

# **Лекция 4**

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

# Клетка

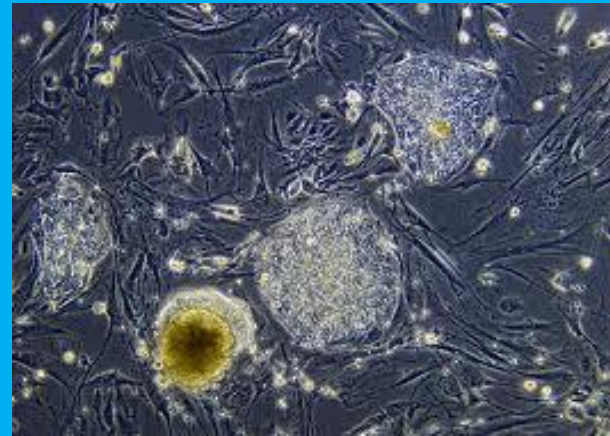
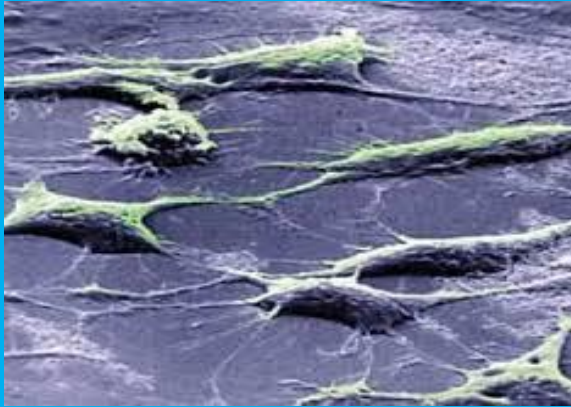
- ✓ элементарная структурная и функциональная единица всех живых организмов.
- ✓ - обладает способностью реагировать на различные факторы раздражения.
- ✓ клетки составляют  $2/3$  массы тела человека, остальной вес приходится на аморфное и волокнистое межклеточное вещество и жидкости.

**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 *микросреда*.

❖ в организме постоянно работают энергетические и биохимические механизмы поддержания гомеостаза

❖ клетки всех типов характеризуются сходством общей организации и строения.

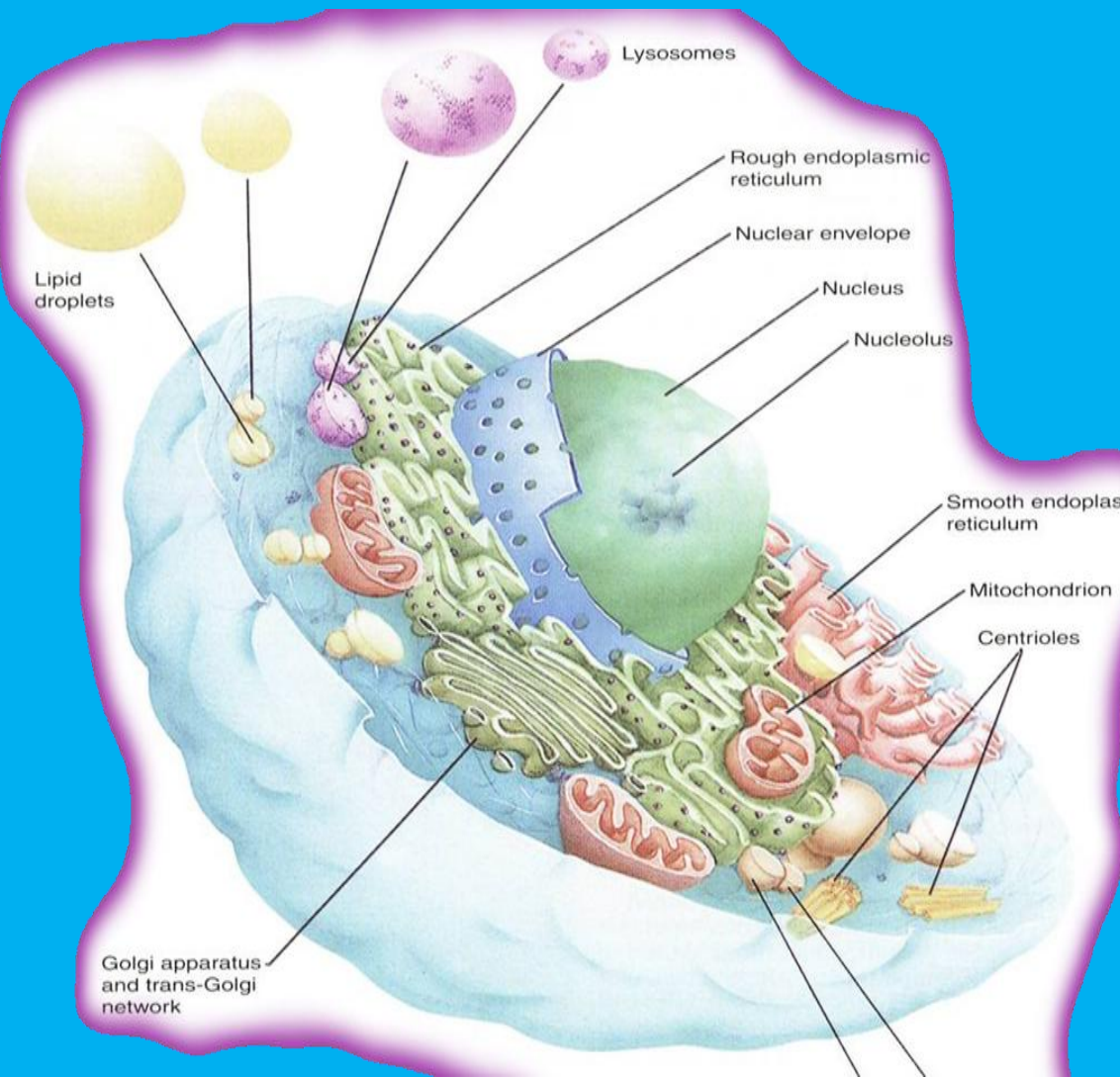
# **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АТТРИБУТЫ КЛЕТКИ:**

