

В. Б. ПОТАПОВА, Н. А. АРТЕМЯН

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПРЕДСЕРДНЫХ ГРАНУЛ

В предыдущих работах нами была показана структурная организация предсердных гранул, их реакция на некоторые виды повреждения миокарда и особенности восстановления в процессе регенерации миокардиальных клеток [1,2]. Наблюдение за восстановлением предсердных гранул показало, что новообразование их связано с активизацией ядерной оболочки и возникновением множественных зон аппарата Гольджи. Для выяснения того, является ли такой способ гранулообразования универсальным, т. е. повторяет ли он и в какой мере генез этих структур в эмбриональном периоде, мы решили изучить становление предсердных гранул в эмбриогенезе и в течение первого месяца постнатального периода, поскольку в это время, по данным некоторых исследователей [4, 9], происходит окончательная дифференцировка клеток сократительного миокарда.

Материал и метод. Изучался миокард ушка левого предсердия 14—18- и 22-дневных эмбрионов белых крыс, новорожденных животных и через 1, 5, 10, 15, 20 и 30 суток после рождения. Всего исследовано 45 сердец. Кусочки ткани фиксировались четырехокисью осмия по Кофилдсу в течение 30—60 мин., быстро обезвоживались в спирте возрастающей концентрации и заливались в предполимеризованный метакрилат. Ультратонкие срезы после двойного контрастирования уранилацетатом и цитратом свинца по Рейнольдсу просматривались в электронном микроскопе УЭМБ-100Б.

Результаты исследования показали, что у 14-дневных эмбрионов миоциты находятся на стадии активно протекающих процессов дифференцировки. Это небольшие по размерам клетки полигональной формы, контакты между которыми осуществляются с помощью десмосом. Значительную часть каждого миоцита занимает одно крупное ядро с мелкозернистым, довольно рыхло распределенным хроматином и 1—3 активными ядрышками. Иногда ядрышки смещаются к периферии ядра, тесно прилегая к ядерной оболочке, имеющей весьма характерный вид — неровный контур ее наружной мембраны ограничивает неравномерно расширенное перинуклеарное пространство.

Преимущественно у одного полюса ядра наружная мембрана образует локальные выпячивания, отделяющиеся от нее в виде мелких везикул, располагающихся чаще беспорядочно. Лишь иногда они выстраиваются в цепочку и сливаются по 2—3, образуя короткие расширенные ламеллы. Среди этих структур обнаруживаются профили шероховатого ретикулума, свободные рибосомы, гранулы гликогена.

Ни в этой зоне, ни в других участках миоцитов предсердные гранулы обнаружены не были. Для миокардиальных клеток этого срока эмбрионального развития характерна разностадийность дифференцировки миофибрилл. Наиболее сформированные из них представлены единичными образованиями, состоящими из небольшого числа рыхло упакованных филаментов. В них не всегда выявляется четкое деление на саркомеры, а вещество Z-полос имеет глыбчатую структуру. Значительная часть миофибриллярного вещества выявляется в виде конгломератов средней электронной плотности, в которых иногда видны тонкие нитчатые образования.

Митохондрии в таких клетках имеют преимущественно средние и мелкие размеры, небольшое количество крист и светлый матрикс. Часто встречаются перешнуровывающиеся формы. В некоторых миоцитах вблизи митохондрий располагаются сферической формы тельца с неравномерно плотным содержимым. По размерам они соответствуют мелким митохондриям.

У 18-дневных эмбрионов уровень дифференцировки миокардиальных клеток значительно выше. Это проявляется как расширением клеточных контактов, так и становлением внутриклеточных структур. По периферии миоцитов располагаются неширокие, но вполне сформированные миофибриллы с четким делением на саркомеры. В более центральных участках клетки видны пучки рыхло расположенных миофиламентов.

Конгломераты белкового вещества почти не встречаются. Митохондрии существенно не меняются в структуре, однако расположение их начинает приобретать определенный порядок в соответствии с направлением сформированных миофибрилл. В околоядерной области много щитогранул, количество шероховатого ретикулума уменьшается. Ядерная оболочка по-прежнему активна. Отходящие от нее везикулы в большом количестве располагаются вблизи ядра. Ламеллы, образующиеся в результате их слияния, удлиняются, складываются в параллельные ряды, приобретая отчетливые признаки аппарата Гольджи (рис. 1).

У обоих концов ламелл находятся везикулы разного диаметра. В наиболее крупных из них отмечается уплотнение периферического отдела. Рядом с такими везикулами обнаруживаются единичные, круглой формы образования (0,08—0,3 μ) в диаметре с мелкозернистым содержимым.

