

Лекция 4

**Структурные компоненты клетки.
Клеточный цикл. Старение и
гибель клетки.**

Клетка

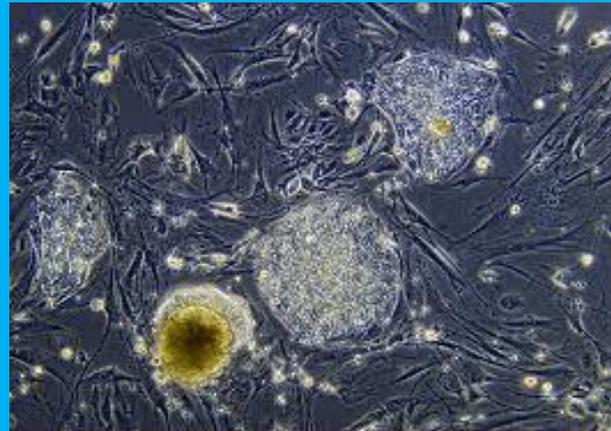
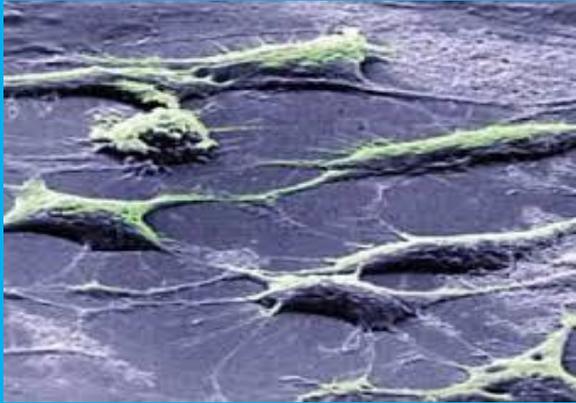
- ✓ элементарная структурная и функциональная единица всех живых организмов.
- ✓ - обладает способностью реагировать на различные факторы раздражения.
- ✓ клетки составляют $2/3$ массы тела человека, остальной вес приходится на аморфное и волокнистое межклеточное вещество и жидкости.

Известно более чем 200 типов клеток, выполняющих определенные функции.

Вариации в структуре клеток:

- 1. Размер (от 5 до 200 мкм).**
- 2. Форма (плоская, кубическая, цилиндрическая, округлая, овальная, веретеновидная, пирамидная; с ровной поверхностью и с выростами (отростками, филоподиями, псевдоподиями, ламеллоподиями, микроворсинками, ресничками).**
- 3. Количество клеток в организме человека - 10^{13} - 10^{14} .**
- 4. Количество типов клеток – свыше 200.**

РАЗНОВИДНОСТИ ФОРМЫ КЛЕТОК



Продолжительность жизни клеток различна:

- ✓ нейронов и мышечных тканей – более 100 лет,
- ✓ печени - 480 дней,
- ✓ эритроцитов - 120 дней;
- ✓ кишечника - 5 дней.

❖ для жизни клеток человека необходимо высокоспецифическое *микроокружение*.

❖ в организме постоянно работают энергетические и биохимические механизмы поддержания гомеостаза

❖ клетки всех типов характеризуются сходством общей организации и строения.

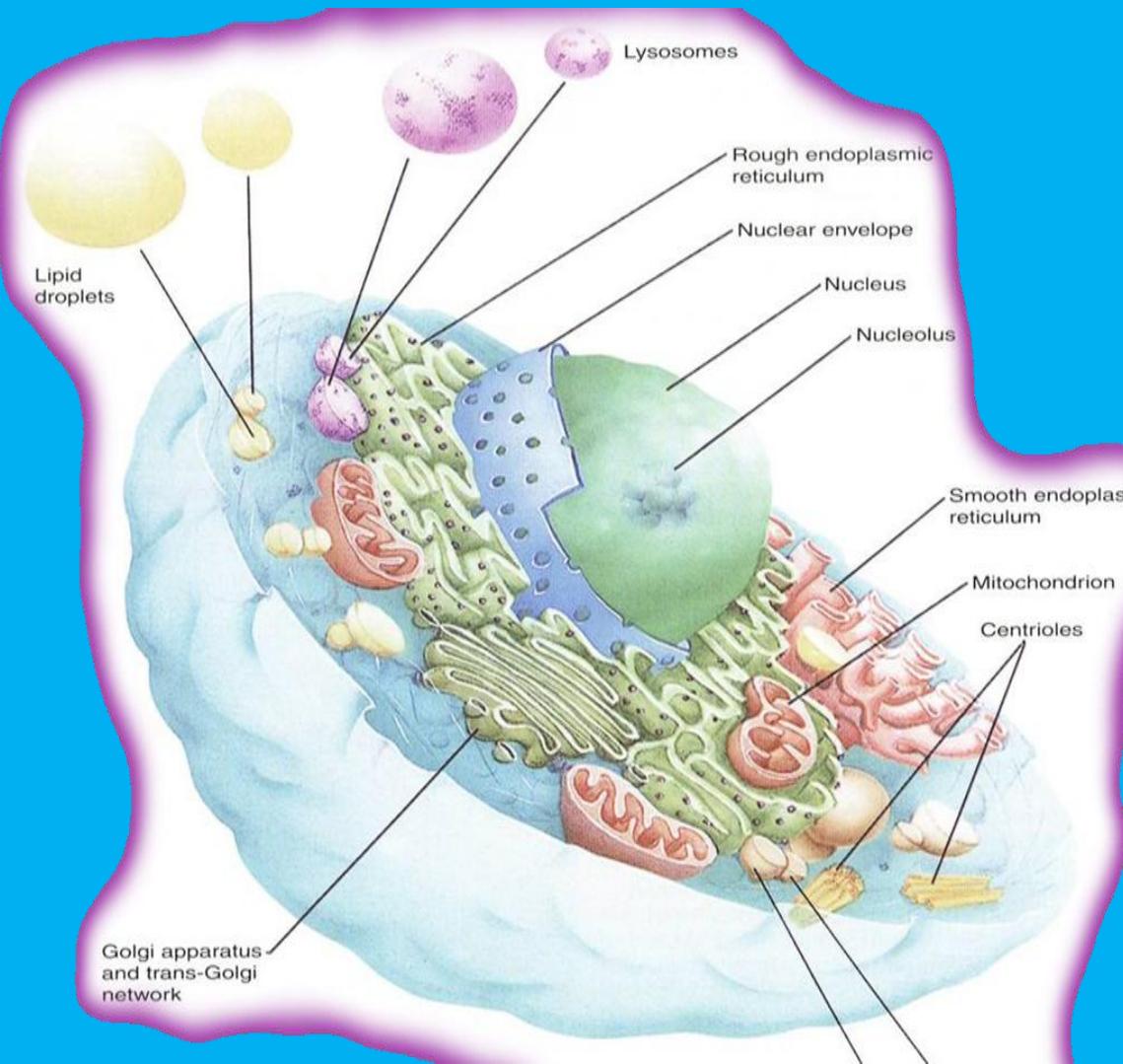
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АТТРИБУТЫ КЛЕТКИ:

- **Возбудимость** – способность реагировать на действие химических веществ, электрических импульсов и проч.
- **Проводимость** – стимулы могут изменять ионную проницаемость клеточной мембраны, и это изменение может распространяться по поверхности клетки в виде волны возбуждения.
- **Сократимость** – стимулы могут вызывать укорочение клетки в некоторых измерениях.
- **Поглощение и ассимиляция** – клетки поглощают и утилизируют питательные вещества и различные исходные материалы, в которых она нуждается для синтеза своих продуктов.
- **Дыхание** – кислород требуется клетке для продукции энергии, путем окисления своих продуктов.

Функциональные атрибуты клетки:

- **Секреция** – некоторые клетки синтезируют вещества для наружного использования и активно выводят их наружу.
- **Экскреция** - клетки избавляются от потенциально вредных побочных продуктов метаболизма, позволяя им диффундировать наружу через клеточную мембрану.
- **Рост** – клетки увеличиваются в размерах, синтезирую все больше клеточного вещества.
- **Репродукция** – клетки, обычно, избегают безудержного роста, делясь на две новые клетки, но с приобретением высокой специализации утрачивают способность к делению.

Общий план строения клетки



Внутреннее содержимое клеток – протоплазма – делится на цитоплазму и нуклеоплазму. Все органеллы, включения и элементы цитоскелета строго компартментализованы.

Организация клетки:

Клетки имеют следующие основные компоненты:

- 1. Центральное ядро,**
- 2. Окружающую цитоплазму,**
- 3. Периферическую клеточную мембрану – плазмалемму.**

Основные компоненты цитоплазмы:

- 1. Органеллы – постоянно присутствующие в цитоплазме структуры, специализированные на выполнении определенных функций.**
- 2. Гиалоплазма – цитоплазменный матрикс – макромолекулярный комплекс, который окружает органеллы.**
- 3. Включения – непостоянные компоненты цитоплазмы, образованные в ходе метаболизма (гликоген, липиды, пигмент).**

Классификации органелл:

Органеллы делятся на мембранные и немембранные:

- 1. Мембранные: комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы, эндоплазматическая сеть, окаймленные пузырьки.**
- 2. Немембранные: рибосомы, центриоли, фибриллярные структуры.**

Органеллы делятся на органеллы общего и специального значения:

- 1. Органеллы общего значения постоянно находятся в клетке, имеют мембранное строение (кроме рибосом) и выполняют определенные функции.**
- 2. Если клеточная структура не обладает свойством постоянно присутствовать в клетке, независимо от уровня дифференцировки, ее следует рассматривать как специализированую (микроворсинки, реснички, синаптические пузырьки, базальные складки, миофибриллы?, тонофибриллы?...**

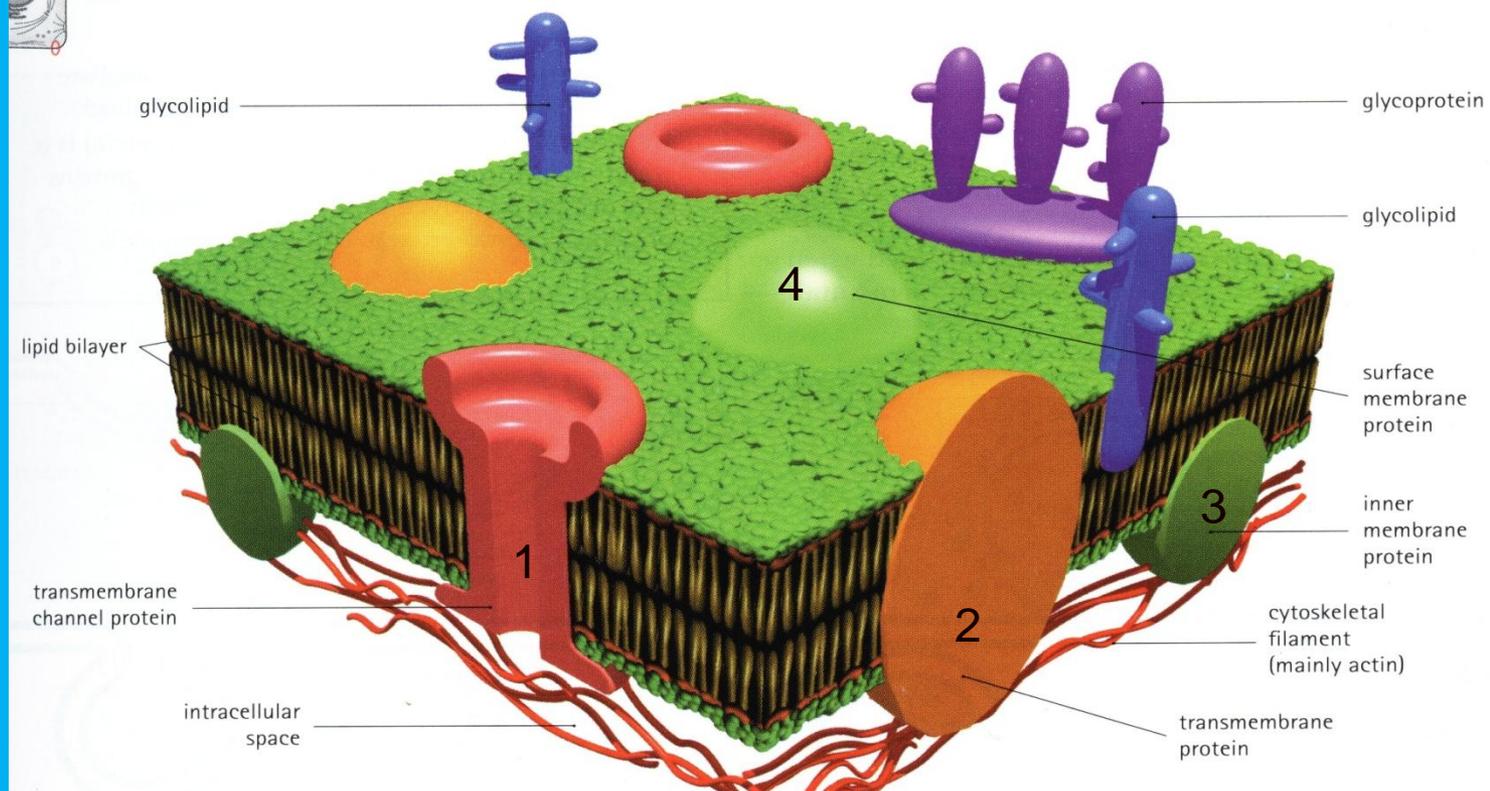
Классификации органелл:

- 1. Органеллы с защитной функцией (лизосомы, пероксисомы).**
- 2. Органеллы с синтетической функцией (ЭПС – белки, липиды; рибосомы – белки, комплекс Гольджи – гликопротеины).**
- 3. Органеллы с функцией обеспечения энергией (митохондрии).**

КЛЕТОЧНАЯ МЕМБРАНА

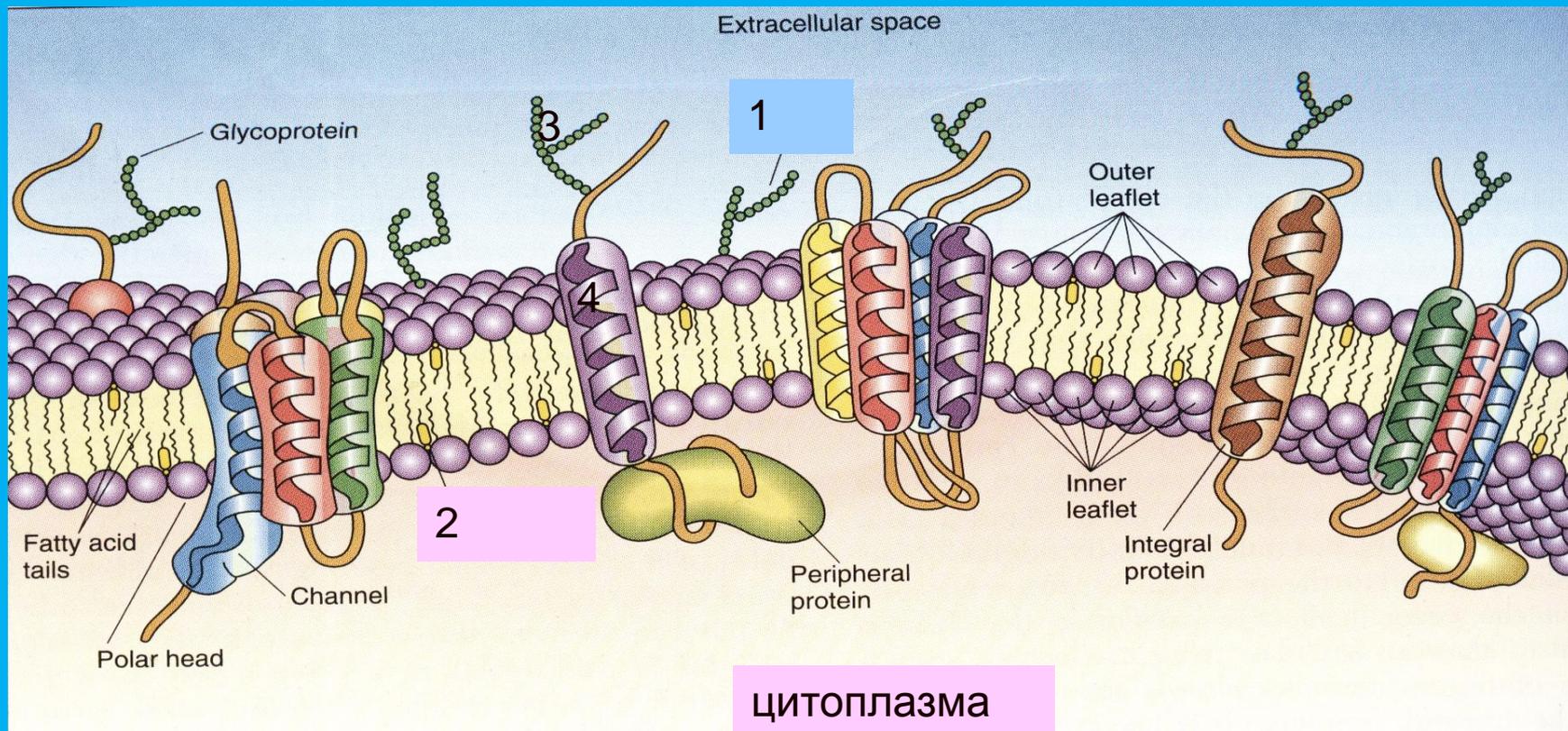
- Мембранные белки:
 - ❖ Прикрепляют филаменты цитоскелета к клеточной мембране
 - ❖ Прикрепляют клетки к экстрацеллюлярному матриксу (адгезионные молекулы)
 - ❖ Транспортируют молекулы в клетку или из нее (белки-переносчики, белки мембранных насосов, белки ионных каналов).
 - ❖ Действуют как рецепторы химического взаимодействия между клетками (например, рецепторы гормонов).
 - ❖ Обладают специфической ферментной активностью.

ПЛАЗМА- ЛЕММА



В липидном бислое гидрофобные группы фосфолипидов обращены во внутрь, а гидрофильные – наружу. Белковые молекулы (интегральные белки) вмонтированы в плазмалемму. Если белковая молекула пронзает всю толщу мембраны – это трансмембранный белок (1,2). Если белковая молекула прикрепляется к внутренней поверхности мембраны – это периферические белки: внутренние (3) – белки цитоскелета, наружные (4) – рецепторные белки. Трансмембранные белки образуют ионные каналы (1) или являются переносчиками (2).