- **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?...**

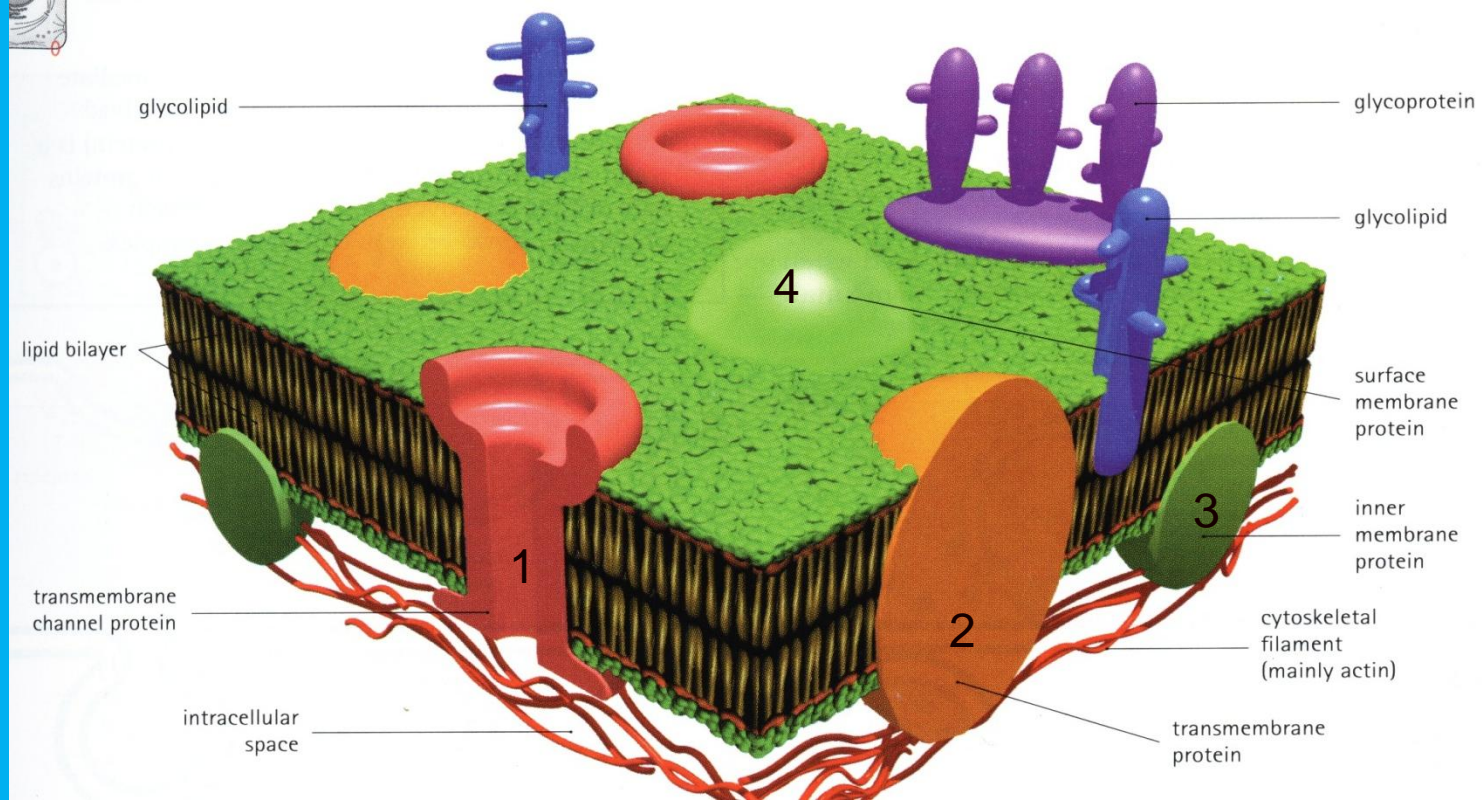
# **Классификации органелл:**

- 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

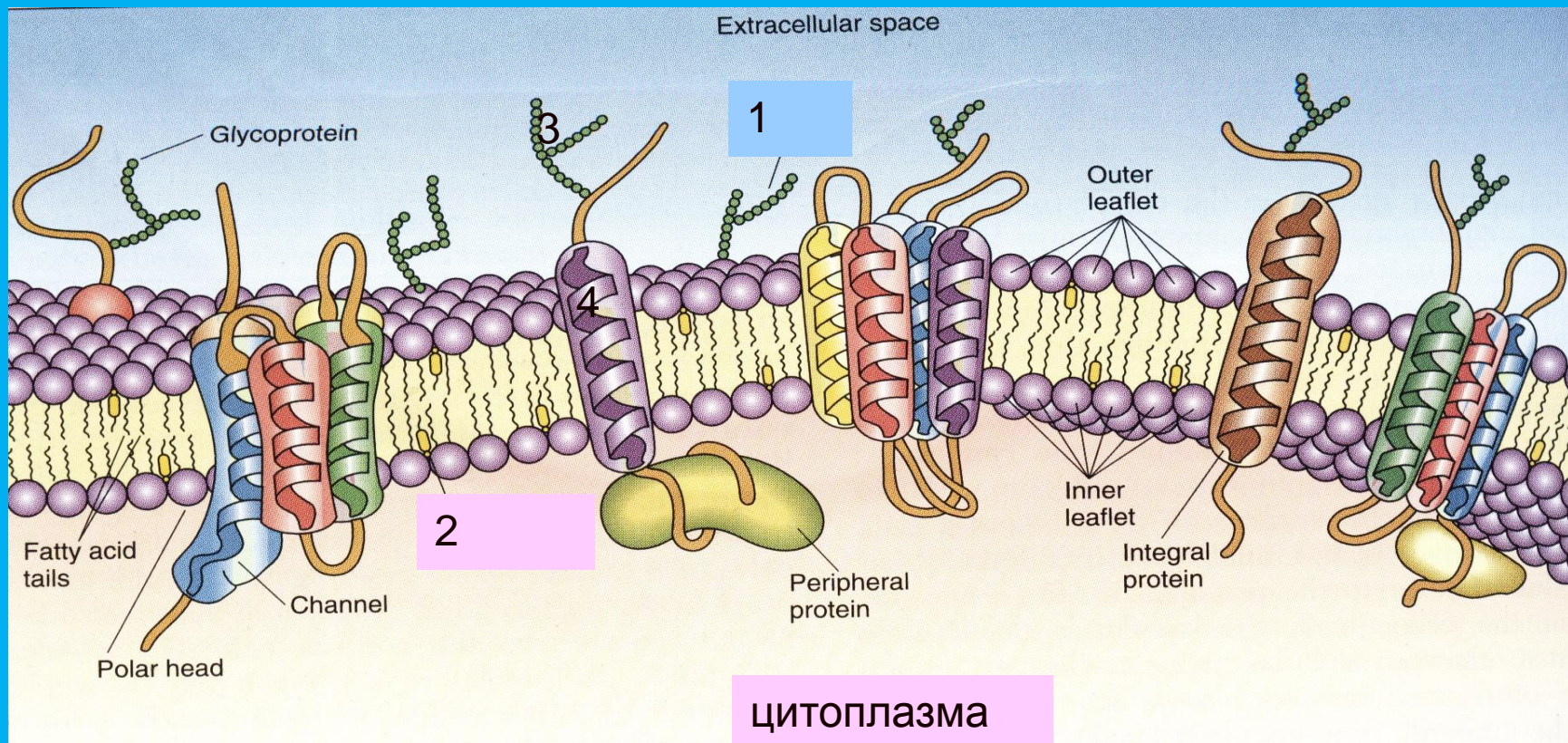
- Мембранные белки:
  - ❖ Прикрепляют филаменты цитоскелета к клеточной мембране
  - ❖ Прикрепляют клетки к экстрацеллюлярному матриксу (адгезионные молекулы)
  - ❖ Транспортируют молекулы в клетку или из нее (белки-переносчики, белки мембранных насосов, белки ионных каналов).
