

ЦИТОЛОГИЯ

**Тема лекции:
«Ядро. Репродукция
клеток» .**

Цель лекции:

- **изучить структуры ядра, роль ядра в хранении и передаче генетической информации, а также в синтезе белка; основные проявления жизнедеятельности клеток.**

Содержание.

Форма ядер. Структурные компоненты ядра в интерфазе по данным световой и электронной микроскопии. Виды хроматина. Жизненный цикл клетки. Способы репродукции клеток. Митоз: фазы, стадии. Мейоз. Амитоз. Эндорепродукция.

Ядро выполняет следующие функции:

- **1. хранение, передача и реализация генетической информации, закодированной в молекулах ДНК,**
- **2. участие в репарации поврежденных молекул ДНК (в интерфазе),**
- **3. участие в делении клеток (редупликация молекул ДНК),**
- **4. синтез белка и регуляция его количества.**
- **5. формообразующая роль.**

Препарат - структура клеточного ядра. Окраска гематоксилин -эозином. x 400.



■ В ядрах - можно видеть 3 основных элемента:

■ а) ядро (1),

■ б) ядерную оболочку (2),

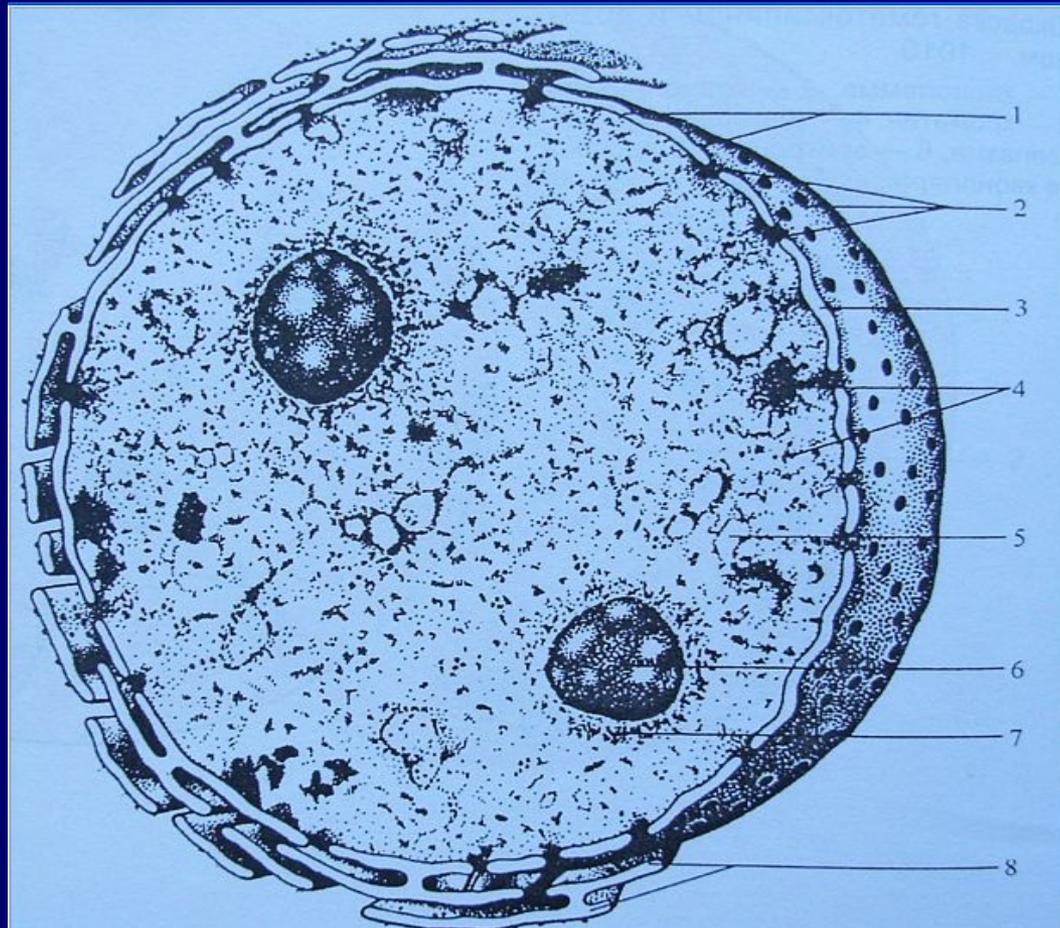
■ в) глыбки хроматина (3),

■ г) округлые ядрышки (4).

