

Е. А. БАБУРИНА

ГИСТОГЕНЕЗ МЫШЦАТОРЫ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ EISENIA FOETIDA SAV.

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 8 VII 1950)

В строении гладкой мускулатуры различных беспозвоночных животных остается еще много неясного. Разрешение этих вопросов невозможно без изучения развития гладкой мускулатуры. В настоящей работе ставилась цель изучить гистогенез мускулатуры стенки тела дождевых червей, ткани, сильно развитой у этих животных и совершающей большую работу.

Отдельные сведения о гистогенезе мускулатуры дождевых червей встречаются в работах, посвященных их эмбриональному развитию (1-4). Часть исследователей (2,4) высказывается за существование у дождевых червей двух генераций мускулатуры. Относительно источника происхождения кольцевой мускулатуры мнения исследователей расходятся (2,3).

Предстояло выяснить: 1) существует ли у эмбрионов дождевых червей смена первичной мускулатуры вторичной; 2) каковы источники возникновения каждого мускульного слоя; 3) как изменяются в гистогенезе клеточные связи; 4) каковы взаимоотношения в развитии киноплазмы, фибрилл и саркоплазмы и 5) каковы взаимоотношения мускульных клеток и соединительной ткани.

В качестве объекта изучения, вследствие несложности получения большого количества коконов, мы выбрали *Eisenia foetida*. Зародыши извлекались из коконов и просматривались живыми (6,4), затем фиксировались в смесях Ценкера или Флемминга для последующей окраски железным гематоксилином, кислой ализариновой синькой, по Маллори или азокармином.

Ранее всего появляется и начинает функционировать первичная мускулатура глотки (см. рис. 1), затем первичная мускулатура стенки

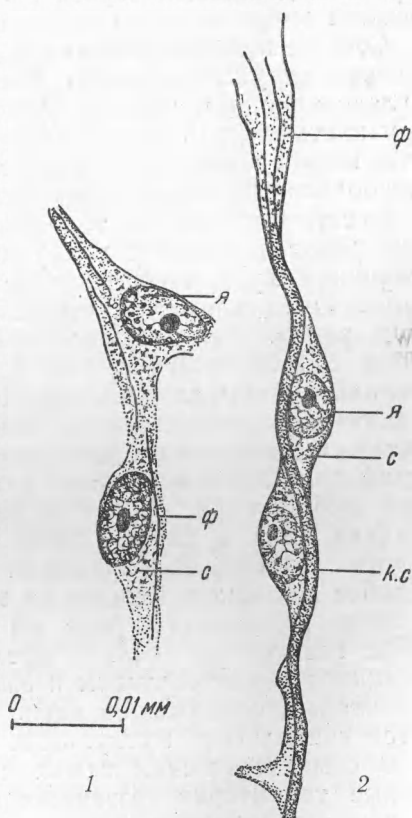


Рис. 1. Первичная мускулатура глотки зародыша *Eisenia foetida*. Флемминг, кислая ализариновая синяя. 1 — ранняя стадия; 2 — поздняя стадия; я — ядро; с — саркоплазма; ф — фибриллы; к. с. — киноплазматический столбик

тела. Обе развиваются из мезенхимных клеток (мигрирующие мезобласты ⁽²⁾). Мускулатура глотки представлена тяжами клеток, идущими от стенки тела к глотке. Своими отростками клетки синцитиально связаны между собой. Мускулатура стенки тела состоит из двух неплотных слоев клеточных тяжей: наружного кольцевого и внутреннего продольного. Внутри тяжей проходят фибриллы. Вначале они имеют вид коротких и тонких нитей, расположенных вблизи ядер (рис. 1, 1). Быстро увеличиваясь в длину, они переходят из одной клеточной территории в другую. Утолщаясь, они превращаются в довольно толстые волокна или „столбики“. Строение этих столбиков всюду одинаково (рис. 1, 2). В каждом из них легко различить гомогенное вещество, интенсивно красящееся железным гематоксилином и азаном, и несколько тонких фибрилл, расположенных на периферии. В мускулатуре глотки фибриллы на концах волокон расходятся в разные стороны. Гомогенное вещество у живых эмбрионов сильно светопреломляет. Таким образом, отношение гомогенного вещества к примененным краскам и структурные отношения к фибриллам указывают на его близкое сходство с киноплазмой мускульных клеток взрослых дождевых червей ⁽⁵⁾. Это дает основание считать его киноплазмой эмбриональных мускульных тяжей.

Сокращения эмбриональной мускулатуры ритмичны ⁽⁴⁾; частота их постепенно увеличивается. Повидимому, она служит зародышу для заглатывания белка и правильного его распределения по энтодермальным клеткам ^(4, 6). Ее строение (радиальные тяжи в глотке и рыхлые слои кольцевой и продольной мускулатуры стенки тела) вполне приспособлено для выполнения этой функции.

