

Деление клетки

Лабораторная №5

Схема 1. Фазы митоза



0. Интерфаза - G1

- После деления - общее содержание белков и РНК вдвое меньше, чем в исходной родительской клетке.
- В период G1 - рост клеток за счет накопления белков,
- подготовка клетки к синтезу ДНК

S-период

- удвоение количества ДНК на ядро
- удваивается число хромосом.
- В разных клетках, находящихся в S-периоде, можно обнаружить разные количества ДНК
- S-период является узловым в клеточном цикле. Без прохождения синтеза ДНК не идет деление.
- *Единственным исключением является второе деление созревания половых клеток в мейозе, когда между двумя делениями нет синтеза ДНК.*
- В S-периоде уровень синтеза РНК возрастает соответственно увеличению количества ДНК,
- достигает максимума в G₂-периоде.

Постсинтетическая (G2) фаза

- *называется также премитотической.*
- синтез иРНК,
- синтезируется рРНК.
- Среди белков - тубулины - белки митотического веретена.

- *В растущих тканях растений и животных всегда есть клетки, которые находятся как бы вне цикла. Такие клетки принято называть клетками G0-периода.*
- *Это клетки, которые после митоза не вступают в пресинтетический период (G1). Именно они представляют собой так называемые покоящиеся, временно или окончательно переставшие размножаться клетки. В некоторых тканях такие клетки могут находиться длительное время, не изменяя особенно своих морфологических свойств: они сохраняют в принципе способность к делению. Это камбиальные клетки (например, стволовые в кроветворной ткани).*
- *Например, большинство клеток печени находится в G0-периоде; они не синтезируют ДНК и не делятся. Однако при удалении части печени у экспериментальных животных многие клетки начинают подготовку к митозу (G1-период), переходят к синтезу ДНК и могут митотически делиться.*

Митоз - кариокинез, или непрямое деление

- универсальный способ деления любых эукариотических клеток
- конденсированные и уже редуцированные хромосомы переходят в компактную форму митотических хромосом
- образуется веретено деления (ахроматиновый митотический аппарат)
- **равномерное распределение хромосом между дочерними клетками – биологический смысл митоза**
- деление тела клетки (цитокинез, цитотомия).

Морфология митотических хромосом

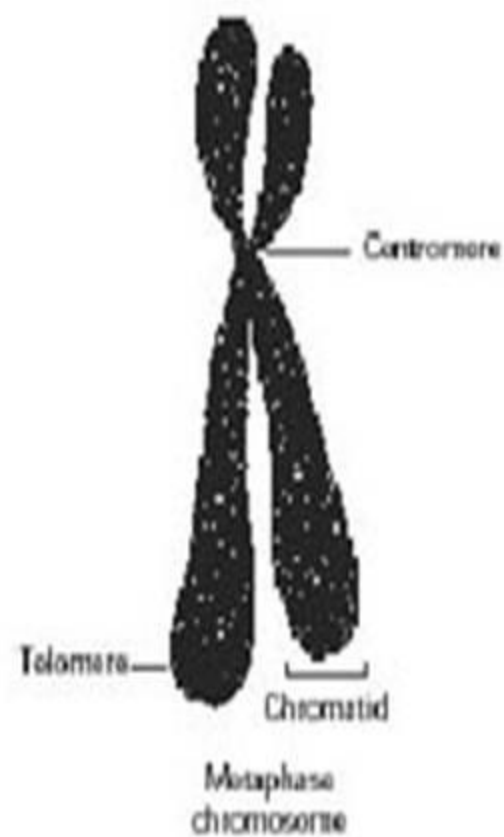
- *Фибриллы хроматина в митотической хромосоме образуют многочисленные розетковидные петлевые домены (хромомеры), которые при дальнейшей конденсации хроматина образуют видимую в светоптическом микроскопе митотическую хромосому.*
- *Хромосомы в этом состоянии представляют собой палочковидные структуры разной длины с довольно постоянной толщиной. У большинства хромосом удается легко найти зону первичной перетяжки (центромеры), которая делит хромосому на два плеча*

