данными не подтверждаются (3, 5, 6). Согласно этим данным, нервная система имеет не специфическое, а стимулирующее, трофическое значение, причем на поздних стадиях она оказывает также определенное влияние и через функцию на окончательное формирование органа (1, 2). Далее, эти данные показывают, что процесс эпителизации и образование регенерационной почки происходят и в денервированном регенерате. Такие же данные были получены и нами в настоящем исследовании.

Наши опыты проведены на аксолотлях в возрасте 8—12 мес. На одной из передних конечностей животного производилась денервация путем резекции плечевого сплетения (состоящего из волокон III, IV и V спинальных нервов). Денервированная конечность тут же ампутировалась по середине плеча. Одновременно производилась аналогичная ампутация без денервации другой передней конечности, которая служила контролем. Под наблюдением было 10 серий по 15—20 аксолотлей. Все серии некоторое время находились под наблюдением, а затем

в различные сроки после операции регенераты подвергались биохимическому исследованию по определению содержания в тканях общего азота (общ. N), общего остаточного азота (ост. N) и интенсивности автолиза (4).

Сравнительное наблюдение за развитием денервированного и нормального регенератов у одних и тех же животных показало, что после ампутации денервированной конечности регенерация в первоначальной фазе наступает: происходит эпителизация ампутированной поверхности и последующее образование регенерационной бластымы. Но эти процессы в денервированном регенерате по сравнению с нормальным протекают более медленно и не вполне сходно. Почти в каждой серии имели место случаи, когда регенерация долго или совсем не наступала вследствие некротического распада тканей остатка органа и последующего его отпадения, после чего область конечности зарастала кожей. Далее, в отдельных случаях почти каждой серии имело место замедление процессов эпителизации и последующего образования почки на денервированном остатке органа.

И, наконец, у большинства животных каждой серии эти процессы протекали почти сходно с контрольным нормальным регенератом. Однако и в этих случаях, когда в первоначальный период не наблюдалось заметной разницы между опытом и контролем, она появлялась позднее, на последующей стадии регенерации. Как правило, развитие парализованного регенерата останавливалось на стадии регенерационной почки вплоть до тех пор, пока не восстанавливалась функция. Таким образом, в результате проведенного наблюдения можно отметить, что денервация не предотвращает наступления первоначального периода регенерации органа (эпителизации и образования регенерационной почки), но регенерационный процесс в отсутствие иннервации часто протекает более медленно и не всегда типично.

Полученные нами результаты по изучению азотистого обмена и автолитической активности тканей регенерата в вышеописанных сериях приведены в табл. 1.

При рассмотрении этой таблицы можно отметить, что показатели азотистого обмена в тканях денервированного и контрольного регенератов выражаются очень близкими цифрами. Там, где между опытом и контролем нет разницы в морфологическом отношении, приведенные в таблице данные очень близки: например серии на 5-й, 14-й и 20-й день. В других сериях, как, например, на 17-й, 19-й, 35-й дни, имеется отчетливая разница между денервированным и контрольным регенератом; первый имеет более раннюю стадию развития по сравнению с контролем. В соответствии с этим обнаруживаются различия и в азотистом обмене. Но если сопоставить денервированный регенерат, например на 35-й день, не со своим контролем, с которым он имеет к этому времени значительную разницу в стадиях развития, а с контролем из другой серии, близким ему в морфологическом отношении, например с контролем на 14-й или 20-й день, то, как видно из таблицы, имеется почти полное совпадение показателей обмена в денервированном и контрольном регенератах.

При рассмотрении данных об автолизе тканей обнаруживается также закономерность, которая хорошо видна на прилагаемых кривых, где по горизонтали отложены стадии развития регенератов, по вертикали — процент распада тканей регенератов за 20 час. автолиза. Кривая *б* показывает интенсивность автолиза нормального регенерата, кривая *а* — денервированного регенерата. Как видно, кривая *а* повторяет закономерное торможение автолитической активности в первоначальный период регенерации и последующий подъем, но период торможения здесь наступает несколько позднее и продолжается более длительное время по сравнению с контролем.