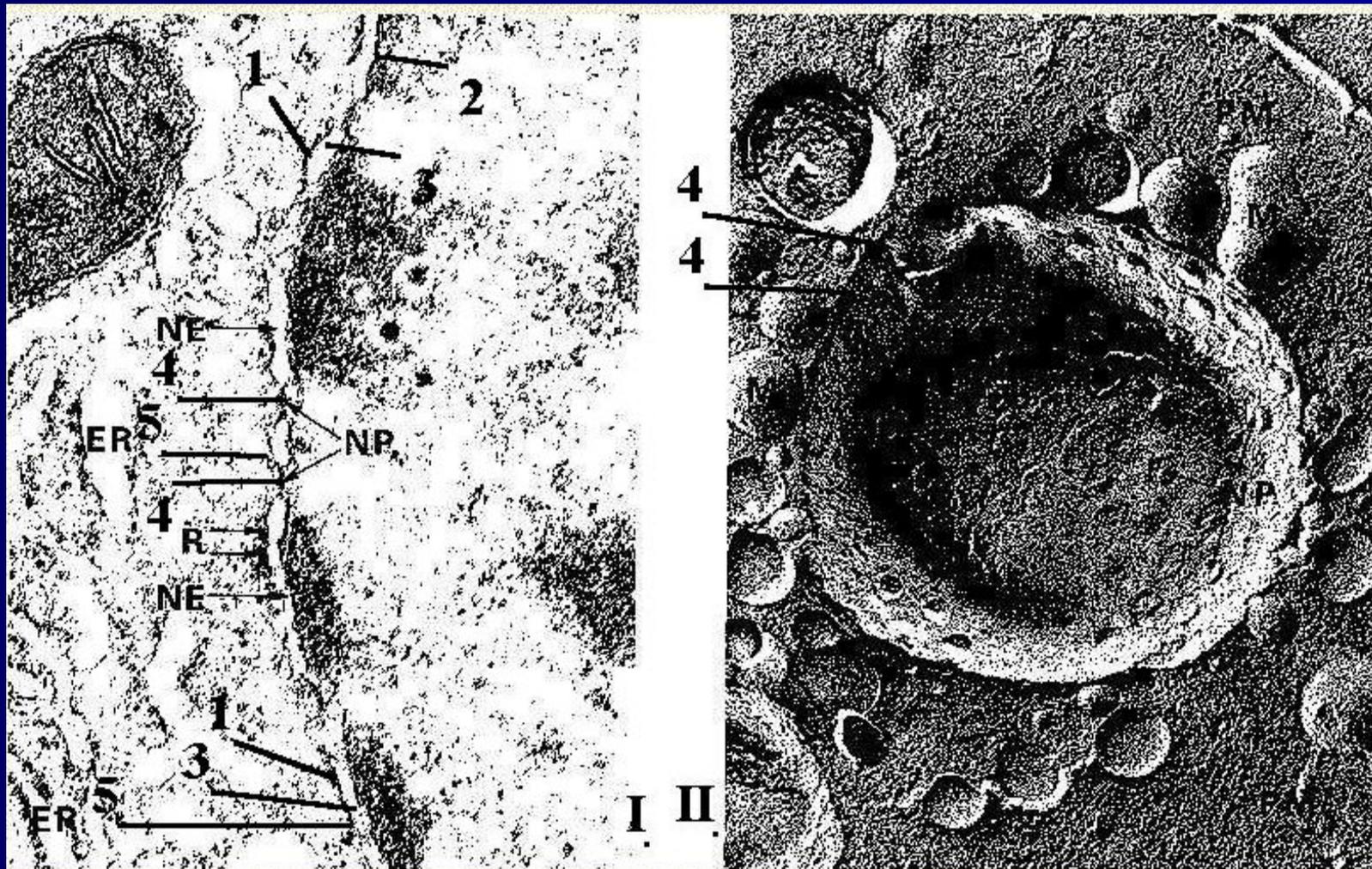
■ Четвёртый компонент ядра - кариоплазма, или нуклеоплазма - является той средой, в которой находятся хроматин и ядрышки.

■ Оксифильная, слегка зернистая, цитоплазма (5) и не очень заметные границы (6) клеток.

Схема ультрамикроскопического строения ядра



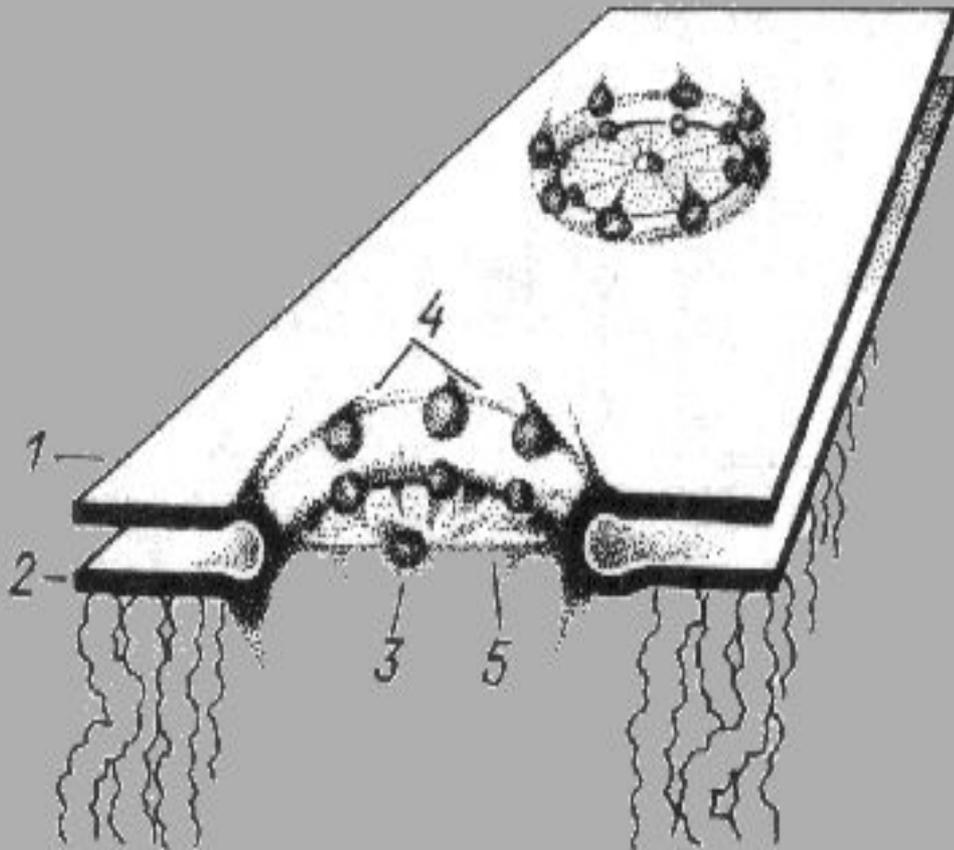
Электронная микрофотография - ядерная оболочка. Просвечивающая (I) и сканирующая (II) микроскопия.



Строение ядерной мембраны

- **1. Кариолема** состоит из 2-х билипидных мембран, разделенных перинуклеарным пространством.
- 2. В оболочке содержатся **ядерные поры** (4), необходимые для перемещения молекул и крупных частиц (например, субъединиц рибосом) из ядра в цитоплазму или обратно.
- **С внешней ядерной мембраной** со стороны гиалоплазмы связаны рибосомы (5).
Эту мембрану можно рассматривать как компонент гранулярной эндоплазматической сети
- **Внутренняя ядерная мембрана** связана с ядерной пластинкой (ламиной), к которой крепятся концы всех хромосом - причём, в строго определённых местах.
- **3. В области ядерных пор** внутренняя и наружная мембраны сливаются, образуя округлые отверстия.
- В отверстия встроены **комплексы поры** - белковые гранулярно-фибрилярные структуры, напоминающие двойное велосипедное колесо. Получается перегородка (4), которая ограничивает пропускную способность поры.
- 4. При особом способе приготовления препарата (путём замораживания и последующего скалывания), а также используя затем сканирующую микроскопию, удаётся наблюдать **внутреннюю поверхность ядерных мембран** (II).
- Ядерные поры видны как округлые углубления.

