

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

А. Р. СТРИГАНОВА

УСЛОВИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СВЯЗИ

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 3 III 1953)

Подрастание нерва к раневому очагу регенерирующей мышцы является необходимым условием завершения восстановительного процесса и полного восстановления функции поврежденной мышцы (1-3). Полученные нами данные в опытах с травмированием денервированной мышцы свидетельствуют о том, что раневой очаг, в свою очередь, оказывает положительное воздействие на подрастание регенерирующих нервных волокон, вовлекая их с большой интенсивностью в процесс восстановления утраченных денервированной мышцей связей с нервной системой (4). Таким образом взаимодействие раневого очага в мышце и регенерирующего нерва выступает со всей очевидностью.

Взаимозависимость организующей роли нервной клетки на свой аксон, а также иннервируемую ткань и обратного организующего влияния иннервируемой ткани на подходящий к ней аксон показана Б. И. Лаврентьевым (5). Данные Н. И. Зазыбина также свидетельствуют, что изменение состояния органов и тканей в процессе жизнедеятельности сопровождаются изменением и концевых нервных приборов (6). Х. С. Коштыянец развивает положение о том, что действие нервной системы находится в глубокой зависимости от структуры белковых тел и обмена веществ, лежащих в основе жизнедеятельности иннервируемых систем (7).

Наши наблюдения при изучении восстановительного процесса в денервированной мышце позволяют допустить, что, очевидно, только при определенном морфо-физиологическом состоянии мышцы может произойти восстановление нервно-мышечных связей у взрослых животных.

Этот вопрос имеет большое значение в связи с выяснением закономерности обнаруженного нами положительного воздействия травмы на скорость восстановления нервно-мышечной связи в денервированной мышце (4). Для изучения этого вопроса нами были проведены опыты на крысах с перерезкой малоберцового нерва и подведением его центрального конца посредством тонкой лигатуры к икроножной мышце при различном состоянии ее.

Малоберцовый нерв в нормальных условиях не иннервирует икроножную мышцу. В проверочных опытах с раздражением этого нерва индукционным током ни в одном случае у нормальных крыс не было обнаружено ответной реакции сокращением со стороны икроножной мышцы.

В I серии проведенных нами опытов центральный конец малоберцового нерва подшивался к нормальной икроножной мышце взрослых животных (7—8 мес.).

Во II серии малоберцовый нерв подводился к денервированной (путем перерезки иннервирующего большеберцового нерва) икроножной мышце

взрослых животных. При этом в первой группе опытов мышца денервировалась одновременно с подведением малоберцового нерва. Во второй — подведение малоберцового нерва к денервированной мышце производилось через 12—15 дней после денервации ее, когда мышца, согласно нашим данным, вследствие атрофии ее теряет около 40—50% своего веса.

В обеих сериях у всех животных операция перерезки и подшивания малоберцового нерва к мышце производилась только с правой стороны, левая мышца служила контролем. При этом во II серии левая контрольная мышца также денервировалась одновременно с правой.

Полученные в опытах результаты по определению веса мышцы и порога возбудимости икроножной мышцы при раздражении индукционным током подведенного к ней малоберцового нерва, приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Первая серия опытов с подведением малоберцового нерва к нормальной икроножной мышце

№№ крыс	Вес крыс в г	Дни после операции	Вес мышц в мг		Вес правой мышцы в % по отношению к левой	Порог возбуждения правой мышцы в см РК при раздражении:	
			левая	правая		малоберцового нерва	большеберцового нерва
549	165	12	960	970	101	Реакции нет	—
561	205	30	1250	1270	10½	7*	23
571	230	45	1280	1300	101	Реакции нет	31
588	200	80	1470	1520	103	·	30
597	197	90	1450	1460	100	·	32

* При РК = 7 см наступило слабое сокращение мышцы в области подшивания нерва.