Митотические хромосомы



Митотическая
пластинка

G₁



Митотическая хромосома
состоит из двух хроматид

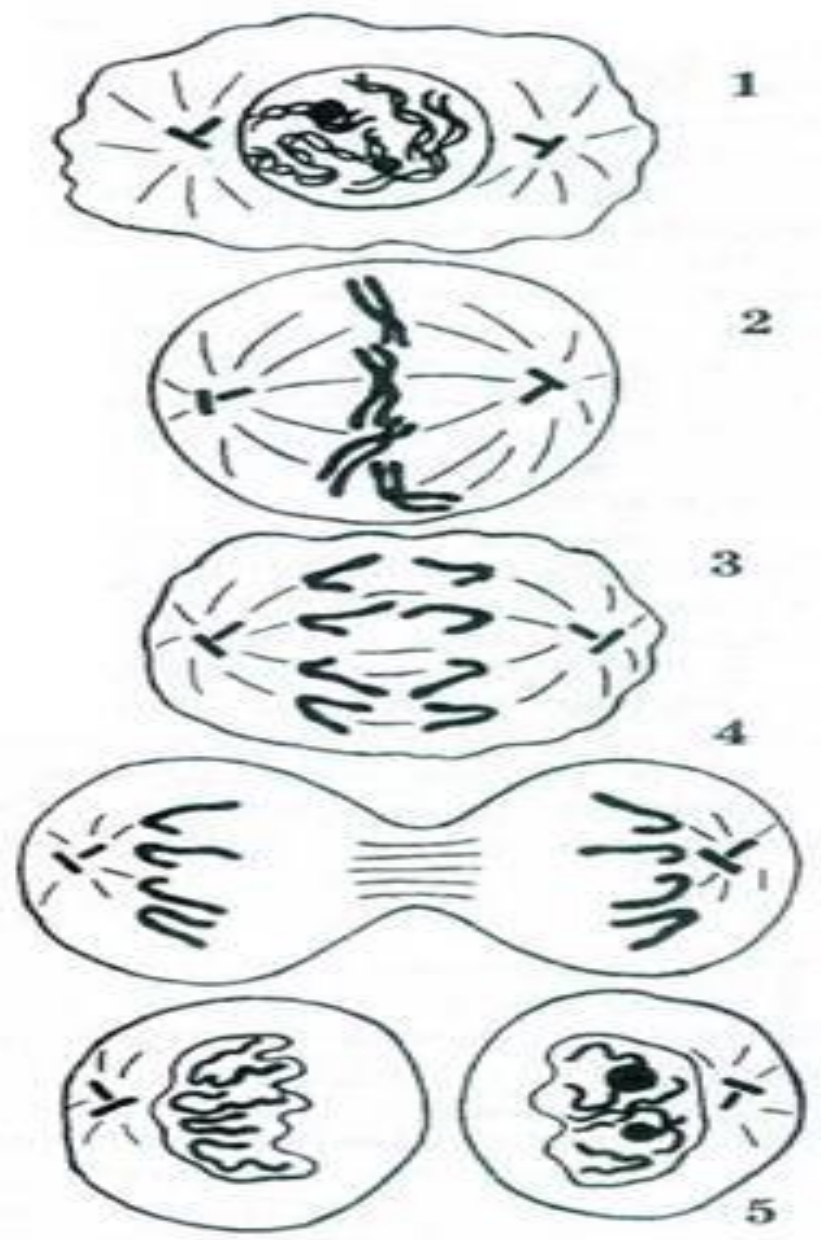
Морфология митотических хромосом

- *Хромосомы представляют собой палочковидные структуры разной длины с довольно постоянной толщиной*
- *Плечи хромосом оканчиваются теломерами - конечными участками*
- *У большинства хромосом удается легко найти зону первичной перетяжки (центромеры), которая делит хромосому на два плеча*
- *с равными или почти равными плечами называют метацентрическими*
- *с плечами неодинаковой длины – субметацентрическими*
- *с очень коротким, почти незаметным вторым плечом называют акроцентрическими.*

Морфология митотических хромосом

- В области первичной перетяжки расположен **кинетохор** - сложная белковая структура, имеющая форму овальной пластинки, связанной с ДНК центромерного района хромосомы
- К этой зоне подходят микротрубочки клеточного веретена, - перемещением хромосом при делении клетки.

