

КЛЕТКА
МОРФО - ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
ЕДИНИЦА ВСЕХ ОРГАНИЗМОВ

Азербайджанский Медицинский Университет
кафедра “ Медицинской биологии и генетики”
доцент Афлатун Полад оглы Азизов
2018-2019

Обсуждаемые вопросы

- **Строение и функции:**
 - **плазматической мембраны**
 - **цитоплазмы**
 - **клеточных органоидов и ядра**
- **Жизненный цикл клетки**
- **Старение с смертью клетки**

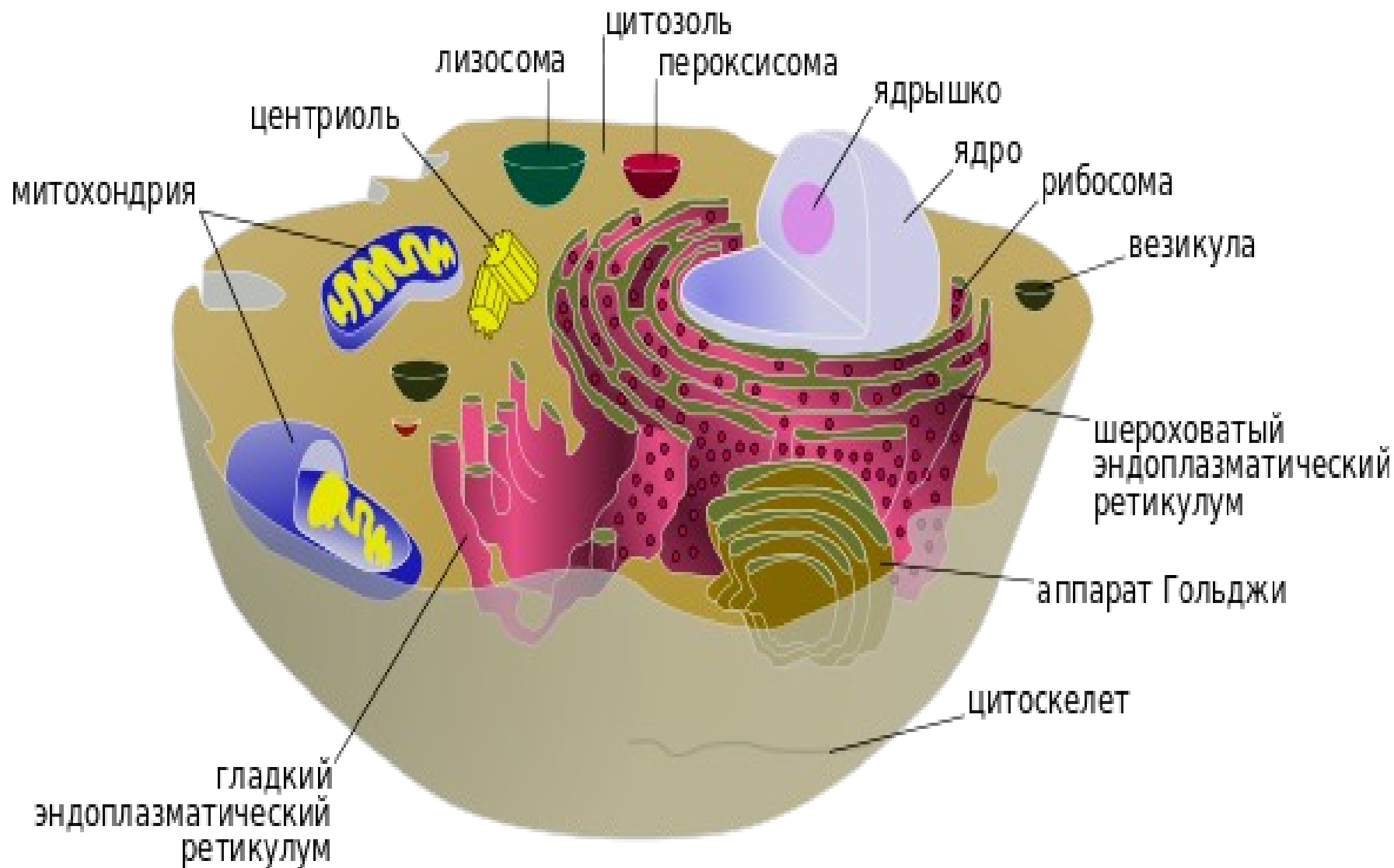
Клетка

- **Клетка — структурно-функциональная элементарная единица строения и жизнедеятельности всех организмов (кроме вирусов).**
- **Обладает собственным обменом и способна к самовоспроизведению.**
- **Организм, состоящий из одной клетки, называется одноклеточным (многие простейшие и бактерии).**

