

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

З. П. ИГНАТЬЕВА

**РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ
МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ У КРЫС**

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 16 III 1949)

Проблема регенерации соматической мышечной ткани у позвоночных животных разрабатывается уже давно, но в достаточной мере гистологически проанализированным весь процесс восстановления мышечной ткани может считаться только для низших позвоночных. В направлении регенерации мышечной ткани у высших позвоночных экспериментальных работ с гистологическим анализом проведено немного.

В более ранних исследованиях высказывалось мнение, что регенерация мышц невозможна, так как повреждение этой ткани заполняется соединительнотканым рубцом. В более поздних работах показано обратное положение: при известных условиях В. П. Казанцев⁽³⁾, Л. Н. Жинкин^(1, 2) и Г. Кларк⁽⁶⁾ получили регенерацию мышц у кролика. При этом Л. Н. Жинкин описал картины роста мышечных волокон путем регенерационных почек, однако он указывает, что полного восстановления мышцы ему получить не удалось. Полную регенерацию мышц у птиц получил А. Н. Студитский⁽⁵⁾. Как видно из приведенных данных, регенерация мышечной ткани у высших позвоночных возможна, но необходимо наличие как условий для восстановления ткани, так и определенного состояния самой мышечной ткани.

Изучая проблемы регенерации мышечной ткани у млекопитающих животных, мы поставили себе целью, во-первых, найти такие условия эксперимента, при которых возможно получить полное восстановление поврежденной мышцы, и, во-вторых, провести детальный гистологический анализ всего процесса в целом.

При этом мы считали интересным и важным поставить на разрешение следующие вопросы:

1) В какой мере развитие регенерационного процесса определяется свойствами самой ткани и в какой — теми условиями, в которых протекает этот процесс.

2) Изменяется ли регенерационная способность мышечной ткани с возрастом животного и возможно ли получить восстановление ткани у старых животных.

3) Какую роль играет в этом процессе нервная система.

Для разрешения всех этих вопросов мы поставили несколько серий опытов на белых крысах. Животные были взяты различного возраста, начиная с эмбриональных стадий и кончая 2-годовалыми крысами, в количестве 160 шт. Такой материал позволял, с одной стороны, изучить свойство мышечной ткани и ее регенерационную способность у животных различного возраста, а с другой, применить различные способы нанесения травмы и выбрать наиболее благоприятный для

восстановления мышцы. При этом у одних животных нервный аппарат выключался, у других был сохранен.

В настоящем сообщении мы даем только материал, полученный на старых крысах, в последующих будет дан сравнительный анализ по возрастам и влияние нервной системы на характер и скорость регенерационного процесса.

Было взято 25 крыс в возрасте $1\frac{1}{2}$ —2 лет. Объектом исследования служила портняжная мышца. Предварительные опыты убедили нас в том, что наиболее благоприятными условиями для регенерации повреж-

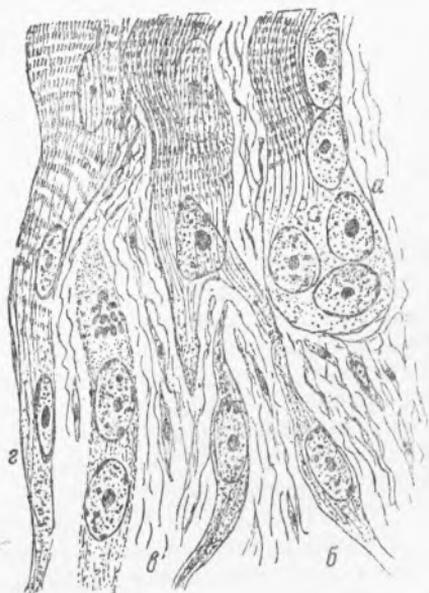


Рис. 1. Состояние мышечных волокон в зоне дефекта на 6-й день после операции. *а* — колбовидное расширение конца перерезанного старого волокна с большим количеством ядер; *б* — сползание миобластов; *в* — митотическое деление миобластов и образование молодого миоона; *г* — рост волокна от почки