К концу эмбрионального периода (22 дня) дифференцировка миокардиальных клеток все более усложняется. Однако еще достаточно отчетливо выражена разная степень сформированности клеточных структур, особенно миофибрилл. Усложняются контакты между клетками, приобретая вид вполне сформированных вставочных дисков. По сравнению с предыдущими сроками ядро занимает меньшую часть клетки. Околоядерная область богата структурами, среди которых особое место занимает аппарат Гольджи. Он состоит из длинных тонких ламелл, упакованных по 2—3 в каждом комплексе. Со всех сторон ламеллы окру-

жены различного размера везикулами, содержимое которых либо оптически прозрачно, либо в различной степени уплотнено. Иногда уплотнение содержимого отмечается в расширенных концах ламелл, которые впоследствии отшнуровываются. В области аппарата Гольджи и вокруг него выявляется значительное количество телец круглой формы, соответствующих предсердным гранулам взрослых животных, но имеющих более рыхлую структуру и несколько меньшие размеры (рис. 2).

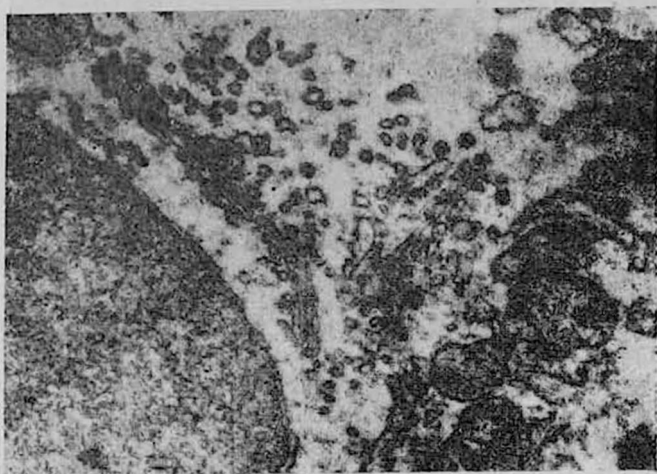


Рис. 1. Формирование вблизи ядра комплекса Гольджи. Ув 15000.

В первые дни постнатального развития количество гранул в миокардиальных клетках значительно увеличивается, некоторые из них укрупняются и уплотняются.

Расположение гранул не ограничивается околю ядерной областью, они встречаются и между миофибриллами, и под сарколеммой.

Структура их неоднородна, контуры четкие, ровные. В силу плотности содержимого не всегда удается рассмотреть окружающую их мембрану.

На 10—15-й день постнатального развития дифференцировка миоцитов в целом продолжает усложняться. Несколько выравнивается степень сформированности миофибрилл, увеличиваются в размерах митохондрии, повышается плотность упаковки их кристами. К этому времени заметно меняется морфология аппарата Гольджи—среди везикул начинают преобладать крупные, а ламеллы становятся короче. Диаметр гранул и плотность их содержимого все более приближаются к таковым в сформированных миоцитах, так что на 20—30-е сутки жизни животного они полностью соответствуют предсердным гранулам взрослых особей (рис. 3).

Аппарат Гольджи в эти сроки выявляется в несколько редуцированном виде—уменьшено общее число везикул, ламеллы укорочены, иногда видна их фрагментация. В таком виде комплекс Гольджи встречается не только около ядра, но и в других участках миоцитов.

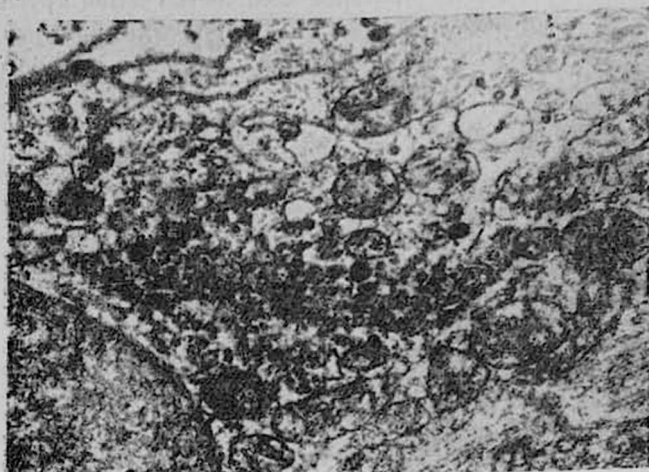


Рис. 2. Формирование первых гранул в везикулах комплекса Гольджи.
Ув. 12000.

Обсуждение. Предсердные гранулы возникают в миоцитах предсердия на определенной стадии развития сердца, что соответствует данным некоторых авторов.