Жидкостно-мозаичная модель плазмалеммы



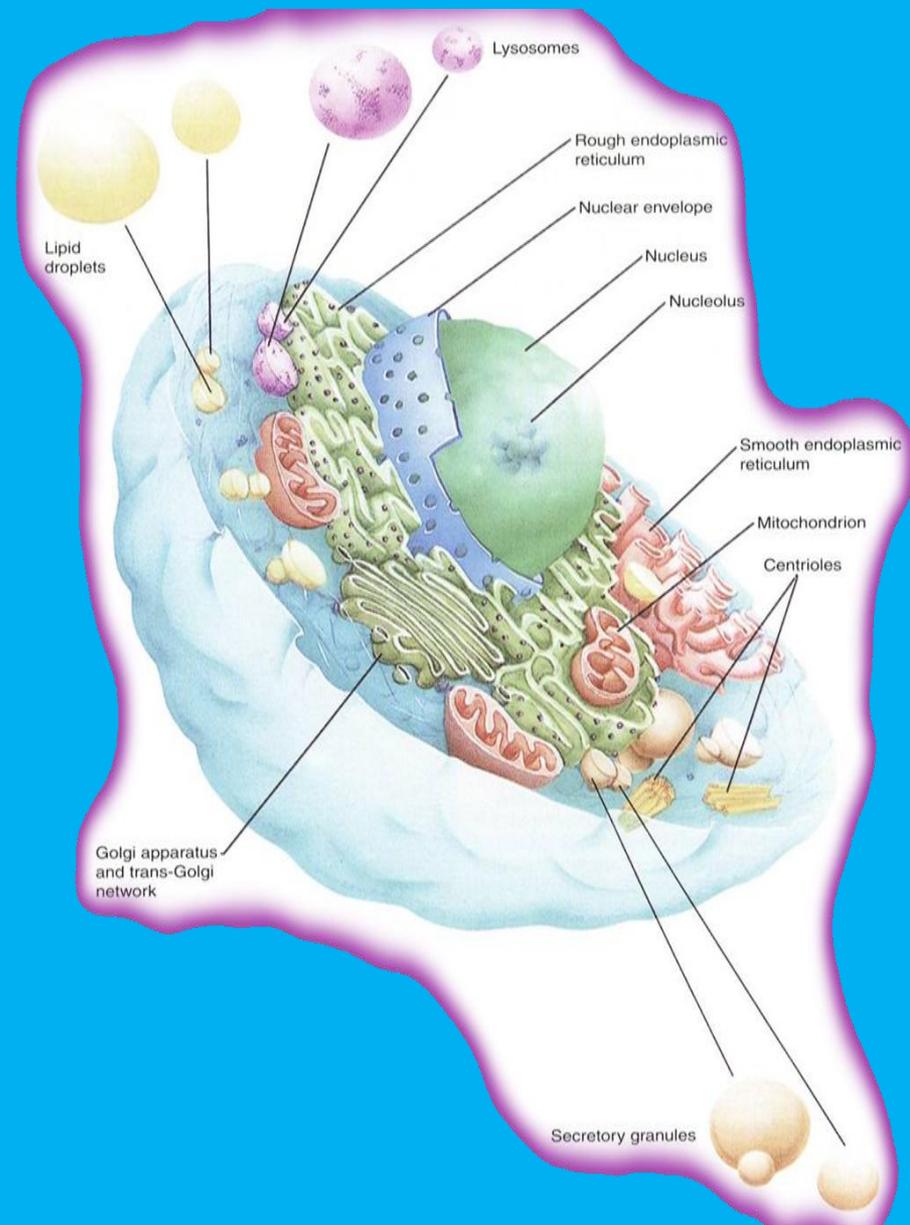
В клеточной мембране присутствуют также гликолипиды (1), холестерин (2) (последний ограничивает латеральную текучесть фосфолипидов, делает мембрану менее текучей и более стабильной). Гликолипиды вовлечены в межклеточные взаимодействия. С поверхности выступают и молекулы углеводов (3), соединенные либо с гликолипидами, либо с интегральными белками (4).

Плазмалемма

1. Функции:

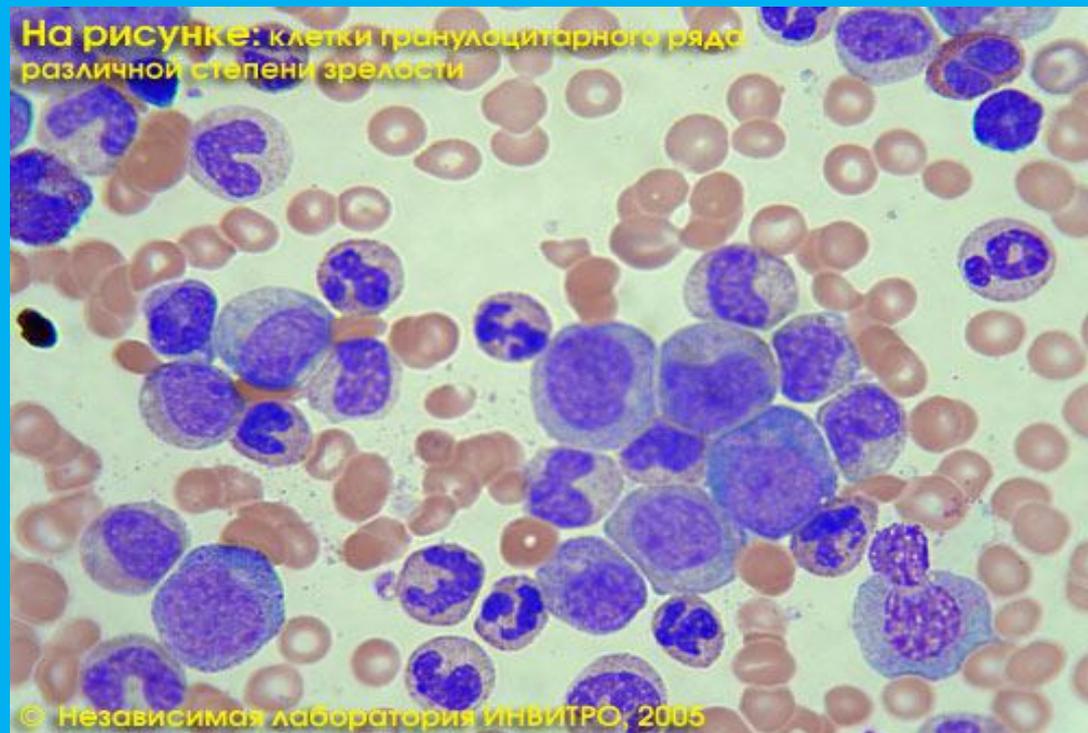
- Установление структурной целостности клетки
- Селективная проницаемость
- Регуляция межклеточных взаимодействий
- Узнавание через рецепторы антигенов, поврежденных клеток, чужих клеток
- Трансдукция внешнего химического и физического сигнала во внутриклеточное событие
- Служит разделом сред между цитоплазмой и внешним окружением
- Образует транспортные системы для особых молекул, как, например, глюкоза.

Большинство функций клеток находится под контролем ядра — административного центра клетки. Ядро — это самый крупный компартмент клетки, ограниченный мембраной и содержит почти всю ДНК клетки и механизмы синтеза РНК.