Табл. 1 показывает, что при подведении малоберцового нерва к нормальной икроножной мышце взрослых животных последняя не отвечает сократительной реакцией на раздражение индукционным током подведенного к ней нерва в течение 90 дней. Только в одном случае (крыса № 561) наступила слабая сократительная реакция мышцы в области подшивания нерва при очень сильном раздражении (РК* = 7 см). Раздражение собственного (большеберцового) нерва вызывало нормальную сократительную реакцию со стороны мышцы. Как видно из табл. 1, порог возбуждения мышцы при раздражении большеберцового нерва колебался в пределах РК = 23—32 см. По весу правая мышца не отличалась от левой. Незначительная разница в весе мышц является следствием того, что правая мышца перед взвешиванием подвергалась раздражению, а левая не раздражалась.

Таким образом, полученные в I серии опытов результаты показывают, что у взрослых животных при подведении соседнего поврежденного нерва к нормальной мышце нормальная связь между ними не образуется.

Иные результаты были получены во II серии опытов с подшиванием малоберцового нерва к денервированной икроножной мышце. Данные табл. 2 показывают, что в первой группе опытов, начиная с 25 дня после операции икроножная мышца отвечает нормальной реакцией сокращения на раздражение подведенного к ней малоберцового нерва, обнаруживая высокую возбудимость (порог раздражения РК = 46—53 см). С момента появления реакции мышцы в ответ на раздражение нерва ясно возрастает и вес мышцы.

* РК — расстояние между индукционными катушками.

Вторая серия опытов с подведением малоберцового нерва к денервированной икроножной мышце

№№ крыс	Вес крыс в г	Дни после денервации обеих мышц	Дни после подведения малоберцового нерва к правой мышце	Вес мышц в мг		Вес правой мышцы в % по отношению к левой	Порог раздражен. правой мышцы в см РК при раздражен. малоберцов. нерва
				левая	правая		

1. Подведение малоберцового нерва к икроножной мышце одновременно с денервацией ее

600	200	10	10	770	830	107	Реакции нет
601	190	10	10	720	780	108	" "
603	165	15	15	610	610	100	" "
604	155	15	15	510	480	95	" "
607	180	25	25	390	500	128	46
608	175	25	25	420	510	—	—
566	180	30	30	340	430	126	53
567	175	30	30	320	410	128	48
579	185	50	50	340	560	168	38
594	190	80	80	280	720	257	52
594a	165	80	80	270	690	255	—

2. Подведение малоберцового нерва к икроножной мышце через 12—15 дней после денервации ее

547	180	25	13	410	430	103	9
548	155	25	13	210	240	114	—
554	160	30	15	310	370	119	18
555	150	30	15	240	300	125	—
550	160	30	18	250	300	120	—
562	145	40	28	230	430	187	24
563	180	40	28	нагноение	570	—	32
568	210	45	30	270	510	188	41
572	145	60	48	180	620	244	41
592	170	90	75	300	600	200	47
593	170	90	75	380	720	189	38
586	155	90	78	120	500	316	39
587	185	90	78	—	870	—	40

На 10 и 15 дни, когда мышца еще не реагирует на раздражение подведенного нерва, ее вес почти не отличается от веса контрольной левой мышцы. При этом вес правой и левой мышц параллельно уменьшается вследствие денервации их. На 25—30 дни вес правой мышцы уже на 26—28% больше веса левой мышцы. На 50 день разница в весе мышц увеличивается до 68%. А к 80 дню после операции вес правой мышцы в 2½ раза превышает вес левой мышцы. Следовательно, в то время как атрофия левой контрольной мышцы, вследствие денервации, продолжает прогрессировать, атрофия правой мышцы к 25 дню после операции приостанавливается, и начинается восстановление веса мышцы. Ясно, что восстановление веса происходит по мере восстановления функции, вследствие восстановления иннервации мышцы, источником которой в данном случае является регенерирующий малоберцовый нерв (см. микрофото рис. 1).

