

# Ядро. Ядерная оболочка, комплекс ядерной поры

лекция для студентов I курса медико-биологического факультета, специальность биология.

Преподаватель: Дворяшина Ирина Александровна

Волгоград 2020

# Slide title



Click to add Title



Click to add Title



Click to add Title

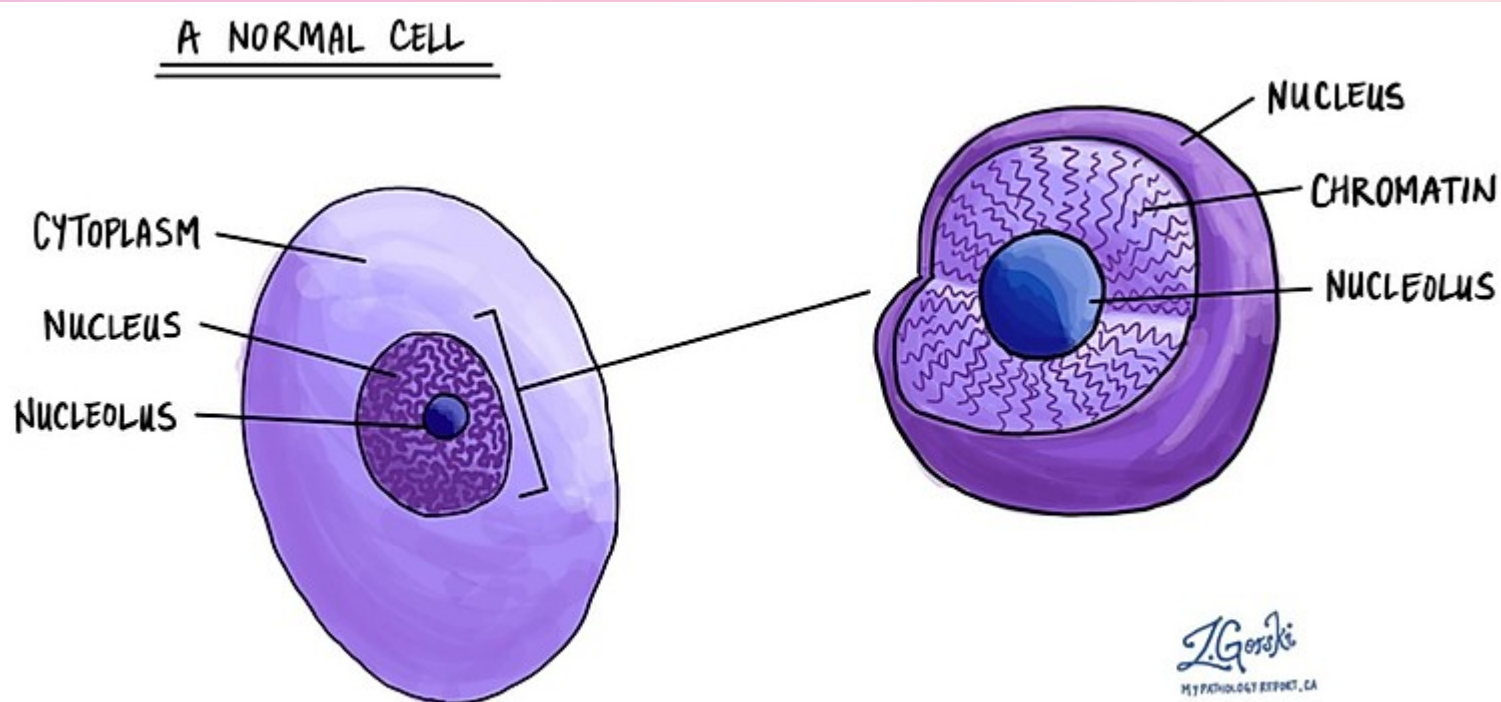


Click to add Title



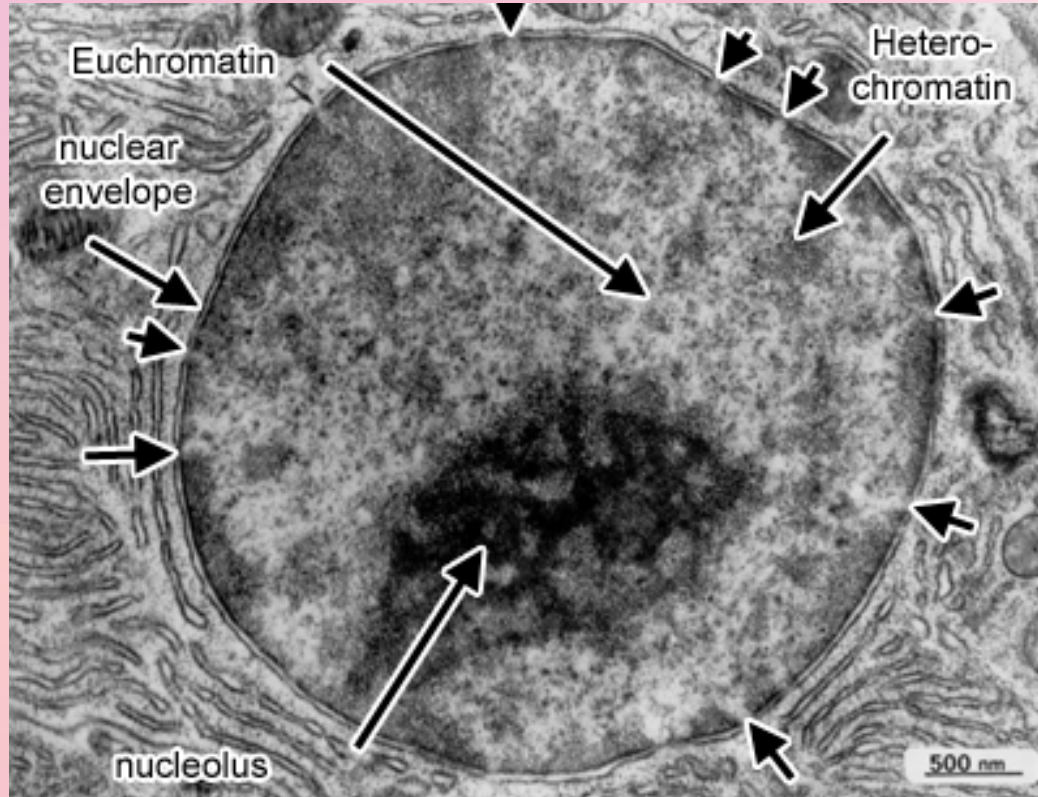
Click to add Title

# ЯДРО

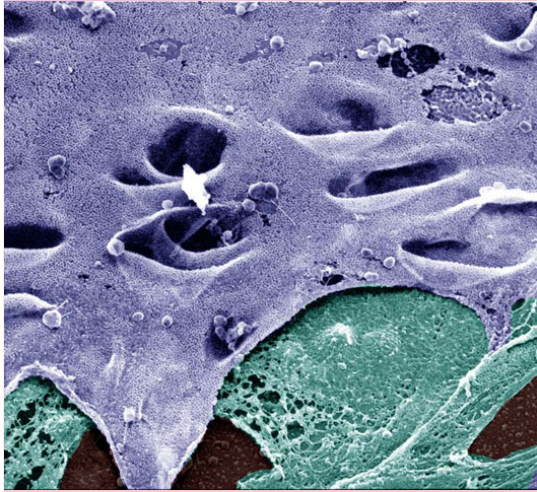


- самый крупный компартмент клетки
- ограничено двумя мембранами
- заполнено нуклеоплазмой
- содержит почти всю ДНК клетки