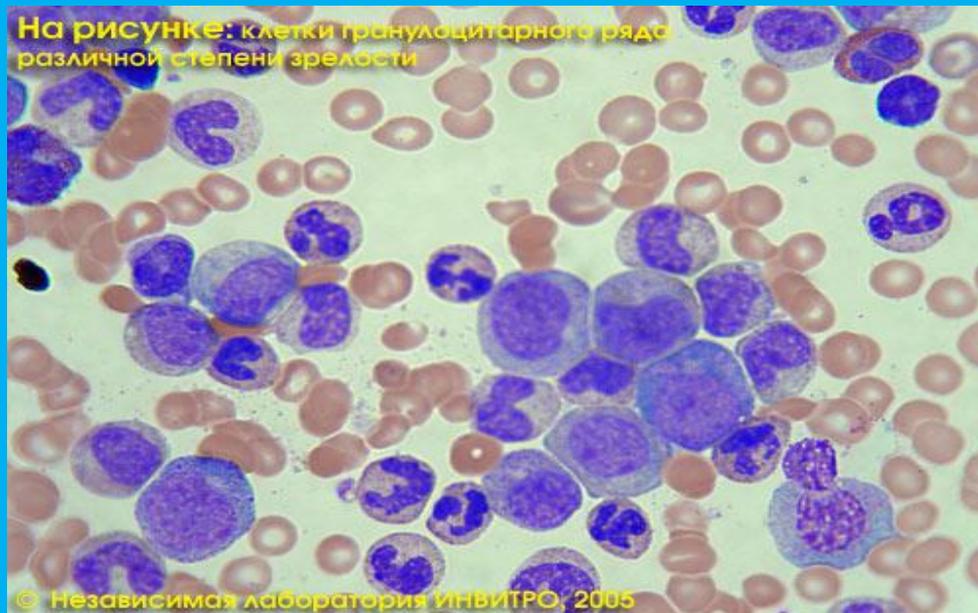


Располагается ядро ближе к центру клетки или на одном из полюсов (эксцентрически).

Ядро в большинстве клеток округлое, иногда эллипсовидное. В некоторых клетках оно *неправильной многолопастной формы* (моноциты, нейтрофильные лейкоциты).



- Размер большинства ядер равен 4-6 мкм.
- Соотношение объемов ядра и цитоплазмы - постоянная величина для каждого типа клеток.
- В ядре различают: *мембрану, хроматин, кариосомы, нуклеоплазму, ядрышки.*



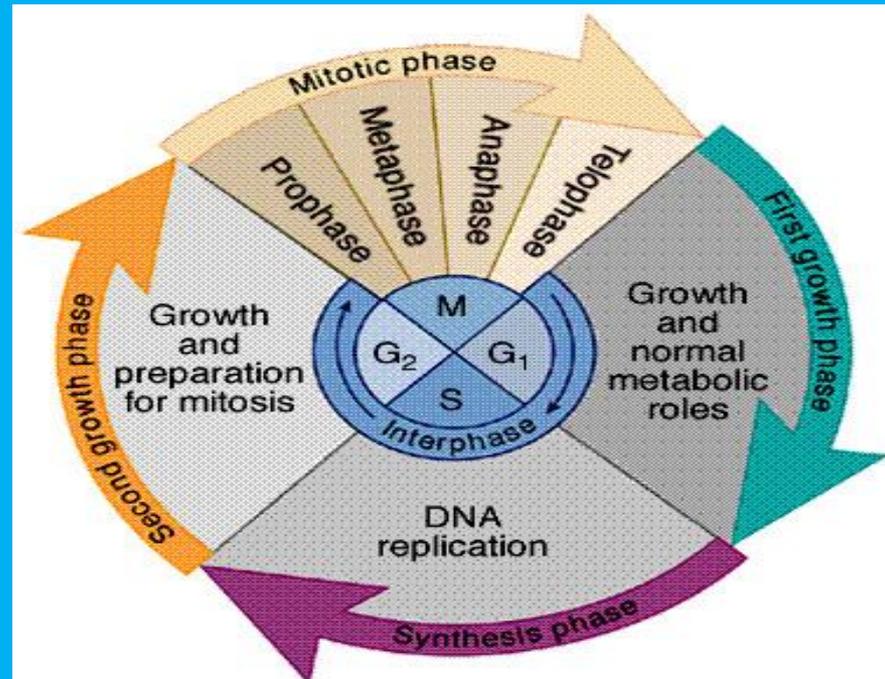
- число, размер и форма хромосом характерны для каждого вида.
- во всех соматических клетках любого организма число хромосом одинаково;
- половые клетки всегда содержат вдвое меньше хромосом, чем соматические клетки данного вида организма.
- в каждой соматической клетке нашего тела имеется 23 пары хромосом.



Митоз

Митоз - одно из центральных явлений жизни.

Этот процесс состоит из деления ядра (кариокинеза) и деления цитоплазмы (цитокинеза).



ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ

В жизненном цикле любой клетки различают 5 периодов:

- фаза роста и размножения в недифференцированном состоянии,
- фаза дифференцировки,
- фаза нормальной активности,
- фаза старения
- фаза дезинтеграции и смерти.

Рост и размножение. В момент деления материнской клетки дочерняя клетка начинает вырабатывать белки в соответствии с типом, предписанным ей генетическим кодом.

В таком недифференцированном состоянии клетка может делиться и давать начало двум новым клеткам и т.д.

Это постоянно происходит в герминативной зоне эпителиев, костном мозге.

➤ Дифференцировка связана с изменением морфологии клеток, появлением в клетках специфических белков.

➤ Дифференцированная клетка функционирует согласно тому, что ей уготовила природа.

➤ Затем наступает период старения, в котором появляются структурные и функциональные изменения. Рано или поздно жизнь клетки завершается смертью.

➤ Обычно применяемый **цитологический критерий смерти клетки - диффузное окрашивание витальными красителями цитоплазмы ядра**, момент, когда эти красители получают свободный доступ к основным органоидам клетки.

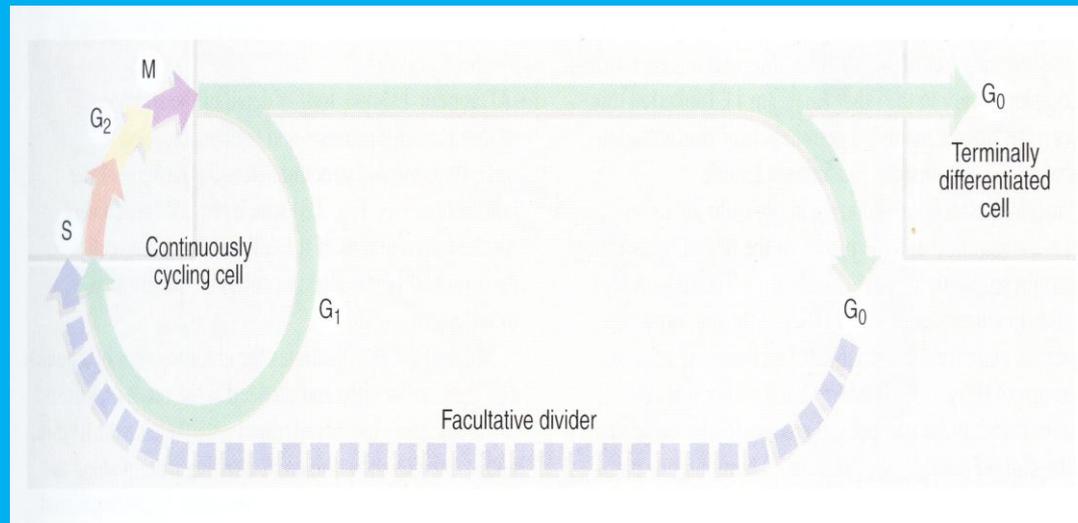
➤ За смертью следует разрушение клетки.

