Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

З. П. ИГНАТЬЕВА

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕФЕКТА В СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЕ КРОЛИКА И МОРСКОЙ СВИНКИ ПУТЕМ ПЕРЕСАДКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

(Представлено академиком А. Д. Сперанским 5 XI 1954)

Работами А. Н. Студитского ([1–3]) было показано, что при трансплантации измельченной скелетной мышечной ткани на место полностью удаленной мышцы происходит новообразование мышечного органа. Этот процесс осуществляется путем полнейшей перестройки пересаживаемого материала при наличии функциональных воздействий, передаваемых на первых стадиях формообразования, повидимому, гуморальным путем, а затем посредством нервно-мышечных связей.

Эти данные нашли полное подтверждение в исследованиях Р. П. Женевской ([4]) и О. Н. Румянцевой ([5]), посвященных изучению развития нервно-мышечных связей и функционального состояния новообразованного мышечного органа в различные периоды его формирования. При этом было доказано, что главная роль измельченной мышечной ткани, пересаживаемой на место удаляемой мышцы, заключается в доставлении материала, за счет которого совершается развитие нового мышечного органа.

Врастающие в новообразованную мышцу нервные волокна постепенно образуют дифференцированные моторные окончания на мышечных волокнах, обусловливая их сократительную способность.

Все вышеуказанные работы были проделаны на мелких лабораторных животных: белых крысах. Объектом изучения являлись икроножные мышцы, на место которых пересаживалась измельченная мышечная ткань одной из головок (латеральной) удаляемой мышцы. Большое количество пересаживаемого материала не давало положительного эффекта ввиду его некротизации. С таким же явлением столкнулись и мы при замещении крупных мышц у кролика. Очевидно, этот метод, являясь эффективным при замещении мелких мышц, требует дальнейших усовершенствований для использования его при замене крупных мышц.

Изучая регенерационный процесс скелетной мышечной ткани и стремясь получить полное восстановление крупных дефектов мышцы, мы использовали также метод пересаживания измельченной мышечной ткани в область повреждения мышцы. При этом нас интересовали следующие вопросы: 1) значение пересаженной измельченной мышечной ткани, взятой от различных животных, в развитии процесса восстановления мышечного дефекта; 2) морфологическое выражение процесса перестройки пересаживаемой измельченной ткани и 3) влияние трансплантата на врастание нервных волокон в область дефекта и развитие нервно-мышечных связей.

Для выяснения поставленных вопросов было проведено исследование, которое включило три серии опытов на взрослых кроликах и крупных морских свинках.

Материал и методика. Объектом изучения служили полуперепончатые мышцы. Дефект наносился путем вырезания большого сквозного окна в середине мышцы: у кроликов размером 1,5—2 см × 1 см, у морских свинок 1 см × 0,8 см. На одной конечности дефект заполнялся измельченной мышечной тканью, на другой оставлялся открытым и служил контролем.

Мышцы фиксировались в различные сроки, начиная с 7 дней и до 3,5 мес. после операции. Из фиксаторов применялись жидкость Ценкера и 12% нейтральный формалин. Окраски — железным гематоксилином и азаном по Гейденгайну. Серебрение — по методу Гросс — Бильшовского — Лаврентьева.

Дефект в мышце заполнялся: в I серии опытов — измельченной мышечной тканью, взятой из вырезанного при нанесении дефекта кусочка мышцы того же животного (аутотрансплантация); во II серии — измельченной мышечной тканью, взятой от другого животного того же вида (гомотрансплантация); в III серии — от животного другого вида (гетеротрансплантация).

Результаты исследования. Кролики, I серия. В течение первых 7—10 дней пересаженная измельченная ткань подвергается постепенному разрушению. Наиболее сильной дегенерации подвергается миофибриллярный аппарат отрезков мышечных волокон. Большую жизнеустойчивость обнаруживают развивающиеся в регенерате саркоплазматические массы с ядрами. На гистологических препаратах вполне отчетливо можно проследить, что эти ядро-саркоплазматические массы являются источником образования как отдельных миобластов (путем отщепления), так и ядерно-плазматических тяжей. Картины такого развития часто можно видеть в центре дефекта, куда в этот период еще не достигают регенерирующие с краев раны мышечные элементы (см. рис. 1).

В последующие сроки (20—25 дней) можно видеть слияние в единую растущую зону мышечных элементов из пересаженной мышечной ткани и от краев раны. Здесь, в отличие от контроля, центр регенерата скорее заполняется мышечными элементами, что чрезвычайно важно, так как центр в крупных дефектах особенно долго остается заполненным соединительной тканью, которая нередко превращается в плотные тяжи, нарушая тем самым полноценность восстановленного дефекта (рис. 2).

Обращает внимание более интенсивное, сравнительно с контролем, врастание нервных волокон в область повреждения, заполненную измельченной мышечной тканью. Нервные волокна, пробегая между мышечными трубочками, часто оканчиваются на них, образуя примитивной структуры окончания в виде петелек или развилочек.

