

Лекция 5

Ядрышко

Ядерная мембрана

Ядерно-цитоплазматический
транспорт

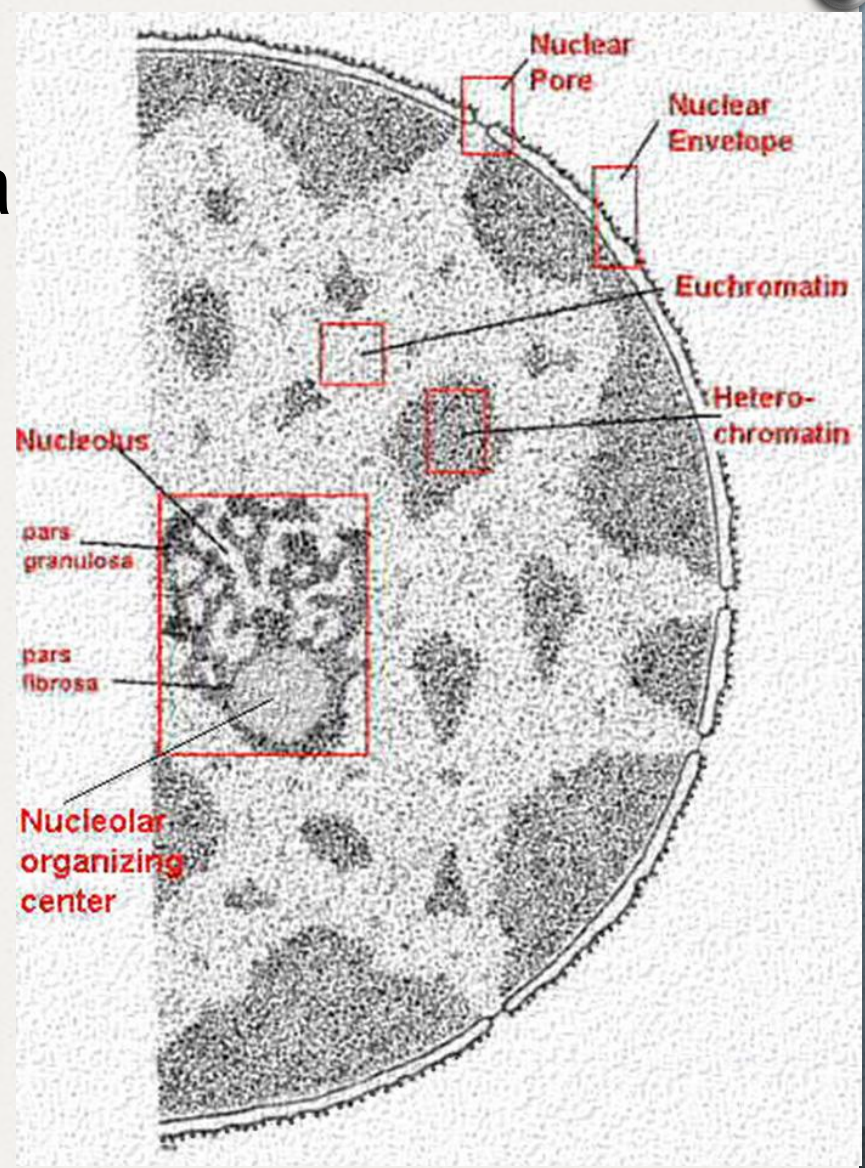
Структуры интерфазного ядра

Ядерная оболочка с
порами

Хроматин:
эухроматин и
гетерохроматин

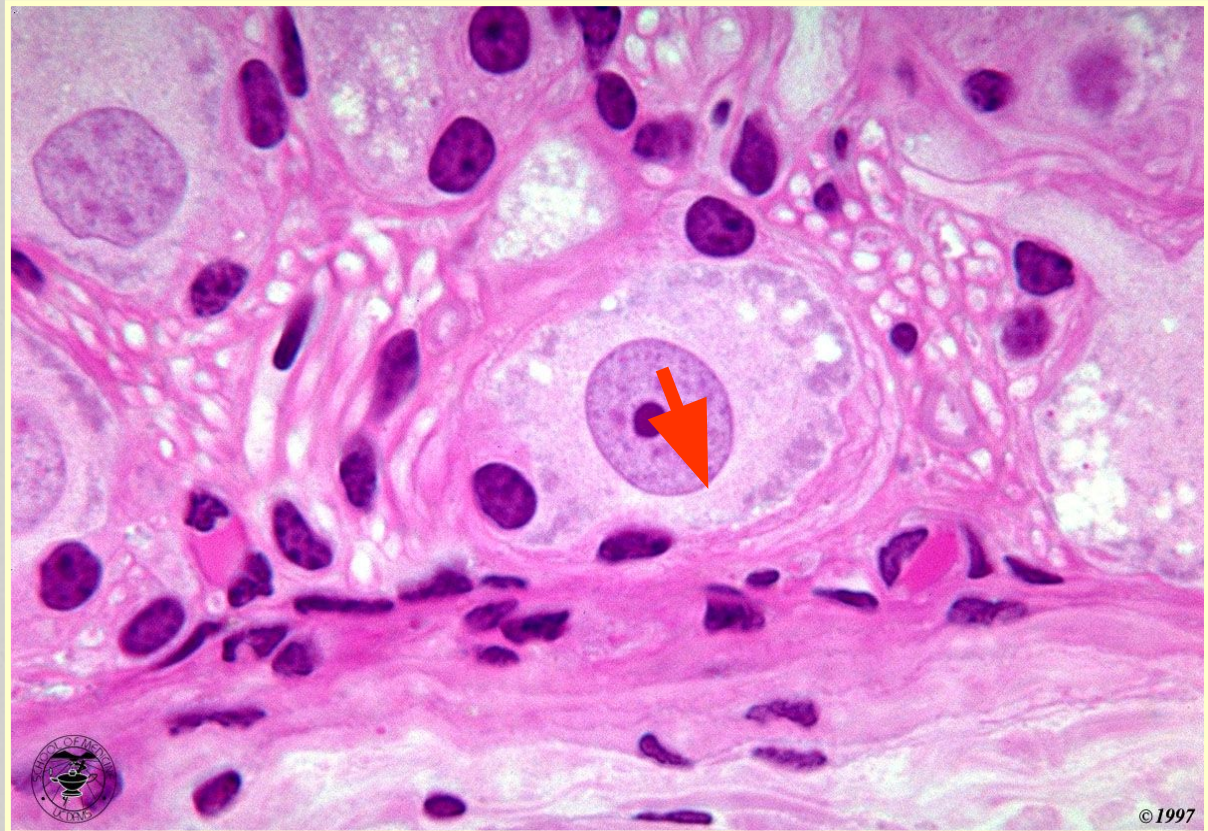
Ядрышко

РНП-структуры
ядра



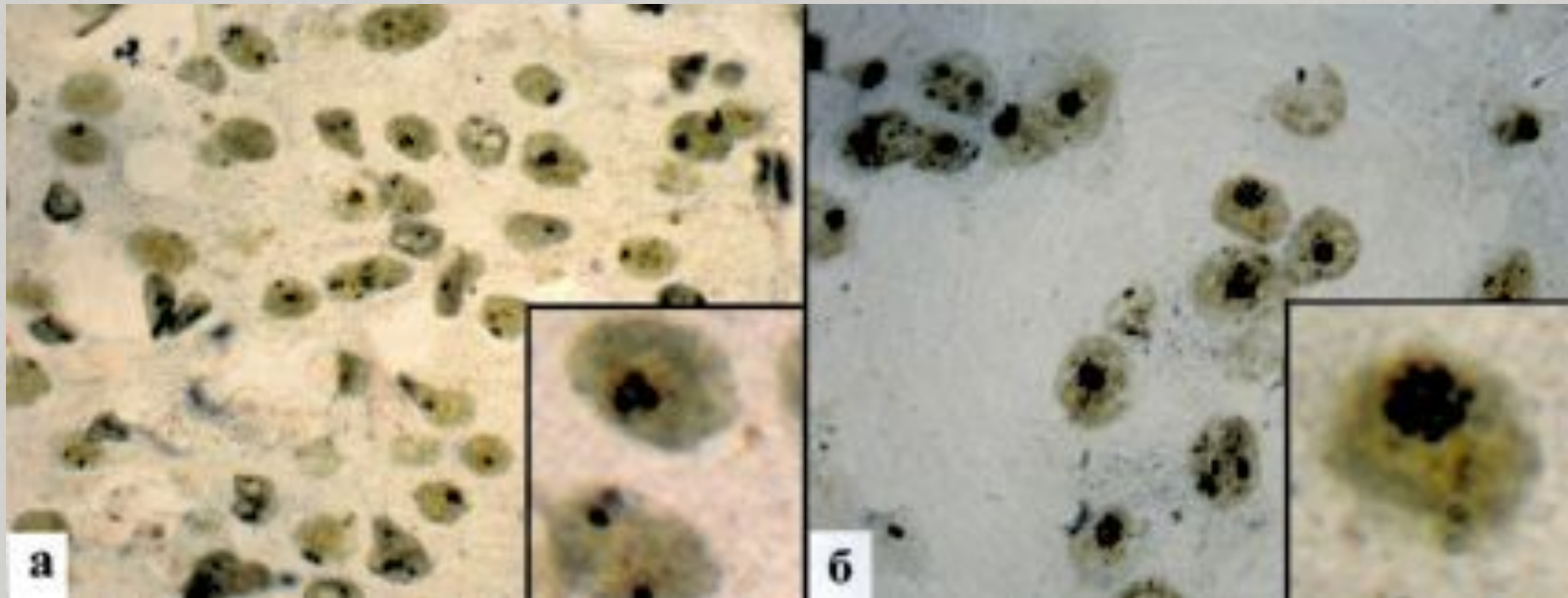
Ядрышко – наиболее заметная структура клеточного ядра

- 1774-81 – первое описание (Fontana)
- 1836 - предложен термин «ядрышко» (G.Valentin)



Окраска на РНК

Серебрение ядрышек



Число и размер ядрышек в клетках непостоянны, максимальное число определяется количеством ядрышковых организаторов.