Вместе с развитием телобластических и мезобластических клеточных рядов первичная мускулатура заменяется вторичной. Развитие вторичной мускулатуры начинается на брюшной стороне тела зародыша. Кольцевая мускулатура развивается из клеток телобластических рядов. Вначале кольцевая мускулатура представлена одним слоем симпластических тяжей, на периферии которых располагается несколько фибрилл (рис. 2, 1). Последние быстро утолщаются, а затем, повидимому, расщепляются, так как количество их резко увеличивается, а поперечник уменьшается. В результате этого процесса на периферии тяжей возникают ряды тонких, близко друг к другу лежащих фибрилл (рис. 2, 2). Так как в развитии идет уменьшение поперечника ядер и тяжей, ряды фибрилл отчасти смыкаются, образуя подобие трубок на периферии тяжей, отчасти разрываются, образуя подобие желобков. Каждая из этих фибрилл становится впоследствии началом радиального ряда ей подобных. Фибриллы связаны между собой гомогенным, сильно преломляющим свет веществом, окрашивающимся гематоксилином и азаном значительно интенсивнее осевой цитоплазмы, содержащей ядра. Позже гомогенная цитоплазма становится киноплазмой мускульных клеток взрослого червя.

В симпластических тяжах с течением развития выделяются клеточные территории, развивающиеся в веретеновидные мускульные клетки взрослых червей. В период образования радиальных рядов фибрилл окраска азокармином начинает показывать соединительно-тканевые фибриллы, окружающие мускульные клетки.

Продольная вторичная мускулатура развивается из клеток мезобластических рядов. Она возникает, как и кольцевая мускулатура, в виде симпластических тяжей, расположенных в один слой. В каждом тяже со стороны, обращенной к кольцевой мускулатуре, возникает одна или несколько фибрилл. Сначала тонкие, фибриллы быстро утолщаются, приобретая вид волокон или столбиков. Вслед за этим, повидимому, наступает период их расщепления, так как количество их увеличивается, а поперечник резко уменьшается. О расщеплении

говорит также часто встречающееся попарное расположение столбиков. Столбики выглядят в это время гомогенными, сильно окрашиваются железным гематоксилином и азаном; у живых эмбрионов они сильно светопреломляют. Из них развиваются киноплазматические столбики мускульных клеток продольной мускулатуры взрослых червей.

Переход от однослойной продольной мускулатуры к комплексным миомам взрослого червя ⁽⁵⁾ происходит, повидимому, очень быстро. Размеры ядер и диаметры киноплазматических столбиков к этому времени сильно уменьшаются, а количество мускульных тяжей увеличивается. Мускульные

тяжи сильно сжимают друг друга, ядра их сдвигаются в сторону полости тела (рис. 3, 1). В результате молодые мускульные тяжи с более толстыми, еще нерасщепившимися киноплазматическими столбиками оказываются целиком сдвинутыми в сторону полости тела. Дальнейшее увеличение толщины мускульного слоя идет, повидимому, как за счет расщепления старых тяжей, так и за счет возникновения новых. В киноплазматических столбиках на их поперечных срезах, при любой из примененных нами окрасок, становится видным периферический ряд фибрилл. Каждая его фибрилла

служит началом радиального ряда фибрилл (в киноплазматических столбиках с округлым поперечным срезом) или половины поперечного ряда (в уплощенном столбике). На периферии возникающих комплексных мионов после окраски азаном по Гейденгайну начинает обнаруживаться тонкая, но плотная сеть соединительнотканевых фибрилл (рис. 3, 2). В этот период продольная мускулатура эмбриона приобретает основные черты строения мускулатуры взрослого червя.

Таким образом, если первичная мускулатура связана функционально с питанием белком кокона, то вторичная мускулатура развивается в период, когда сильные движения тела зародыша внутри кокона становятся, повидимому, нужными в связи с увеличением потребности в кислороде и необходимостью более интенсивного удаления продуктов обмена. Комплексные мионы продольной мускулатуры развиваются как приспособление для передвижения в почве.

