

Е. Д. ЛОГАЧЕВ

## О СТРОЕНИИ И РАЗВИТИИ ИЗВЕСТКОВЫХ ТЕЛЕЦ У ЛЕНТОЧНЫХ ГЕЛЬМИНТОВ

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 10 VIII 1951)

В соединительной ткани (паренхиме) ленточных гельминтов встречаются отложения солей кальция, представленные так называемыми известковыми тельцами<sup>(1)</sup>. Последние располагаются как в наружном (корковом), так и во внутреннем (мозговом) слоях паренхимы и представляют собой особые морфологические образования, приспособленные для связывания углекислого газа при аноксибиотических процессах<sup>(2)</sup>, а также, вероятно, служат для нейтрализации кишечных кислот, или же являются местом отложения конечных продуктов метаболизма<sup>(3)</sup>.

Считается установленным, что известковое тельце представляет собой включение, состоящее из отложений солей кальция, вокруг которого имеется тонкий слой протоплазмы с ядром<sup>(4, 5)</sup>.

Своеобразие известковых телец, отсутствие данных об их морфологии и развитии заставило нас заняться изучением вопросов строения и развития этих элементов соединительной ткани ленточных гельминтов. Для исследования были взяты зрелые членики частого паразита овец *Thysanotria ovilla* (Rivolta, 1878), фиксированные нейтральным формалином во избежание частичной декальцинации. Срезы толщиной 10—14  $\mu$  приготавливались на замораживающем микротоме и, помимо обычных окрасок, обрабатывались серебром по способу Косса<sup>(6)</sup> с целью выявления солей кальция.

Очень хорошие результаты окраски известковых телец получились при обработке срезов по способу Ачукарро. При этом, наряду с аргирофильными волокнами паренхимы, известковые тельца, а также клетки, содержащие кальциевые включения, окрашивались в различные тона — от темножелтого до коричневого, в зависимости от величины концентрации солей кальция.

В паренхиме зрелых члеников *Th. ovilla* встречается значительное количество известковых телец, причем большинство их локализуется в корковом слое; в мозговом они всегда бывают единичные. Форма их обычно круглая или овальная. По своему строению известковые тельца не представляют однородной группы, а именно: одни из них находятся на более ранних стадиях формирования и характеризуются небольшим содержанием солей кальция, другие содержат значительное количество известковых включений, третьи представляют уже крупную клетку с огромной известковой конкрецией и небольшим ободком протоплазмы вокруг нее и, наконец, встречаются «голые» известковые тельца, не имеющие на поверхности никаких следов протоплазмы.

Последняя группа представляет собой сформированные, закончившие свое развитие истинные известковые тельца, тогда как первые три кате-

горин следует именовать «известковыми клетками», поскольку соли кальция у них находятся еще в виде включений в протоплазме. По мере формирования известковых телец размер клеток, накапливающих соли кальция, постепенно увеличивается — от 7,8 до 18,72  $\mu$ ; величина сформированных известковых телец не превышает 20  $\mu$ .

Изучая последовательные изменения структуры известковых клеток в зависимости от увеличения в них содержания солей кальция, мы пришли к заключению, что начало известковым клеткам дают подвижные клетки паренхимы — макрофаги-амебоциты. Последние располагаются в большинстве случаев в периферических отделах коркового слоя паренхимы, а иногда непосредственно под субкутикулярным клеточным слоем. Они имеют овальную или круглую форму тела, светлое пузырьковидное ядро, в котором отчетливо заметно темное ядрышко (см. рис. 1, А). Размер макрофагов колеблется от 6,24 до 7,5  $\mu$ .

Расположение их под субкутикулярным клеточным слоем, наличие светлого пузырьковидного ядра с ядрышком, а также изменение их формы тела от овальной до круглой не оставляют сомнения в их возникновении из камбиального субкутикулярного слоя паренхимы, подобно возникновению из него зернистых амебоцитов, как это описывалось нами раньше (7).

Затем часть макрофагов погружается в глубь слоя паренхимы и претерпевает ряд своеобразных изменений, заключающихся в том, что клетка начинает постепенно накапливать соли кальция. Характерно, что отложение кальция начинается в ядре. Ядро темнеет и в нем вокруг ядрышка появляется слой отложения солей кальция (рис. 1, Б).