Строение комплекса поры



**Схема строения
порового комплекса**
(Franke, 1970,
Ю.С.Ченцов, 1984)

Обозначения:
1 - внешняя ядерная
мембрана;
2 - внутренняя ядерная
мембрана;
3 - центральная гранула;
4 - периферические
гранулы;
5 - диафрагма.

Строение комплекса поры ядерной оболочки.

Поровые кольца - прерывистые белковые диафрагмы, состоящие из восьми субъединиц. Различают цитоплазматическое и ядерное поровое кольцо, связанные соответственно с наружным и внутренним листком нуклеолеммы. Между кольцами располагаются восемь спиц, направленных свободными концами к центру поры, где находится центральная гранула. Поскольку последняя не является постоянным компонентом порового комплекса, некоторые исследователи не причисляют ее к составу поры, а считают ее проходящей в ядро, либо из ядра в цитоплазму макромолекулярной частицей.

Ядерная пора

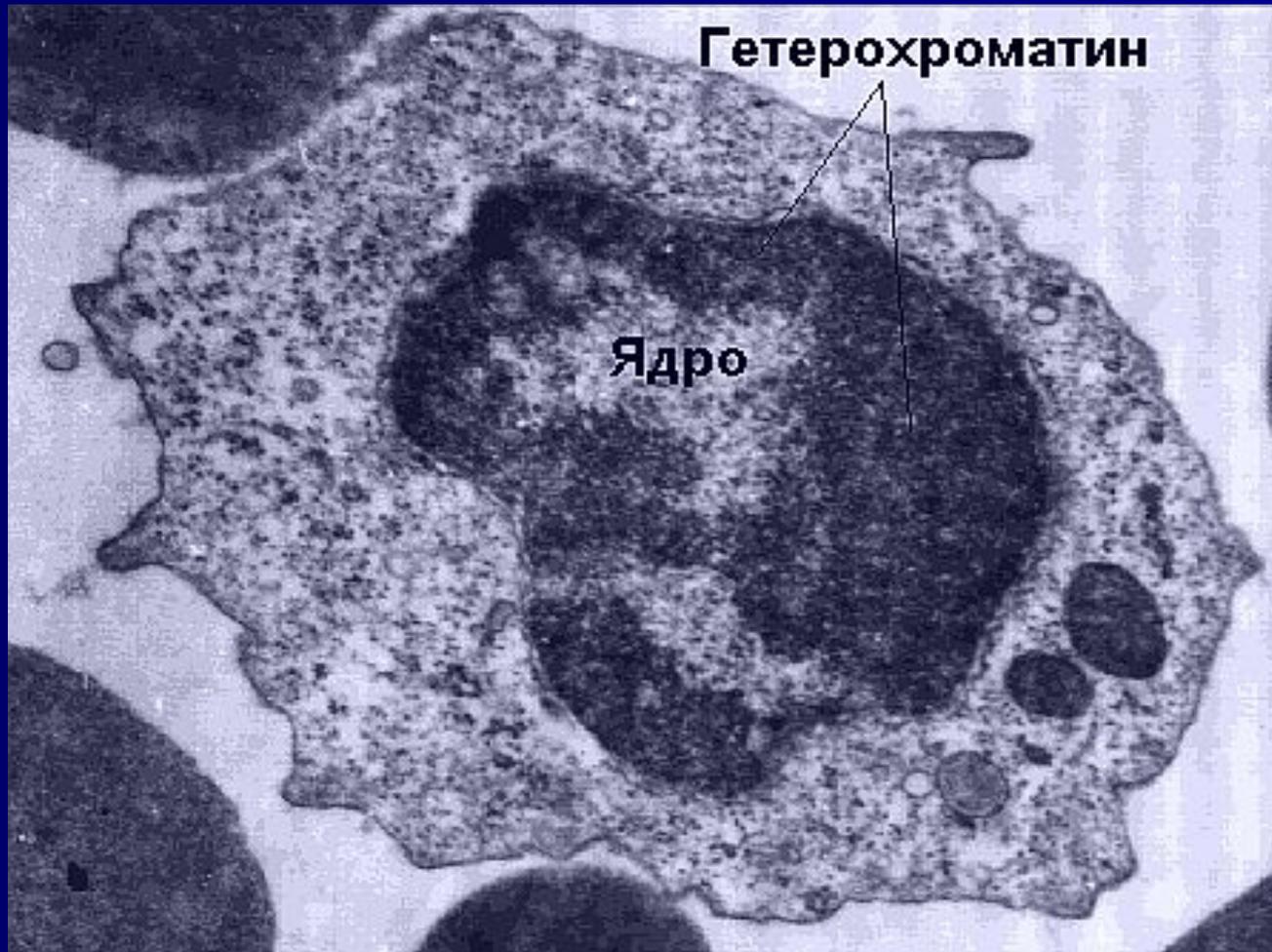
(электронная микрофотография. х 35000)



Строение ядерных пор

Величина ядерных пор во всех клетках стандартна - около 90 нм в диаметре, а численность варьирует в зависимости от активности ядерно-цитоплазматических отношений и функциональной активности клетки. Туннели пор не свободны, а заполнены поровыми комплексами, состоящими из трех компонентов: поровых колец, центральных спиц и центральной гранулы (последний компонент непостоянен). Все компоненты порового комплекса - белковые производные, они обеспечивают строго избирательный транспорт макромолекул в ядро и из ядра.

