

Г. И. РОСКИН

**К ВОПРОСУ ОБ ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ МЕЖДУ ЯДРОМ
И ЦИТОПЛАЗМОЙ ВО ВРЕМЯ МИТОЗА**

(Представлено академиком А. И. Опариным 1 X 1949)

Вопрос об обмене веществ между ядром и цитоплазмой во время митоза очень мало затронут исследованием, несмотря на его большое теоретическое значение.

В последнее время в нашей лаборатории был проведен ряд работ, посвященных гистохимическим изменениям клетки во время деления (¹⁻⁴). Значительный интерес представляет изменение рибонуклеиновой кислоты в процессе деления клетки. Недавно Браше (⁵) установил, что при делении клетки происходит изменение рибонуклеиновой кислоты, которое укладывается 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. Данные Браше мы могли подтвердить в нашей лаборатории на ряде объектов. Мы смогли показать, что изменения рибонуклеиновой кислоты не протекают изолированно от других химических изменений в клетке в течение митоза. Мы могли гистохимически наблюдать изменения аргинина в процессе деления клетки. 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 снова возрастает.

В покоящемся ядре аргинин распределен диффузно, причем ядрышки дают наиболее интенсивную реакцию на аргинин. Начало деления ядра сопровождается концентрацией ядерного и ядрышкового аргинина в хромосомах, которые 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. При этом надо указать, что, по данным исследования Серра, положительная реакция на аргинин дает нам известное представление о нахождении и распределении в клетке гистонов — белков, особо богатых аргинином.

Если сравнить изменения рибонуклеиновой кислоты и гистонов в митозе и амитозе, то можно установить иную картину: изучая амитоз на двух совершенно разных объектах (фибробласты куриного эмбриона в культуре ткани вне организма и эпителий мочевого пузыря белой мыши), мы могли установить, что в процессе прямого деления рибонуклеиновая кислота и гистоны остаются без существенных изменений на всех стадиях этого процесса. Морфологическое отличие митоза и амитоза может быть теперь дополнено цитофизиологической характеристикой этих процессов.

Схема, данная Браше, далеко не охватывает всех изменений рибонуклеиновой кислоты при митозе. Изучение делящихся клеток зародышей цыпленка и белой мыши показало, что митоз протекает различно в разных тканях. Так например, в клетках тканей эктодермального и энтодермального происхождения всегда происходит уменьшение рибонуклеиновой кислоты во время митотического деления клеток. В производных же мезодермы распределение рибонуклеиновой кислоты во время митоза может быть различным. Количество рибонуклеиновой кислоты уменьшается в делящихся клетках дерматома, эпителия мочевых канальцев первичной почки и целомического эпителия эмбриона цыпленка и в клетках дерматома, миотома, миообластах мышц конечности, эпителия мочевых канальцев первичной почки и целомическом эпителии эмбриона мыши. В клетках миотома, миообластах мышц конечности, в клетках склеротома, хрящевой ткани и мезенхиме эмбриона цыпленка и в клетках склеротома, хряща, мезенхиме и в клетках крови эмбриона мыши никакого снижения содержания рибонуклеиновой кислоты при митозе не происходит.

Далее было показано, что взаимоотношением нуклеиновых кислот в делящихся клетках мезодермального сомита на разных стадиях онтогенетического развития тканей тип нуклеиновокислого обмена в делящихся клетках может изменяться. В самом деле, в клетках мезодермального сомита количество рибонуклеиновой кислоты в митозе уменьшается, а в клетках дифференцирующегося склеротома и мезенхимы эмбрионов цыпленка и мыши и миотома мыши уменьшения рибонуклеиновой кислоты в митозе не происходит.

Тем самым доказывается, что взаимоотношение нуклеиновых кислот в делящейся клетке определяется не происхождением ткани из того или иного зародышевого листка, а морфофизиологическими особенностями ткани. Это видно на примере клеток эпителия, независимо от их происхождения (покровный, кишечный, почечный, целомический эпителий): всегда в профазе деления — и в эмбриональных клетках и клетках взрослого животного — происходит уменьшение количества рибонуклеиновой кислоты.

Обращает на себя внимание, что в одноименных закладках и тканях (миотом, миообласты мышц конечности) эмбрионов мыши и курицы изменение рибонуклеиновой кислоты в митозе может быть различным: в первом случае происходит уменьшение количества рибонуклеиновой кислоты, во втором этого не наблюдается.

