Доклады Академии Наук СССР
1948 Том LIX, № 1

ЦИТОЛОГИЯ

Г. РОСКИН и М. СТРУВЕ

ЦИТОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОТЛИЧИЕ АМИТОЗА ОТ МИТОЗА

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузеном 15 IX 1947)

Как это ни удивительно, но вопрос о прямом делении клеток, как и 30—40 лет назад, остается одним из наиболее неясных в цитологии. Несомненно, что митоз является доминирующей формой деления клеток *Metazoa*, однако для целой группы клеток (или для их определенных стадий развития) типичной формой деления надо признать амитоз. Мы далеко еще не исчерпывающе знаем морфологию амитоза и почти ничего не знаем о цитофизиологических и микрохимических различиях клеток, делящихся митотически или амитотически.

Основной целью нашей работы являлся анализ роли цитоплазматической нуклеиновой (рибонуклеиновой) кислоты в клетках, делящихся амитотически. Такая постановка вопроса не случайна, так как работы Касперсона ([12]) и Браше ([10]) показали значение рибонуклеиновой кислоты в процессе митотически делящейся клетки. Метод выявления рибонуклеиновой кислоты, предложенный Браше, является легко выполнимым и весьма достоверным для решения целого ряда цитофизиологических проблем, в том числе и вопроса о значении рибонуклеиновой кислоты в быстрорастущих и размножающихся клетках ([5–8]).

На основании своих наблюдений Браше дает следующую картину изменения рибонуклеиновой кислоты в процессе митоза: в начале деления резко уменьшается количество рибонуклеиновой кислоты в цитоплазме, но она обнаруживается в ахроматиновой фигуре веретена; одновременно в ядре рибонуклеиновая кислота исчезающего ядрышка переходит в хромосомы; в телофазе наблюдается увеличение рибонуклеиновой кислоты в цитоплазме и появление ее в новом ядрышке при одновременном уменьшении рибонуклеиновой кислоты в хроматиновых элементах.

Эта схема Браше, в общем правильная, нуждается в ряде дополнений, которые были выявлены в исследовании, проведенном в нашей лаборатории Л. Б. Левинсоном и З. П. Канарской ([9]).

Для решения поставленной нами задачи необходимо было выбрать подходящий объект среди клеток, делящихся амитотически, что, как хорошо известно цитологам, представляет немалые трудности.

После ряда поисков мы избрали эпителий мочевого пузыря белой мыши. Этот объект уже неоднократно служил для изучения прямого деления. А. С. Догель ([2]), исследуя подробно эпителий мочевого пузыря ряда млекопитающих, нашел, что клетки поверхностного слоя, достигая относительно весьма большого размера, могут содержать по 2—3 и более ядер, причем эти ядра происходят путем прямого деления в отличие от клеток глубокого слоя, делящихся митотически. Работа Догеля была продолжена и развита А. В. Немиловым ([4]), который особо

подробно изучал мочевой пузырь белой мыши с помощью метода отпечатков: слизистая оболочка вскрытого пузыря, растянутого на пробке, прижималась к покровному стеклу, после чего стекло с прилипшими клетками погружалось в фиксатор и затем окрашивалось. Таким образом Немилов получал плоскостные препараты клеток верхнего слоя. Немилов описывает, что в результате прямого деления получаются многоядерные клетки, но деления клеточного тела не наблюдалось. Тот же объект был детально изучен В. Карповым ([3]).

Эпителий мочевого пузыря белой мыши состоит из трех слоев. В самом глубоком слое, ближе к соединительной ткани, лежат молодые, относительно небольшие клетки, в которых изредка можно найти стадии митоза. Клетки среднего слоя имеют большой размер. В этом слое можно наблюдать прямое деление ядер со всеми промежуточными стадиями ([3]). Эти клетки, переходя к поверхности, еще более увеличиваются. Форма поверхностных клеток различна. Вид плоских листков они имеют только в момент растяжения мочевого пузыря; в сократившемся пузыре эти клетки могут иметь значительную толщину и глубоко вдвигаться между клетками среднего слоя.

На наших препаратах, приготовленных по способу, указанному Немиловым, фиксированных жидкостью Гелли и затем обработанных для выявления рибонуклеиновой кислоты по методу Браше, мы могли наблюдать следующее. Клетки поверхностного слоя по сравнению с размерами нижележащих являются гигантскими. Цитоплазма содержит относительно небольшое количество диффузно распределенной рибонуклеиновой кислоты. Число ядер и их размер в разных клетках вариирует. Мы наблюдали клетки с одним, двумя, тремя, четырьмя и шестью ядрами. Форма ядер овальная, большей частью неправильная. Ядрышки относительно некрупные встречаются в различном числе: от одного до шести. Ядрышки очень богаты рибонуклеиновой кислотой и имеют большей частью сложное строение: внутри ядрышка видны тельца (иногда числом до трех), интенсивно окрашивающиеся пиронином. На препаратах нередко можно найти стадии амитотического деления ядер, хорошо видны перемычки ядер, находящихся в процессе деления.