- Некоторые хромосомы имеют, кроме того, *вторичные перетяжки*, располагающиеся вблизи одного из концов хромосомы и отделяющие маленький участок - *спутник хромосомы*.
- Вторичные перетяжки называют, кроме того, *ядрышковыми организаторами*, так как именно на этих участках хромосом в интерфазе происходит образование ядрышка. В этих местах локализована ДНК, ответственная за синтез рибосомных РНК.
- Совокупность числа, размеров и особенностей строения хромосом называется кариотипом данного вида



Динамика митоза

1. Профаза

- Двойственность хромосом *в начинающей делиться клетке*
- $4n$
- Конденсации хромосом
- исчезновение ядрышек - инактивации рибосомных генов
- в середине профазы - разрушение ядерной оболочки:
исчезают ядерные поры, оболочка распадается на фрагменты, потом на мелкие мембранные пузырьки.

1. Профаза

- уменьшение количества гранулярного ЭПС, распадается на цистерны и вакуоли.
- количество рибосом падает (до 25 %) на мембранах и в гиалоплазме - уменьшение синтеза белка
- Начало образования веретена деления.

1. Профаза

- центриоли начинают расхождение - полюса веретена.
- К каждому полюсу - двойная центриоль, диплосома.
- начинают формироваться микротрубочки

Метафаза

- заканчивается образование веретена деления
- хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости веретена - метафазная пластинка хромосом, или *материнскую звезду*
- К концу обособление сестринских хроматид
- плечи параллельно друг другу, между ними - разделяющая щель
- *Последним местом, где контакт между хроматидами сохраняется, является центромера.*

3. Анафаза

- Хромосомы одновременно теряют связь в области центромер
- синхронно удаляются к полюсам.
- обособление двух идентичных наборов хромосом
- Расхождение хромосом связано
 - с укорачиванием, деполимеризацией микротрубочек в районе кинетохоров хромосом
 - с работой белков-транслокаторов, перемещающих хромосомы.

4. Телофаза

- Телофаза начинается с остановки разошедшихся диплоидных (2n) наборов хромосом (ранняя телофаза)
- кончается началом реконструкции нового интерфазного ядра (поздняя телофаза, ранний G₁-период)
- разделение исходной клетки на две дочерние (цитокинез, цитотомия).

4. Телофаза

- В ранней телофазе хромосомы, *не меняя своей ориентации (центромерные участки - к полюсу, теломерные - к центру веретена)*, начинают деконденсироваться и увеличиваться в объеме
- В местах их контактов с мембранными пузырьками цитоплазмы образуется новая ядерная оболочка
- После замыкания ядерной оболочка начинается формирование новых ядрышек. Клетка переходит в новый G1-период.

4.Телофаза

- Цитотомия у клеток животных -образование перетяжки, впячивание плазматической мембраны внутрь клетки
- *в кортикальном, подмембранном слое цитоплазмы располагаются сократимые элементы типа актиновых фибрилл*