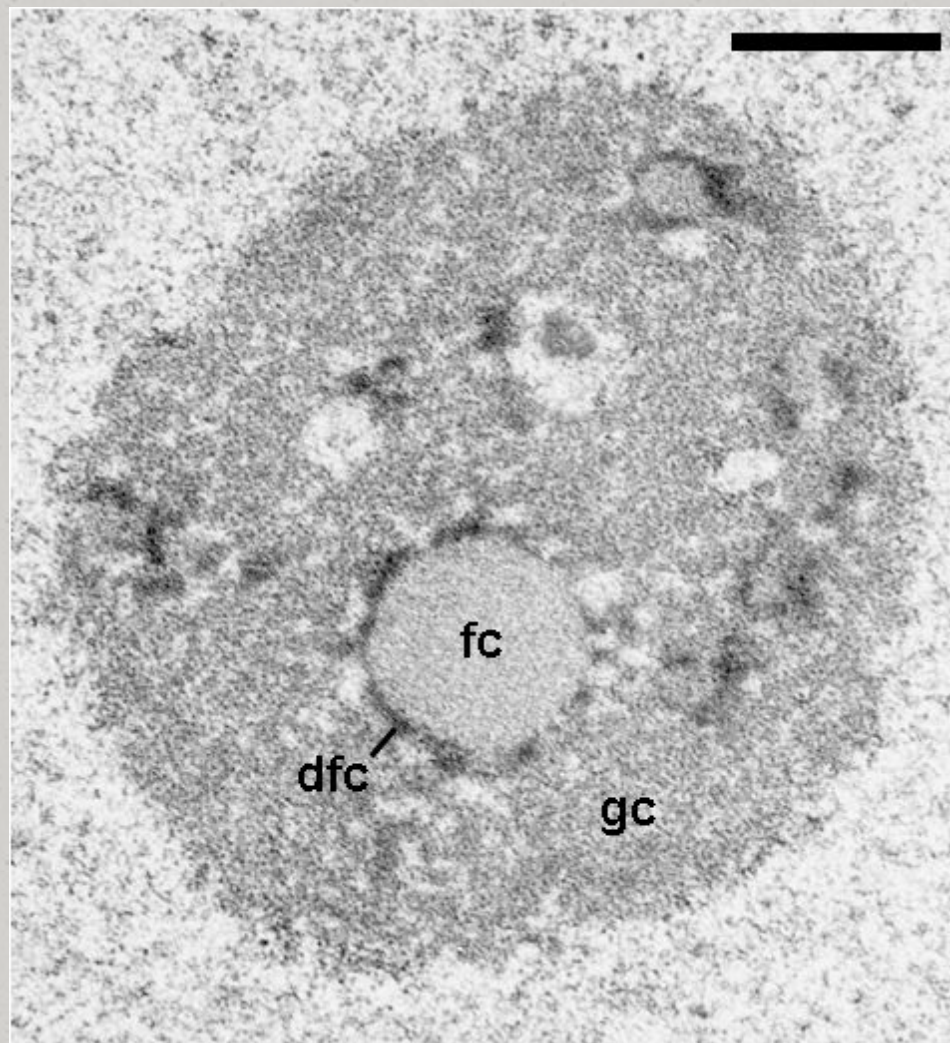
Компоненты ядрышка

Фибриллярный центр – низкая электронная плотность, вероятно, содержит рДНК

Плотный фибриллярный компонент – фибриллы толщиной 5-7 нм (РНП), предшественники рибосом

