

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

В. П. ГИЛЁВ

**ВЛИЯНИЕ МНОГОКРАТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ
СКЕЛЕТНОЙ МУСКУЛАТУРЫ У КРЫС**

(Представлено академиком А. И. Абрикосовым 2 IV 1954)

Согласно биологической теории регенерации ⁽¹⁾, функция и связанные с ней приспособительные процессы разрушения — восстановления работающих структур являются источником всех восстановительных реакций организма. Можно полагать, что усиление этих процессов де- и регенерации будет способствовать восстановлению поврежденного органа.

В данной работе изучалось влияние предварительных многократных разрушающих воздействий на регенерацию скелетной мускулатуры. В качестве таких воздействий применялось накалывание мышцы.

Опытными животными служили белые крысы-самцы в возрасте около 5 месяцев. Животные были разбиты на 2 группы: 30 контрольных и 30 опытных. У крыс опытной группы левая полусухожильная мышца (*m. semitendinosus*) подвергалась пятикратному накалыванию: через каждые 6 дней на мышцу наносилось по 80 глубоких уколов швейной иглой сквозь кожу. Уколы производились так, чтобы не были повреждены крупные нервные стволы и кровеносные сосуды.

Через неделю после последнего накалывания у всех животных правая и левая полусухожильные мышцы травмировались: пробочником наносилось отверстие диаметром 6 мм на расстоянии 10 мм от места прикрепления к кости дистального конца мышцы. По краям отверстия оставались тонкие мостики неповрежденной мышечной ткани. Животные контрольной группы подвергались такой же операции, но без предварительного накалывания. Животные забивались на 7, 15, 30 и 90 сутки. Исследуемые мышцы фиксировались жидкостью Ценкера с уксусной кислотой. Срезы окрашивались азокармином по Гейденгайну, гематоксилином Рего с докраской по Маллори и гематоксилином по Ясвоину.

При описании препаратов мы даем типичную, наиболее часто встречающуюся картину регенерационного процесса данной стадии.

Через 7 дней после операции у контрольных животных место травмы заполнено рыхлой соединительной тканью. Мостики мышечной ткани, оставленные при операции, истончились и состоят преимущественно из коллагеновых волокон, среди которых располагаются фибробласты и отдельные мышечные пучки. По краям раны идет регенерационный процесс мышечных элементов, находящихся в этот период на миобластической стадии. Наряду с этим наблюдается фагоцитоз многочисленных остатков разрушенных мышечных волокон.

В этот период у опытных животных мостики мышечной ткани, ограничивающие отверстие, сохранились лучше, чем в группе контрольных животных, хотя и стали более тонкими вследствие гибели небольшого числа мышечных волокон. Регенерационный процесс мышечной ткани протекает здесь более интенсивно и выражается в массовом отделении миобластов от концов поврежденных мышечных волокон, а также в

образовании мышечных почек. Центр раны заполнен рыхлой соединительной тканью. Разрушающихся остатков мышечных волокон уже немного.

К 15 дню регенерационный процесс мышечной ткани у контрольных животных находится на начальной стадии формирования мышечных трубочек. Имеются также и отдельные миообласты. Растущие с противоположных сторон мышечные элементы не достигают еще центра травмы, занятого волокнистой соединительной тканью (рис. 1).