  - ❖ Действуют как рецепторы 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



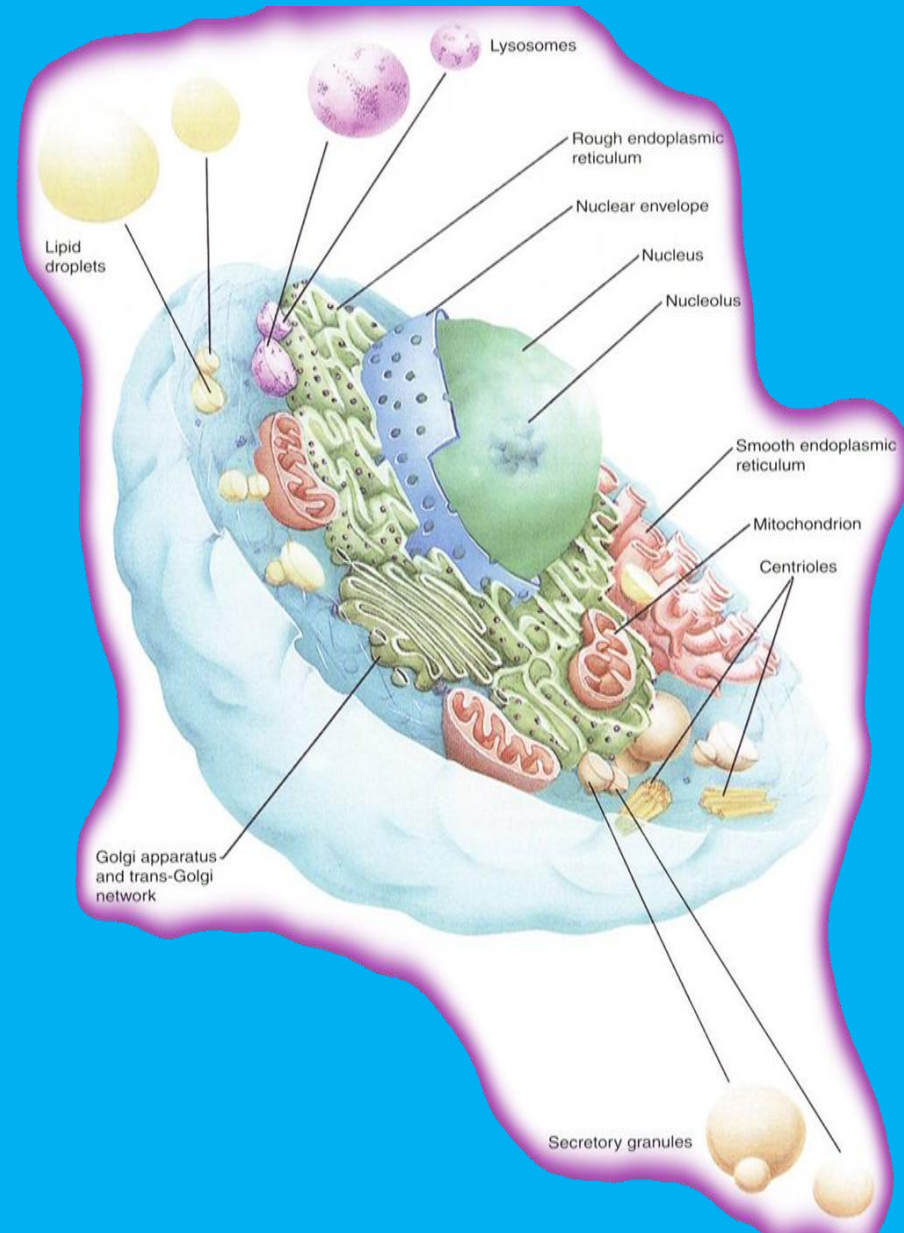
В клеточной мембране присутствуют также гликолипиды (1), холестерин (2) (последний ограничивает латеральную текучесть фосфолипидов, делает мембрану менее текучей и более стабильной). Гликолипиды вовлечены в межклеточные взаимодействия. С поверхности выступают и молекулы углеводов (3), соединенные либо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