Гранулярный компонент – гранулы (РНП и белки) диаметром около 15 нм – субъединицы рибосом и другие гранулы.

Ультраструктура ядрышка



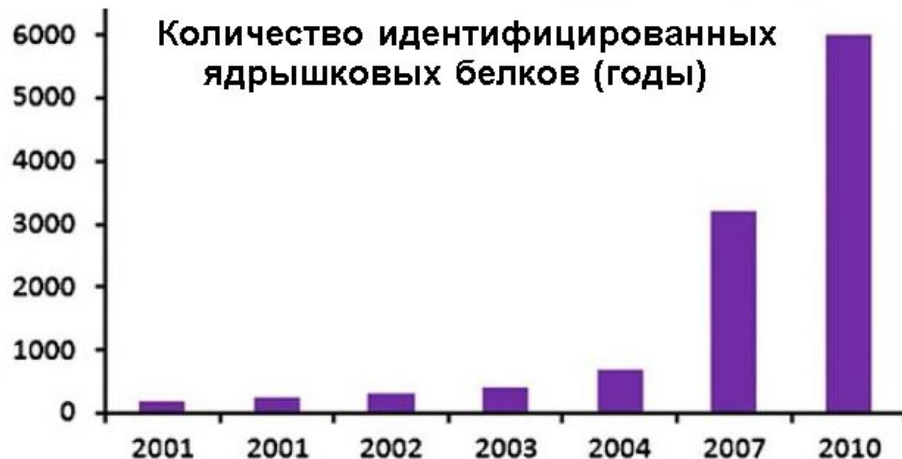
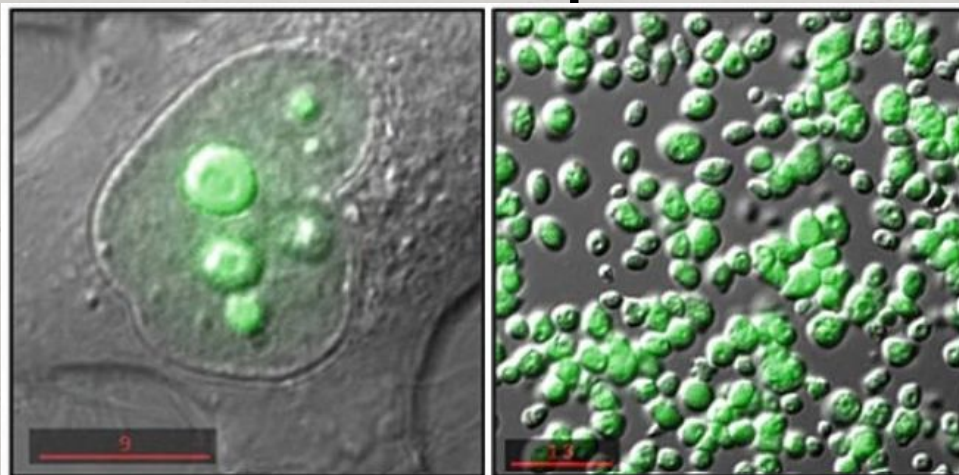
Химический состав ядрышка