# Структура ядра, ТЭМ



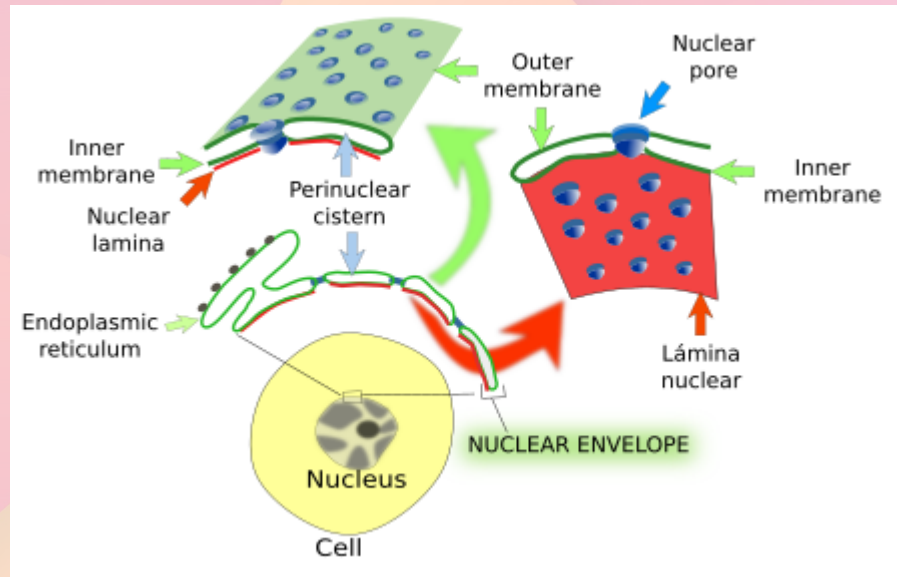
## Ядерная оболочка – кариолемма



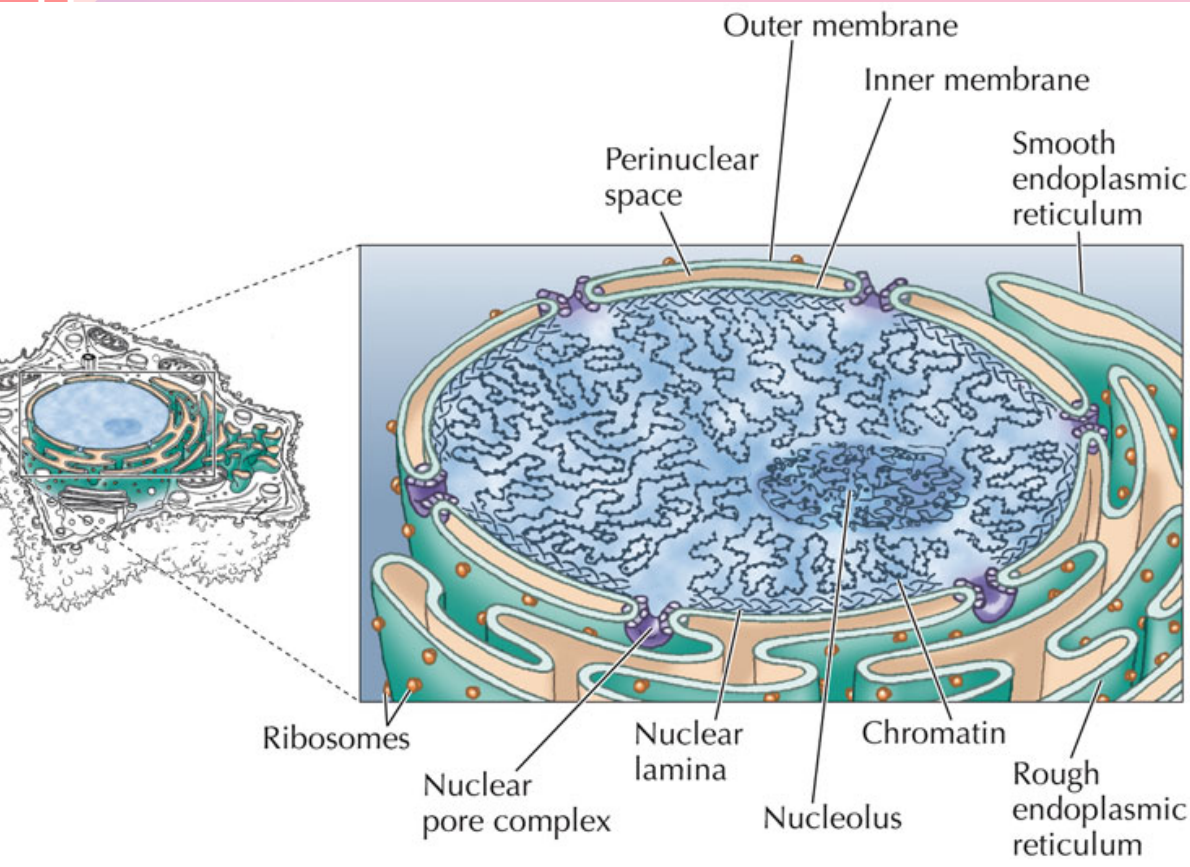
- представлена внутренним и наружным листками
- между листками – перинуклеарная цистерна (пространство) толщиной 10-30 нм
- оба листка соединяются друг с другом в области ядерных пор
- листки имеют разное предназначение
- при каждом делении ядерная оболочка распадается на цистерны (пузырьки), затем снова собирается вокруг ядер дочерних клеток

# Функции ядерной оболочки

- физический барьер
- контроль связи между нуклеоплазмой и цитоплазмой;
- отвечает за морфологию ядра;
- способствует внутренней организации ядра



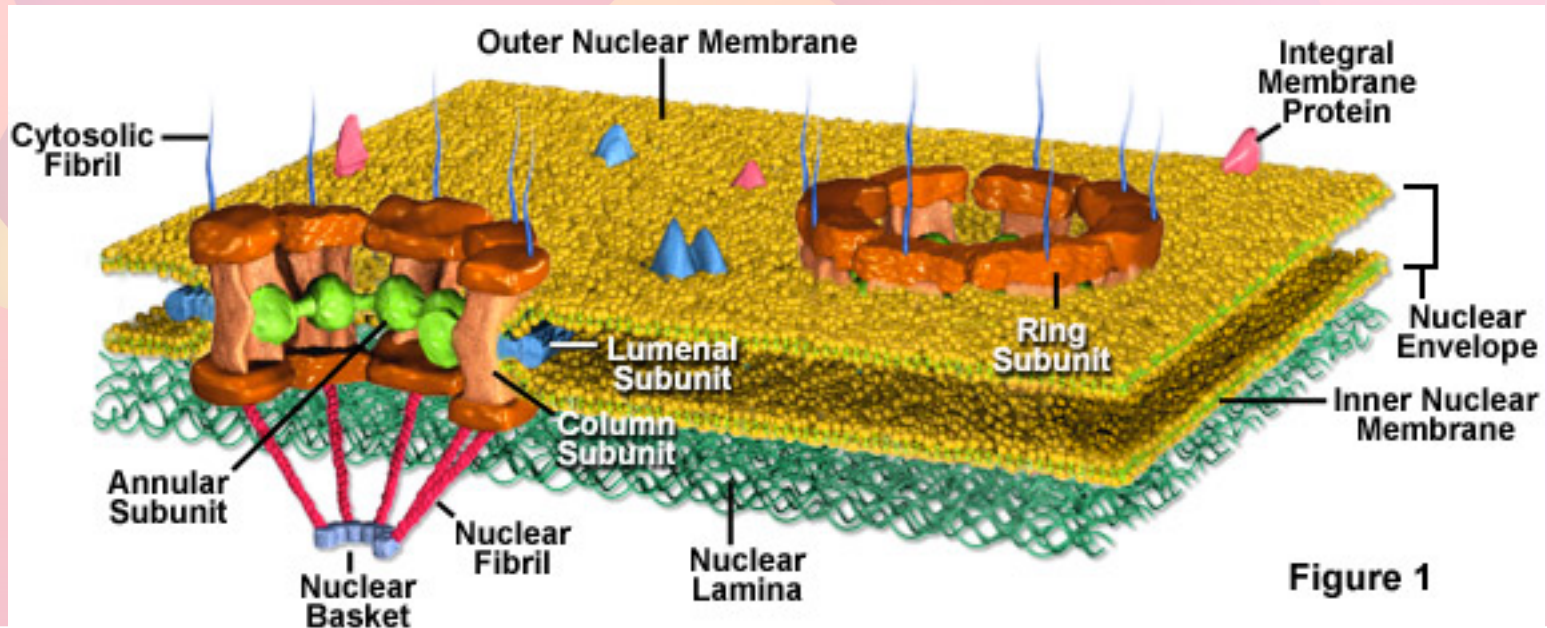
# Наружный листок кариолеммы



- испещрен рибосомами с цитоплазменной поверхности
- продолжается в грЭПС
- рибосомы, соединенные с наружным листком, активно синтезируют трансмембранные белки для внутреннего и наружного листков ядерной оболочки

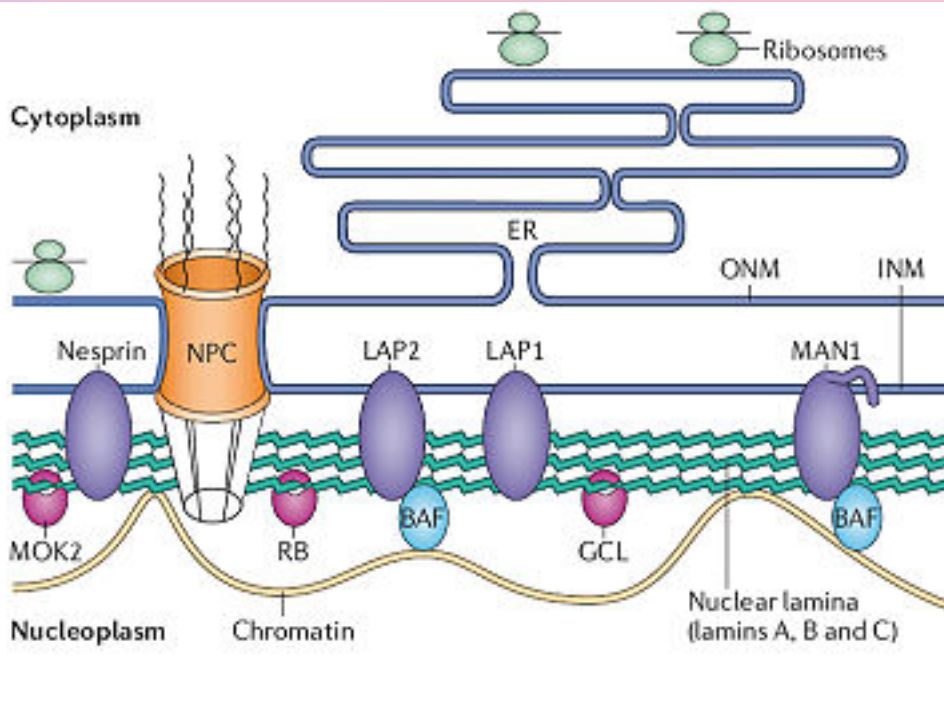
## Внутренний листок кариолеммы

- обращен к кариоплазме
- подстилается внутренней ядерной пластинкой - ламиной (аналогична кортикальному слою плазмалеммы клетки)
- ламина – это сеть переплетающихся промежуточных филаментов, толщиной 80-100 нм, состоящая из трех видов белков – ядерных ламин А, В и С