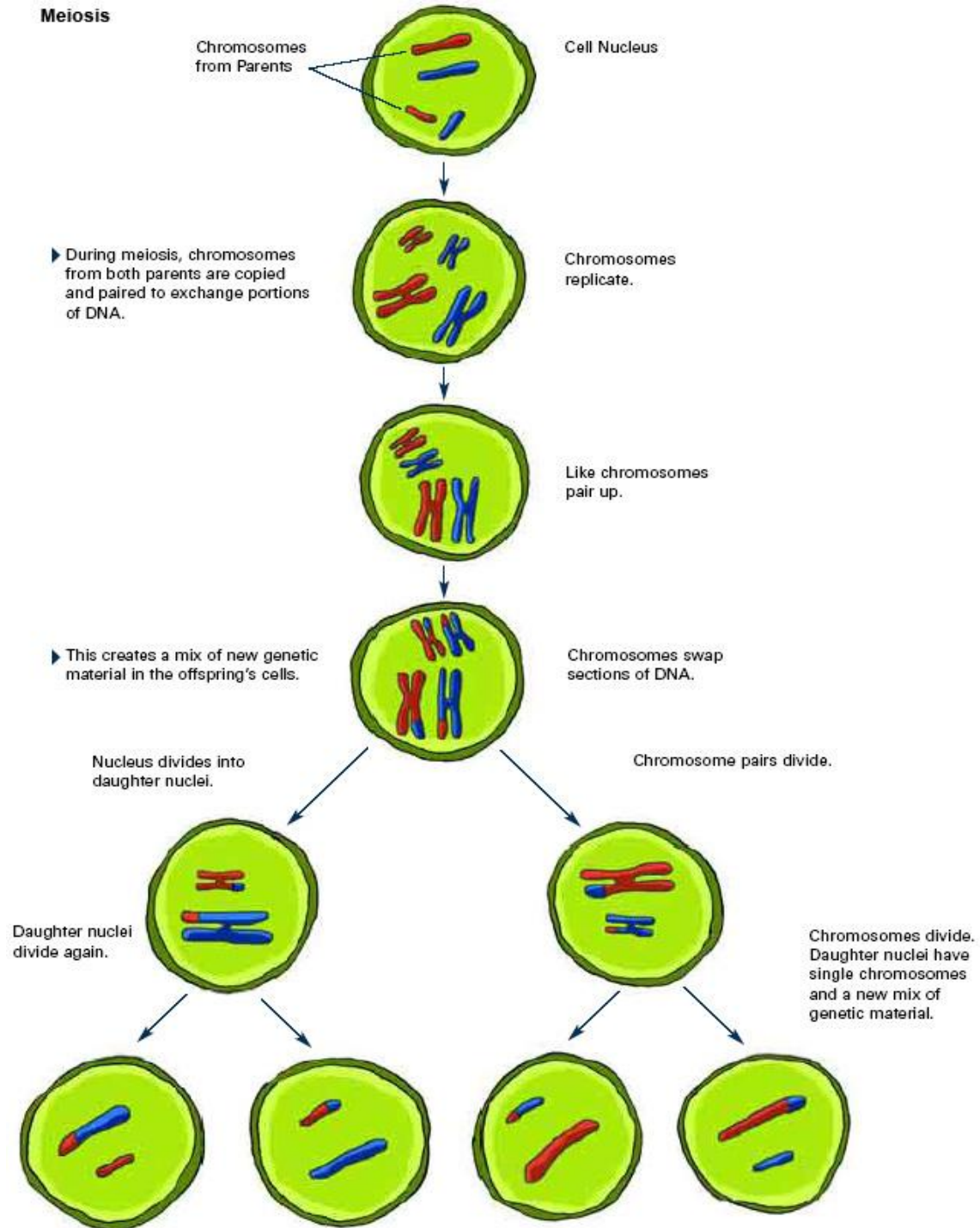
Интерфаза

- **Предмейотическая** интерфаза отличается от обычной тем, что процесс репликации ДНК не закончен: *примерно 0,2...0,4 % ДНК остается неудвоенной.*
- Деление клетки на синтетической стадии клеточного цикла.

Первое деление мейоза

- Сущность - в уменьшение числа хромосом в два раза: из исходной диплоидной клетки образуется две гаплоидные клетки с двуххроматидными хромосомами (в состав каждой хромосомы входит 2 хроматиды).

Meiosis



Профаза 1

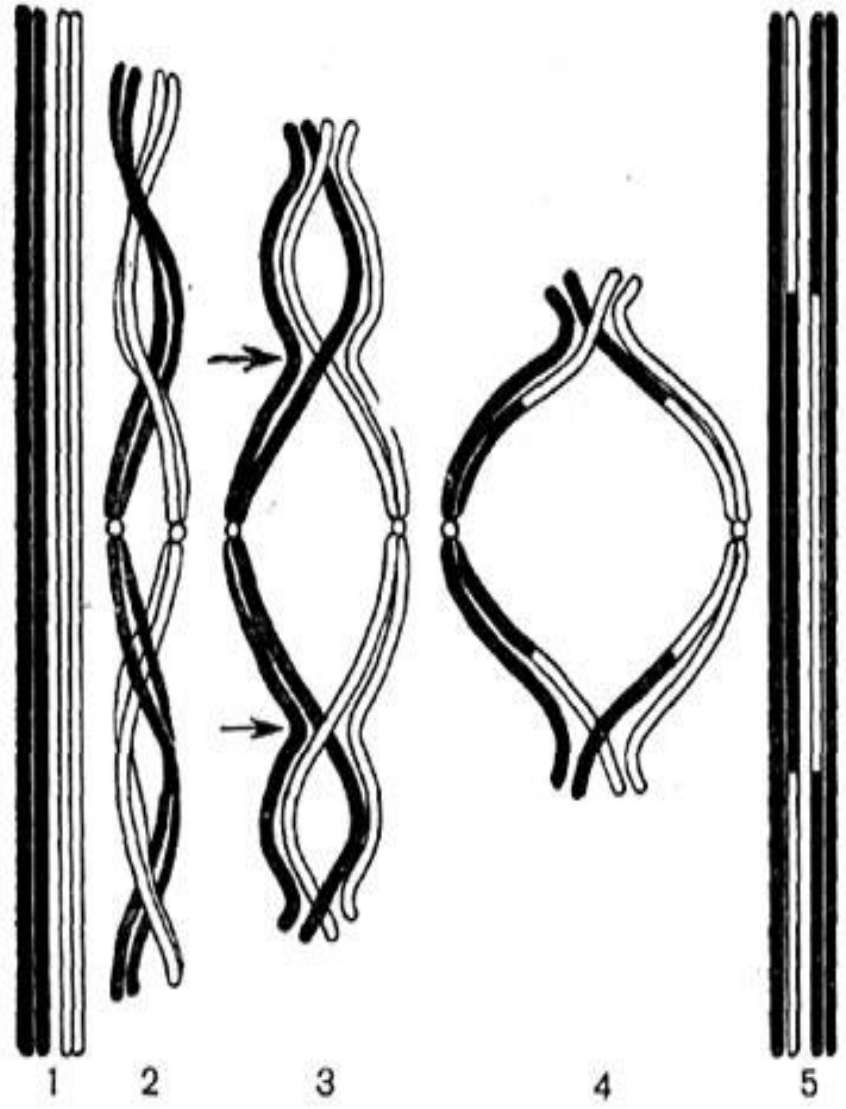
- стадии:
- Лептотена (*стадия тонких нитей*). Хромосомы видны в световой микроскоп в виде клубка тонких нитей.