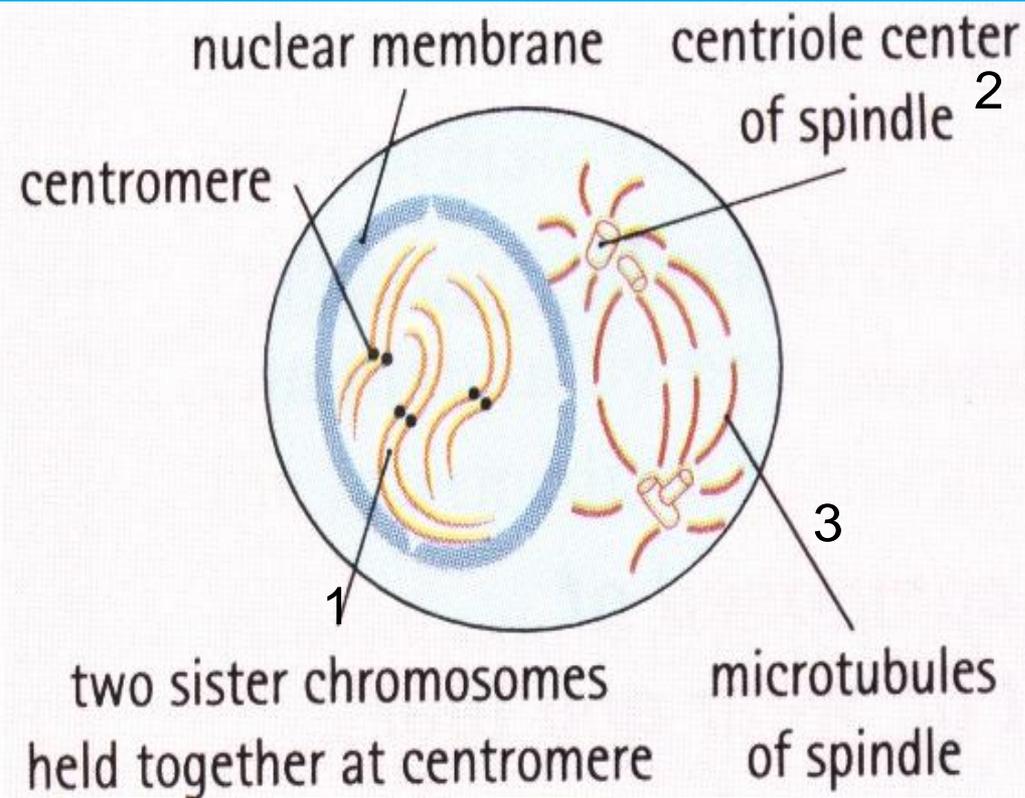
КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ = ИНТЕФАЗА + МИТОЗ

Митоз – короче интерфазы, это период разделения ядра и цитоплазмы и появления двух дочерних клеток.

В интерфазу клетка увеличивается в размерах, удваивает генетический материал.

В большинстве тканей делится лишь небольшая часть клеток – остальные дифференцируются и пребывают в G_0 фазе. Стволовые клетки также находятся в G_0 фазе, но могут возвращаться в клеточный цикл, чтобы восполнить убывающую клеточную популяцию.



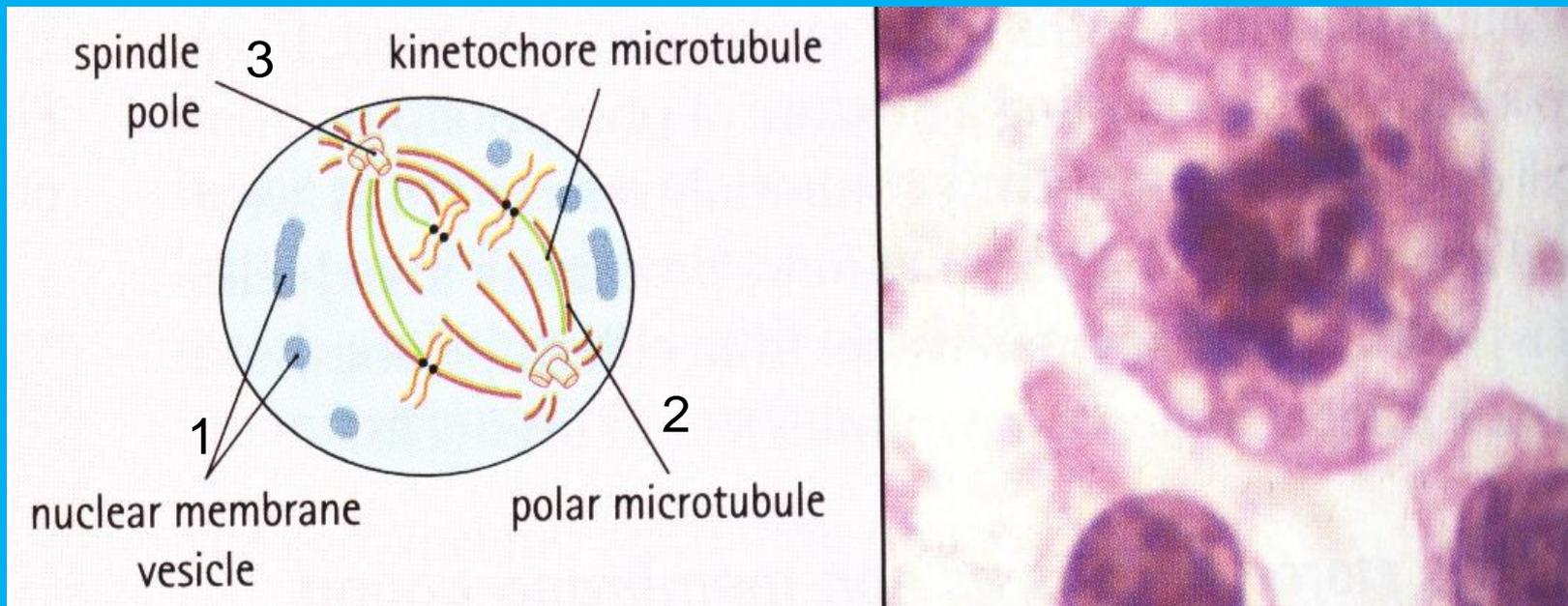


МИТОЗ, ПРОФАЗА

Удвоенный хроматин конденсируется с образованием параллельных сестринских хромосом (1), придавая ядру вид рыхлого клубка (К). Ядрышко утрачивается. Центриоли (2) удваиваются и образуют два центра организации микротрубочек на противоположных полюсах клетки. 3 – веретено деления.