# Функции внутренней ядерной пластинки (ламинаы)

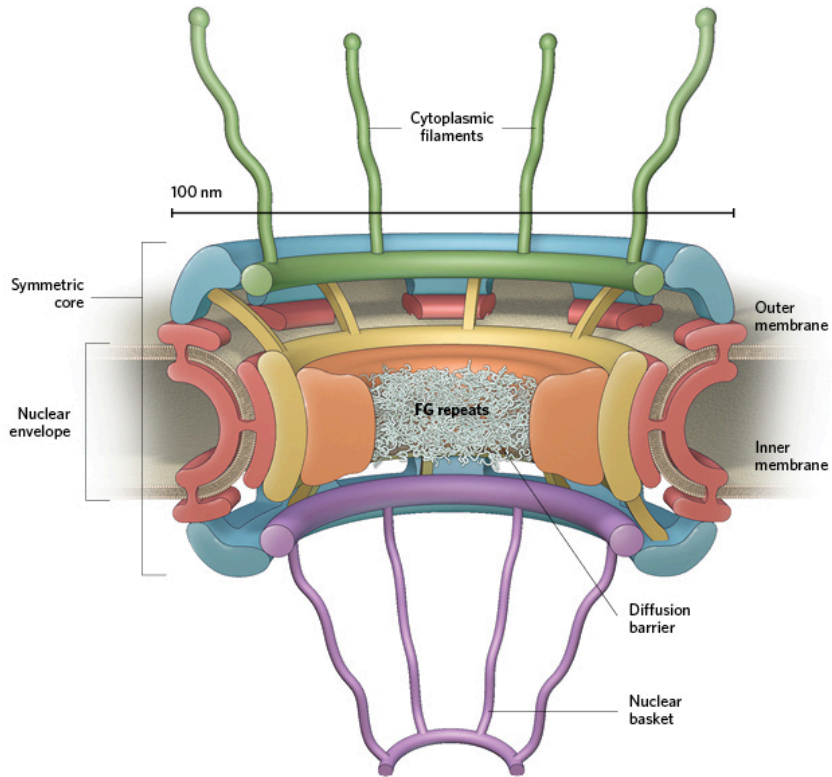


- Организация хроматина
- Регуляция клеточного цикла
- Эмбриональное развитие и дифференцировка клеток
- Репликация ДНК
- Репарация ДНК

## Ламинопатии:

- Мышечная дистрофия Эмери-Дрейфуса;
- Прогерия;
- Рестриктивная дермопатия.

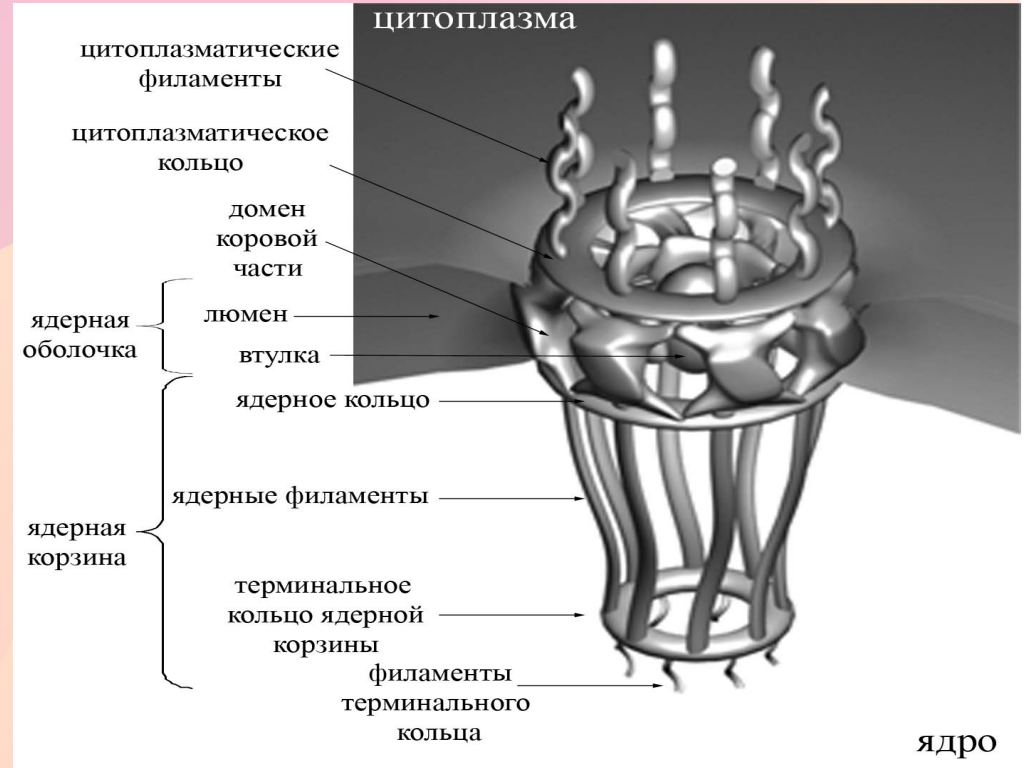
# Ядерные поры

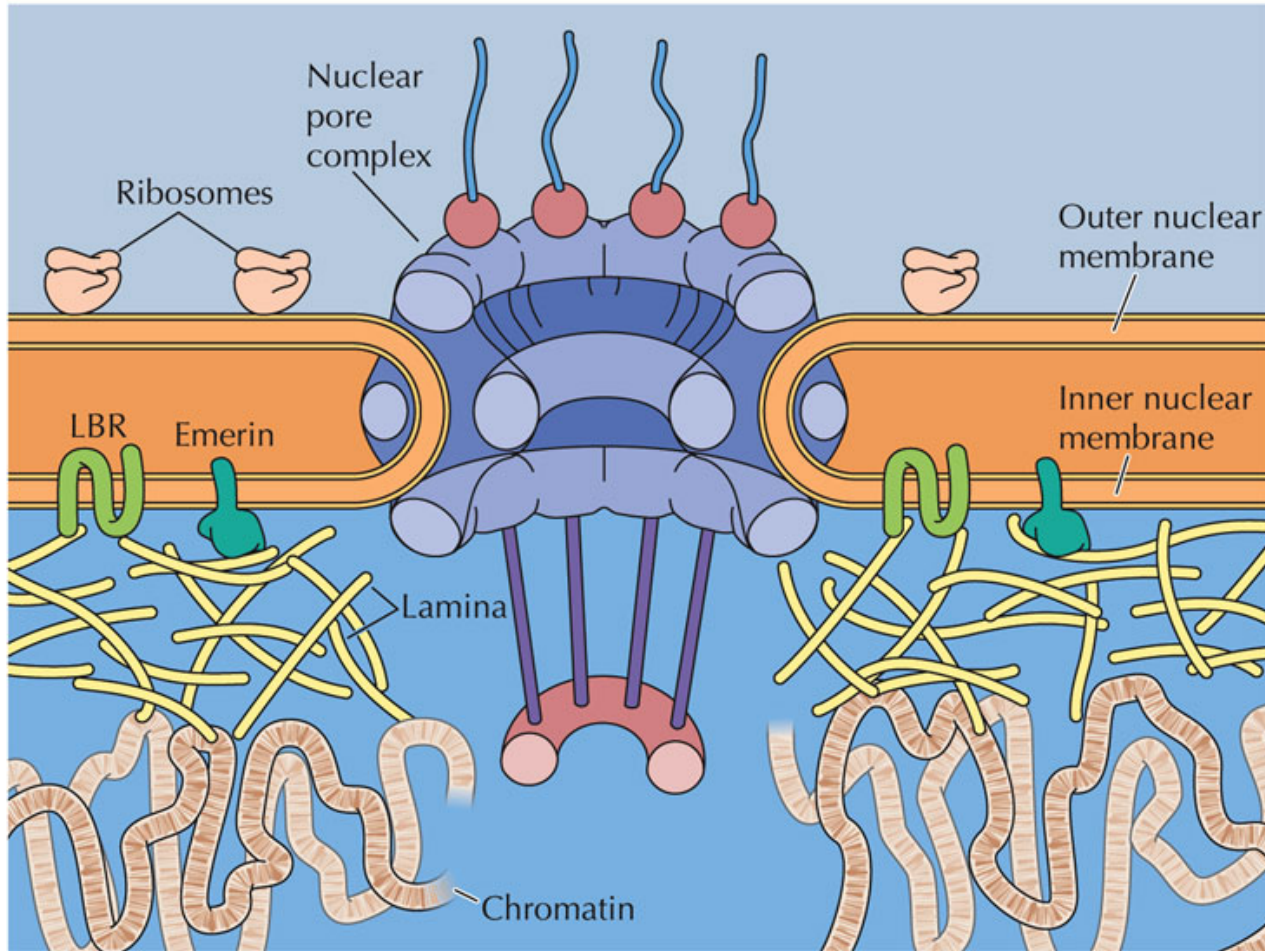


- располагаются в местах перерыва кариолеммы
- представляют собой каналы для обмена материалами между нуклеоплазмой и цитоплазмой
- транспорт РНК в цитоплазму механизмом активного транспорта
- импорт белков из цитоплазмы в ядро
- транспортируют рибосомы (три в минуту)