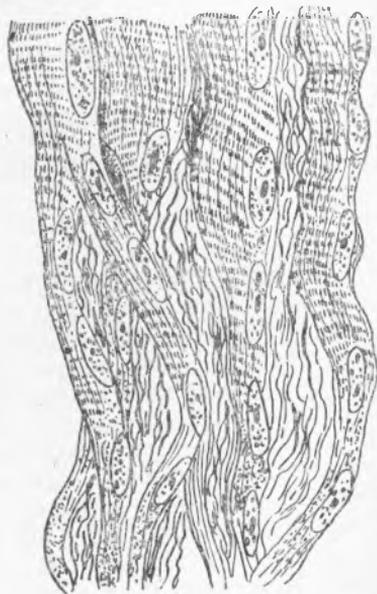


Рис. 2. Зона роста на 21-й день после операции. Молодые волокна разрастаясь, часто образуют переплет

денной мышцы являются сохранение натяжения во всей мышце и неповрежденность нервного аппарата. Поэтому в этом опыте при вырезании большого окна в мышце (8 мм в длину и 4 мм в ширину) мы старались не повреждать ветвей бедренного нерва. Часто применяли опыт Бира и заполняли дефект сгустком крови, нанося небольшое поранение бедренной артерии. В некоторых случаях это давало хороший эффект. Затем, чтобы избежать спаивания поврежденной мышцы с подлежащими, накладывались свободные лигатуры на концы этой мышцы. Последнее обстоятельство важно также и для ориентировки поврежденного участка при фиксации материала.

Животные забивались в различные сроки после операции, начиная от 3 дней и кончая 65 днями. При вскрытии регистрировалась макроскопическая картина. Материал фиксировался в ценкер-формоле и 4% формалине. Резка производилась серийно. Окраска препаратов азокармином Маллори и железным гематоксилином.

Гистологическое изучение препаратов показало, что в первые 3—4 дня в поврежденном участке идет интенсивный дегенеративный процесс, захватывающий в первую очередь концы обрезанных волокон и часто распространяющийся на значительное расстояние от них. Концы

перерезанного волокна принимает форму колбовидного расширения, миофибриллы исчезают, протоплазма слабо окрашена, часто вакуолизована, и в ней находится значительное количество ядер, часть из которых дегенерировала, часть же имеет нормальный вид (рис. 1, а). Колбовидные расширения являются почками, от которых, как увидим, в дальнейшем вырастают молодые волокна и отделяются миобласты. К этой почке по волокну часто спускается целая цепочка ядер. Идет сильный фагоцитоз разрушенных частей волокон. Встречается много совершенно пустых сарколемных трубок. Окошко стягивается по краям соединительнотканными волокнами, но середина еще не заполнена соединительной тканью.

На 5—7-й день процесс дегенерации значительно снижается и усиливается процесс формирования мышечных элементов. В некоторых случаях имеет место отделение миобластов от старых волокон (рис. 1, б). Отделившиеся миобласты делятся митотически и образуют молодые мионы с несколькими ядрами и с протоплазмой фибриллярной структуры (рис. 1, в). Здесь же наблюдается и отращивание молодых волокон от концов старых волокон, причем последние часто расщепляются на несколько ветвей. Отщепившиеся ветви обычно растут в разных направлениях и образуют зону роста в виде расходящихся пучков (рис. 1, г).

В этот период соединительная ткань уже заполняет весь дефект и, если ее коллагеновые волокна идут в одном и том же направлении с растущими мышечными волокнами, то рост последних протекает интенсивно; если же коллагеновые волокна расположены поперек, то они препятствуют отделению миобластов и росту мышечных волокон, отчего наступает дегенерация последних.

На 14-й день имеет место уже большое разрастание молодых волокон. При этом часто наблюдается следующая картина. С противоположных концов травмы растут навстречу веерообразные пучки мышечных волокон, которые, следуя ходу коллагеновых волокон, проливают соединительную ткань в разных направлениях. Но концы этих пучков еще далеки от соприкосновения. Зона роста состоит из