**Гетерохроматин в ядре лимфоцита
(электронная микрофотография. x 10000)**

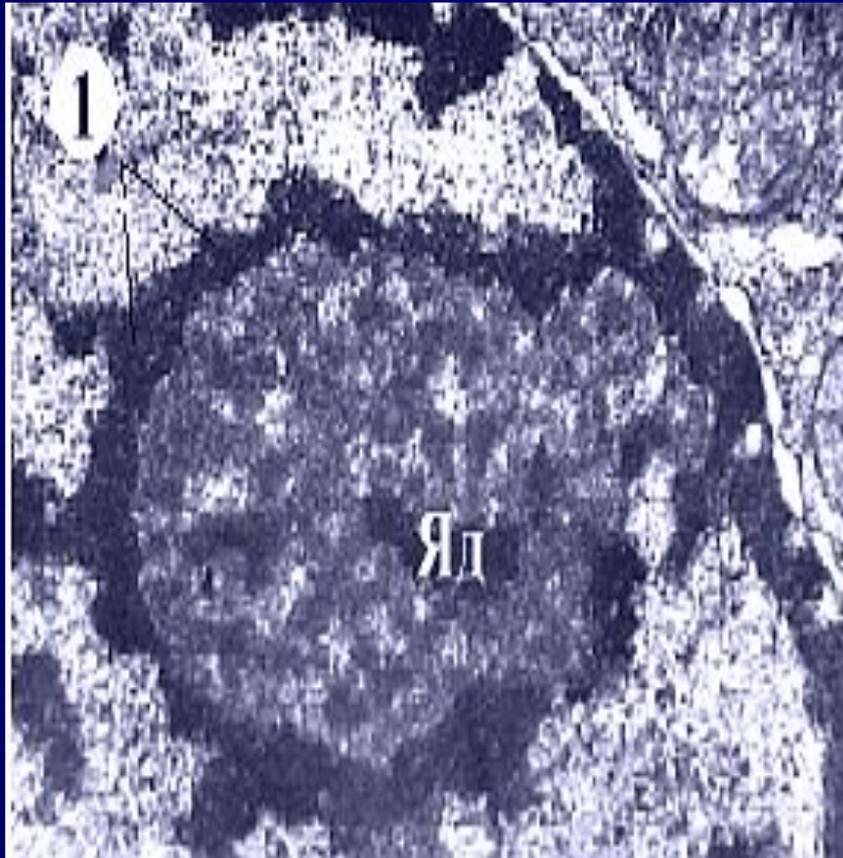


Эухроматин в ядре промиобласта (электронная микрофотография. х 12000)



Строение ядрышка

(электронная микрофотография. х 20000)

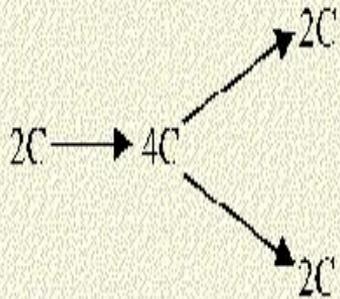


- Ядрышко состоит из 2-х компонентов:
- 1. фибриллярного, расположенного в центре,
- 2. гранулярного, занимающего центральную часть.
- Основные функции:
- 1. синтез белка,
- 2. регуляция синтеза белка,
- 3. сборка рибосом

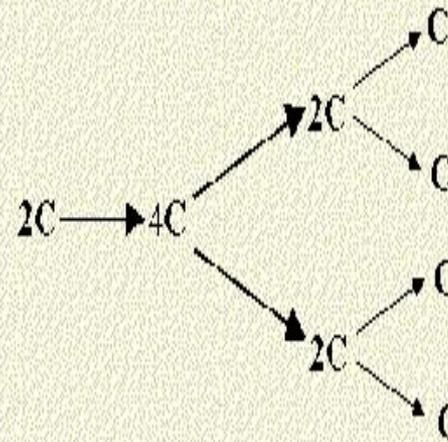
Репродукция клеток

- 1. а) Увеличение числа клеток происходит путём их деления.
б) У человека и животных известны 2 способа деления - **МИТОЗ** и **МЕЙОЗ**.
- 2. а) Количество ДНК в ядре половых клеток (сперматозоида или яйцеклетки) обозначается через - **C**.
Это количество называется гаплоидным.
б) В соматических клетках, как правило, содержится вдвое большее количество ДНК - диплоидное.
- 3. С учётом этого, суть двух названных видов деления отражается схемами:

Способы деления клеток: МИТОЗ и МЕЙОЗ



Митоз



Мейоз

Клеточный (жизненный) цикл

- **1. Клеточный цикл** - это время существования клетки:
 - от деления до деления или от деления до гибели.
- **2. Цикл можно разбить на 4 периода.-**
- **I. S - синтетический период.**
 - а) В это время в ядре происходит **удвоение ДНК** и хромосомных белков.
 - б) В клетках, находящихся на этой стадии, обнаруживается разное количество ДНК - **от 2с до 4с.**
- **II. G2 - постсинтетический** (или премитотический) период.
 - а) Он обычно не очень продолжителен и включает образование ряда других веществ, необходимых для прохождения митоза.
 - б) Содержание ДНК в этот период - **4с.**

III. М - митоз: деление с образованием двух диплоидных клеток.

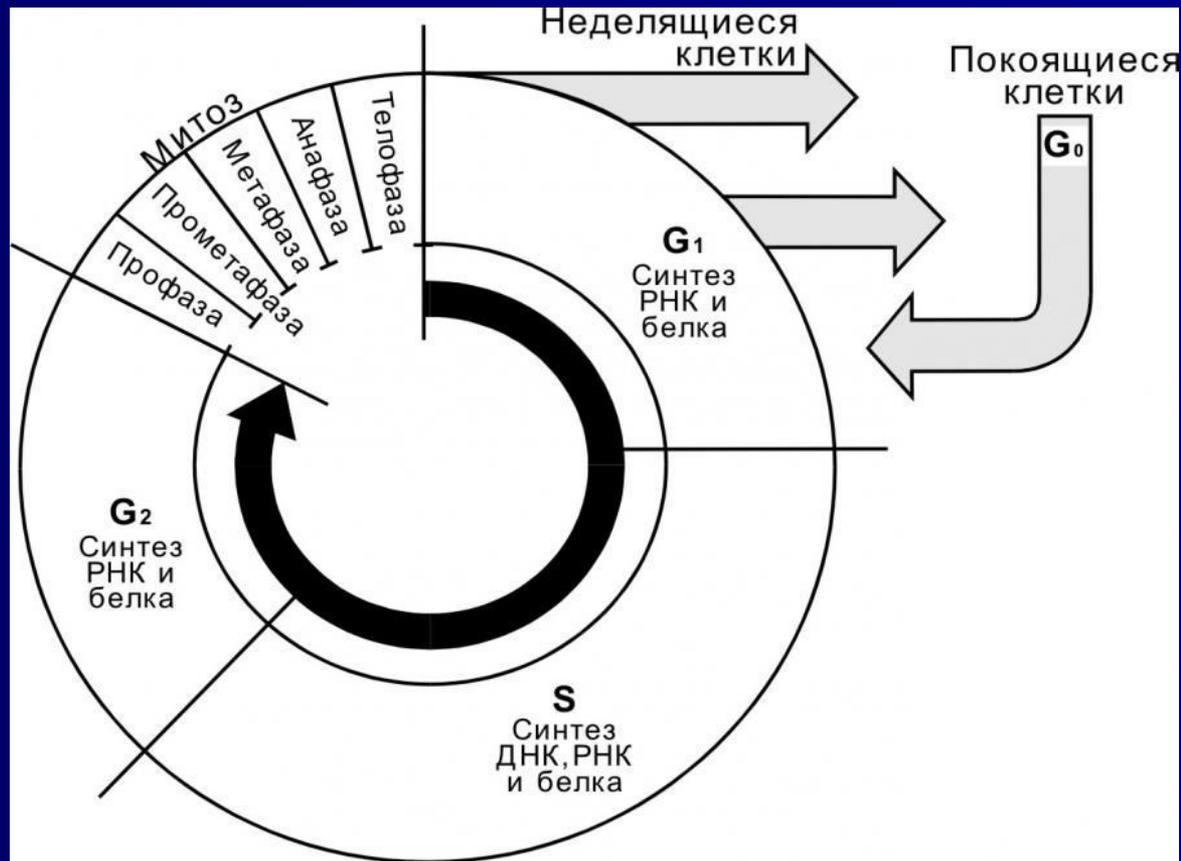
IV. G1 - пресинтетический (постмитотический) период.