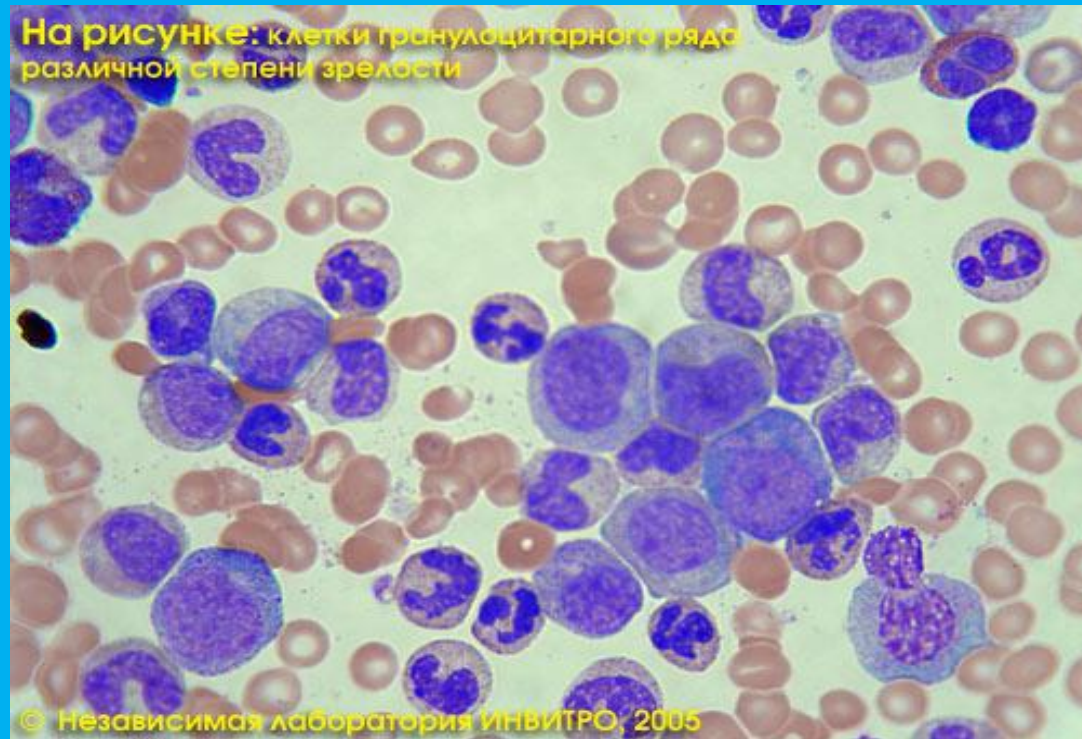
Большинство функций клеток находится под контролем ядра — административного центра клетки. Ядро — это самый крупный компартмент клетки, ограниченный мембраной и содержит почти всю ДНК клетки и механизмы синтеза РНК.



