

ЦИТОЛОГИЯ

Н. С. СТРОГАНОВА

**АМИТОЗ ПРИ СПЕРМАТОГЕНЕЗЕ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

*(Представлено академиком А. И. Абрикосовым 6 VI 1952)*

Сперматогенез как процесс, изучение которого имеет существенное, общеприкладное значение, пристально исследовался многими авторами. Однако господство вейсмано-моргановских взглядов в биологии определило крайне односторонний подход к изучению развития спермиев: митоз, редукционное деление, число хромосом составляли главный предмет внимания.

Это обстоятельство, а также применявшаяся методика изучения клеток на срезах привели к утверждению, что нормальный сперматогенез может идти только путем митотического деления.

Поиски литературы в этом направлении показали, что фундаментальные работы 90-х годов прошлого столетия гистологов Карнуа и Жильсона по сперматогенезу у членистоногих, описавших амитоз, как столь же законную форму размножения и развития половых клеток, как и митоз, были сознательно или бессознательно забыты.

Наши наблюдения были проведены не на срезах, а путем исследования живого содержимого семенников лабораторных животных и препаратов-отпечатков из той же ткани.

Данные методики обладают для цитологических наблюдений большими преимуществами перед методом изучения срезов, так как в этом случае производятся наблюдения живых клеток ткани, распавшейся на отдельные клетки, и препарата, состоящего, только из одного слоя заведомо целых клеток. Клетки на препаратах-отпечатках прекрасно сохраняются, избирательно красятся азур-эозином, давая многокрасочные картины с такими деталями, которые на обычных препаратах выявляются с большим трудом. Микрофотографии клеток с препаратов-отпечатков удаются очень легко. Для получения более полной картины отпечатки брались из нескольких мест обоих семенников.

Наблюдения над живыми клетками и приготовление препаратов-отпечатков весьма облегчается тем, что клетки, изучению которых посвящена эта работа, обладают плотной упругой оболочкой и находятся в ткани в разрозненном, механически почти не связанном между собой состоянии. Вследствие этого клетки легко переходят на предметное стекло, не повреждаясь.

Для прижизненных наблюдений содержимое семенника разбавлялось на стекле физиологическим раствором и накрывалось покровным стеклом.

Наблюдения велись на нагревательном столике, укрепленном на фазово-контрастном микроскопе при температуре 37°, а также при комнатной температуре. Наилучшая видимость и контрастность дости-

гается при наблюдениях с бинокулярной насадкой, при фазовом иммерсионном объективе  $90\times$  (см. микрофото, рис. 1—4).

Как на живом материале, так и на препаратах-отпечатках нами были отмечены, кроме одноядерных сперматогоний, сперматогонии, содержащие 2, 3 и 4 ядра, кроме одноядерных сперматоцитов, сперматоциты, содержащие от 2 до 5 ядер, и кроме одноядерных сперматид, сперматиды, содержащие от 2 до 10 ядер.

Количество многоядерных клеток по отношению к одноядерным клеткам и клеткам, находящимся в стадиях митоза, подсчитанное на препаратах-отпечатках семенников трех крыс, показало, что число многоядерных клеток достаточно велико и в среднем составляет около 5—6% для сперматоцитов и около 10% (от 6,5 до 22%) для сперматид. Количество многоядерных сперматогоний также велико, но нами не подсчитано. Клетки в состоянии митоза составляют от 2 до 14%. Двухъядерные клетки встречаются значительно чаще, чем многоядерные (при подсчетах учитывались только клетки с хорошо видимым контуром протоплазмы и без дефектов строения; всего было просчитано около 3000 клеток).

Дальнейшее изучение содержимого семенников, находившихся на полноценном питании половозрелых и имевших потомство крыс, мышей и кроликов, показало, что многоядерные клетки встречаются в семенниках всех обследованных нами животных (всего было обследовано 13 крыс, 5 мышей, 2 кролика). На препаратах можно также наблюдать прямое деление ядер сперматоцитов.