# Комплекс ядерной поры

- 8 вертикальных белковых комплексов
- 3 кольцевидные структуры – одна над другой
- кольца соединены вертикально 8 «спицами»
- + цитоплазматические волокна
- + транспортер
- + ядерную корзинку

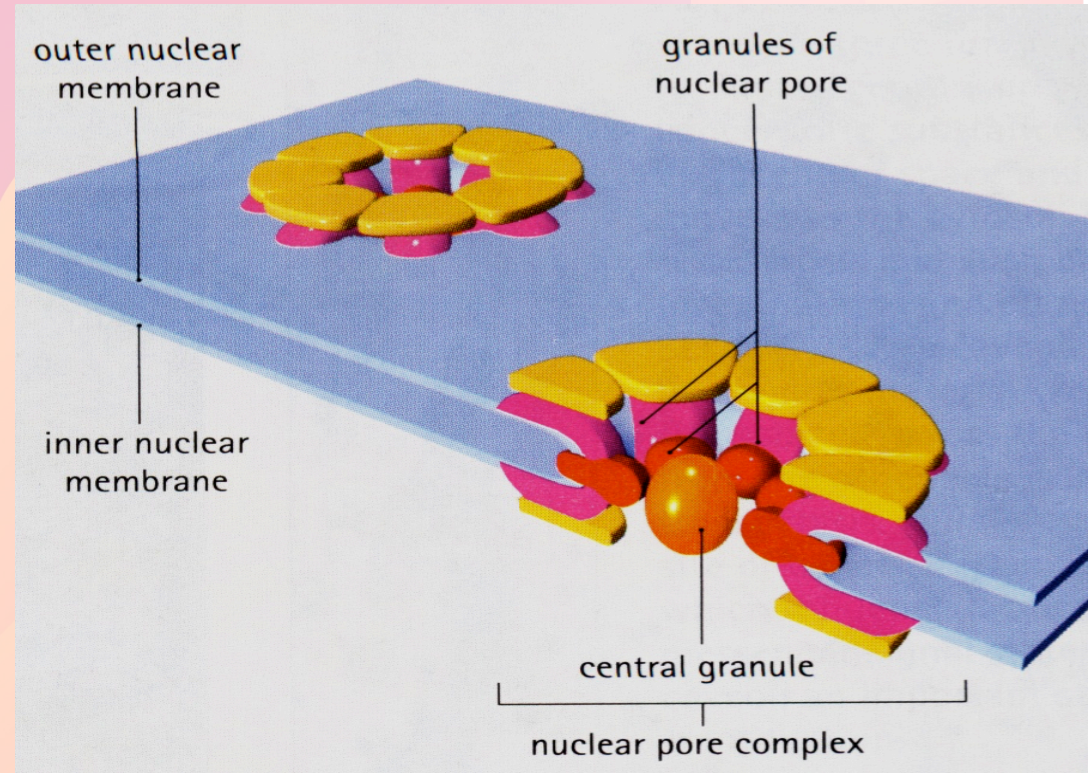




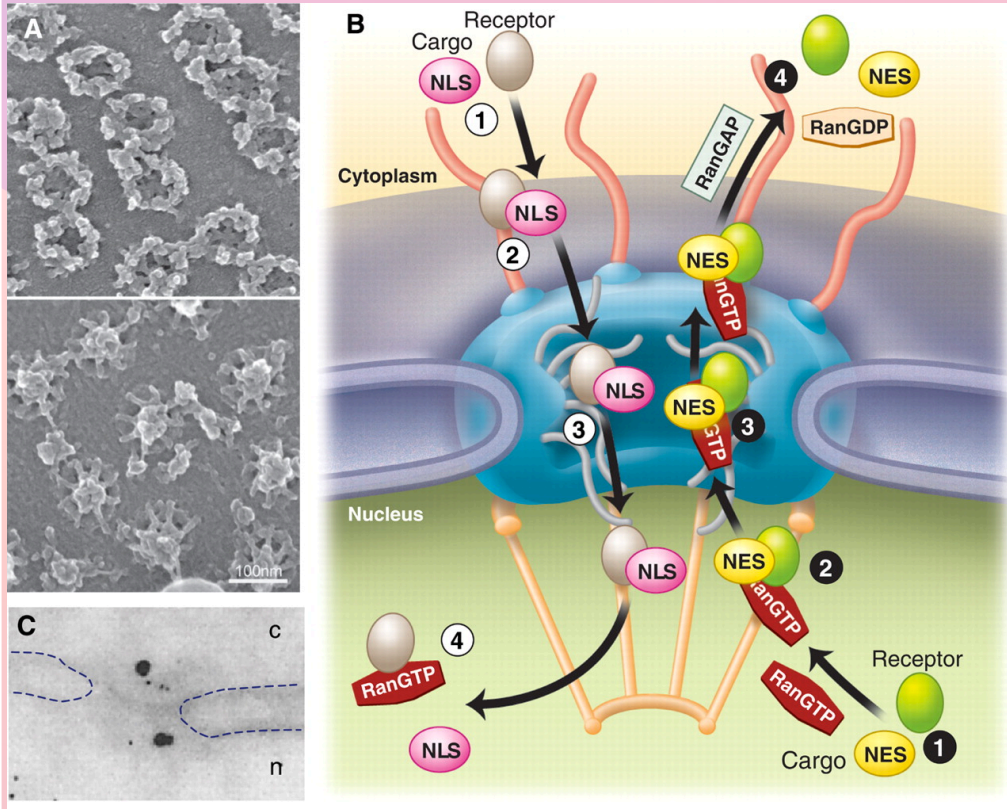
# Центральная гранула комплекса ядерной поры

немебранные структуры, погруженные в кольцо  
ядерной поры

- состоит из гранулярных и волокнистых субъединиц
- эти структуры организуют несколько каналов шириной 9-11 нм для простой диффузии ионов и мелких молекул



# Транспорт через комплекс ядерной поры



- Импорт белков
- Экспорт белков
- Экспорт РНК

# Резюме по кариолемме

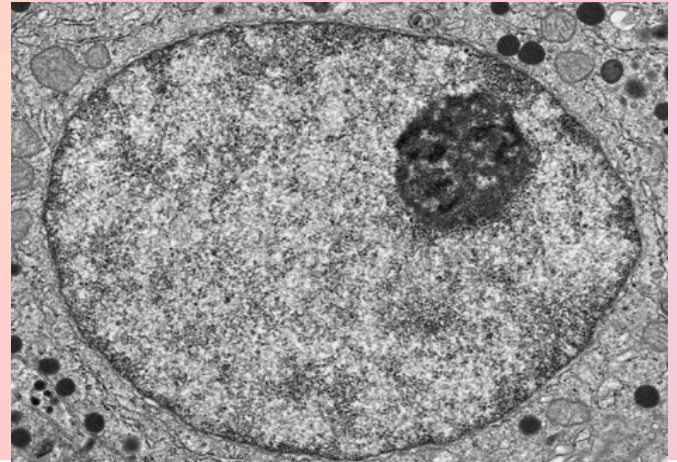
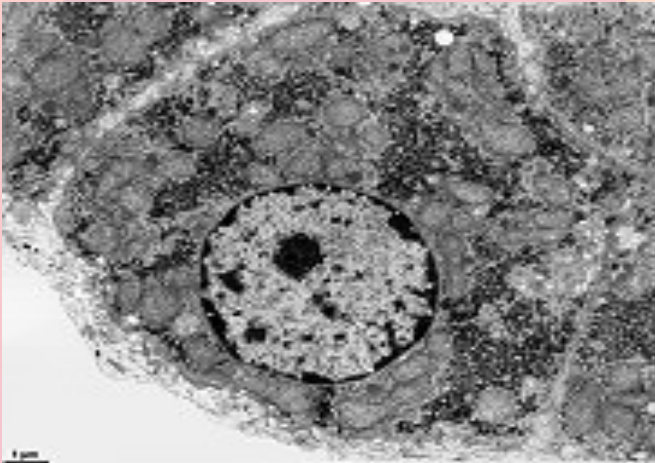
- Кариолемма состоит из двух параллельных элементарных мембран (внутренний и наружный листок), ограничивающих перинуклеарную цистерну
- Ядерные поры обеспечивают сообщение между кариоплазмой и цитоплазмой
- Комплекс ядерной поры представляет собой саму пору и связанные с ней гликопротеины
- Ядерная пора обеспечивает двусторонний транспорт
- Ядерная пластинка – это подпорка, поддерживающая форму ядра

# Нуклеоплазма

- Содержит макромолекулы и ядерные частицы, поддерживающие жизненные процессы в клетке

Подразделяется на два субкомпартамента:

- Хроматин, генетический материал клетки
- Ядрышко, центр синтеза рРНК





**генетический материал клетки содержится в ядре в форме хромосом, которые хорошо видны только во время деления клетки**

**в промежутках между делениями хромосомы деспирализуются, представлены в форме хроматина**

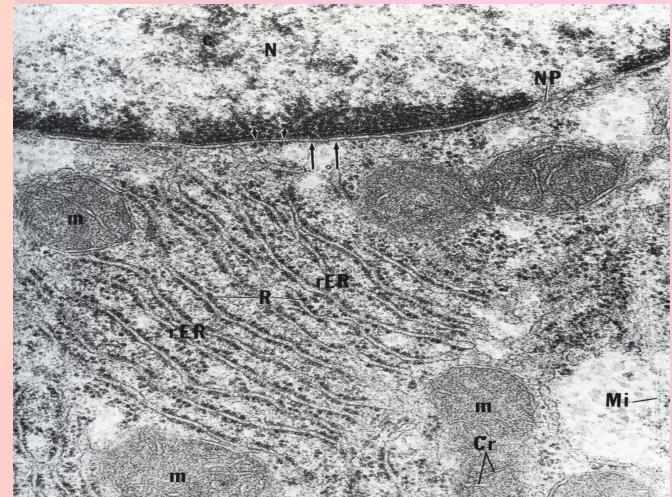
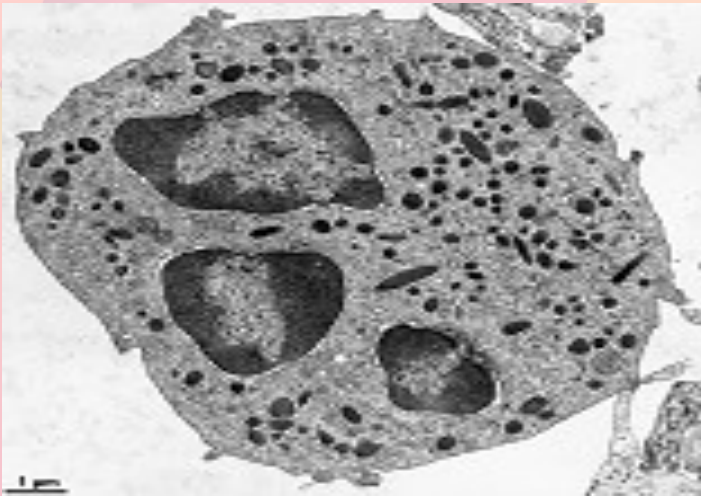
- **в зависимости от транскрипционной активности выделяют 2 типа хроматина:**

- **конденсированный  
= гетерохроматин  
= электроплотный**
- **деконденсированный  
= эухроматин  
= электропрозрачный**



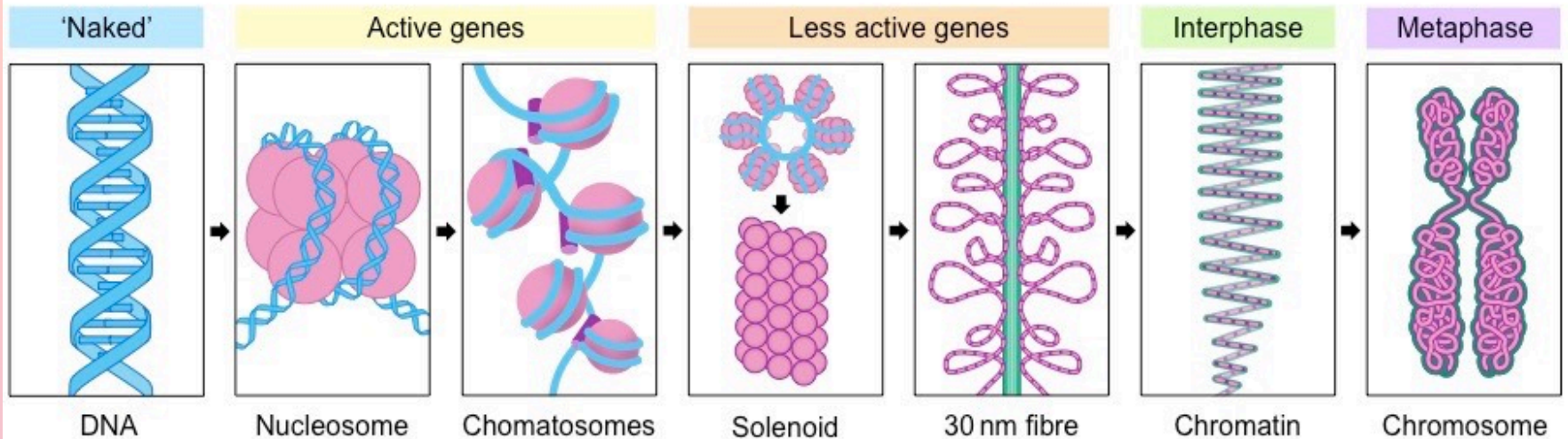
## распределение хроматина в клетках

- гетерохроматин чаще всего прилежит к кариолемме
- остальной хроматин рассеян по нуклеоплазме в виде эухроматина
- эухроматин представляет активную форму хроматина, на которой идет транскрипция



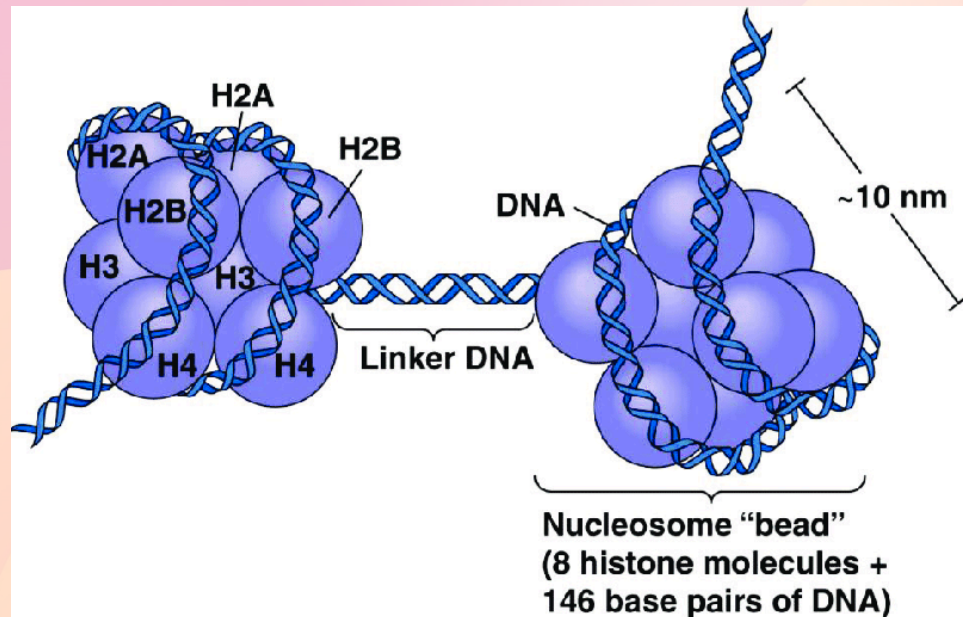
# Уровни упаковки ДНК

- 1) двойная спираль молекулы ДНК
- 2) нуклеосома
- 3) хроматиновая нить
- 4) соленоид
- 5) петли
- 6) хроматин
- 7) хромосома



# Нуклеосома и нуклеосомная нить

- нуклеосома – комплекс ДНК и белков-гистонов
- основа: глобула из 4 пар белковых молекул – H2A, H2B, H3, H4
- молекула ДНК делает примерно 2 оборота вокруг глобулы



- участки ДНК, связанные с гистонами, называются коровыми
- между нуклеосомами свободные участки ДНК называются линкерными
- линкерная ДНК связана с гистоном H1
- вся совокупность нуклеосом называется нуклеосомной нитью