МИТОЗ. ПРОМЕТАФАЗА.

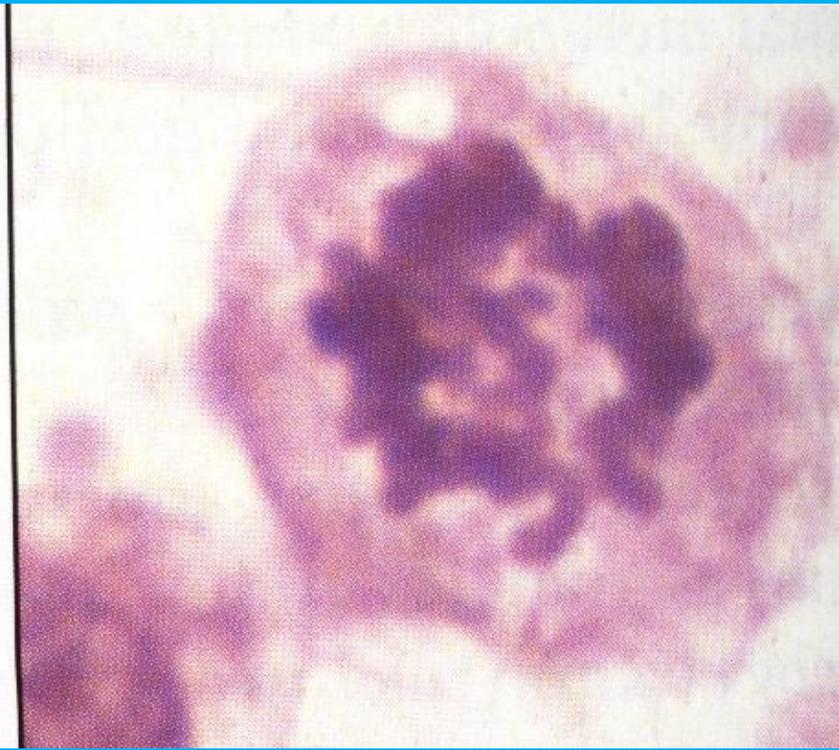
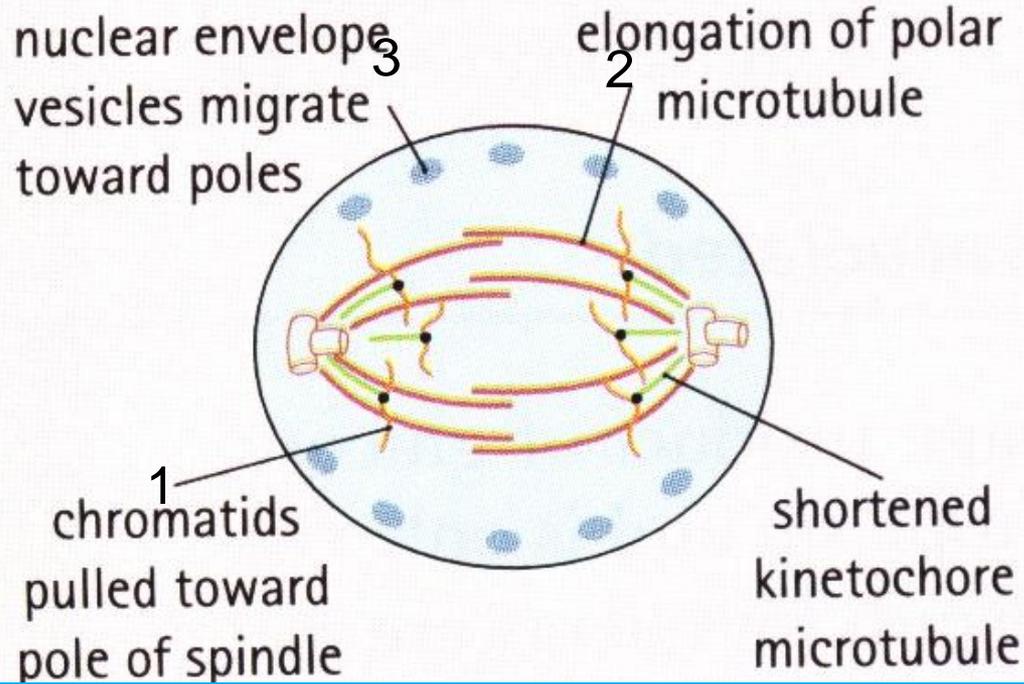
Ядерная мембрана распадается с образованием мелких пузырьков (1), что позволяет микротрубочкам веретена (2) получить доступ к хромосомам. Каждая пара хромосом своим центромерным участком (кинетохором) прикрепляется к микротрубочкам, тянущимся от полюсов веретена (3). Пары хромосом направляются на экватор клетки.



МИТОЗ. МЕТАФАЗА

Движение хромосом вдоль трубочек ведет к их выстраиванию на экваторе (1) клетки между полюсами веретена.