Следующий этап развития известковой клетки проявляется в увеличении отложения кальциевых солей в ядре: оно прокрашивается более интенсивно и в нем становятся заметными несколько слоев отложения солей кальция (рис. 1, В) и, наконец, ядро совершенно петрифицируется и интенсивно чернится серебром (рис. 1, Г) так, что концентрические слои в нем становятся совершенно неразличимыми. После этого известка начинает откладываться концентрическими слоями вокруг петрифицированного ядра (рис. 1, Д, Е, Ж). Клетка увеличивается в размерах в результате все большего наслоения концентрических отложений известка и достигает такого состояния, когда петрифицированное ядро в центре становится неразличимым, а вокруг известковой конкреции остается ободок хорошо выраженной протоплазмы (рис. 1, З). Вероятно, ободок протоплазмы в известковой клетке способен к изменениям своей формы, т. е. к выпячиванию и к контракционному сокращению отдельных своих участков, ибо такие клетки, как показанные на рис. 1, Ж, наблюдались довольно часто.

Нам никогда не удавалось видеть у *Th. ovilla* в этом ободке протоплазмы известковой клетки ядра, как это описывают Г. Гофман (4) и К. Шнейдер (5); все наши данные говорят, наоборот, о том, что отложение солей кальция всегда начинается в расположенном в центре клетки ядре.

Известковые конкреции в клетках, по всей вероятности, со временем пропитываются еще органическими веществами, поскольку при обработке серебром по Коссу многие из них уже не обнаруживают концентрических наслоений, а диффузно закрашиваются в черный цвет (рис. 2). Как известно, реакция Косса в присутствии органических веществ идет более интенсивно.

Последующие преобразования известковых клеток проявляются в изменениях со стороны ободка протоплазмы вокруг известковой конкреции. Вначале ободок протоплазмы не содержит включений кальциевых солей и выглядит совершенно гомогенным (рис. 2, А), затем они начинают выявляться в виде зерен различной величины: от пылевидных до довольно крупных гранул (рис. 2, Б, В, Г, Д). Иногда эти известковые гра-

нулы имеют тенденцию к концентрическому расположению (рис. 2, В).

После того как ободок протоплазмы оказывается сплошь заполненным зернами кальциевых солей (рис. 2, Е), он начинает подвергаться распаду (рис. 2, Ж), и наконец, совершенно разрушившись, освобождает известковую конкрецию, которая теперь располагается свободно и является истинным («голым») известковым тельцем, закончившим свое развитие (рис. 2, З).

Таким образом, путь формирования известкового тельца у *Th. ovilla* протекает по следующим этапам: 1) образование макрофага из камбиальных элементов; 2) петрификация ядра макрофага; 3) отложение солей кальция в протоплазме и возникновение известковой клетки; 4) увеличение известковой клетки в размерах в результате постоянного концентрического наслоения солей кальция; 5) петрификация протоплазматического слоя известковой клетки; 6) распад протоплазматического слоя и освобождение «голого» известкового тельца.

В заключение необходимо отметить, что макрофаги соединительной ткани (паренхимы) ленточных гельминтов, образуясь из камбиальных элементов, развиваются в двух направлениях, а именно: одни из них дифференцируются в направлении осуществления трофической функции — зернистые амебоциты (<sup>7</sup>), а другие — в направлении обеспечения дыхательной функции, как видно на примере образования известковых телец. Такая функциональная специализация (дивергенция) макрофагов ленточных гельминтов обусловлена особыми условиями существования этих паразитических организмов.

Омский сельскохозяйственный институт  
им. С. М. Кирова

Поступило  
10 VIII 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> К. И. Скрябин и Р. С. Шульц, Основы общей гельминтологии, 1940.  
<sup>2</sup> Х. С. Коштоянц, Усп. совр. биол., 4, 6, 469 (1935). <sup>3</sup> Л. А. Зенкевич (ред.), Руководство по зоологии, 1, 1937. <sup>4</sup> Г. Гофман, Руководство к практическим занятиям по сравнительной гистологии, 1937. <sup>5</sup> К. С. Schneider, Lehrbuch der vergleichenden Hystologie der Tiere, 1902. <sup>6</sup> Д. Глик, Методика гистологии и цитохимии, 1950. <sup>7</sup> Е. Д. Логачев, ДАН, 77, № 1 (1951).