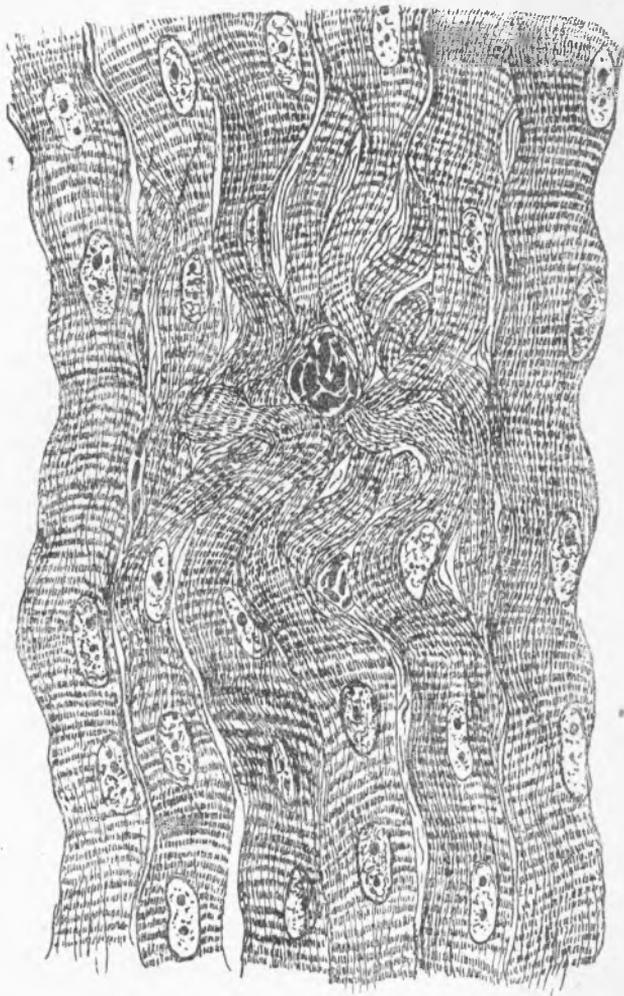


Рис. 3. На 65-й день после операции. Место дефекта плотно заполнено молодыми мышечными волокнами, которые имеют нормальное строение и находятся в рабочем состоянии — сокращении

молодых волокон и клеточных элементов — миобластов, отщепление которых происходит и в этот период.

На 21-й день зона роста еще более обильна молодыми волокнами, которые, находясь часто перекрещиваясь, образуют рыхлый переплет. Растущие навстречу волокна близко подходят друг к другу (рис. 2).

На 30-й день концы встречных волокон уже соединяются, проникая между мышечными волокнами другой стороны, они заполняют соединительную ткань. Но в этот период соединительная ткань еще далеко не вся заполнена мышечными волокнами.

На 56-й день область травмы уже вся заполнена мышечными волокнами. Тесно переплетаясь, они образуют уже неразрывную связь между перерезанными концами волокон. Соединительной ткани уже очень мало, только отдельные участки, но кровеносных сосудов здесь еще осталось много. Такая мышца, несомненно, уже функционирует как единое целое, об этом говорит четко выраженное сокращенное состояние всех волокон регенерационной зоны, причем это сокращение идет в одном направлении. Морфология мышечных волокон также указывает на вполне здоровое и рабочее их состояние.

На 65-й день место травмы различается только при внимательном рассмотрении хода мышечных волокон да по сохранению еще значительного количества кровеносных сосудов между волокнами. Соединительной ткани, свободной от мышечных волокон, уже нет. Имеются только в отдельных местах более широкие прослойки коллагеновых волокон между мышечными тяжами (рис. 3).

Резюмируя все полученные данные, мы приходим к следующим выводам.

Полное восстановление мышц у старых животных (белых крыс) вполне возможно получить при создании благоприятных условий для регенерации. Это обстоятельство указывает на то, что с возрастом животного мышечная ткань не теряет способности к восстановлению значительных дефектов. Рост молодых мышечных волокон происходит преимущественно за счет регенерационных почек, но наблюдается и миобластический рост, хотя и в очень ограниченной степени.

Полученные выше результаты относятся к крысам, которые, в отличие от других форм, сохраняют способность роста в течение всей жизни.

Представляет интерес проверить эти данные на животных других видов, что и проводится в настоящее время.

Поступило
1 III 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. Н. Жинкин, ДАН, 48, № 9 (1945). ² Л. Н. Жинкин, ДАН, 63, № 1 (1948). ³ В. П. Казанцев, ДАН, 1 (1935). ⁴ А. Н. Студитский, Современные проблемы регенерации, 1948. ⁵ А. Н. Студитский, ДАН, 64, № 3 (1949). ⁶ G. Clark, J. of Anat., 80, No. 1 (1946).