Время их образования определяется [3—8] возникновением аппарата Гольджи, который формируется в околоядерной области в тесной связи с активной наружной ядерной мембраной. Как только аппарат Гольджи достигает определенной степени дифференцировки, в его везикулах появляются первые признаки образования гранулярных структур—уплотнения периферических отделов с последующим накоплением плотного вещества с мелкочаечистым рисунком.

В наших исследованиях начало образования аппарата Гольджи относится к 14-му дню эмбрионального периода. Дифференцировка его компонентов сопровождается появлением единичных сформированных и формирующихся гранул на 18-е сутки развития. В последующие дни количество их быстро увеличивается.

Процесс гранулообразования не заканчивается в течение эмбрионального периода развития сердца. Во многих миоцитах он продолжается после рождения и завершается лишь к месяцу постнатального развития. Во всех клетках этот процесс связан всегда с высоко дифференцированным аппаратом Гольджи, который несколько редуцируется по мере завершения гранулообразования.

Таким образом, формирование предсердных гранул связано с дифференцировкой и функцией определенных клеточных структур. Этот путь можно представить себе в такой последовательности:

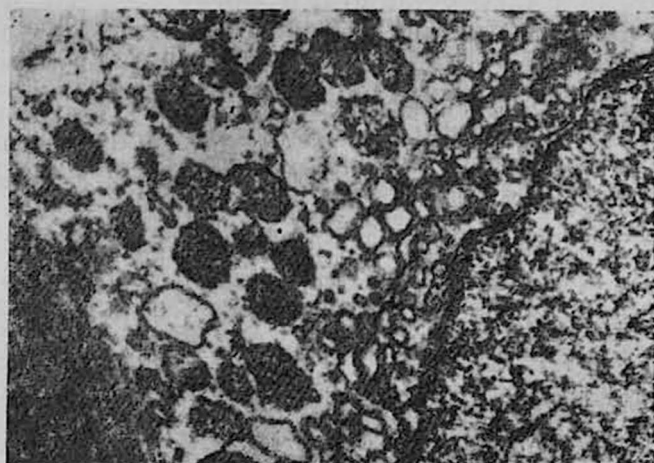


Рис. 3. Сформированные гранулы в околоядерной области. Ув. 18000.

Ядерная оболочка → аппарат Гольджи → предсердные гранулы.

Прослеженный нами ранее путь восстановления гранулярного аппарата клетки в ответ на повреждение миокарда полностью соответствует пути становления этих структур в эмбриогенезе [4,9].

Ин-т кардиологии
МЗ Арм. ССР, г. Ереван

Поступило 20/X 1975 г.

Վ. Բ. ՊՈՏԱՊՈՎԱ, Ն. Ա. ԱՐՏԵՄՅԱՆ

ՆԱԽԱՍՐՏԵՐԻ ԳՐԱՆՈՒԼԱՆԵՐԻ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄԱՍԻՐՈՒՄԸ
ԷԼԵԿՏՐԱՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԱՑԻՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հեղինակները ցույց են տվել նախասրտային գրանուլաների կազմավորումը, սաղմնային և ոչ սաղմնային զարգացման ընթացքում:

Ապացուցված է ուրիշ բջջային կոմպոնենտների մասնակցությունը նախասրտային գրանուլաների կազմավորման ժամանակ:

V. B. POTAPOVA, N. A. ARTEMIAN

ELECTRONOMICROSCOPIC STUDY OF AURICULAR GRANULES FORMATION

S u m m a r y

The authors have shown the formation of auricular granules in the embryonal and postnatal periods. The participation of other cellular components in the formation of specific auricular granules was noticed.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Потапова В. Б., Артемян Н. А. Кровообращение, 1973, VI, 2, 3.
2. Потапова В. Б., Артемян Н. А. Кровообращение, 1974, VII, 5, 16.
3. Румянцев П. П. Архив анатом., гистол. и эмбр., 1967, 3, 67.
4. Hibbs R. S., Ferran S. V. Am. J. Anatom., 124, 1969, 251.
5. Jamieson J., Palade G. J. Cell. Biol. 23, 1964, 151.
6. Kisch B. Exptl. Med. and Surg. 23, 1, 1965, 1.
7. Manasck T. J. J. Cell. Biol., 43, 3, 1969, 605.
8. Schieblek T. H., Wolff H. H. Z. Zellforsch, 69, 1966, 22.
9. Palade G. The Anatom. Record. 139, 1961, 262.
10. Schieblek T. H., Wolff H. H. Z. Zellforsch, 69, 1966, 22.