# Хромосомы

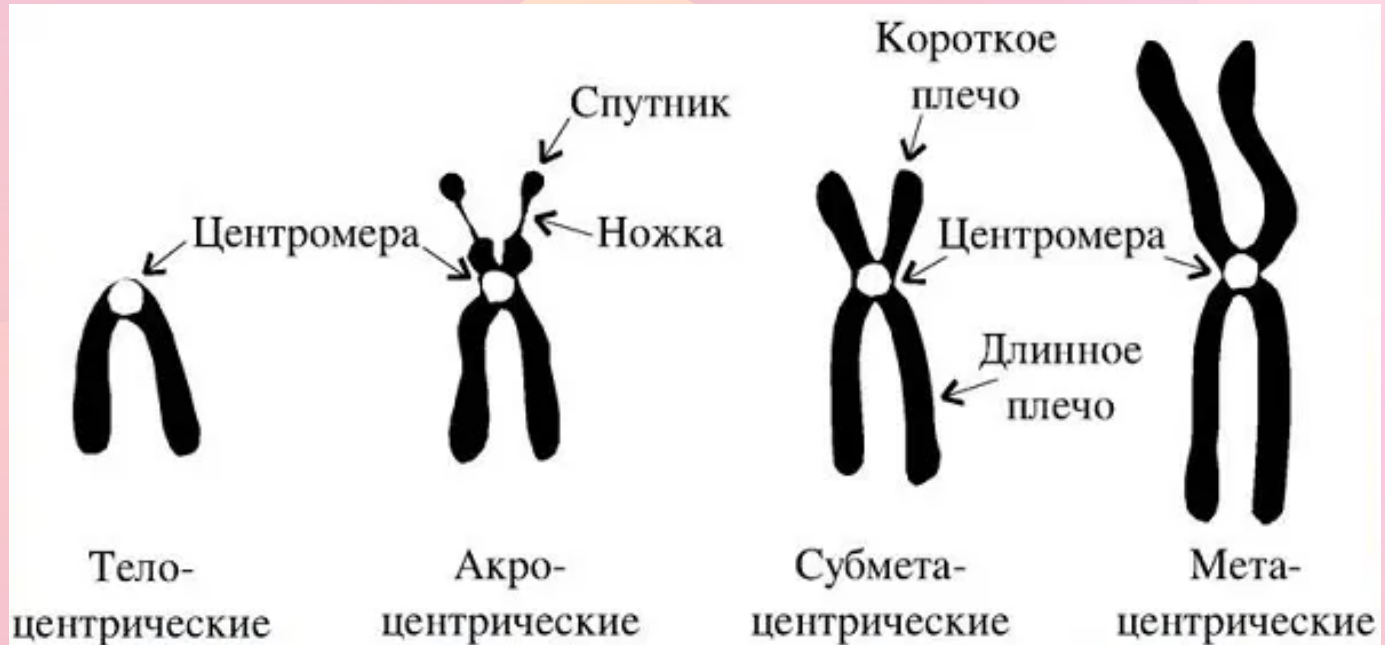
максимально различимы в метафазе митоза

Состоят:

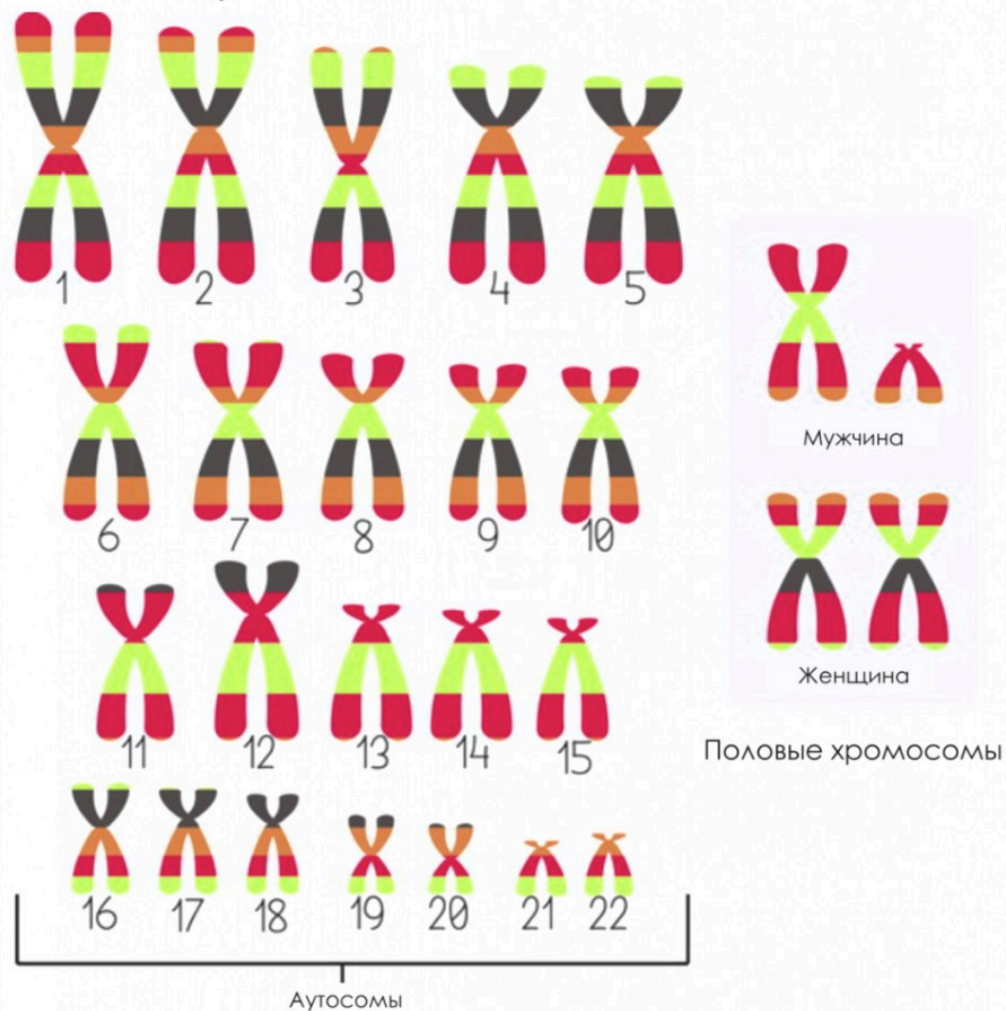
- центромера или первичная перетяжка
- + кинетохор – место прикрепления нитей веретена деления
- плечи – части хромосомы по сторонам от центромеры
- теломеры – конечные участки плеч
- вторичная перетяжка – у некоторых хромосом
- = ядрышковые организаторы – содержат многократные повторы генов, кодирующие рРНК
- сателлит – участок хромосомы, отделенный вторичной перетяжкой

# Виды хромосом

- метацентрические – с равными плечами
- субметацентрические – с плечами разной длины
- акроцентрические – одно плечо значительно меньше второго
- телоцентрические – одно плечо практически отсутствует



# Нормальный кариотип человека



# Клинические корреляции

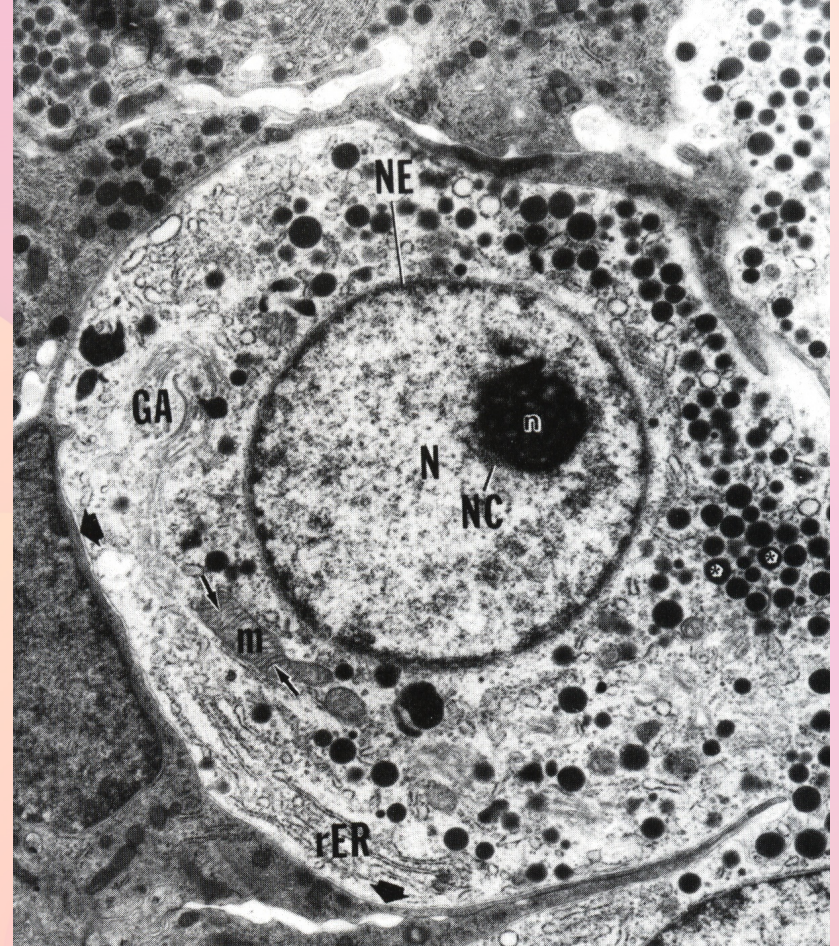
Анеуплоидия – аномальное число хромосом.

- Люди с синдромом Дауна имеют трисомию по XXI паре хромосом – у них развивается умственная отсталость, множественные пороки развития (особенно сердечно-сосудистой системы).
- Изменение числа половых хромосом имеет место при синдроме Клайнфельтера (XXY). Эти пациенты имеют мужской фенотип, но вторичные половые признаки у них не развиваются и они остаются стерильными.
- Синдром Шершевского-Тернера – другой пример анеуплоидии – моносомии половых хромосом (XO). Пациентки с таким генотипом отличаются дегенерацией яичников недоразвитием молочных желез, маленькими размерами матки и умственной отсталостью.