Через 1,5 мес. весь дефект выполнен мышечными волокнами, еще различными по диаметру. Обильное врастание нервных волокон и их несколько гипертрофированное состояние в области дефекта, заполненного измельченной мышечной тканью, характерны для всех сроков развития нервно-мышечных связей в этих опытах.

Через 3 мес. область дефекта выполнена плотно лежащими мышечными волокнами. Здесь можно видеть моторные бляшки как еще формирующиеся, так и сформированные. Среди последних встречаются и несколько гипертрофированные в отношении количества ядер подошвы и разветвлений аксона.

Морские свинки, I серия. Так же как в экспериментах с кроликами, метод пересаживания измельченной мышечной ткани в область дефекта у морских свинок дал положительный результат. Бо-



Рис. 1. Центр трансплантата мышцы кролика через 13 дней после операции. Развитие мышечных элементов из пересаженной измельченной ткани. Окраска железным гематоксилином

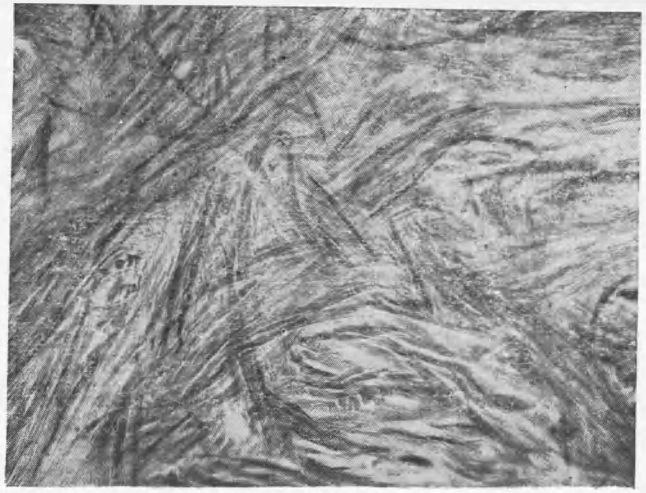


Рис. 2. Трансплантат мышцы кролика через 28 дней после операции. Тонкие мышечные трубки заполняют центр трансплантата, часто переплетаясь с растущими от концов раны мышечными элементами. Окраска железным гематоксилином

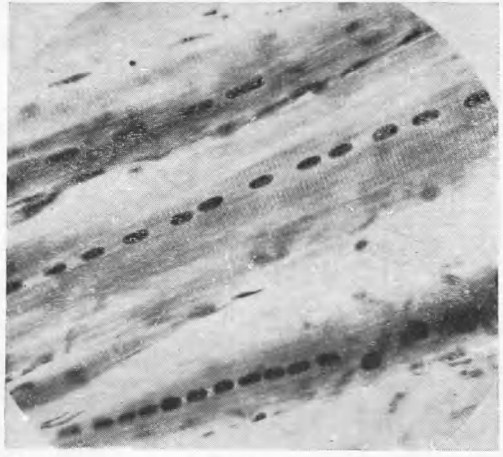


Рис. 3. Полуперепончатая мышца морской свинки через 3,5 мес. после операции. Цепочка ядер в мышечных волокнах на значительном расстоянии от восстановленного участка. Окраска железным гематоксилином

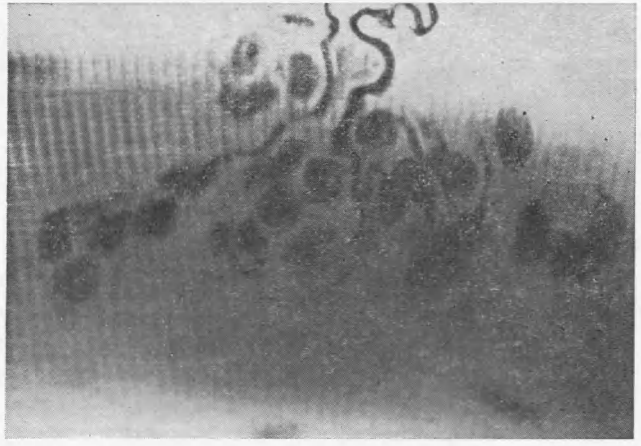


Рис. 4. Гипертрофированная моторная бляшка на мышечном волокне восстановленного участка мышцы морской свинки через 3,5 мес. после операции. Импрегнация серебром по методу Гросс—Бильшовского—Лаврентьева

лее полноценное восстановление крупных дефектов можно констатировать во всех случаях, когда пересаженная ткань удерживалась в области дефекта. В процессе ее распада наиболее быстрому разрушению, как и у кроликов, подвергается миофибриллярный аппарат, обломки которого можно часто видеть в протоплазме фагоцитирующих макрофагов.

Саркоплазматические массы с ядрами иногда выглядят в течение 2 недель малоизмененными, но в большинстве случаев к этому времени они уже дали начало большому количеству отдельных миобластов, которые часто лежат дорожками в различных местах области дефекта. Среди миобластов нередко встречаются митозы. Соединяясь, миобласты образуют довольно длинные тяжики, которые постепенно входят в общий комплекс растущей зоны. Более интенсивное врастание нервных волокон в область повреждения, заполненную измельченной мышечной тканью, здесь также наблюдается.