а) Это некоторый интервал времени от окончания митоза до начала синтеза ДНК (и ядерных белков) в дочерней клетке.

б) Содержание ДНК в клетке - **2с**.

3. Стадии **G1**, **М** и **G2** объединяют общим термином "интерфаза".

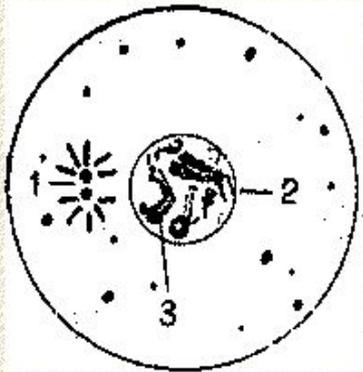
Схема клеточного цикла



Стадии митоза

В митозе различают 4 стадии - профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

I. Профаза



1. а) **Хромосомы** переходят в компактную (конденсированную) форму и **начинают обнаруживаться** в ядре в виде нитчатых структур.

б) При этом каждая хромосома содержит **две** прилегающие друг к другу **хроматиды**, что выявляется в конце профазы.

в) Полностью прекращается синтез РНК.

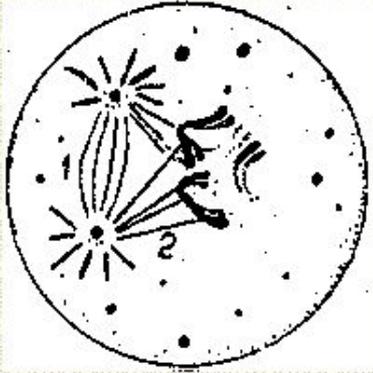
2. Из-за инактивации рибосомных генов **исчезают ядрышки**.

3. Постепенно **разрушается ядерная оболочка** (распадаясь на фрагменты и мелкие пузырьки).

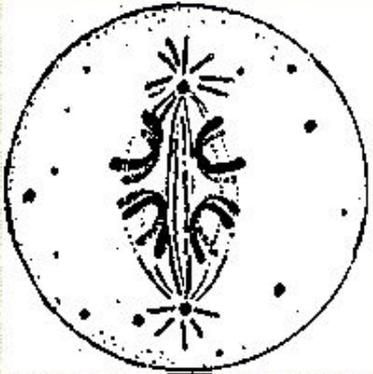
4. Содержащиеся в клетке две **диплосомы** (каждая из которых - пара centrioles) **начинают расходиться** к полюсам клетки и формировать веретено деления (см. ниже).

5. Значительно снижается (до 25 %) синтез белков на рибосомах.

II. Метафаза



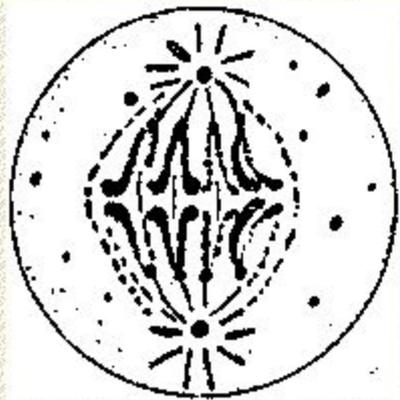
(ранняя метафаза)



(поздняя метафаза)

1. В клетке **отсутствует ядерная оболочка.**
2. Центриоли постепенно достигают полюсов клетки.
3. **Хромосомы**
 - а) становятся максимально конденсированными,
 - б) выстраиваются в экваториальной плоскости клетки, образуя **метафазную пластинку хромосом**, или **материнскую звезду**,
 - в) а в конце метафазы **разделяются на 2 хроматиды**, которые остаются связанными только в области центромерных перетяжек.
4. Сформировано **веретено деления.**
Оно состоит из **микротрубочек, соединяющих**
 - а) **две диплосомы** (два полюса) друг с другом,
 - б) **каждую хроматиду** (в области её кинетохоры) **с одной из диплосом.**

III. Анафаза



Анафаза - самая короткая стадия.

1. а) **Хроматиды** теряют связь друг с другом и **начинают расходиться** к полюсам клетки.

б) При этом они ориентированы

- центромерными участками - к соответствующему полюсу,
- а теломерными (концами) - к экватору клетки.

2. а) Причём, одна из хроматид отходит к одному, а другая - к противоположному полюсу.