ДНК – 2 – 12% (из них рДНК – не более 2%)

РНК – 5 – 14% (транскрипты рРНК на разных стадиях созревания, малые ядрышковые РНК)

Белки – 70 – 80%. Идентифицировано более 300 белков. Гистоновые белки, белки рибосом и др.

Белки ядрышка



Вверху – трансфекция ядрышкового белка с ЗФБ (GFP) показывает специфичность его локализации.

Динамика ядрышка

Все белки ядрышка быстро обмениваются с нуклеоплазмой, а многие – с цитоплазмой. Период полувосстановления ядрышковых белков в нуклеоплазме составляет от 10 с до 3 мин. Время удержания ядрышковых белков в составе ядрышка примерно на порядок больше.

Круговорот многих ядрышковых белков не связан с выведением рибосом в цитоплазму.

Основные характеристики ядрышка

Включение предшественников РНК – постоянно. Транскрипция пре-рРНК – 5-10 мин. Переход РНК из фибриллярного компонента в гранулярный занимает около 20 мин. Созревание и выход рибосомы в цитоплазму – 20-60 мин.

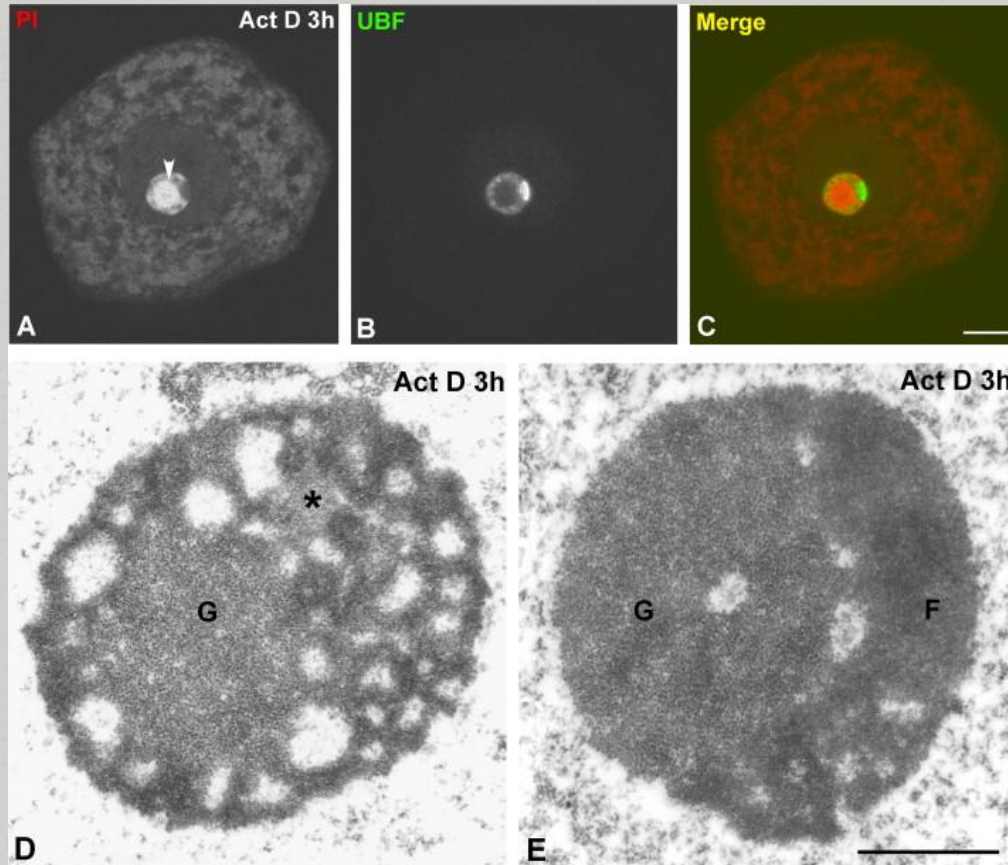
45S РНК – длина 5,2 мкм; 80S частица РНП – прерибосома.

