

МЕХАНИКА РАЗВИТИЯ

С. ЮДИЦКАЯ

**РОСТ И ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ЭМБРИОНАЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ  
КОНЕЧНОСТЕЙ ЦЫПЛЕНКА**

*(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 17 IX 1938)*

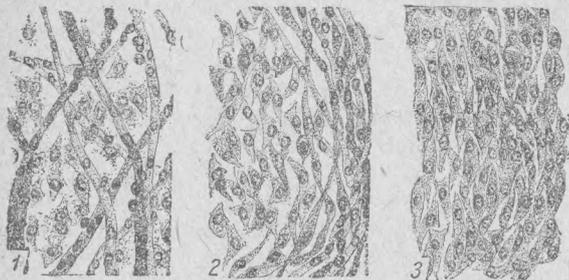
Изучение превращения элементов соматической мускулатуры и их дифференцировки вне организма имеет большое значение, так как облегчает понимание регенерации и гистогенеза поперечно-полосатых мышц. Рост *in vitro* эмбриональной мышцы установлен многими: Гаррисоном и Гольтфрегером на эмбрионах амфибий, Льюисами, Леви, Оливо и др. на эмбрионах курицы. Хлопин допускает и рост ювенальных мышц кролика. Большинство авторов описывает в зоне роста культуры появление длинных многоядерных тяжей со вздутиями на конце. При последующих пассажах они исчезают, и культура постепенно становится совершенно однородной. Леви полагает, что мышца в культуре ткани дедифференцируется и, распадаясь на миобласты, превращается в мезенхимную ткань.

Хлопин думает, что дедифференцирующиеся мышечные волокна могут продолжительное время сохраняться в культуре в виде индифферентных миобластов; мышечная же ткань более поздних эмбрионов не дедифференцируется, а превращается в особые симпластические структуры. Для решения вопроса, что же представляют собой клетки, получаемые в конце концов в культурах вне организма, и было предпринято это исследование.

**Материал и метод.** Объект: куриные эмбрионы от 10 до 18 дней инкубации. Культуры ставились из мускулатуры конечности по классическому методу. Среда обычная. Каждые 72 часа производилось вырезание культуры, причем по возможности удалялась вся зона роста. Наибольший срок культивирования—24 дня—7 пассажей. Фиксация производилась жидкостью Carnoy, Максимова и Susa. Окраска—гематоксилином Карагги и железным гематоксилином по Гейденгайну. Тональные препараты и срезы приготавливались из культур различного возраста.

**Собственные наблюдения.** Рост мышечной ткани начинается сейчас же после высадки. В зону роста, образованную мезенхимными элементами, начинают от центра, где мышечные волокна разошлись в разных направлениях и образуют своеобразные сплетения, вращать широкие многоядерные мышечные ленты. Вокруг кусочка они загибаются с тенденцией располагаться концентрическими кругами. Дальше от центра они растут радиально. Эти мышечные ленты часто имеют на концах булавовидные расширения, в которых скопляется большое количество округлых ядер. Подобные образования, как уже отмечалось многими, весьма характерны для первых дней роста поперечно-полосатой мышцы *in vitro*. Они простираются на довольно большое расстояние,

дают боковые ответвления, которыми могут анастомозировать друг с другом, и придают всей культуре характерный вид. Ядра в них невелики; по большей части они округлы, но встречаются и вытянутые. Ядра относительно бедны хроматином и содержат одно или два хорошо выраженных ядрышка. Иногда ядра могут, располагаясь друг за другом в цепочку, распределяться равномерно по длине волокон; но чаще всего они собираются группами. Такие группы особенно типичны для расширяющихся булавовидных концов мышечных тяжей, которые иногда бывают сплошь заполнены ядрами. В тех участках,



Фиг. 1.—Изменения мышечной ткани в центре культуры. 1—1-й пассаж; 2—3-й пассаж; 3—7-й пассаж.

где ядра расположены по поверхности, протоплазма приподнимается над ядром, образуя бугорок. В дальнейшем количество протоплазмы вокруг ядра увеличивается, ядро вытягивается сильнее, и этот участок отшнуровывается от волокна, давая самостоятельную клетку—миобласт.

Миобласты отшнуровываются как от самого волокна, так и от булавовидных расширений. Процесс этот в первые дни жизни *in vitro* протекает чрезвычайно интенсивно. Повидимому отделение миобластов происходит не только в зоне роста, но и в центре эксплантата, где все промежутки между мышечными волокнами

сплошь заполнены клетками, такими же, как в зоне роста. Отшнуровывающиеся миобласты могут отличаться друг от друга по своему характеру: то это довольно мелкие клетки с округлым ядром и темной протоплазмой, то это длинные узкие веретеновидные элементы. Наконец иногда, уже в момент отделения от волокна, расплываясь по стеклу или слюде, они уплощаются и становятся похожими на мезенхимные элементы. Отделяющиеся миобласты усиленно размножаются. Таким образом уже в первые дни жизни *in vitro* поперечнополосатая мышечная ткань представлена не только синцитиальными многоядерными структурами, но и отдельными клеточными элементами—миобластами. При дальнейшем культивировании последний тип роста, который можно назвать миобластическим, начинает преобладать, в то время как синцитиальные структуры постепенно исчезают.