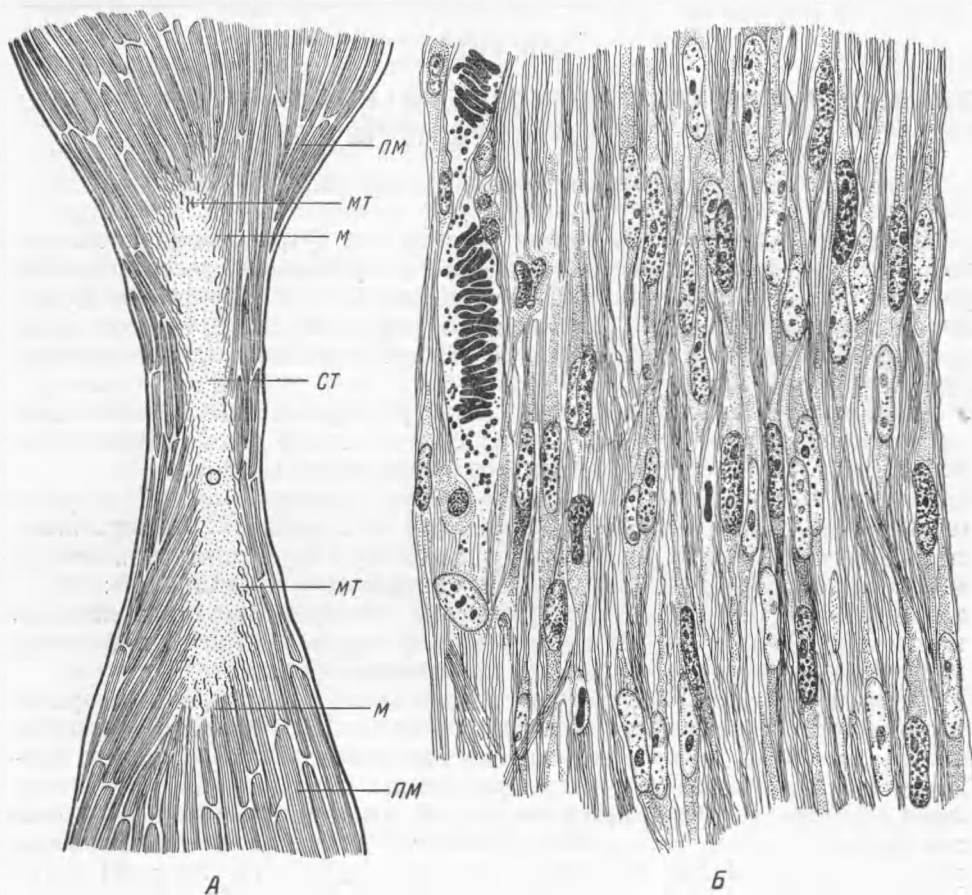


Рис. 1. А — Регенерирующая мышца у крысы без предварительного накалывания через 15 суток после операции. Ув. об. $3\times$, ок. 4. ПМ — пучки мышечных волокон, М — мышечные почки, МТ — мышечные трубочки, СТ — соединительная ткань. Б — центр области регенерации той же мышцы, обозначенный кружком на рис. А. Волокнистая соединительная ткань. Ув. об. $90\times$ иммерс., ок. 10

К этому времени у опытных животных прорастающие мышечные элементы, находящиеся на стадии мышечных трубочек, достигли уже центра травмы. Изредка встречаются отдельные или соединенные в тяжи миообласты (рис. 2). Больших участков соединительной ткани, лишенных мышечных элементов, как это имеет место у контрольных животных, здесь не наблюдается.

Через 30 дней после операции у контрольных животных растущие с противоположных концов травмы мышечные элементы достигают встречных, образуя при этом рыхлый переплет. Большинство из них находится на стадии мышечных трубочек, встречаются также отдельные тонкие мышечные волокна. Между мышечными элементами располагаются широкие прослойки соединительной ткани.

К этому сроку у опытных животных регенерат состоит из диффе-

ренцированной мышечной ткани. В центре области регенерации мышечные волокна образуют переплетение. Ближе к краю мышцы такого переплетения не образуется. В некоторых местах области регенерации видны молодые мышечные волокна небольшого диаметра. Соединительной ткани еще относительно много, особенно в местах переплетений, однако, меньше, чем в этот период у контрольных животных.

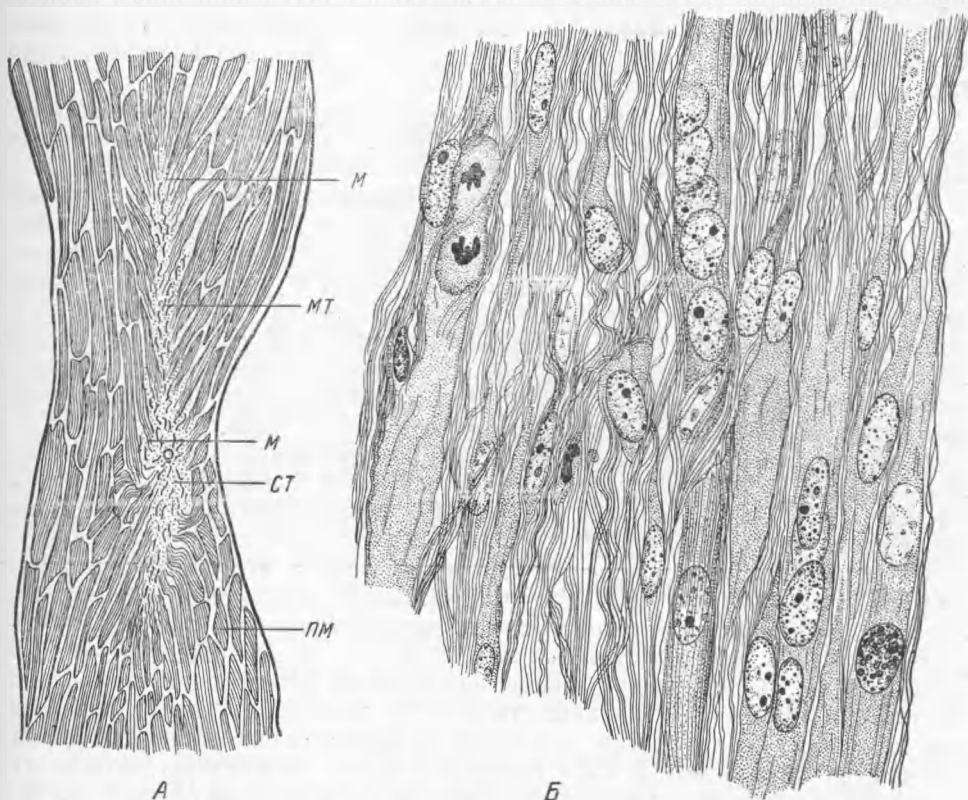


Рис. 2. А — Регенерирующая мышца у крысы с предварительным 5-кратным накалыванием через 15 сут. после операции. Ув. об. 3 ×, ок. 4. Обозначения те же, что на рис. 1. Б — Центр области регенерации той же мышцы, обозначенный кружком на рис. А. Ув. об. 90 × иммерс., ок. 10. Различные стадии образования мышечных трубочек