Характер белкового обмена при митозе тесно связан с общебиологическими свойствами клетки. Так например, митоз в злокачественных клетках (саркома мышей, аденокарцинома мышей, карцинома кроликов) протекает иначе, чем в клетках нормальных: нам не удалось подметить никаких изменений рибонуклеиновой кислоты на разных стадиях митоза. Таким образом можно полагать, что белковый метаболизм делящихся клеток злокачественных опухолей имеет свое существенное отличие по сравнению с клетками нормальными, что ранее не было известно.

Все эти наблюдения показывают, что процессы, морфологически протекающие, повидимому, одинаково, могут иметь различную физиологическую характеристику.

Изменение рибонуклеиновой кислоты во время деления клетки не протекает изолированно от других гистохимических изменений. Это можно показать, если связать наши наблюдения над рибонуклеиновой кислотой и гистонами с данными, известными из литературы, о гистохимических изменениях тимонуклеиновой кислоты, а также ионов кальция и магния (6).

Клетка в стадии, предшествующей делению, характеризуется следующими признаками: рибонуклеиновая кислота находится на высоком уровне в цитоплазме и в ядрышке; тимонуклеиновая кислота ядра находится

на относительно низком уровне; ионы кальция и магния распределены в цитоплазме. Считают, что в это время метаболизм клетки и синтез белков протекают очень интенсивно (рис. 1, а).

Как только клетка переходит к делению, то уже в стадии профазы наблюдаются существенные изменения. Рибонуклеиновая кислота в цитоплазме уменьшается, количество тимонуклеиновой кислоты в ядре нарастает, ионы кальция и магния переходят из цитоплазмы в ядро. Одновременно в цитоплазме происходит резкое падение количества аргинина, синтез белков замедляется, метаболизм клетки падает (рис. 1, б).

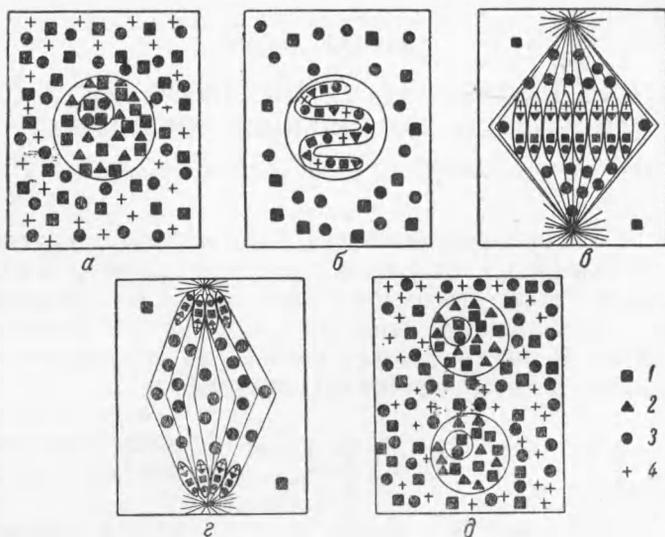


Рис. 1. Схема изменений тимонуклеиновой и рибонуклеиновой кислот, аргинина, Ca и Mg во время митоза. 1 — аргинин, 2 — тимонуклеиновая кислота, 3 — рибонуклеиновая кислота, 4 — ионы Ca, Mg

В следующей стадии метафазы рибонуклеиновая кислота переходит в фигуру веретена, а также вместе с тимонуклеиновой кислотой и ранее диффузно распределенным аргинином ядра аргинин ядрышка концентрируется в хромосомах; в хромосомах же собираются ионы кальция и магния. Повидимому, в это время синтез протеинов не происходит (рис. 1, в).

В телофазе деления рибонуклеиновая кислота и аргинин значительно увеличиваются в цитоплазме; замечается уменьшение тимонуклеиновой кислоты в ядре; ионы кальция и магния переходят из ядра в цитоплазму; снова возобновляется синтез протеинов и нормальный метаболизм клетки (рис. 1, д).

Все эти цитофизиологические наблюдения, еще совершенно первоначальные, показывают, какие сложные процессы обмена веществ происходят между цитоплазмой и ядром и каким еще мало изученным закономерностям подчиняются нуклеиновые кислоты на различных стадиях развития клеток и тканей и как тесно связаны эти изменения с другими компонентами клеток и воздействиями внешних факторов.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
1 X 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. И. Роскин и М. Е. Струве, ДАН, 58, № 9 (1947). ² Г. И. Роскин и М. Е. Струве, ДАН, 59, № 1 (1948). ³ Л. Б. Левинсон и З. П. Канарская, ДАН, 58, № 9 (1947). ⁴ Л. Б. Левинсон и Н. Д. Лагова, ДАН, 65, № 4 (1949). ⁵ J. Brachet, Embryologie chimique, 1947. ⁶ G. Scott, Bull. Histol. Appliq., 7, 1930.