

А. Г. АЛЕКСЕЕВ

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ НУКЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕЙКОЦИТАХ МОРСКОЙ СВИНКИ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 26 VI 1948)

Ныне установлено, что основные витальные краски не только окрашивают предсуществующие образования в клетке (гранулы, вакуоли и пр.), но накапливаются в самой плазме, соединяясь, повидимому, с ее кислыми коллоидами.

В последние годы получены веские доводы в пользу того, что эти кислые коллоиды представлены «дрожжевой» нуклеиновой кислотой. Большинство авторов полагает, что это вещество играет роль синтеза белков. По мнению Кедровского, «анаболиты» (т. е. гранулы, состоящие главным образом из плазматической нуклеиновой кислоты) отсутствуют в зрелых клетках, закончивших свой рост и дифференцировку, в частности, анаболитов нет в лейкоцитах.

Это ошибка — анаболиты имеются в лейкоцитах всех пяти групп, особенно их много в нейтрофилах*.

В нейтрофилах морской свинки при окраске нейтральной красной или азуром наблюдаются следующие последовательные фазы: вначале появляются пылевидные зернышки; сливаясь между собой, они превращаются в хлопья; эти последние занимают треугольную зону, верхушка которой направлена к центру, а основание сливается с периферией клетки; вскоре затем хлопья превращаются в вакуоли, постепенно увеличивающиеся в размерах (первые две фазы наблюдаются только в нейтрофилах морской свинки).

Кристаллизация анаболитов получается при окраске азуром (I или II) или толуидиновой синькой. Обычно кристаллизация начинается спустя 4—4½ часа. Типичная форма кристаллов — кольца и двойные параллельные палочки. Гораздо реже встречаются другие варианты — наугольник, v-образная петля, шпилька (т. е., в сущности, парные палочки с перекладиной на одном конце).

Двойные палочки и кольцо — образования равнозначные, так как одна форма переходит в другую: палочки, смыкаясь между собой, превращаются в кольцо; кольцо, открываясь на двух полюсах (всегда одних и тех же — кристаллит поляризован), дает две палочки. Очень длинные палочки (длина которых больше половины диаметра клетки) образуются из эллипсоидного анаболита путем конденсации вещества на его периферии и выпрямления боковых частей. Промежуток между двумя палочками (а также просвет кольца) иногда заполнен связующим веществом, окрашенным в светлолиловый цвет.

* Тромбоциты также обладают анаболитами: при витальной окраске нейтральной красной (или азуром) в некоторых из тромбоцитов отмечаются одна-две округлые гранулы. Для наблюдений служила кровь следующих млекопитающих, помимо морской свинки: человек, три вида низших обезьян, кролик, крыса, мышь.

Чередующееся превращение кольца в две палочки и обратно может наблюдаться несколько раз подряд; в одном нейтрофиле такое превращение было отмечено 9 раз; при этом вначале промежуток времени равнялся 2 мин., но с 7-го превращения, когда в клетке обозначались явные дегенеративные признаки (коацервация), ритм замедлился до 12 мин., для последнего же превращения потребовалось 20 мин.; спустя 8 мин. этот кристаллит целиком растаял.

Очень редко можно встретить одиночные палочки. Их значение ясно из следующего наблюдения.

В нейтрофиле среди колец и двойных палочек отмечается одиночная длинная палочка; близ одного ее конца появляется едва заметный про-



Рис. 1. Три фазы отсмешивания анаболитов в нейтрофиле морской свинки: *а* — пылевидные зернышки; *б* — светлолиловые хлопья; *в* — темнолиловые гранулы — вакуоли. Внизу — ядерные сегменты

свет — вроде игольного ушка; просвет удлинится, и теперь палочка напоминает своим видом ракетку с длинной ручкой; просвет доходит до конца палочки — мы имеем шпильку; прорыв на другом конце ведет к двойным параллельным палочкам.

Кристаллиты держатся 1½—2 часа, после чего становятся светлолиловыми и постепенно тают, то непосредственно в плазме, то, реже, в

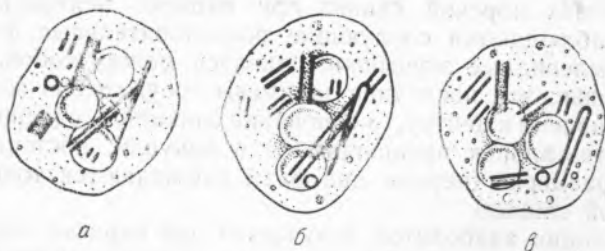


Рис. 2. Три стадии расщепления одиночной палочки — кристаллита: *а* — вид игольного ушка; *б* — форма ракетки; *в* — шпилька

вакуолях. В нейтрофилах обычно ни ядро, ни специфические гранулы не видны.