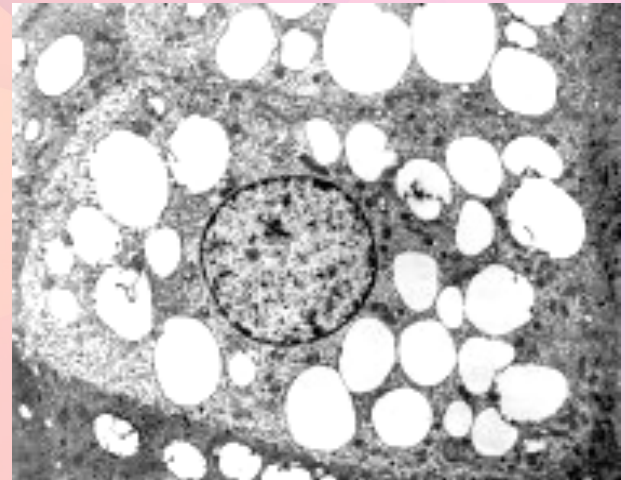
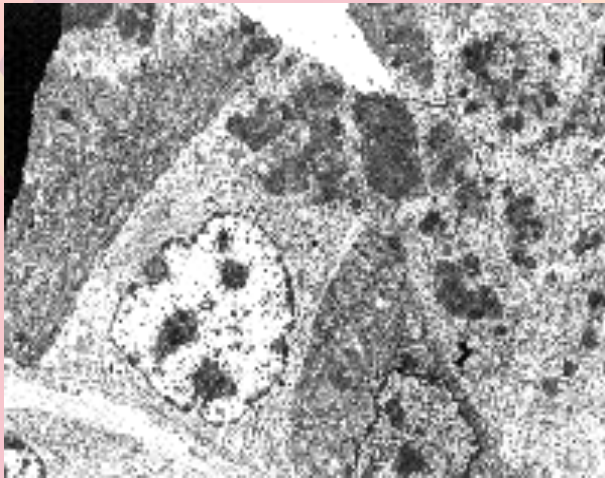
# Ядрышко

губчатая субстанция, состоящая из чередующегося электроплотного и прозрачного материала, свободно суспендированного в нуклеоплазме



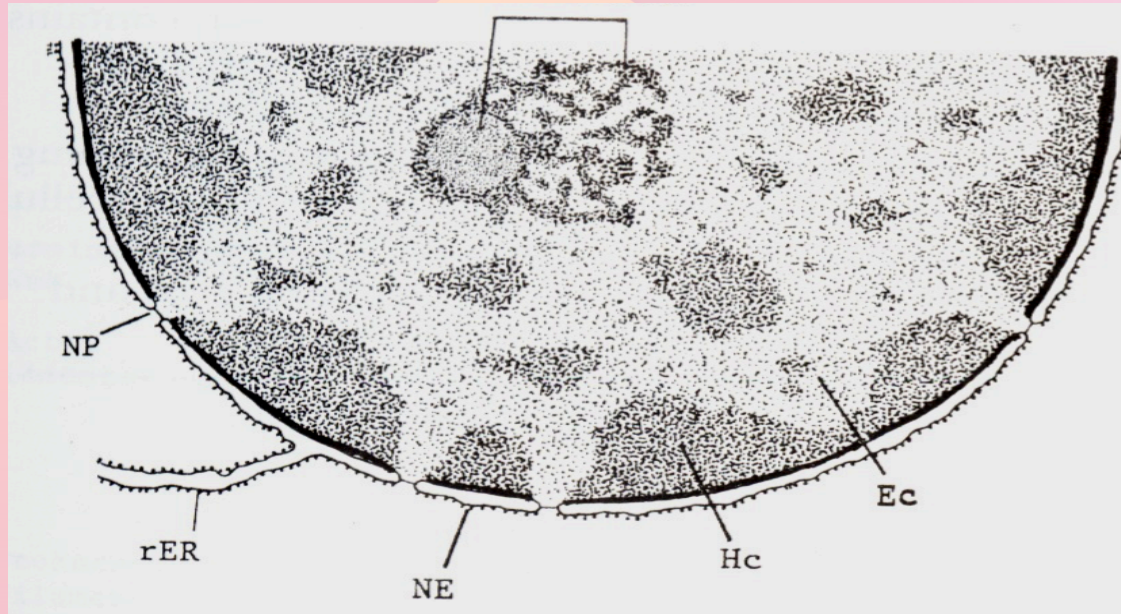
# Ядрышко

- 1-3 мкм в диаметре
- при активной транскрипции в ядре оно может увеличиваться, занимая до  $\frac{1}{4}$  объема ядра
- у метаболически неактивных клеток ядрышко маленькое или отсутствует
- у активных клеток ядрышек несколько и они крупные



# Ядрышко

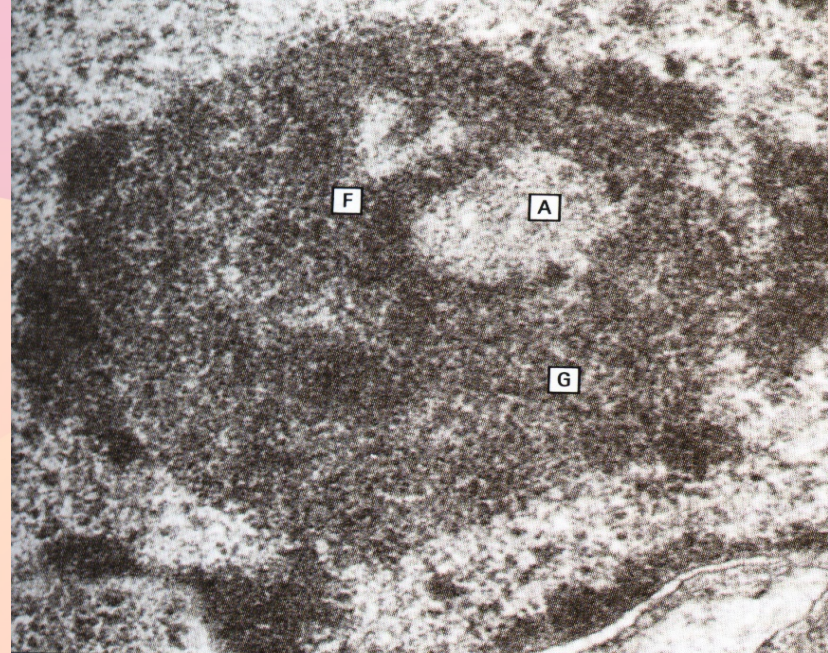
- темнокрашенная немембранная структура в ядре
- участвует в синтезе рРНК и сборке малых и больших субъединиц рибосом
- наблюдается только в интерфазе, при делении клеток – исчезает



# Части ядрышка

## Pars amorpha (A)

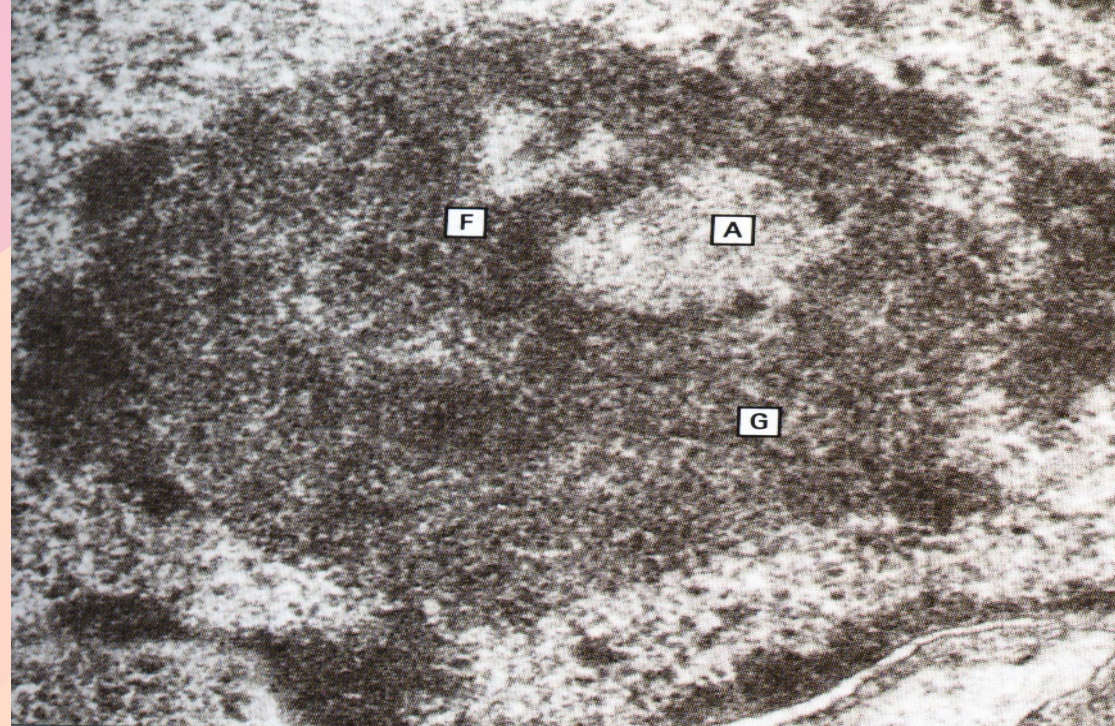
- светлая часть ядрышка
- соответствуют крупным петлям ДНК, содержащей ген рРНК