Продуктивность ядрышка – 1000 рибосом в секунду.

Число генов 45S РНК – 100-5000; 5S РНК – 200-10000

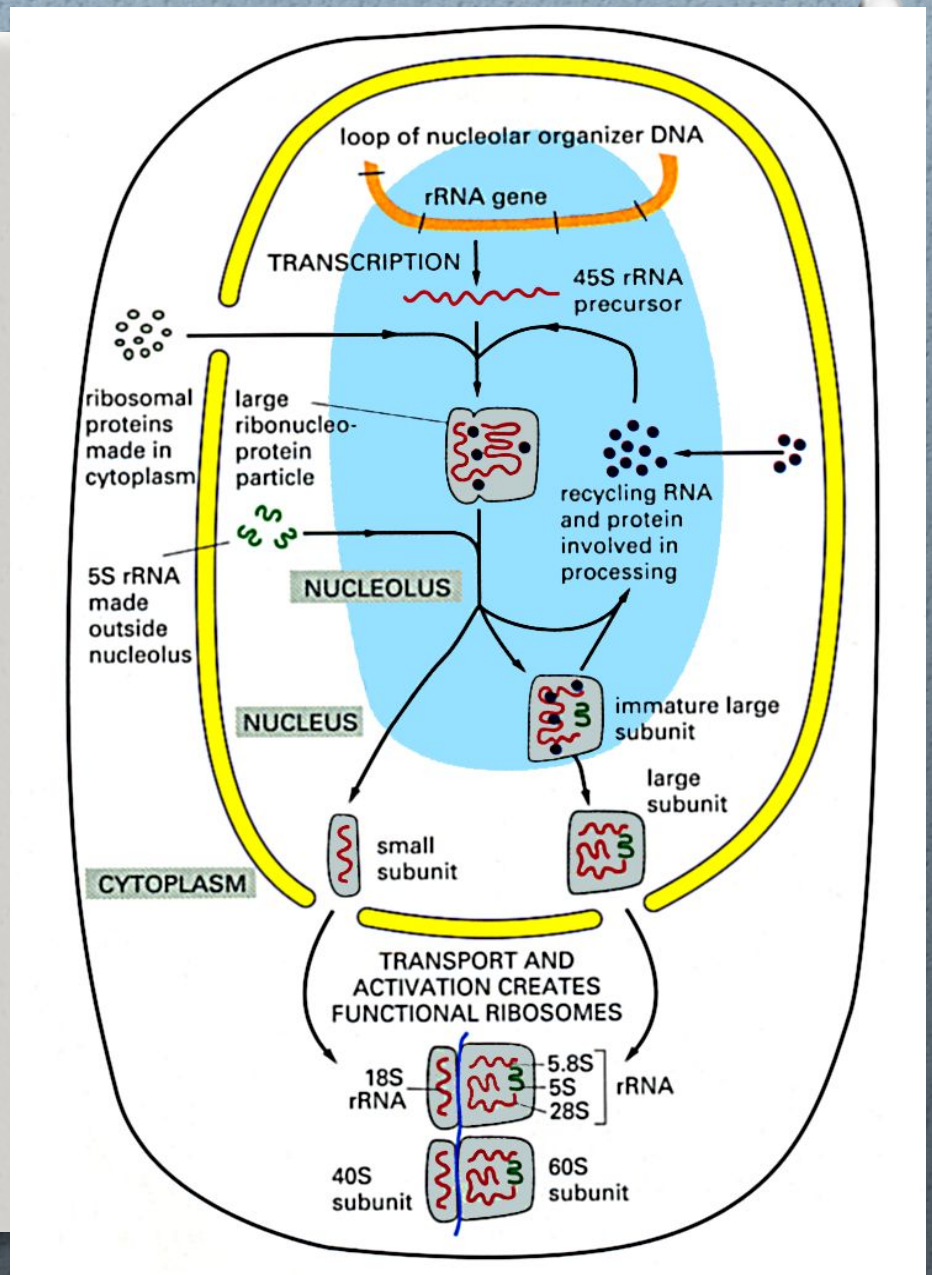
За клеточный цикл образуется $\sim 10^7$ рибосом.