Наряду с широкими многоядерными тяжами с булавовидными расширениями в зоне роста встречаются длинные тонкие волокна, содержащие узкие вытянутые ядра и имеющие заостренные концы. От них также могут отделяться узкие веретеновидные миобласты. Количество таких волокон вначале невелико, зато на 2-м, 3-м пассаже число их значительно увеличивается, между тем как широкие тяжи с многоядерными почками исчезают.

Наряду с широкими многоядерными тяжами с булавовидными расширениями в зоне роста встречаются длинные тонкие волокна, содержащие узкие вытянутые ядра и имеющие заостренные концы. От них также могут отделяться узкие веретеновидные миобласты. Количество таких волокон вначале невелико, зато на 2-м, 3-м пассаже число их значительно увеличивается, между тем как широкие тяжи с многоядерными почками исчезают.



Фиг. 2.—Изменения мышечной ткани в зоне роста культуры. 1—1-й пассаж; 2—3-й пассаж; 3—7-й пассаж.

зают. На 2-м пассаже еще можно изредка встретить многоядерный синцитий, начиная же с 3-го пассажа, он как правило отсутствует. Теперь в культуре остаются одни узкие вытянутые волокна и миобласты. Эти волокна бывают очень длинны и могут тянуться от центра эксплантата до самой периферии зоны роста. Они часто изгибаются, располагаются в самых разнообразных направлениях, иногда, в периферии зоны роста, даже перпендикулярно к радиусу. Иначе дело обстоит со свободными миобластами. Интенсивно размножаясь, они вновь соединяются в синцитий, уплощаются и становятся похожими на мезенхимные элементы. Однако они обладают некоторыми особенностями, не присущими фибробластам.

Длинные мышечные волокна постигает та же судьба, что и широкие многоядерные тяжи: они в последующих пассажах распадаются на миобласты. Таким образом, начиная с 4-го, 5-го пассажа, культура приобретает однородный характер, который при последующих пассажах уже не меняется. Вся зона роста состоит из отдельных уплощенных элементов, соединенных друг с другом своими протоплазматическими отростками. В центре культуры уже не видно волокон: там мы находим плотные скопления клеток, располагающихся концентрически. Эти клетки по видимому той же природы, что и элементы зоны роста.

Мы считаем, что клетки на этой стадии в основной своей массе суть миобласты, упростившиеся в особых условиях жизни *in vitro*. Внешне они весьма сходны с мезенхимными элементами, однако сохраняют некоторые особенности, присущие только миобластам, именно постоянно наблюдаются случаи фрагментации их ядер: в 6-, 7-пассажных культурах в зоне роста можно часто встретить двух- и трехядерные элементы; иногда же в клетке, лежащей с края зоны, можно видеть и несколько ядер, которые лежат плотной группой и очень напоминают ядерное скопление синцитиальных структур первых дней культивирования.

**В ы в о д ы:** 1. Поперечно-полосатая мышца из мускулатуры конечности 11—18-дневного куриного эмбриона способна к росту *in vitro*.

2. В первые же дни поперечно-полосатая мышца растет как в виде синцитиальных многоядерных структур, так и в виде отдельных миобластов, отделяющихся от мышечных волокон.

3. При дальнейшем культивировании синцитиальные структуры постепенно исчезают, уступая место миобластическому типу роста.

4. Начиная с 4-го пассажа, культура становится однородной. Основная масса клеточных элементов есть упростившиеся миобласты. В последующих пассажах характер культуры не меняется.

5. Упрощенные миобласты сохраняют способность к фрагментации ядра, что особенно хорошо видно на дистальном конце зоны роста.

6. Проведенные исследования позволяют нам согласиться с взглядом, высказанным Хлопиным, согласно которому поперечно-полосатая эмбриональная мышца вне организма распадается на индифферентные миобласты. Однако на куриных эмбрионах мы не смогли заметить разницы в поведении мышцы *in vitro* в зависимости от возраста эмбриона. Распадение на миобласты мы можем констатировать как для 11-дневных, так и для более поздних, 18-дневных, эмбрионов.

Лаборатория гистогенеза  
Института эволюционной морфологии.  
Академия Наук СССР.

Поступило  
21 IX 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> L. Burkhardt, Arch. f. exp. Zellforsch., XVIII, N. 4 (1936). <sup>2</sup> H. Gehlen, Arch. f. Entwickl.-Mechanik, 135, 609 (1937). <sup>3</sup> G. Levi, Ergebnisse d. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, 31 (1934). <sup>4</sup> E. Friedheim, Arch. f. exp. Zellforsch., XI, 3 (1931). <sup>5</sup> Н. Хлопин, Арх. анат., гист. и эмбриол., XV, 2 (1936).