Через 3 месяца у контрольных животных регенерат состоит из типичной поперечнополосатой мышечной ткани. Ближе к центру бывшей травмы мышечные волокна извилисты. В центре регенерата сохраняется узкая прослойка волокнистой соединительной ткани. В дистальной части регенерата иногда видны еще совсем молодые мышечные волокна небольшого диаметра. В некоторых местах встречаются значительные прослойки соединительной ткани.

У опытных животных к этому сроку регенерат состоит из дифференцированных мышечных волокон, с неправильным ходом в центре. В местах переплетений имеются небольшие скопления соединительной ткани.

Сравнивая полученные данные, легко обнаружить, что у опытных животных восстановительный процесс развивается более интенсивно и завершается в более короткий срок, чем у контрольных животных. При сравнении же течения восстановительного процесса в левой (предварительно травмированной) и правой (без предварительного травмирования) мышцах у опытных животных заметной разницы, выходящей за

пределы индивидуальных колебаний, не наблюдалось. Очевидно, предварительное многократное воздействие на левую мышцу оказывало влияние и на восстановительный процесс в правой мышце. А. Н. Студитским⁽²⁾ обнаружено, что при многократном травмировании одной мышцы наступают морфологические изменения в мышцах противоположной конечности. Таким образом, предварительное многократное травмирование благоприятно сказывается на последующем регенерационном процессе. Это влияние проявляется не на конечном результате (мышечная ткань крысы регенерирует и без каких-либо особых воздействий), а на скорости регенерационного процесса.

Вопрос об ускоряющем влиянии предыдущего регенерационного процесса на последующий в литературе обсуждался, однако до настоящего времени он еще мало разработан.

Исследователи, работавшие в этом направлении, проводили главным образом анализ местных процессов. Одни авторы⁽⁵⁾ объясняют ускоряющее влияние предыдущего регенерационного процесса на последующий накоплением свободного клеточного материала, оставшегося от первичной регенерации и использованием его в последующей. Другие⁽³⁾ считают, что при вторичной регенерации происходит «выпадение» фазы деструкции, т. е. сокращается продолжительность регенерационного процесса. Некоторые исследователи⁽⁴⁾ главное значение придают влиянию продуктов белкового распада и митогенетических лучей.

Однако помимо местных изменений ткани, несомненно должны возникать и общие изменения в организме, в частности в центральной нервной системе. Подобные изменения центральной нервной системы носят условно-рефлекторный характер⁽²⁾.

Нервный механизм ускоряющего влияния предварительного накалывания на регенерацию, в виде гипотезы, можно представить следующим образом. Уколы иглой в наших опытах являются, во-первых, часто повторяющимся сильным безусловным раздражителем, разрушающим ткани и вызывающим последующее развитие воспаления, регенерации, изменения местного и общего обмена веществ и т. д.; во-вторых, уколы являются так же часто действующим условным раздражителем (боль во время и после накалывания). В коре головного мозга, повидимому, возникает два очага возбуждения: один — в «болевым» центре данной конечности, другой — в участках, «ответственных» за осуществление воспалительной реакции, приспособительного изменения обмена веществ и т. д., так как известно, что эти сложные процессы имеют свое «представительство» в коре головного мозга. Но известно также, что в коре головного мозга между систематически и одновременно (или почти одновременно) возникающими очагами возбуждения может возникнуть временная связь — образуется условный рефлекс. Нанесение травмы такому «подготовленному» организму является не только безусловным, но и условным раздражением. Известно, что условное раздражение на фоне безусловного усиливает суммарный эффект, т. е. в нашем случае: организм скорее и более полно мобилизует свои ресурсы для осуществления восстановительной реакции.

Кроме того, предварительное многократное травмирование, повидимому, повышает жизнестойкость тканей, что выражается в лучшем сохранении мостиков мышечной ткани, а это в свою очередь благоприятно сказывается на ходе восстановительного процесса.

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

Поступило
13 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Н. Студитский, Изв. АН СССР, № 6, 6 (1952). ² А. Н. Студитский, Арх. анат., гист., и эмбр., № 4, 10 (1953). ³ П. Г. Светлов, Тр. Лаб. эксп. зоол. и морф. жив., 4, 29 (1935). ⁴ Л. Я. Бляхер, Тр. Инст. эксп. мед., 5, 91 (1936). ⁵ J. Schaxel, Untersuchungen über die Formbildung der Tiere, Berlin, 1921.