

Г. РОСКИН и М. СТРУВЕ

**ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РИБОНУКЛЕИНОВОЙ
КИСЛОТЫ И АРГИНИНА В ПРОЦЕССЕ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТКИ**

(Представлено академиком Л. А. Орбели 2 IX 1947)

До последнего времени процесс деления клетки остается весьма мало изученным с точки зрения тех микрохимических изменений, которые протекают в клетке в целом или отдельных ее компонентах. Наиболее подробно исследован с помощью методов Фельгена и Касперсена вопрос о тимонуклеиновой кислоте, затем, благодаря методу микросжигания Поликара, начали накапливаться данные о минеральных солях, но в целом еще очень широкий круг вопросов остается совершенно незатронутым цитохимическим анализом. Задачей настоящей работы было выявление цитохимических изменений рибонуклеотидов и аргинина во время митоза. Реакция на рибонуклеиновую кислоту, предложенная Браше^(5, 6), как мы могли в этом убедиться⁽¹⁻⁴⁾, является очень полезным и многообещающим методом.

Несомненный интерес представляет недавно предложенная Серра^(8, 9) микрохимическая реакция на аргинин. В значении этой реакции для гистохимических исследований мы могли убедиться при сравнительном гистохимическом анализе самых различных тканей мыши, крысы и лягушки. Как указал Серра, четкая положительная реакция, выражающаяся в интенсивном оранжево-красном окрашивании тех или иных компонентов клеток, позволяет выявлять гистохимически некоторые основные белки, богатые аргинином, т. е. содержащие 15—30% и более аргинина: протамины, гистоны и некоторые растительные глобулины.

Серра и Квейроц-Лопес^(10, 11), изучив аргининовую реакцию в клетках слюнных желез и в клетках кончиков корней *Vicia faba* и *Allium cepa*, установили, что в хромосомах слюнных желез насекомых хроматиновые диски очень богаты аргинином, т. е. возможно, что в их состав входят белки типа гистонов, а недисковые зоны содержат, можно полагать, глобулины.

Хромосомы, а также ядрышки клеток *Vicia* и *Allium*, дают интенсивную реакцию на аргинин, т. е. богаты основными белками.

Серра и Квейроц-Лопес установили на своих объектах интересный факт: усиление аргининовой реакции вокруг ядра в профазе деления. Авторы полагают, что этот новообразовавшийся аргинин идет на построение нового ядра.

Все сказанное показывает, какое значение могут иметь для цитолога обе реакции — Браше и Серра, в частности, при изучении цитохимических изменений в различных стадиях деления клетки. Недавно Браше⁽⁵⁾ установил, что при делении клетки происходят изменения рибонуклеиновой кислоты, которые укладываются в следующую схему:

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, появление ее в новом ядрышке при одновременном уменьшении рибонуклеиновой кислоты в хроматиновых элементах.

На основании исследований Левинсона и Канарской (12), проведенных в нашей лаборатории на большом и разнообразном материале делящихся клеток (нейробласты головного мозга пчелы, камбиальные клетки кишки аксолотля, камбиальные клетки кишки белой мыши, клетки базального слоя кожного эпителия лягушки), мы должны, подтвердив основное положение Браше, все же внести в него ряд существенных коррективов. А именно:

1. Падение интенсивности базофилии, зависящее от наличия рибонуклеиновой кислоты, неодинаково у разных объектов: сильное уменьшение наблюдается, например, в делящихся нейробластах мозга пчелы, но может наблюдаться и значительно меньшее изменение базофилии плазмы клетки, как, например, в клетках базального слоя кожного эпителия лягушки.

2. Изменение окрашиваемости хроматина из зеленого в фиолетовый (при окраске метиленовой зеленью — пиронином) во время митоза, что указывает, по мнению Браше, на переход рибонуклеиновой кислоты в состав хромосом, имеет место не у всех клеток; оно отсутствует (конечно, в пределах, уловимых для данного метода), например, в делящихся камбиальных клетках кишки аксолотля. Все приведенные данные о рибонуклеиновой кислоте интересно сопоставить с нашими наблюдениями над изменениями аргинина в процессе митоза.

Первым объектом нашего исследования на аргинин были митозы в семенниках мыши. Здесь в сперматогониях реакция на аргинин дает эффект примерно средней интенсивности как в ядре, так и в плазме, причем ядро не отличается заметно от плазмы; аргинин диффузно распределен в кариоплазме, значительно сильнее окрашиваются ядрышки. В делящихся клетках сперматитов происходят значительные изменения наступающие уже в профазе деления: ослабевает реакция в цитоплазме и одновременно становится видным, что весь аргинин ядра концентрируется в хромосомах. На всех стадиях митоза хромосомы дают очень интенсивную реакцию на аргинин. В течение профазы, анафазы и метафазы цитоплазма дает очень слабую реакцию на аргинин, а веретено не обнаруживает даже следов аргинина.