Зиготена (*стадия сливающихся нитей*).

- Происходит конъюгация гомологичных хромосом
- При конъюгации образуются биваленты - комплексы из одной пары гомологичных хромосом.
- *Гомологи удерживаются друг около друга с помощью белковых синаптонемальных комплексов*
- Количество бивалентов - n .
- Биваленты - *тетрады*, - 4 хроматиды.

Пахитена (*стадия толстых нитей*).

- Хромосомы спирализуются.
- Завершается репликация ДНК
- Завершается кроссинговер – перекрест хромосом, в результате которого они обмениваются участками хроматид.



Диплотена (*стадия двойных нитей*).

- Гомологичные хромосомы в бивалентах отталкиваются друг от друга. Они соединены в отдельных точках, которые называются хиазмы.

Диакинез (стадия расхождения бивалентов).

- Отдельные биваленты располагаются на периферии ядра.
Количество бивалентов – n .

Метафаза I (*метафаза первого деления*)

- Ядерная оболочка разрушается
- Формируется веретено деления
- Биваленты перемещаются в экваториальную плоскость клетки.

Анафаза I (*анафаза первого деления*)

- Гомологичные хромосомы, (биваленты), разъединяются
- каждая хромосома движется в сторону ближайшего полюса клетки. Разъединения хромосом на хроматиды не происходит

Телофаза I (*телофаза первого деления*)

- Гомологичные двухроматидные хромосомы полностью расходятся к полюсам клетки
- дочерняя клетка получает одну гомологичную хромосому из каждой пары гомологов
- Формируются два *гаплоидных* ядра
- **Цитокинез** (не всегда)

Интеркинез

короткий промежуток между двумя мейотическими делениями.

Отличается от интерфазы

- не происходит репликации ДНК, удвоения хромосом и удвоения центриолей: *эти процессы произошли в предмейотической интерфазе и, частично, в профазе I.*

Второе деление мейоза

(эквационное деление, или мейоз II)

- В ходе мейоза II уменьшения числа хромосом не происходит
- Идет образование четырех гаплоидных клеток с однохроматидными хромосомами (*в состав каждой хромосомы входит одна хроматида*).

Профаза II

- Не отличается существенно от профазы митоза
- Хромосомы видны в световой микроскоп в виде тонких нитей
- В каждой из дочерних клеток формируется веретено деления.

Метафаза II

- Хромосомы располагаются в экваториальных плоскостях гаплоидных клеток

Анафаза II

- Хромосомы разделяются на хроматиды (как при митозе).
- Получившиеся однохроматидные хромосомы перемещаются к полюсам клеток.

Телофаза II

- Однохроматидные хромосомы полностью переместились к полюсам клетки, формируются ядра
- Содержание ДНК в каждой из клеток становится минимальным