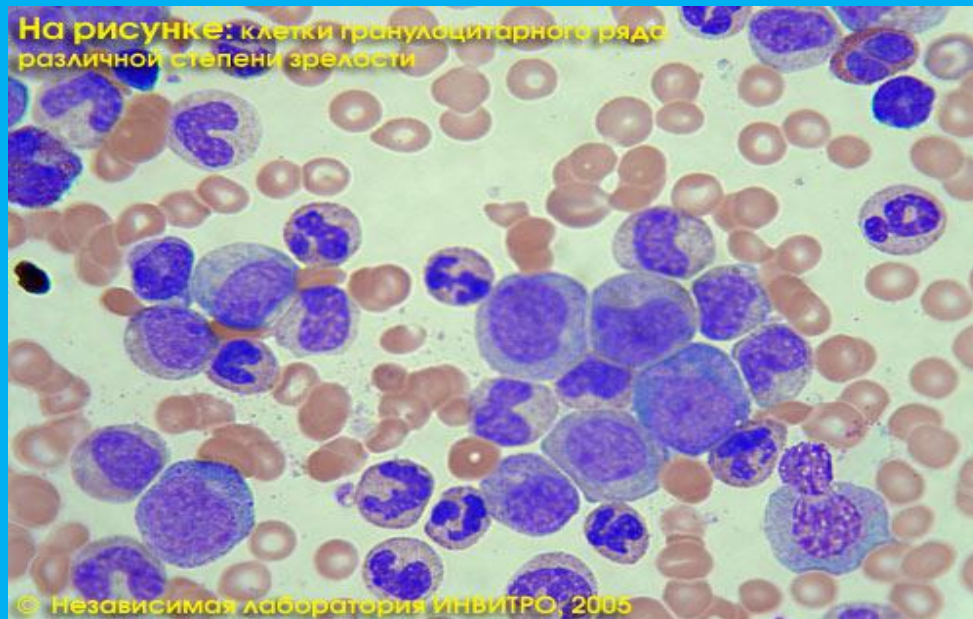


Располагается ядро ближе к центру клетки или на одном из полюсов (эксцентрически).

Ядро в большинстве клеток округлое, иногда эллипсоидное. 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.*



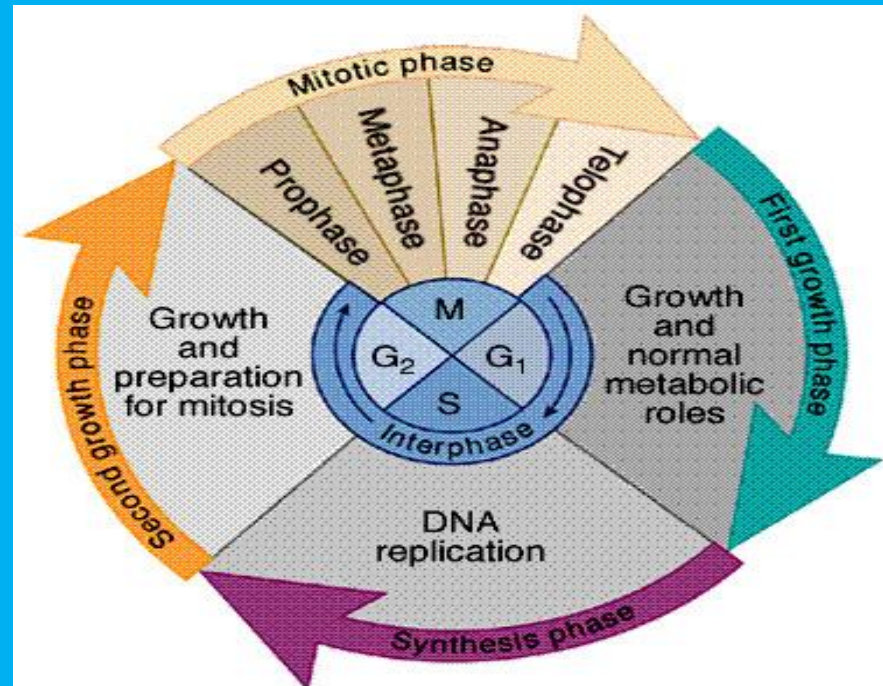
- число, размер и форма хромосом характерны для каждого вида.
- во всех соматических клетках любого организма число хромосом одинаково;
- половые клетки всегда содержат вдвое меньше хромосом, чем соматические клетки данного вида организма.
- в каждой соматической клетке нашего тела имеется 23 пары хромосом.



# 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.

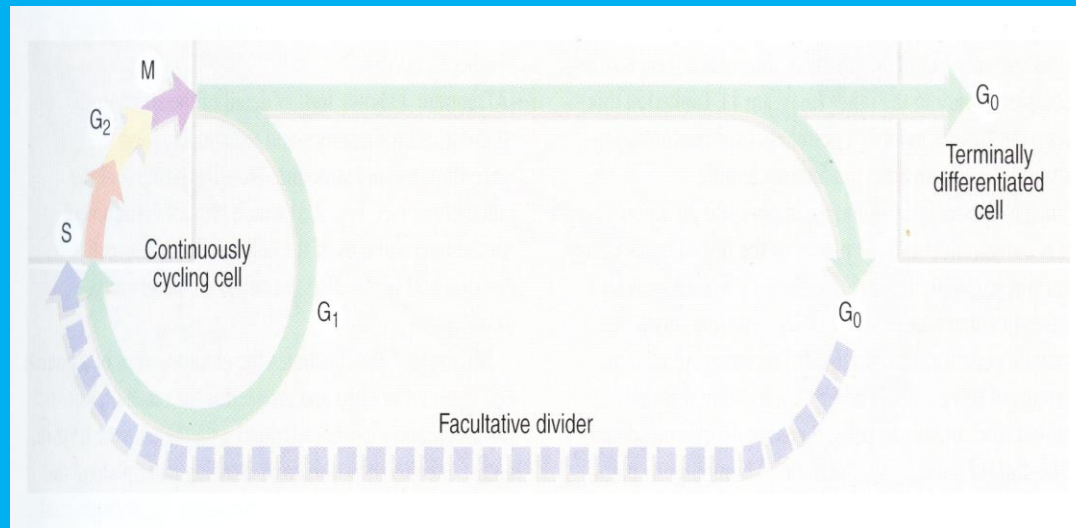
➤ За смертью следует разрушение клетки.