Второй вариант кристаллизации (очень редкий): из анаболитов образуются v-образные петли, которые затем превращаются в биполярные палочки, т. е. палочки с более окрашенными зернами по концам.

Типичная кристаллизация наблюдалась также, очень редко, в моноцитах и в лимфоцитах. В одном моноците с курловским тельцем отмечена следующая «формула» кристаллитов: пара палочек, три кольца, v-образная петля.

Кристаллизация во всех нейтрофилах данного препарата происходит приблизительно в одно и то же время; для ее получения необходима определенная концентрация азура. При избытке краски плазма нейтрофилов окрашена в синий цвет, и образовавшиеся анаболиты остаются инертными глыбками и в кристаллиты не превращаются. Однако иногда

в некоторых из этих нейтрофилов из части анаболитов образуются фибриллы, прямые или изогнутые; не так редко 1 или 2 фибриллы выходят за пределы клетки, причем свободный тяж может достигнуть длины 10 μ . Более редкое расположение: длинная изогнутая фибрилла (до 20 μ в длину) окаймляет значительную часть периферии (внутри клетки) нейтрофила, и оба ее конца выдаются из клетки в виде коротких жгутиков. Этот процесс, который мы обозначим термином «ранняя желификация», возникает в результате грубой денатурации, и за очень редкими исключениями необратим.

Является ли ранняя желификация процессом, не совместимым с типичной кристаллизацией? Нет, иногда встречается такое расположение: в нейтрофиле с обычными кристаллитами (кольца и двойные палочки) имеется фибрилла, выходящая за пределы клетки. Повидимому, вначале плазма этих клеток была покрашена, произошла частичная желификация (1—2 анаболитов), но процесс денатурации оказался обратимым — плазма обесцветилась, и остальные анаболиты могли кристаллизироваться.

Ранняя желификация, повидимому, представляет собой превращение корпускулярного белка в волокнистый, подобно образованию фибрина из фибриногена: здесь имеет место необратимая денатурация.

Позволяет ли открытая мной кристаллизация анаболитов лучше уяснить значение этих образований? Этот новый факт является веским доводом в пользу того, что кислые коллоиды, соединяющиеся с основными красками, действительно состоят из нуклеиновых кислот. Ведь для одной из ядерных нуклеиновых кислот установлено образование длинных коллоидно-кристаллических нитей; в этом даже видели отличительную черту ядерных нуклеиновых кислот. Оказывается что и цитоплазматическая нуклеиновая кислота способна кристаллизоваться — для этого достаточно воздействия азура (или толуидиновой синьки).

Если действительно, согласно новейшим взглядам, анаболиты состоят из нуклеиновой кислоты, аналогия, которую представляют двойные палочки с расщеплением хромосом, становится особенно разительной; я уже не говорю о v-образных петлях, так напоминающих своей конфигурацией хромосомы. Но особенно глубокую аналогию с делением хромосом дает описанное выше продольное расщепление одиночных палочек.

Описанный мной процесс кристаллизации подлежит дальнейшему изучению; возможно, что полученные данные облегчат решение некоторых спорных вопросов, как, например, вопрос о моменте расщепления хромосомы. Как известно, некоторые цитологи отказались от мысли о продольном расщеплении хромосомы — они полагают, что новая хромосома получается путем самовоспроизведения, причем старая хромосома играет роль как бы индуктора. Если мои наблюдения над кристаллизацией цитоплазматической нуклеиновой кислоты могут быть перенесены на ядерную нуклеиновую кислоту, то придется допустить, что с самого начала митоза появляются двойные хромосомы. В такой концепции процесс образования хромосом должен рассматриваться как коллоидная кристаллизация.

Какое основание для такой гипотезы? Тот факт, что при кристаллизации анаболитов v-образные петли и двойные палочки равнозначны — эти две формы могут заменять одна другую.

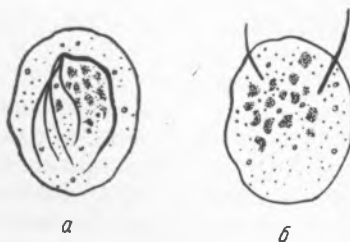


Рис. 3. Ранняя желификация: а — фибриллы в виде спиц зонта; б — фибриллы выходят за пределы клетки в виде жгутиков