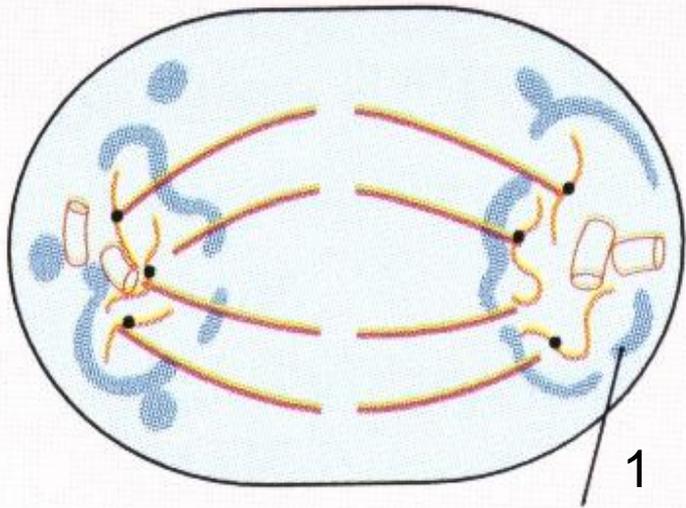




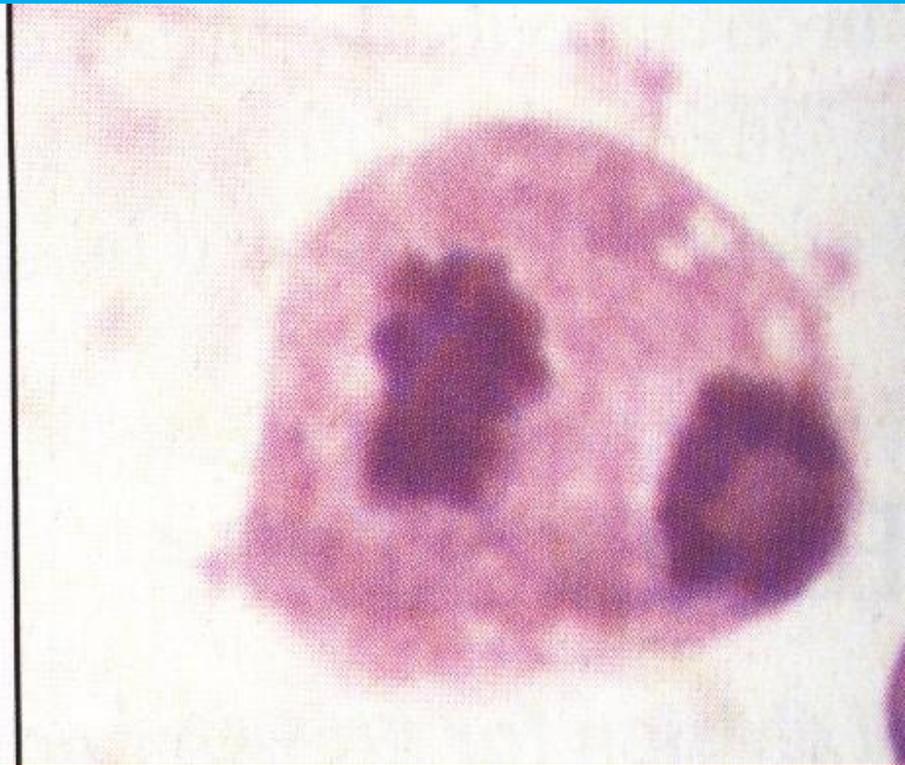
МИТОЗ. АНАФАЗА

Центромерные участки сестринских хромосом разделяются, и хромосомы (1) направляются к полюсам клетки. В позднюю анафазу микротрубочки веретена (2) удлиняются, вызывая удлинение клетки и дальнейшее взаимоудаление полюсов веретена друг от друга. Пузырьки бывшей кариолеммы (3) также направляются к полюсам клетки.

chromosomes decondense and
lose microtubular attachment

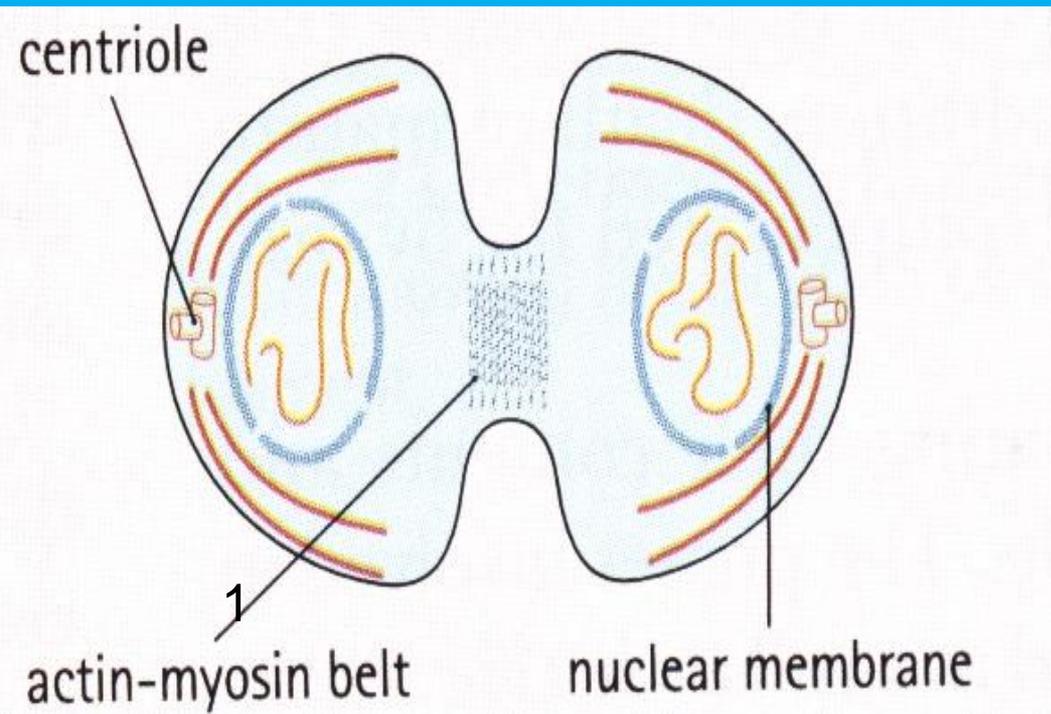


nuclear envelope reforms



МИТОЗ. ТЕЛОФАЗА.

Разделенные хроматиды отделяются от кинетохорных микротрубочек, и вокруг дочерних групп хромосом восстанавливается кариолемма (1). Клетка продолжает удлиняться за счет удлинение микротрубочек веретена. Эта фаза сигнализирует окончание митоза.



МИТОЗ. ЦИТОКИНЕЗ.

Разделение на две клетки происходит за счет агрегации актин-миозинового пояса (1) прямо на экваторе телофазной клетки. Вдоль этого пояса клетки разделяются, плазмалеммы дочерних клеток сливаются, закрывая дефект. В дочерних ядрах появляются ядрышки на фоне плотных хроматиновых масс. Клетки входят в G1 фазу цикла.

В процессе гибели клетки наиболее отчетливо проявляются признаки повреждения ядра:

- Околоядерные вакуоли.
- Отек ядра. Ядро увеличивается и округляется, содержимое ядра становится гомогенным. Ядрышки, отчетливо выделяются.
- Развивается пикноз ядра.
- Фрагментация ядра (кариорексис).

Финалом жизнедеятельности клеток или тяжелых повреждений клетки является гибель клетки: **некроз или апоптоз.**