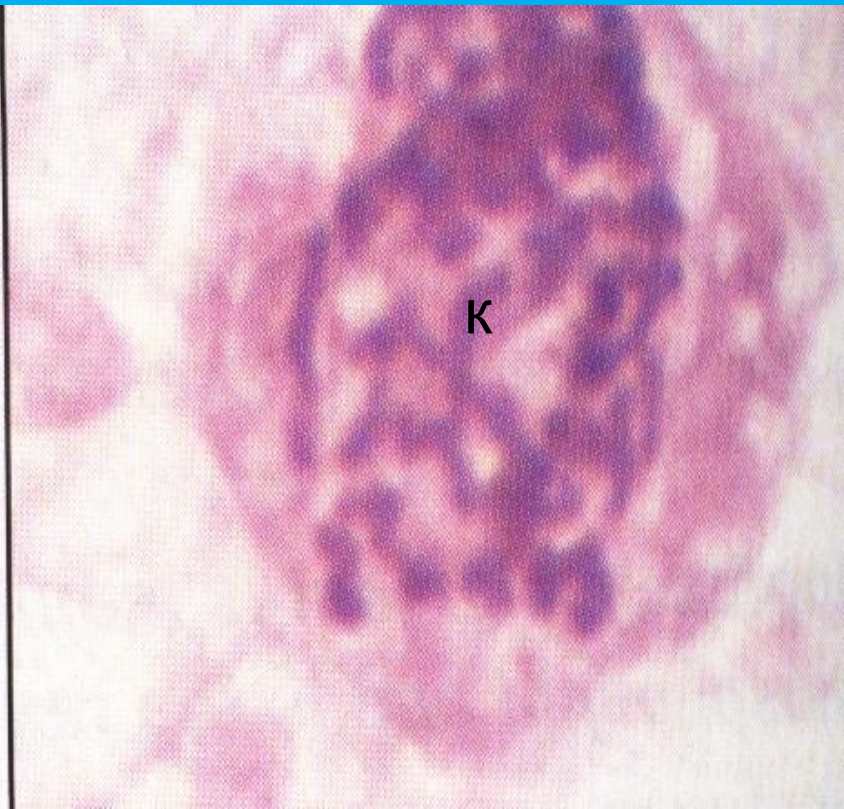
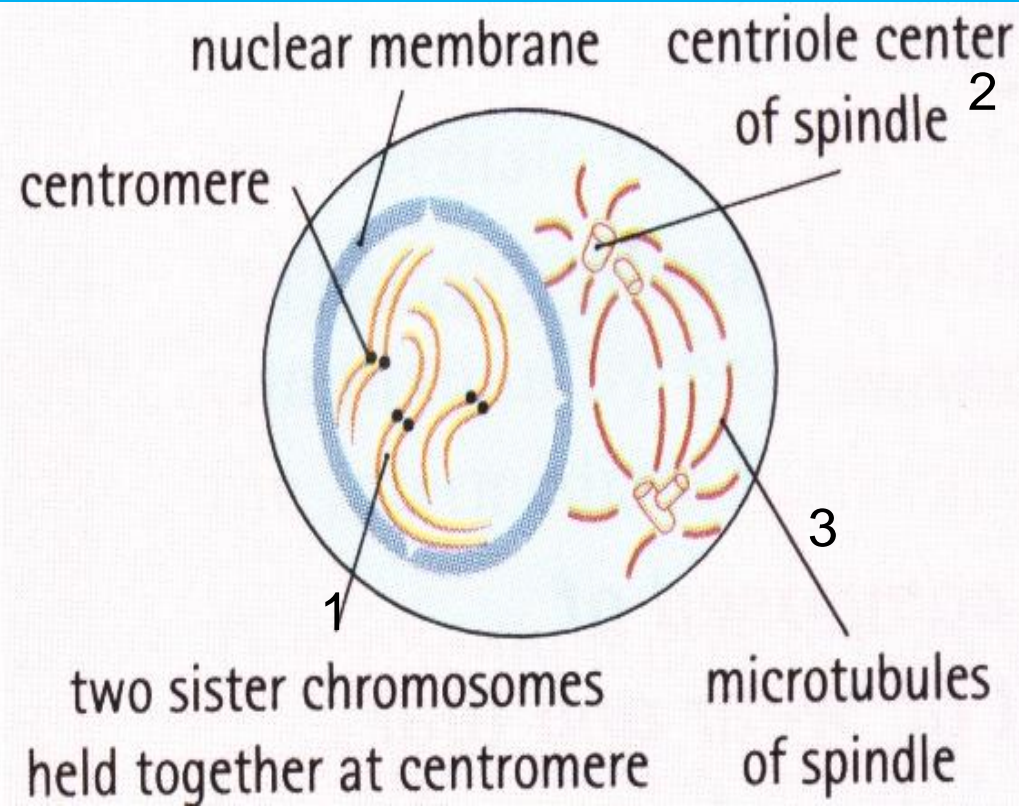
## КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ = ИНТЕФАЗА + МИТОЗ

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.