Ввиду попыток отнести ранее наблюдавшиеся различными авторами случаи амитозов половых клеток за счет дегенеративных изменений<sup>(3)</sup>, приходится особо указать, что никаких признаков дегенерации, а также отклонений от обычного строения ядра, плазмы и всей клетки (кроме большей массы самой клетки) у многоядерных клеток, а также клеток в состоянии амитоза ядер нами не наблюдалось.

Чаще всего ядро делится на две равные половины, в значительно более редких случаях можно встретить картины фрагментации ядерной массы на несколько частей. Двухъядерный сперматоцит в состоянии фрагментации обоих ядер приведен на микрофото рис. 4. В таких случаях можно легко видеть, что каждый фрагмент ядра представляет собой будущее ядро сперматиды.

Повидимому, процесс прямого деления у сперматоцитов чаще всего ограничивается только ядром. Деление клетки при этом, как правило, не происходит, так как только в одном случае на живом материале и в одном на препарате-отпечатке удалось видеть прямое деление всей массы сперматоцита.

Отсутствие прямого деления всей клетки многоядерных сперматоцитов и возможность фрагментации их ядер при переходе к стадии сперматид может отчасти объяснить появление многоядерных сперматид, имеющих, правда в редких случаях, более 10 ядер.

Эти гигантские сперматиды, так же как и другие многоядерные и одноядерные клетки, прекрасно видны в живом состоянии и имеют форму шара без признаков разделения на отдельные клетки как в живом, так и фиксированном состоянии. Диаметр таких многоядерных клеток в живом их состоянии достигает 30—35  $\mu$  и больше; примерно таким же он остается и на препаратах-отпечатках.

Карнуа и Жильсон считали, что спермии могут образовываться прямо из таких гигантских многоядерных клеток без их разделения на одноядерные. Число выходящих из клеток спермиев, по их мнению, соответствует числу ядер, бывших в клетке. Авторы дают многочисленные рисунки и подробно разбирают этот процесс.

Не исключена возможность, что в жидком содержимом семенника наблюдаемая нами многоядерность клеток возникает, помимо амитоза

ядер, как результат слияния клеток при определенных условиях состояния плазмы и оболочек. Мысль о такой возможности возникает при изучении срезов ткани семенников, которое показывает, что если при помощи наших методов изучения многоядерность является правилом, то при наблюдении на срезах можно лишь в исключительных случаях быть уверенным, что имеет место двухъядерность сперматоцита или сперматиды. Обычно же или ядра имеют вокруг себя обособленную протоплазму и, следовательно, структуры представляются как одноядерные клетки, или невозможно решить, принадлежат ли ядра одной или разным клеткам.

На срезах нельзя обнаружить также многоядерность сперматогоний, хотя на отпечатках это явление встречается как правило. Однако очень вероятно, что последнее обстоятельство является результатом искажения на срезе действительной картины, так как ядра многоядерных сперматогоний часто лежат очень тесно в клетке, содержащей мало плазмы, и при обычной гистологической обработке могут еще более сближаться или слипаться вместе, давая впечатление одного ядра. Кроме того, границы между ядрами могут исчезать для наблюдателя, благодаря наложению ядер при различных поворотах клетки на срезе, чего почти никогда не бывает на плоскостном препарате-отпечатке.

Сравнение картин клеток на срезах и на отпечатках говорит о большей вероятности такого предположения. Это также относится и к сперматоцитам, но в этом случае, благодаря большему размеру ядра и объему плазмы, удастся и на срезах увидеть признаки амитоза ядер, но лишь зная, как это явление выглядит на отпечатке, и что оно вообще должно иметь место.