Сегрегация ядрышка

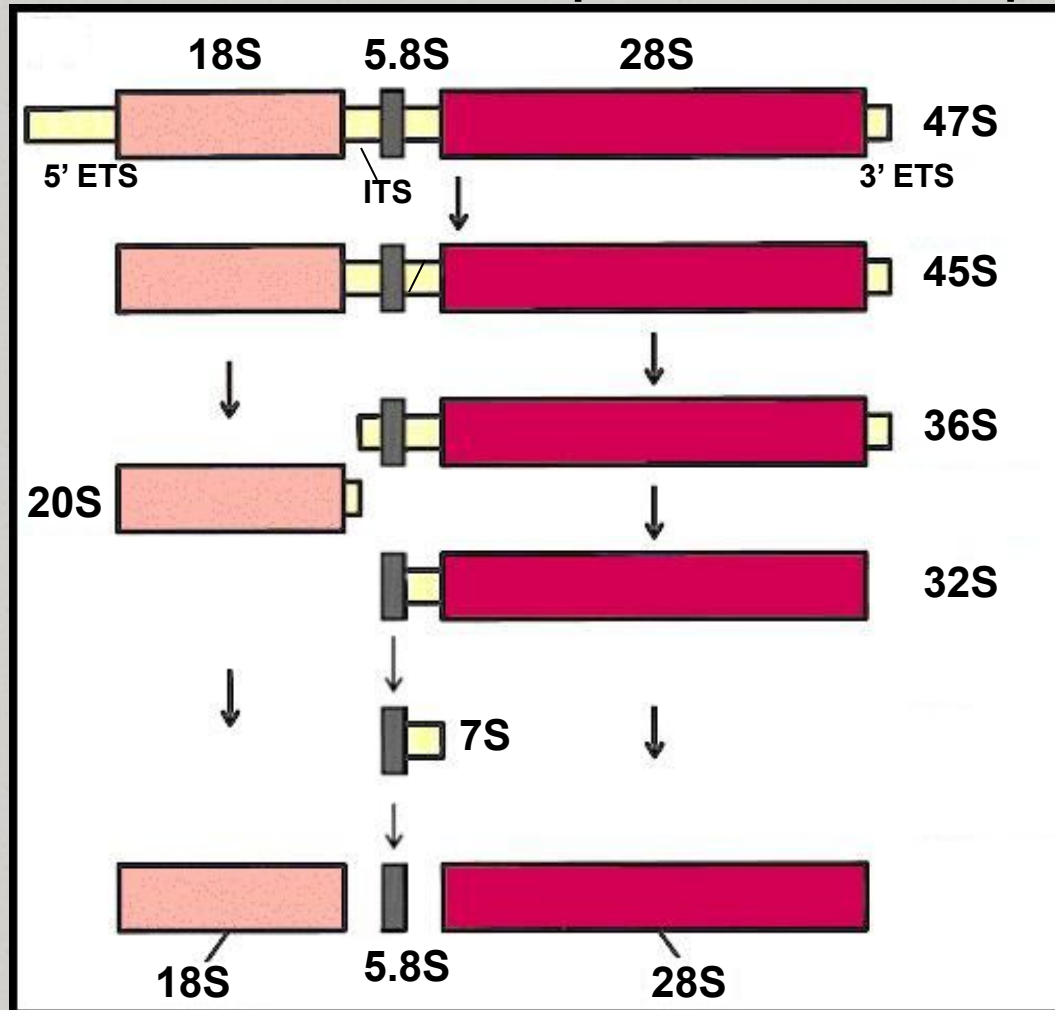


Ингибиторы транскрипции вызывают разделение (сегрегацию) фибриллярного и гранулярного компонентов ядрышка