Гистогенез первичной мускулатуры у *Eisenia foetida* напоминает ранние стадии развития гладкой мускулатуры позвоночных ^(7, 10) тем, что и здесь и там образуются тяжи синцитиально связанных друг

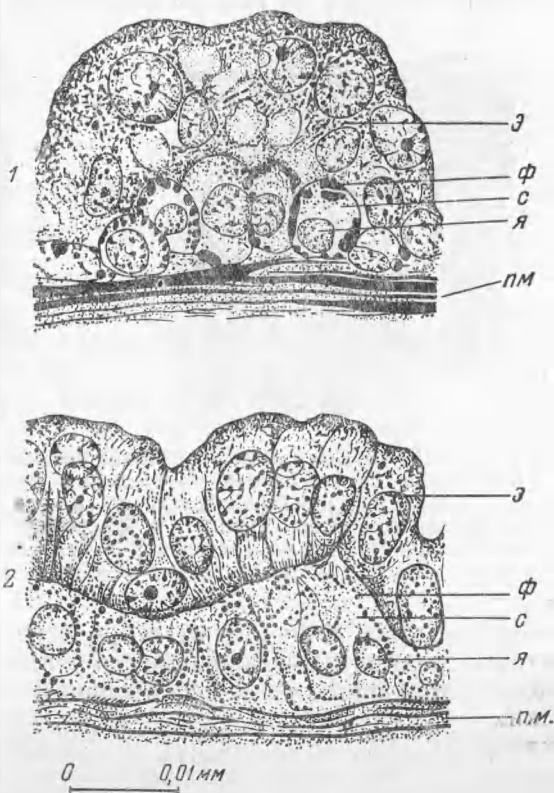


Рис. 2. Мускульные тяжи вторичной кольцевой мускулатуры *Eisenia foetida*. Обработка та же. 1 — стадия „мускульных трубок“; 2 — стадия расщепления фибриллы; я — ядро; с — саркоплазма; ф — фибриллы; э — эпителий; п. м. — продольная мускулатура

с другом клеток. В этих тяжах проходят немногочисленные фибриллы сначала тонкие, затем быстро увеличивающиеся в толщину. При развитии вторичной мускулатуры червей появляются симпластические мускульные тяжи с фибриллами на периферии, напоминающие „мускульные трубки“ поперечно-полосатой мускулатуры позвоночных и членистоногих на ранних стадиях ее развития (^{8, 9}).

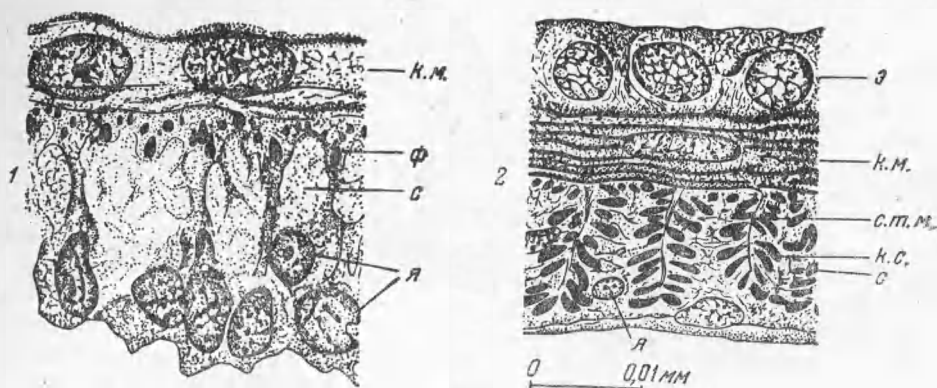


Рис. 3. Мускульные тяжи вторичной продольной мускулатуры *Eisenia foetida*. 1 — стадия возникновения комплексных мионов; обработка та же. я — ядро; ф — фибриллы; с — саркоплазма; к. м. — кольцевая мускулатура. 2 — стадия дифференциации киноплазмы и фибрилл; Ценкер, Маллори. я — ядро; к. с. — киноплазматический столбик; с — саркоплазма; к. м. — кольцевая мускулатура; с. т. м. — соединительная ткань миона

Киноплазма и фибриллы в процессе развития тесно связаны между собой. Соединительнотканевые фибриллы мионов и комплексных мионов появляются после того, как вторичная мускулатура начинает работать.

Научно-исследовательский институт зоологии
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Поступило
5 VII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Ковалевский, Мém. de l'Acad. Imp. des Sc. de S. Pétersb., sér. 7, 16, 2f (1871). ² E. Wilson, Journ. Morphol., 3, 387 (1889). ³ R. Bergh, Zs. f. wiss. Zool., 50, 469 (1890). ⁴ C. Prosser, Journ. Comp. Neurol., 58, 603 (1933). ⁵ Е. Бабурина, ДАН, 72, № 1 (1950). ⁶ П. Светлов, Тр. особ. зоол. лаб. АН СССР, сер. 2, № 13, 95 (1928). ⁷ C. McGill, Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol., 24, 209 (1908). ⁸ В. Шмидт, Zs. f. mikr. Forschung, 8, 97 (1927). ⁹ Th. Moroff, Zool. Jahrb., Abt. Anat. u. Ontog., 34, 473 (1912). ¹⁰ Е. И. Смирнова, Диссертация, МГУ, 1949.