Еще одним доказательством возможности возникновения многоядерности клетки в результате амитозов ядер, а не случайного слияния отдельных клеток, является полная близнецовость ядер многоядерных клеток в огромном большинстве случаев. Азур-эозин дает большое многообразие оттенков окраски отдельных клеток; так же многообразны детали структуры как плазмы, так и ядра, получаемые на препаратах-отпечатках, в отличие от срезов, где индивидуальность клетки выражена во много раз слабее. Эта дифференцированная окраска дает возможность видеть, что при огромном разнообразии клеток ядра многоядерных клеток являются близнецами.

Близнецовость выражается иногда в таких деталях оттенка окраски структуры ядер и т. д., что не остается сомнения, что они являются частями одной и той же ядерной массы.

Несмотря на последнее обстоятельство, мы все же допустили, что слияние клеток возникает вследствие понижения температуры ткани,— хотя и кратковременного, и происходящего при этом увеличения поверхностного натяжения и изменения коллоидного состояния протоплазмы клеток. Специально поставленные исследования устранили возможность влияния температуры на появление многоядерности.

Приведенные нами наблюдения говорят о том, что при сперматогенезе у млекопитающих (так же как и у членистоногих) имеет место амитоз ядер половых клеток.

Прямое деление ядер сперматоцитов, наблюдавшееся нами многократно на препаратах-отпечатках, чаще всего происходит путем распада ядерной массы на две равные половины. Имеет место также фрагментация ядерных масс на несколько частей.

Ни по структуре, ни по характеру окрашивания ядра многоядерных клеток и ядра в состоянии амитоза не отличаются от ядер одноядерных клеток. То же самое относится и ко всей клетке. Отличием является большая масса многоядерной клетки и увеличенное по количеству ядер число клеточных центров и добавочных тел в ней.

Амитоз ядер на стадии сперматоцитов и на стадии перехода к сперматидам при отсутствии прямого деления всей клетки может приводить к образованию многоядерных сперматид.

Амитотическое деление ядер клеток спермиогенного эпителия у млекопитающих представляет собой обычное явление. Должна быть учтена его роль в процессе спермиогенеза и выяснено отношение к митотическому способу размножения половых клеток.

Поступило  
27 III 1952

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> G. Gilson, *La Cellule*, 1 (1884). <sup>2</sup> J. B. Carnoy, *ibid.*, 1, 191 (1885).  
<sup>3</sup> А. А. Заварзин, *Курс гистологии*, изд. 4, 1938, стр. 81.



Рис. 1. Двухъядерный сперматоцит кролика. Снимки сделаны с объективом 90 ×, окулярами 7 × или 15 × при различном растяжении фотокамеры. Окраска азур-эозином. Фиксация метиловым спиртом или смесью Никифорова

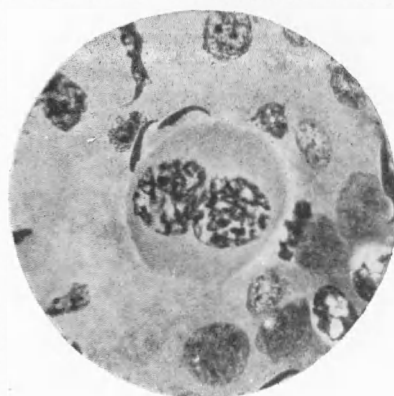


Рис. 2. Двухъядерный сперматоцит крысы (ядро еще не вполне разделилось)



Рис. 3. Сперматоцит с ядром в состоянии прямого деления (крыса). Рядом двухъядерная сперматогония

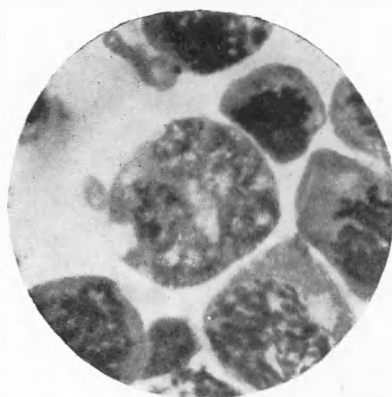


Рис. 4. Фрагментация ядерной массы сперматоцита на 5 частей (крыса)