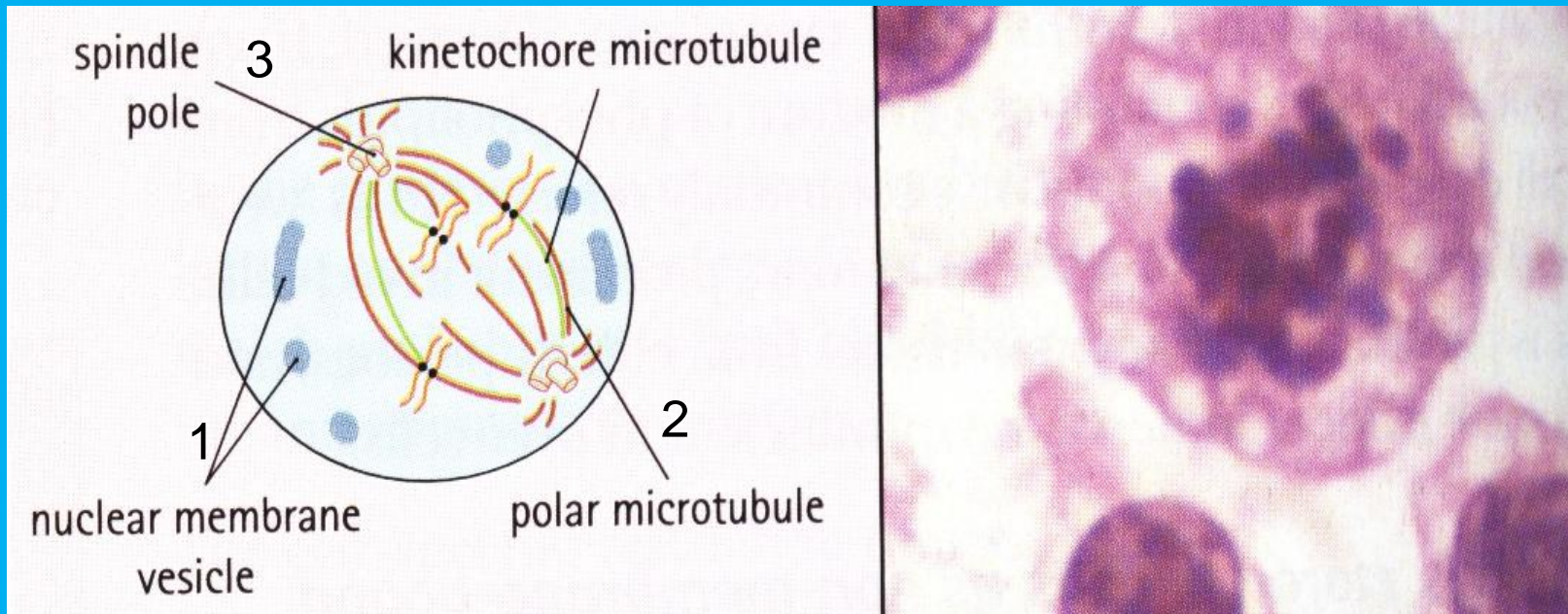
## МИТОЗ, ПРОФАЗА

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.