б) Поэтому **дочерние клетки получают полные и равные наборы хромосом.**

3. Движение происходит за счёт

а) **укорочения** (разборки) **микротрубочек**, связывающих центриоли с хроматидами;

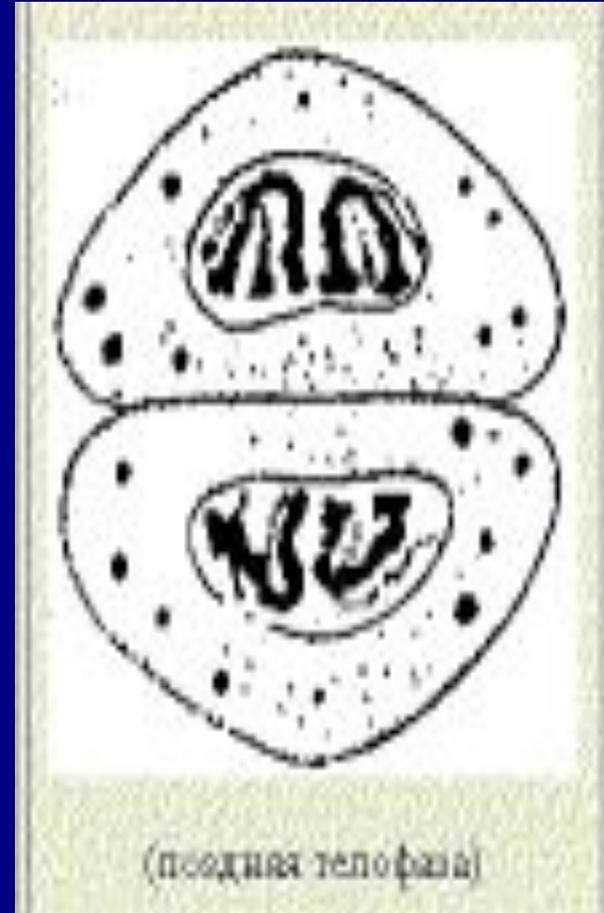
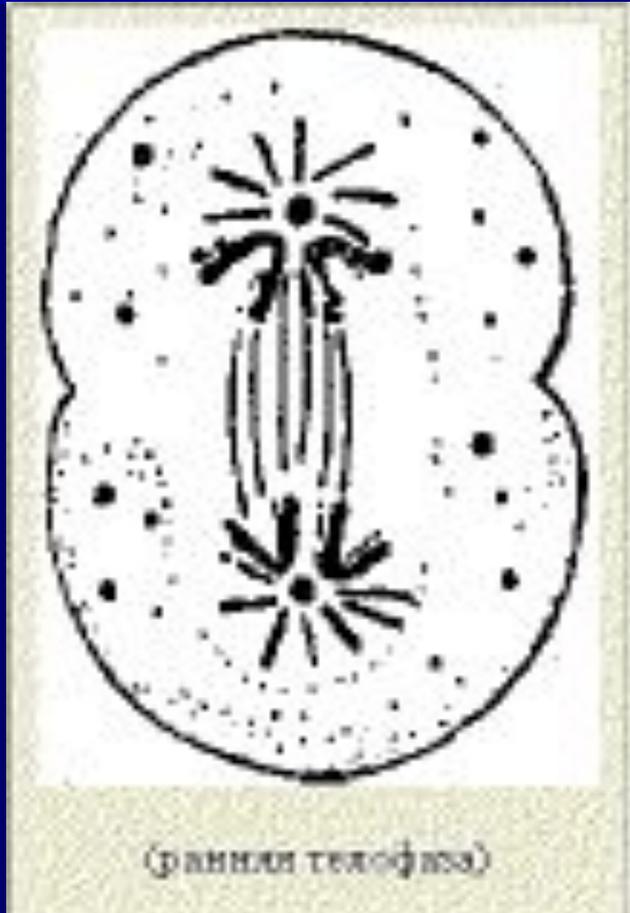
б) **удлинения микротрубочек**, связывающих центриоли между собой (что ведёт к расхождению самих полюсов).

б) **удлинения микротрубочек**, связывающих центриоли между собой (что ведёт к расхождению самих полюсов).