Таблица 1

Белковый обмен тканей остатка ампутированной конечности (денервированной и контрольной)

На какой день после ампутации	Какая конечность	Общ. N в мг %	Перв. ост. N в мг %	Ост. N общ. N в %	Сухой остаток в %	Автолиз			
						Через 2 часа		Через 20 час.	
						ост. N II	% распада	ост. N II	% распада
5-й 4 IX	Контр.	728	42	6	—	73	4,5	92	7
	Денерв.	711	42	6	—	81	5,5	115	11
9-й 9 IX	Контр.	722	32	5	—	62	4	112	12
	Денерв.	778	46	6	—	78	4	103	8
14-й 22 IX	Контр.	817	39	5	—	—	—	132	12,5
	Денерв.	767	34	4	—	—	—	87	7
20-й 1 X	Контр.	767	35	5	10	61	3	118	11
	Денерв.	650	31	5	10	73	7	123	15
17-й 16 VI	Контр.	765	31	4	10	34	0	48	1
	Денерв.	751	42	5	9	89	6	106	9
19-й 18 VI	Контр.	687	24	4	—	—	—	62	5
	Денерв.	650	45	7	—	—	—	101	9
35-й 6 X	Контр.	650	29	4	—	50	3	—	—
	Денерв.	700	38	5	—	78	6	—	—

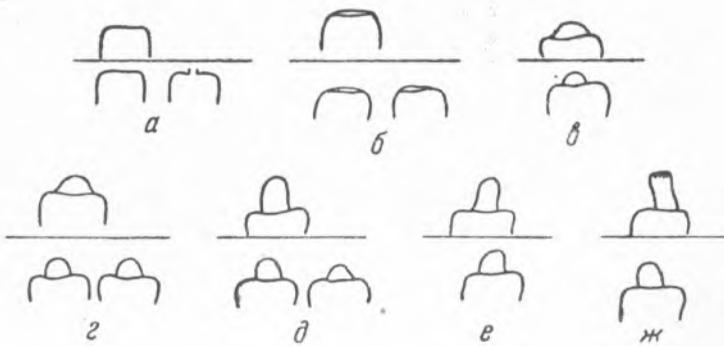


Рис. 1. Стадии развития регенератов, результаты исследования которых помещены в табл. 1. *a* — 5-й день, *б* — 9-й день, *в* — 14-й день, *z* — 20-й день, *д* — 17-й день, *е* — 19-й день, *ж* — 35-й день. Сверху — контроль, внизу — опыт

Таким образом, первоначальный период регенерации, характеризующийся, по нашим данным (⁴), глубоким распадом тканей остатка органа, в отсутствие иннервации оказывается более продолжительным, в связи с чем образование регенерационной бластемы замедляется.

Следовательно, полученные нами результаты биохимического исследования подтверждают наш первоначальный вывод о том, что регенерация органа в первоначальную фазу (деструктивно-пролиферативную) развивается как локальный процесс и обеспечивается в основном теми специфическими процессами обмена, которые совершаются в тканях остатка органа после ампутации. В дальнейшем течении регенерации органа, именно на стадиях дифференцировки и последующего роста,

отчетливо обнаруживается взаимосвязь местных процессов тканевого обмена с метаболизмом всего организма.



Рис. 2. Процент распада тканей денервированного (а) и контрольного (б) регенераторов за 20 час. автолиза при рН = 7,2; $t = 37^\circ$

С этой точки зрения становится понятным, почему местное применение разнообразных веществ в качестве стимуляторов регенерационного процесса, в частности заживления ран, обычно дает положительный эффект лишь в первоначальный период развития процесса и не оказывает влияния на дальнейшее течение его.

Институт эволюционной морфологии
им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР

Поступило
10 III 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Брунст, Roux' Arch., 125 (1932). ² В. И. Замараев, Бюлл. эксп. биол. и мед., 6 (1939); 3 (1947). ³ Л. В. Полежаев, ДАН, 25, № 6 (1939). ⁴ А. Р. Стриганова, Изв. АН СССР, сер. биол., № 1—2 (1942). ⁵ M. Singer, J. Exp. Zool., 101, № 2 (1946). ⁶ Ю. Ю. Шаксель и Г. Г. Шнейдер, ДАН, 23, № 9 (1939).