# Части ядрышка

## Pars fibrosa (F)

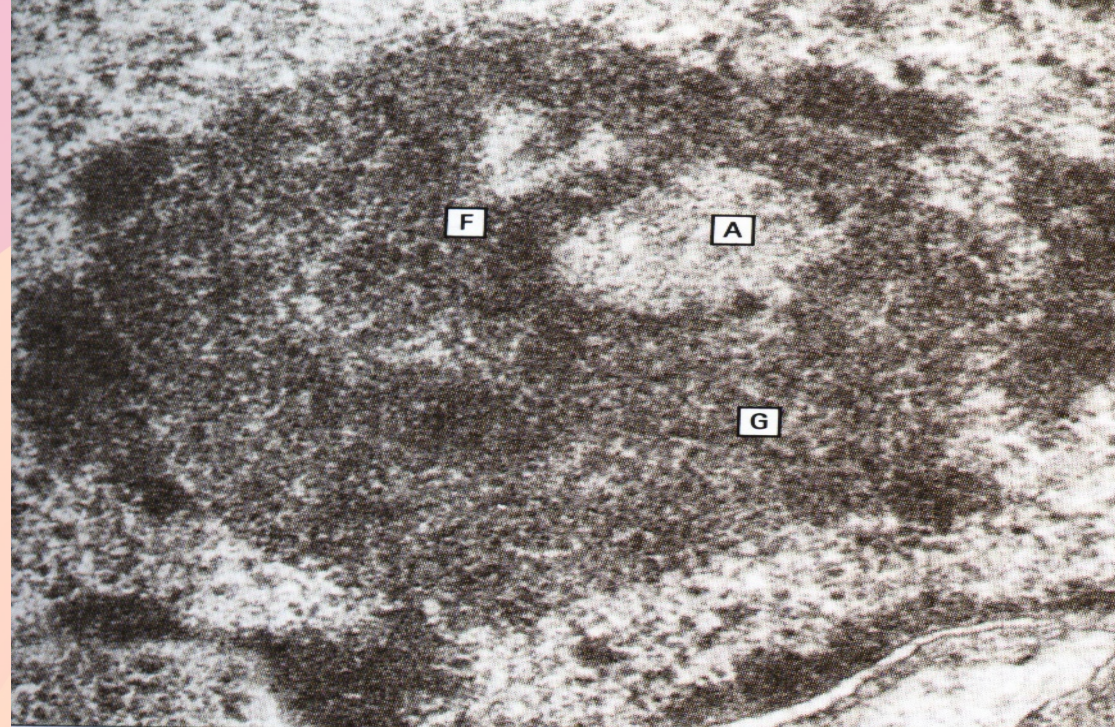
- темная часть
- содержит рРНК, образующиеся при транскрипции



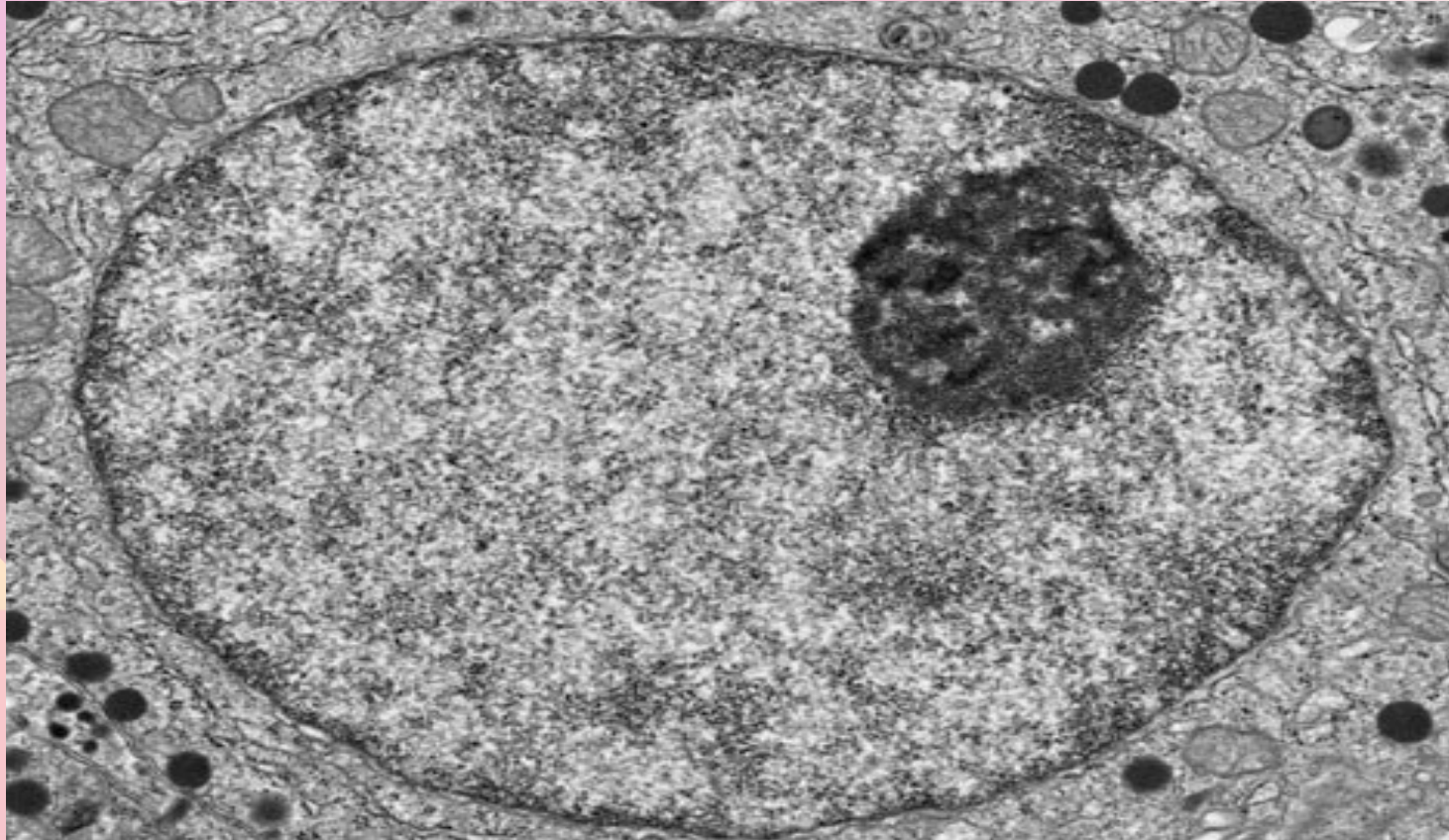
# Части ядрышка

## Pars granulosa (G)

- зернистая область
- зона, где собираются созревающие рибосомальные субъединицы



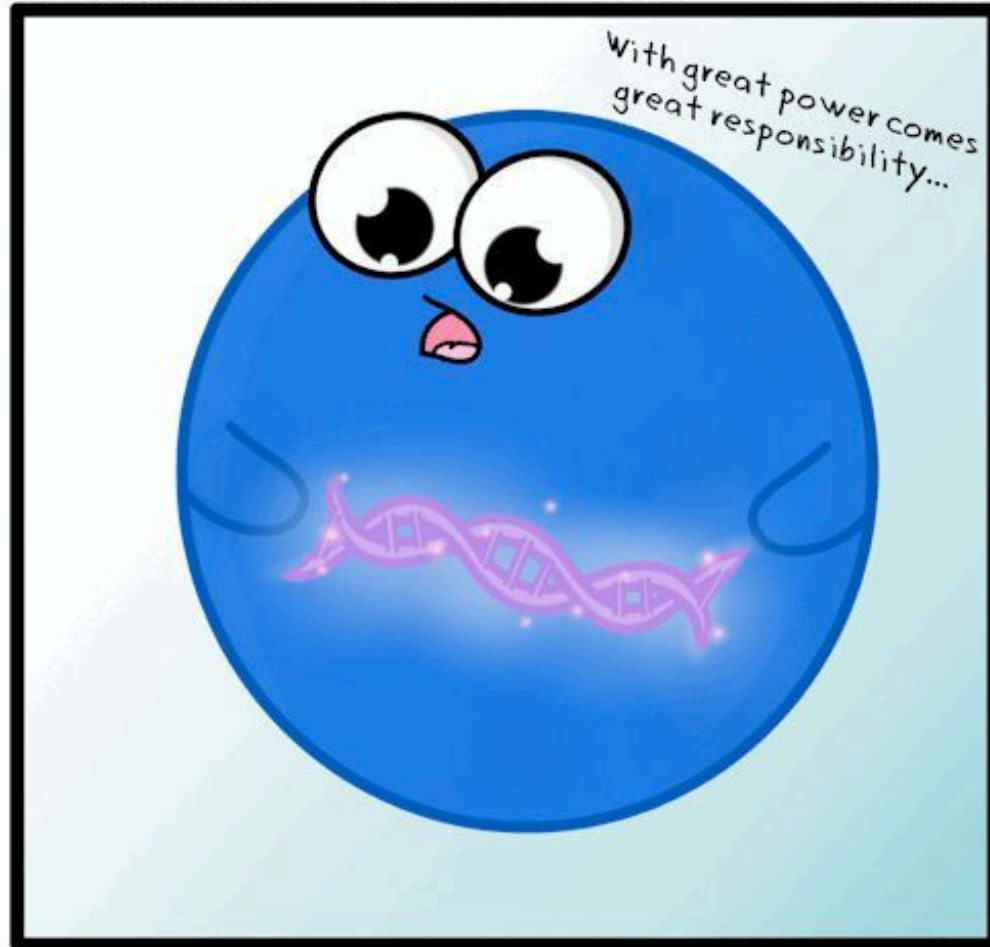
# Части ядрышка



Amoeba Sisters

# Nucleus

#AmoebaGIFs



**Genetic information bearer of the cell**