В более ранние сроки нервные волокна оканчиваются на развивающихся мышечных элементах примитивными окончаниями в виде петелек или сетевидных клубочков. В более поздние, параллельно с усложнением дифференцировки развивающихся мыщечных элементов идет усложнение строения моторных приборов нервных волокон. Эти данные подтверждают наши ранее опубликованные наблюдения о взаимосвязи дифференцировки мышечных и нервных элементов в регенерации (7). Через 1,5 мес. весь дефект заполнен тонкими переплетающимися мышечными волокнами, снабженными нервными окончаниями в виде формирующихся моторных бляшек. Через 2—2,5 мес. дефект уже выполнен плотно переплетающимися мышечными волокнами с вполне дифференцированными моторными окончаниями.

Изучение материала более поздних сроков, 3—3,5 мес., показывает, что и в этот период еще продолжаются не только дальнейшее формирование восстановленного участка, но и реактивная перестройка старых мышечных волокон.

В ранее опубликованных работах А. Н. Студитского и его сотрудников не раз указывалось на тот факт, что на повреждение отвечает вся мышца целиком, а не только те мышечные волокна, которые пострадали при нанесении травмы. Были найдены морфологические изменения в строении не только соседних, но и отдаленных от места повреждения мышечных волокон.

В данном эксперименте также можно было с полной очевидностью констатировать наличие интенсивной перестройки мышечных волокон на значительном расстоянии от области повреждения.

Морфологически этот процесс выражается в чрезвычайно интенсивном делении мышечных ядер, которые в виде очень длинных цепочек (40—56 шт.) располагаются по средней линии волокна (рис. 3). Деление ядер происходит амитотическим путем, причем наблюдаются различные картины перешнуровывания или почкования их.

Эти явления указывают на чрезвычайную степень возбуждения всех мышечных волокон травмированной мышцы не только в начальный период восстановления дефекта, но и во время окончательного формирования восстановленного участка.

По интенсивности процессы перестройки мышечных волокон в этих опытах значительно превосходят ранее наблюдавшиеся, что дает возможность предположить, что это — результат стимулирующего влияния пересаженной измельченной ткани. В пользу этого могут служить также наблюдаемые явления четко выраженной гипертрофии нервных волокон и особенно их моторных окончаний (рис. 4) как в области восстановленного участка, так и в близлежащей области.

На основании приведенных данных можно придти к следующему заключению.

Метод аутотрансплантации измельченной мышечной ткани в область дефекта дает положительный эффект в отношении полноценности восстановления крупных мышечных дефектов. Пересаженная мышечная ткань является материалом, из которого совершается развитие мышечных элементов, входящих затем в общий комплекс растущей зоны регенерирующей мышечной ткани.

В результате пересадки происходит более быстрое заполнение мышечными элементами центра дефекта, что и обеспечивает в большинстве случаев полноценное восстановление дефекта. Более интенсивное по сравнению с контролем врастание нервных волокон в область дефекта, заполненного измельченной мышечной тканью, также содействует регенерации, так как ускорение реиннервации дистального конца травмированной мышцы ([6]) способствует усилению регенерационного процесса мышечных элементов с этого конца мышцы. Все изложенные наблюдения показывают, что способ заполнения измельченной мышечной тканью самого животного крупных мышечых дефектов является способом, дающим эффективный результат.

II серия опытов, где крупные мышечные дефекты заполнялись измельченной мышечной тканью другого животного того же вида, не дала такого положительного эффекта, но все же стимулирующее действие на регенерационный процесс мышечных и в особенности нервных элементов оказалось выраженным вполне отчетливо.

Опыты III серии, где крупный дефект мышцы морской свинки заполнялся измельченной мышечной тканью крысы, не дали того положительного эффекта, как в двух первых сериях. Пересадка нередко сопровождалась выталкиванием трансплантата из области дефекта, в отличие от положительных результатов, полученных Ченцовым при трансплантации чужеродных эмбриональных тканей. Восстановление дефектов в этой серии опытов в основном происходило за счет регенерации мышечных элементов от краев раны. В сроки 2,5—3 мес. дефект еще не был полностью заполнен мышечными элементами.

Таким образом, полученные нами результаты указывают на возможность использования в хирургии метода пересадки измельченной мышечной ткани для замещения довольно крупных дефектов мышечной ткани. Этот способ нам кажется особенно перспективным при применении аутотрансплантации.

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

Поступило
25 X 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Н. Студитский, Арх. анат., гист. и эмбр., **29**, в. 6 (1952). [2] А. Н. Студитский, там же, **30**, в. 4 (1953). [3] А. Н. Студитский, ДАН, **95**, № 6 (1954). [4] Р. П. Женевская, ДАН, **96**, № 1 (1954). [5] О. Н. Румянцева, ДАН, **96**, № 4 (1954). [6] З. П. Игнатьева, ДАН, **100**, № 4 (1954). [7] З. П. Игнатьеввa, Тр. Инст. морфол. животных АН СССР, **11**, 256 (1954).