Для решения нашей задачи существенно то обстоятельство, что в этих клетках с делящимися амитотически ядрами нельзя отметить каких-либо заметных изменений в количестве рибонуклеиновой кислоты.

Этот момент существенно отличается от явлений, связанных с митотическим делением: при амитозе рибонуклеиновая кислота на всех этапах этого процесса заметно не меняется и находится, повидимому, на одном и том же уровне, в отличие от циклических ее изменений в процессе митоза.

Важно отметить, что цитоплазма клетки нижнего слоя, размножающаяся митотически, резко выделяется богатством рибонуклеиновой кислоты от клеток поверхностных, где ядра делятся амитотически. Эти клетки, лежащие на одних и тех же препаратах, легко позволяют провести сравнение. Установив это отличие митотически и амитотически делящихся клеток, мы дополнили наши наблюдения над рибонуклеиновой кислотой цитохимическим исследованием аргинина по методу Серра ([14], [15]).

По данным Серра, аргинином особо богаты основные белки и в первую очередь гистоны. Используя этот метод, мы могли ранее установить на ряде объектов, что при митозе происходят совершенно определенные циклические изменения в количестве и распределении аргинина в клетке в разные моменты непрямого деления ядра ([5]).

С этой точки зрения мы подошли и к изучению клеток эпителия мочевого пузыря. Наши наблюдения показывают, что нельзя подметить каких-либо изменений в распределении или количестве аргинина в клетках с амитотически делящимися ядрами. Таким образом, и по измене-

ниям аргинина митотически делящиеся клетки отличаются (конечно, в пределах изученных нами объектов) от клеток с амитотически делящимися ядрами.

Все сказанное позволяет нам высказать предположение, что амитоз (или во всяком случае амитоз, не сопровождающийся разделением тела клетки) связан с совершенно определенным характером белковых компонентов цитоплазмы, о чем мы могли судить по реакции на аргинин и рибонуклеиновую кислоту. Можно выдвинуть гипотезу о своеобразии белкового метаболизма в клетках с амитотически делящимися ядрами и о своеобразии взаимоотношений в этом случае цитоплазматических и нуклеарных белков.

Наблюдение над рибонуклеиновой кислотой гигантских клеток эпителия мочевого пузыря позволяет сделать и другой вывод: значительное нарастание живой массы может происходить и в условиях, когда в клетках мы находим относительно малые количества рибонуклеиновой кислоты как в цитоплазме, так и в ядрышке (вопреки гипотезе Касперсона ([12])). Кроме того, мы видим огромное увеличение размеров клеток, которое протекает без заметных признаков гипертрофии ядрышка.

Указанные факты не укладываются в теорию белкового синтеза клетки, выдвинутую Касперсоном. Наконец, приведенные наблюдения позволяют высказать предположение о том, что, воздействуя тем или иным способом на белковый метаболизм клетки, мы сможем изменить тип ее деления. В этом мы видим объяснение опытов, которые, начиная с замечательной работы И. Герасимова ([1]), показали, что под влиянием определенных химических и физических факторов в некоторых клетках митотическое деление заменялось амитотическим.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
15 IX 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] И. Герасимов, Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир., нов. сер., 6,6 (1892). [2] А. Догель, Arch. mikr. Anat., 35 (1890). [3] В. Карпов, Исследования о прямом делении клеток, Диссертация, 1904. [4] А. Немилов, Anat. Anz., 23 (1903). [5] Г. Роскин и М. Струве, ДАН, 58, № 9 (1947). [6] Г. Роскин, ДАН, 49, № 4 (1945). [7] Г. Роскин и А. Гинзбург, ДАН, 43, № 3 (1944). [8] Г. Роскин и Т. Харлова, ДАН, 44, № 9 (1944). [9] Л. Б. Левинсон и З. П. Канарская, ДАН, 58, № 9 (1947). [10] J. Brachet, Embryologie chimique, 1944. [11] J. Brachet, Arch. de Biologie, 53 (1941). [12] T. Caspersson and L. Santesson, Acta Radiologia, Suppl. 46 (1942); Naturwiss., 29 (1941). [13] T. C. Caspersson, Chromosoma, 1 (1940). [14] J. A. Serra, Naturwiss., 32, 46 (1944); Port. Acta Biol., 1, 1 (1945). [15] J. A. Serra и A. Queiroz Lopes, Naturwiss., 32, 47 (1944); Chromosoma, 2 (1944a).