Опыты с подведением малоберцового нерва к мышце через 12—15 дней после денервации ее (вторая группа опытов II серии) полностью подтвердили результаты, полученные в первой группе опытов, и показали, что при условии подшивания нерва к атрофированной мышце нервно-мышечная связь восстанавливается гораздо быстрее. Первые признаки восстановления при этих условиях обнаруживаются уже на 13 день, но порог

раздражения в это время еще очень высок ($RK = 9$ см). На 15 день он уже понижается до $RK = 18$ см, а на 28 день до $RK = 24-32$ см. К 30 дню возбудимость мышцы обнаруживается уже при $RK = 41$ см.

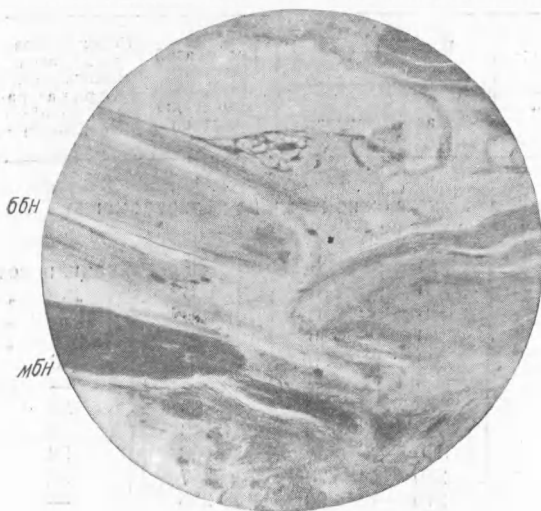


Рис. 1. Микрофото с препарата правой денервированной мышцы крысы № 552 на 30 день после денервации и 18 день после подведения малоберцового нерва. $\times 50$. мбн — малоберцовый нерв с регенерирующим от него пучком нервных волокон, ббн — большеберцовый нерв, в состоянии распада

Параллельно с повышением возбудимости мышцы в ответ на раздражение малоберцового нерва ясно увеличивается и вес мышцы. На 13 день вес правой мышцы составляет 103—114% по отношению к весу левой контрольной мышцы того же животного. К 28 дню разница в весе достигает уже 87%, а после 30 дня вес правой мышцы увеличивается в 2—3 раза по сравнению с левой мышцей.

На основании приведенных данных можно заключить, что поврежденный нерв у взрослых животных вступает в тесный контакт с мышцей только при условии нарушения целостности иннервации в ней. При этом образование нервно-мышечных связей происходит быстрее, если регенерирующий нерв контактируется с денервированной мышцей, находящейся уже в состоянии атрофии. Это свидетельствует о том, что наступающие вслед за денервацией глубокие нарушения в обмене веществ и структуре мышцы являются как бы подготовительной фазой и необходимым этапом в вопросе последующего восстановления утраченных мышечных связей с нервной системой.

С этой точки зрения находит объяснение и обнаруженный нами факт, что повреждение денервированной мышцы ускоряет восстановление нервно-мышечных связей (4). Очевидно, вызванный повреждением раневой очаг в денервированной мышце ускоряет медленно протекающие в ней процессы разрушения и освобождения живого вещества (2), и тем содействует привлечению регенерирующих нервных волокон.

С этой точки зрения находит объяснение и обнаруженный нами факт, что повреждение денервированной мышцы ускоряет восстановление нервно-мышечных связей (4). Очевидно, вызванный повреждением раневой очаг в денервированной мышце ускоряет медленно протекающие в ней процессы разрушения и освобождения живого вещества (2), и тем содействует привлечению регенерирующих нервных волокон.

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

Поступило
29 I 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Р. Стриганова, ДАН, 81, № 2 (1951). ² А. Н. Студитский, ДАН, 84, № 2 (1952). ³ А. Р. Стриганова, ДАН, 89, № 4 (1953). ⁴ А. Р. Стриганова, ДАН, 90, № 1 (1953). ⁵ Б. И. Лаврентьев, Арх. биол. наук, 48, в. 1—2, 194 (1952). ⁶ Н. И. Зазыбин, Тр. V Всесоюз. съезда анат., гистол. и эмбриол., 1951. ⁷ Х. С. Коштоянц, Белковые тела, обмен веществ и нервная регуляция, Изд. АН СССР, 1951.