Следующим объектом изучения были митозы в криптах тонкой кишки мыши. Здесь клетки относительно богаты аргинином, причем ядро богаче плазмы. В ядре аргинин распределен диффузно, четко выступают еще более интенсивно окрашивающиеся ядрышки. Начиная с профазы, происходит падение количества аргинина в плазме; количество аргинина еще убывает в стадии экваториальной пластинки. Начиная с профазы, диффузный аргинин ядра концентрируется в хромосомах. Веретено не содержит уловимых количеств аргинина. В конце телофазы в периоде реконструкции ядро снова начинает давать диффузную реакцию на аргинин; одновременно явственно увеличивается реакция в плазме.

Третьим объектом были митозы раковых клеток кролика (опухоль Браун-Пирса). Эти раковые клетки в интеркинезе дают интенсивную реакцию на аргинин, который примерно одинаково выявляется в ядре и цитоплазме; несколько интенсивнее окрашиваются ядрышки. В профазе деления реакция плазмы несколько ослабевает, а в последующих фазах деления полностью исчезает, чтобы снова выявиться в период

реконструкции ядра. Во время митоза диффузно распределенный в ядре аргинин концентрируется в хромосомах.

Четвертым объектом изучения были митозы в аденокарциноме шейки матки человека. Ядро и плазма раковых клеток дают весьма интенсивную реакцию на аргинин, наиболее ярко окрашиваются ядрышки. В профазе наблюдается падение интенсивности реакции на аргинин в цитоплазме, ядерный аргинин концентрируется в хромосомах. В метафазе аргинин почти полностью исчезает из плазмы; в веретене совершенно нельзя обнаружить следов аргинина. Аналогичные явления были нами установлены в митозах веретенной саркомы человека.

Мы ни разу и ни на одном объекте не могли в первой фазе митоза отметить усиление реакции на аргинин вокруг ядра, в отличие от тех данных, которые Серра приводит на основании своих наблюдений над растительными клетками.

Выводы. Приведенные наблюдения позволяют высказать предположение, что в клетках самых различных тканей существуют общие закономерности изменений аргинина в процессе деления клеток. Начало деления сопровождается, как правило, падением количества аргинина в цитоплазме; в метафазе и анафазе в цитоплазме аргинина очень мало или же реакция на него полностью выпадает. В момент реконструкции ядра количество аргинина в плазме возрастает.

В покое ядре аргинин распределен диффузно, причем ядрышки выделяются на общем фоне ядра, так как дают наиболее интенсивную реакцию на аргинин. Начало деления ядра сопровождается концентрацией ядерного и ядрышкового аргинина в хромосомах. Хромосомы на всех стадиях митоза дают очень интенсивную реакцию на аргинин. В момент реконструкции ядра происходит снова диффузное распределение аргинина в кариоплазме и одновременно концентрация его в значительных количествах в ядрышке. Так как интенсивная реакция на аргинин характерна для определенной группы белков, а именно гистонов, то, руководствуясь приведенными данными, можно представить себе топографические и цитохимические изменения гистона в процессе деления клетки (конечно, соблюдая в выводах должную осторожность).

Наконец, представляет немалый интерес сопоставление поведения во время деления клетки таких важных элементов клетки, как гистоны и рибонуклеотиды, что в известной мере позволяет сделать проведенные нами наблюдения. А именно: цитохимические изменения рибонуклеиновой кислоты в процессе митоза, повидимому, протекают более многообразно в различных типах клеток, чем относительно легко укладываемые в однообразную схему изменения аргинина в те же моменты жизни клеток.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
20 VII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Роскин, ДАН, 49, № 4 (1945). ² Г. Роскин и А. Гинзбург, ДАН, 43, № 3 (1944). ³ Г. Роскин и А. Гинзбург, ДАН, 42, № 8 (1944). ⁴ Г. Роскин и Т. Харлова, ДАН, 44, № 9 (1944). ⁵ J. Brachet, *Embryologie chimique*, 1944. ⁶ J. Brachet, *Enzymologia*, 10 (1941). ⁷ J. Brachet, *Arch. de Biologie*, 53 (1941). ⁸ J. A. Serra, *Naturwiss.*, 32, 46 (1944). ⁹ J. A. Serra, *Port. Acta Biol.*, 1, 1 (1945). ¹⁰ J. A. Serra et A. Queiroz Lopes, *Naturwiss.*, 32, 47 (1944). ¹¹ J. A. Serra et A. Queiroz Lopes, *Chromosoma*, 2 (1944). ¹² Л. Б. Левинсон и З. П. Канарская, ДАН, 58, № 9 (1947).