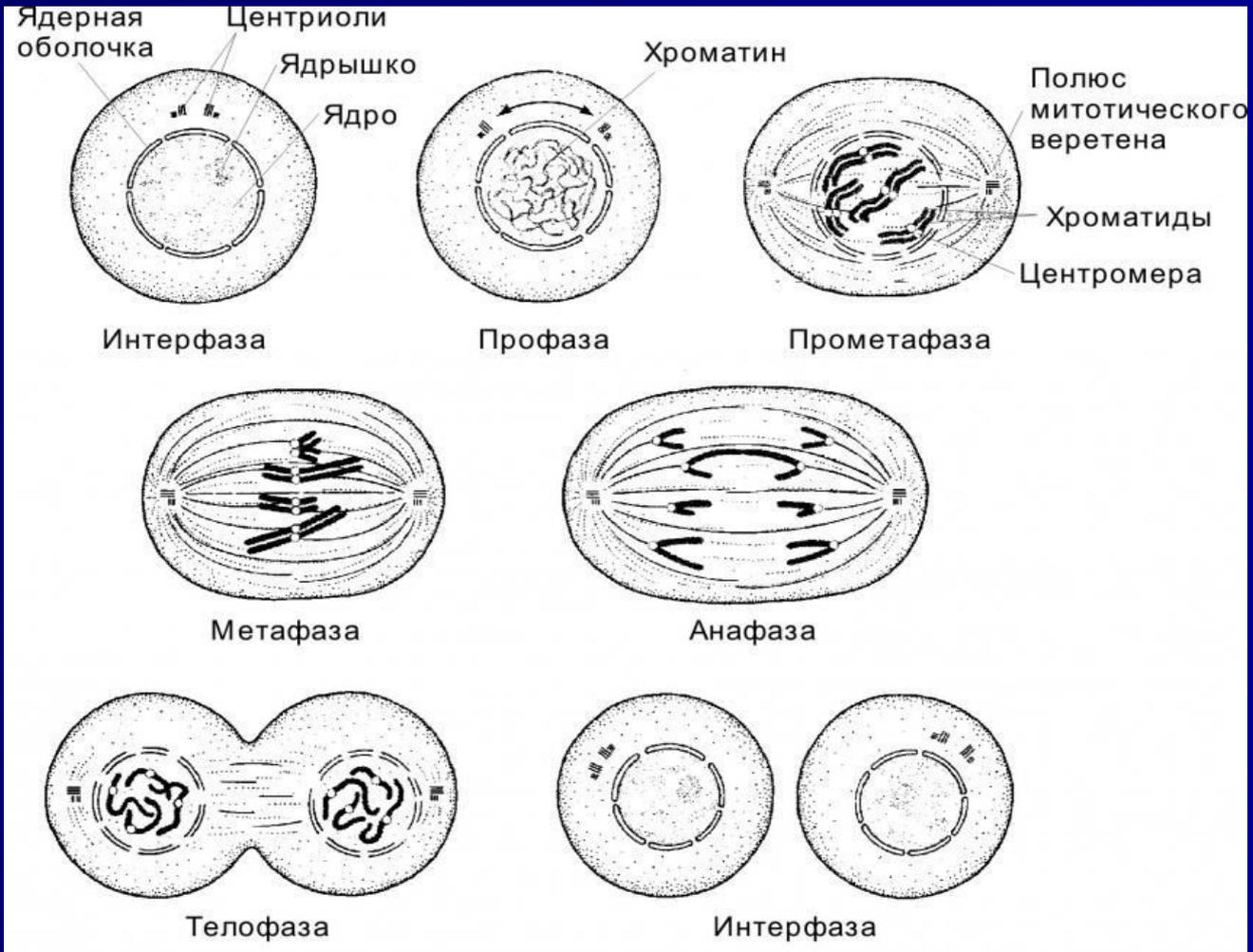
IV Телофаза

- 1. Набор расходящихся хромосом, приблизившись к диплоидоме, останавливается.
- 2. Вокруг него формируется ядерная оболочка.
- 3. а) Хромосомы постепенно деконденсируются;
- б) в ядрах появляются ядрышки.
- 4. Между ядрами происходит
- разделение тела клетки (цитотомия) путём выпячивания плазмалеммы внутрь клетки и образования перетяжки.
- В итоге получаются две дочерние клетки.