Схема работы ядрышка



Основные этапы процессинга рРНК



Процессинг приводит к образованию трех молекул рРНК из одного транскрипта

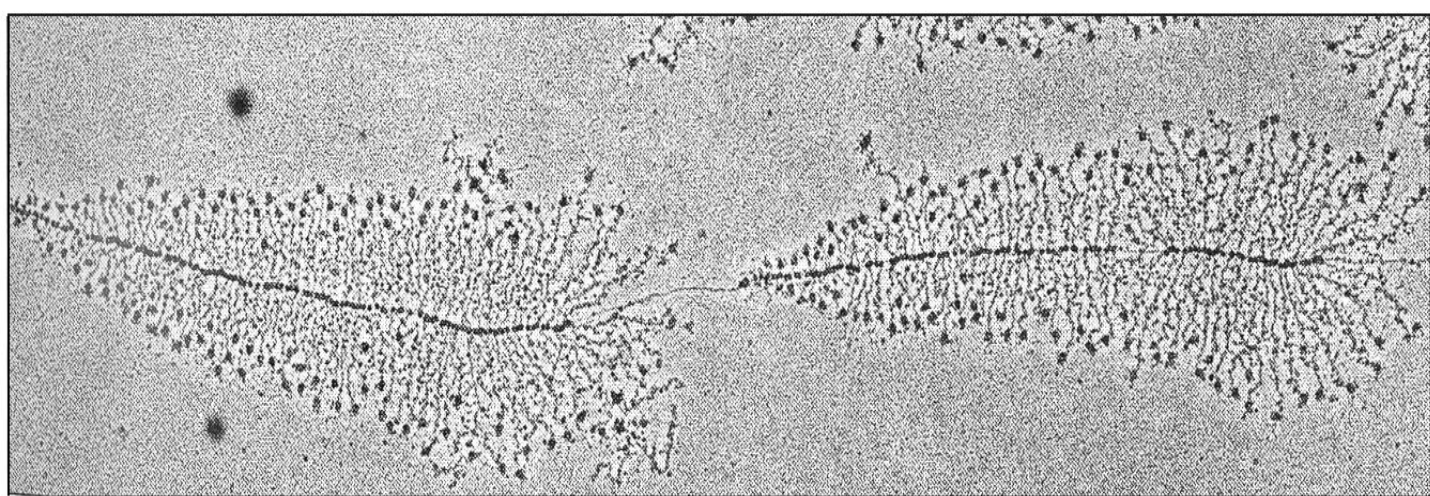
Основные белки процессинга рРНК

1. Фибрилларин (Nop1) – ранний процессинг рРНК, эволюционно консервативен, входит в состав мякРНП, эндонуклеаза и метилтрансфераза.
2. V23/нуклеофозмин – сборка пре-рибосом, фосфопротеин, шаперон.

Число ядрышковых организаторов (на гаплоидную клетку)

- Человек – 5 (13, 14, 15, 21 и 22 хромосомы)
- Мышь – 5-6 (12, 15, 16, 18, 19 хромосомы)
- Свинья – 2 (8 и 10 хромосомы)
- Курица – 1
- Шпорцевая лягушка (*X. laevis*) – 1
- Дрожжи (*S. cerevisiae*) – 1 (12 хромосома)

Транскрипция рибосомных генов



Ось – молекула ДНК, от нее отходят новосинтезированные молекулы РНК.
Глобулы на оси – комплексы РНК-полимераз.