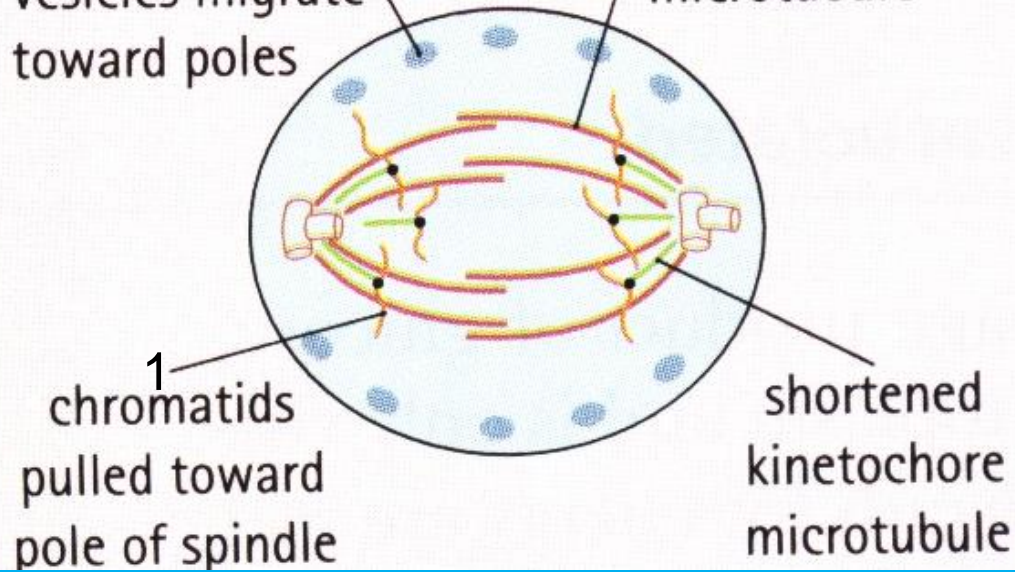
## МИТОЗ. МЕТАФАЗА

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



nuclear envelope  
vesicles migrate  
toward poles

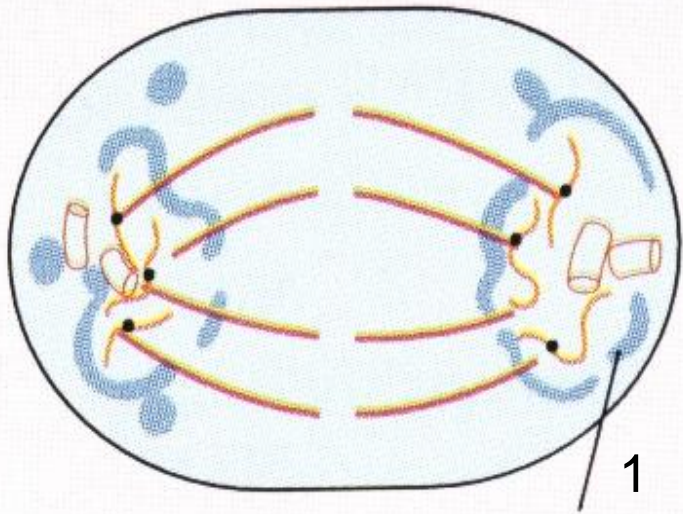
elongation of polar  
microtubule



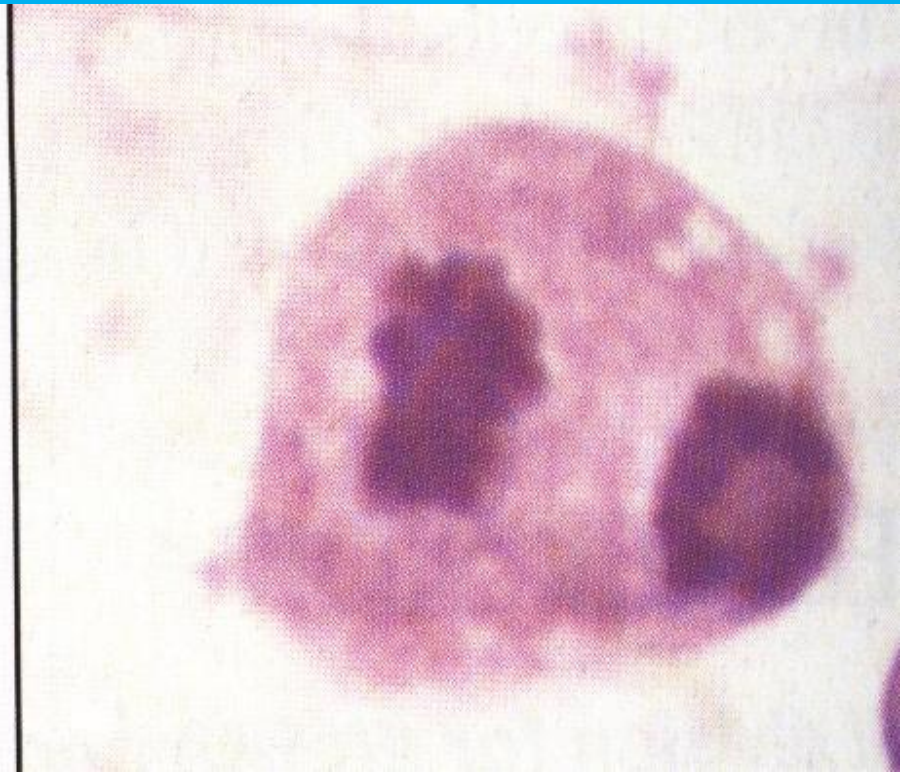
## МИТОЗ. АНАФАЗА

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

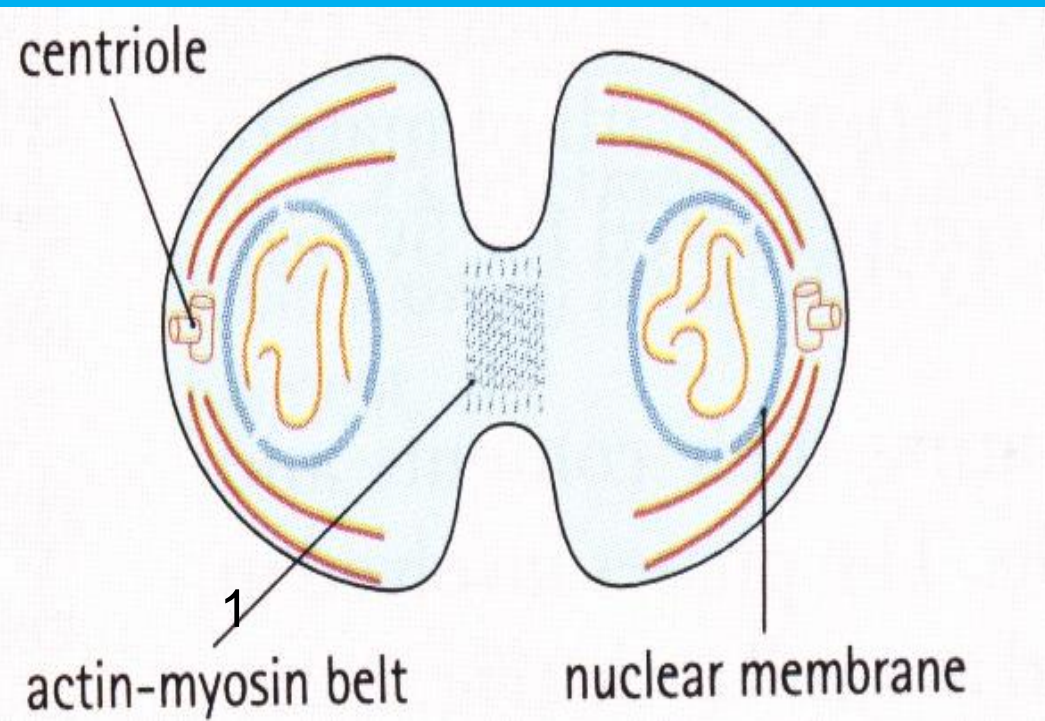


nuclear envelope reforms



## **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.**