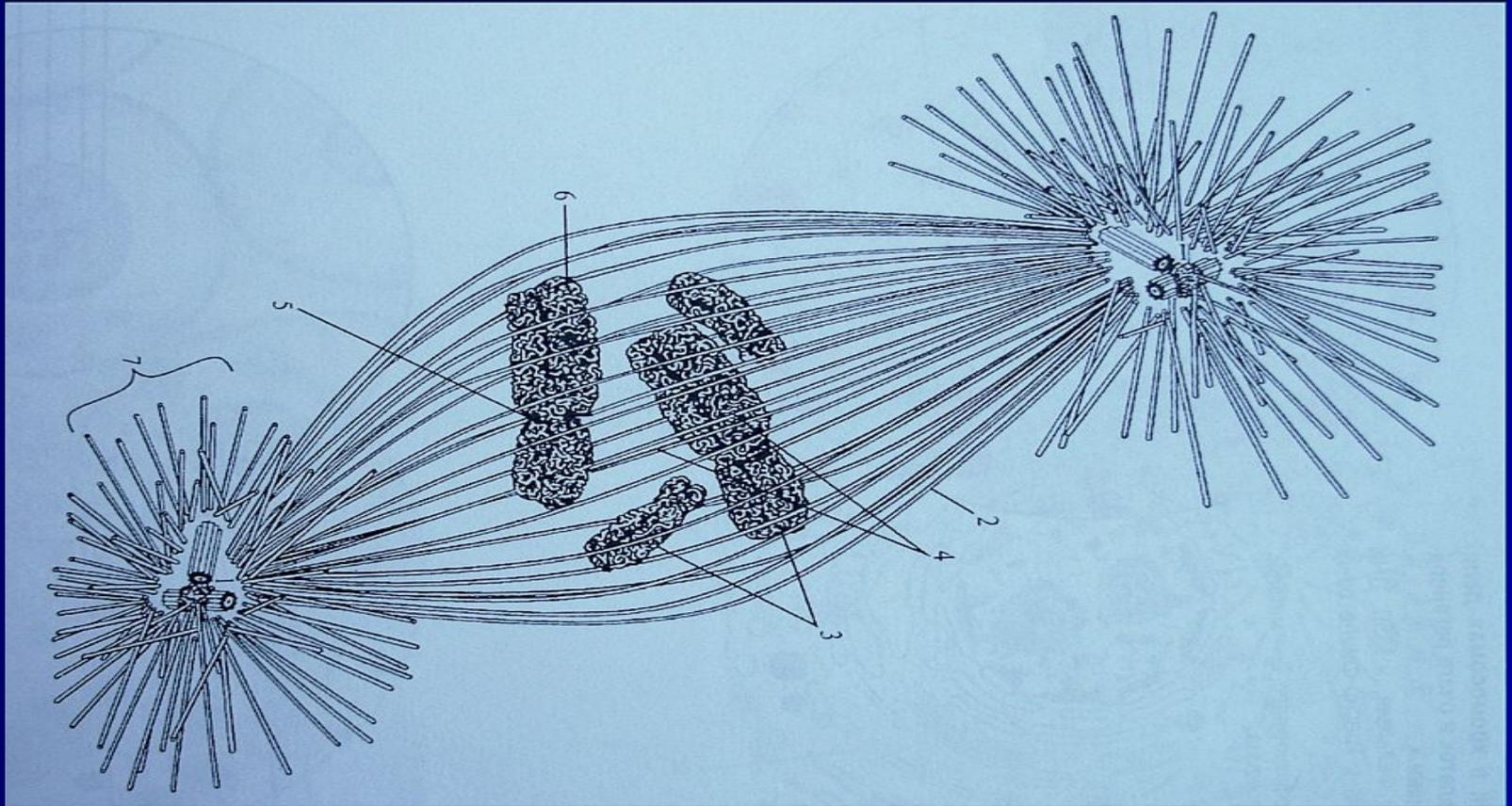
IV Телофаза



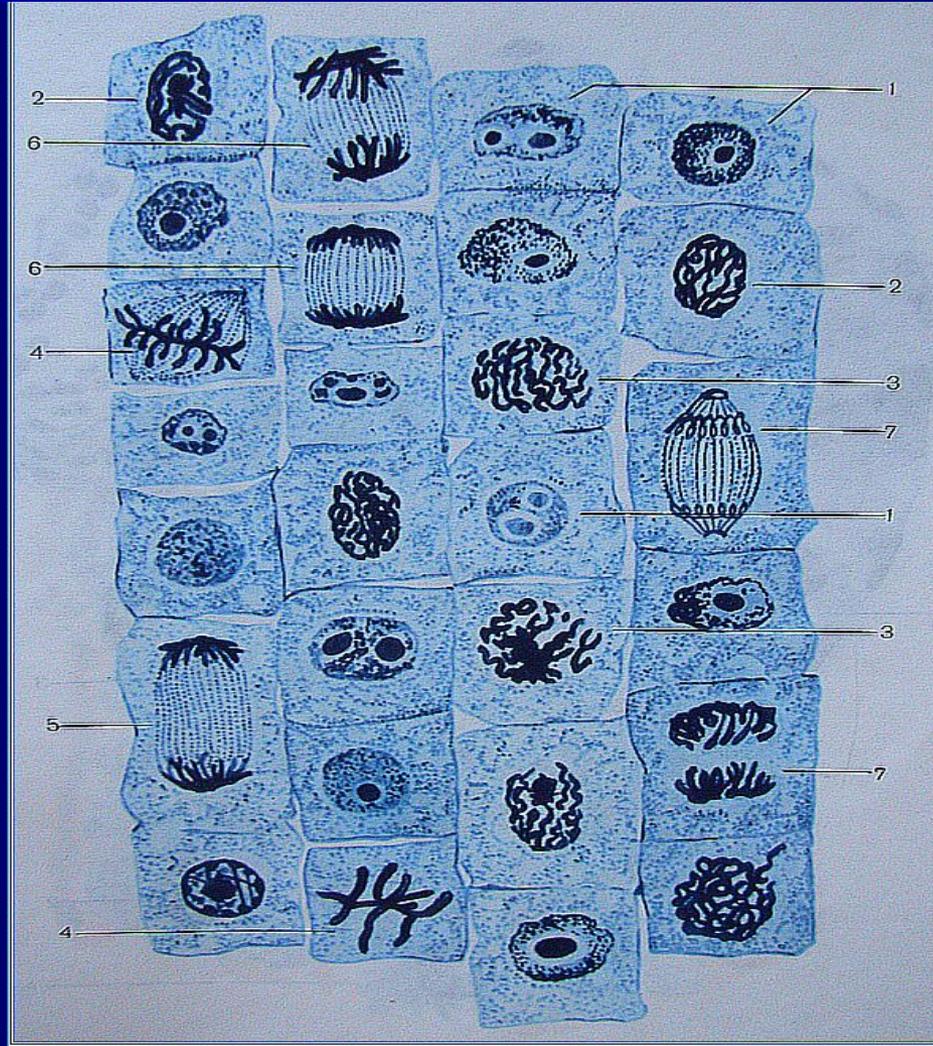
Последовательность стадий митоза



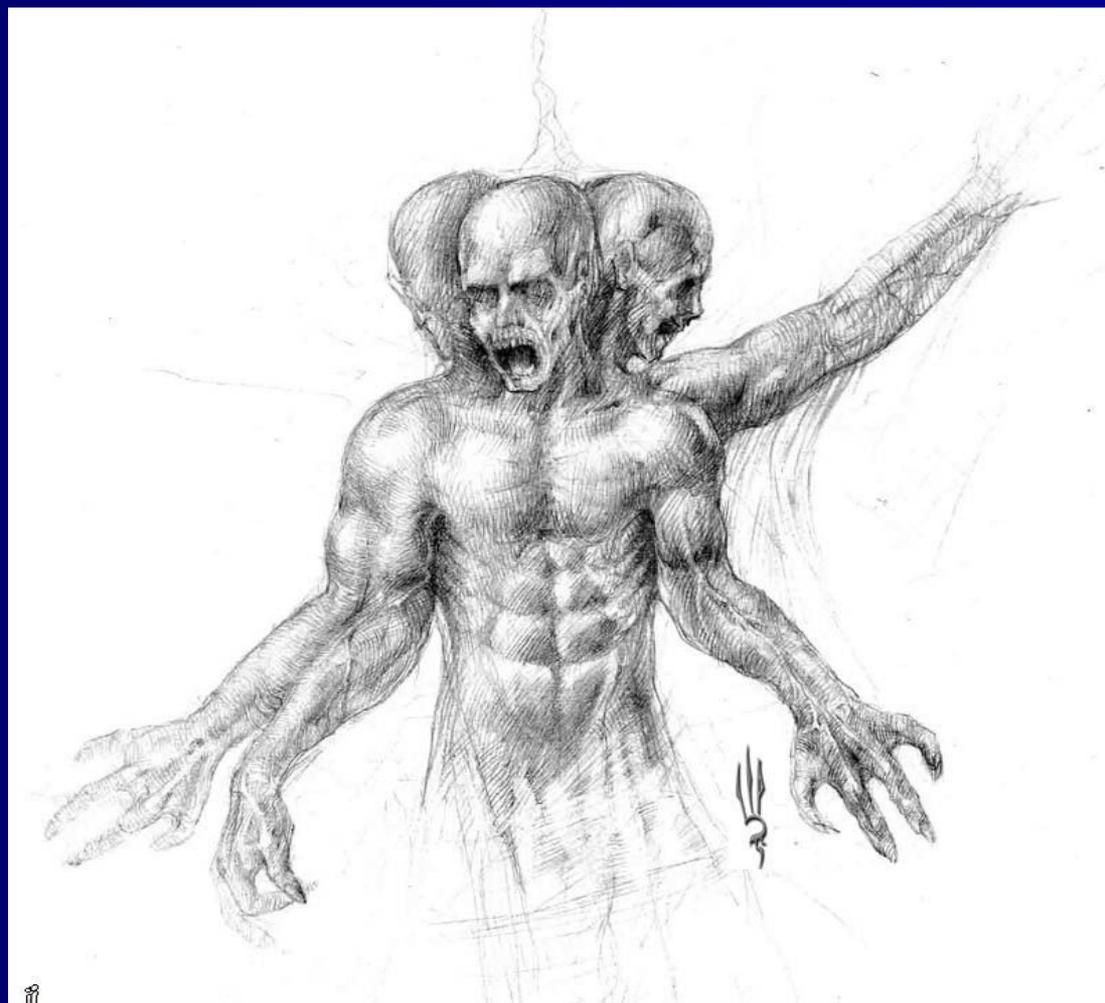
Организация митотического аппарата клетки



Кириокинез или митоз



Митоз с точки зрения художника



Виды смерти клеток.