Клеточные формы

- **Прокариоты (доядерные) — более простые по строению, возникли в процессе эволюции раньше;**
- **Эукариоты (ядерные) — более сложные, возникли позже.**
- **Клетки, составляющие тело человека, являются эукариотическими.**
- **Несмотря на многообразие, клетка всех живых организмов подчинена единым структурным принципам.**

Эукариотическая клетка



Поверхностный комплекс животной клетки

- **Поверхностный комплекс животной клетки состоит из гликокаликса, плазматической мембраны и расположенного под ней кортекса (кортикального слоя) цитоплазмы.**
- **Толщина плазмалеммы около 10 нанометров.**
- **Разграничивает клетку с внешней средой, транспортирует питательные вещества, продукты синтеза и распада.**

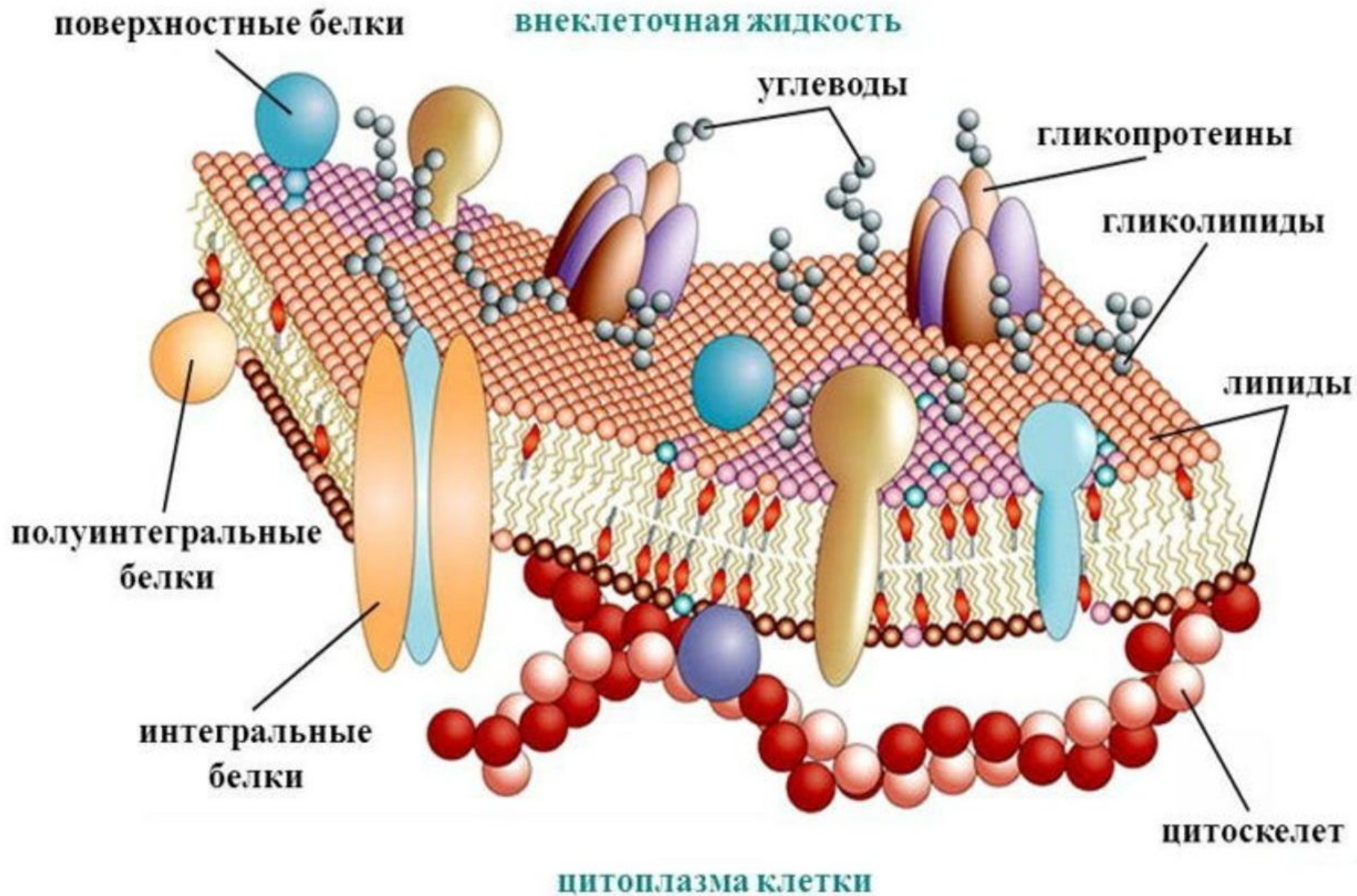
Кортикальный слой

- В кортикальном слое цитоплазмы находятся специфические элементы цитоскелета— актиновые микрофиламенты.
- Основной и самой важной функцией кортекса являются псевдоподиальные реакции: выбрасывание, прикрепление и сокращение псевдоподий.
- При этом актиновые микрофиламенты перестраиваются, удлиняются или укорачиваются.

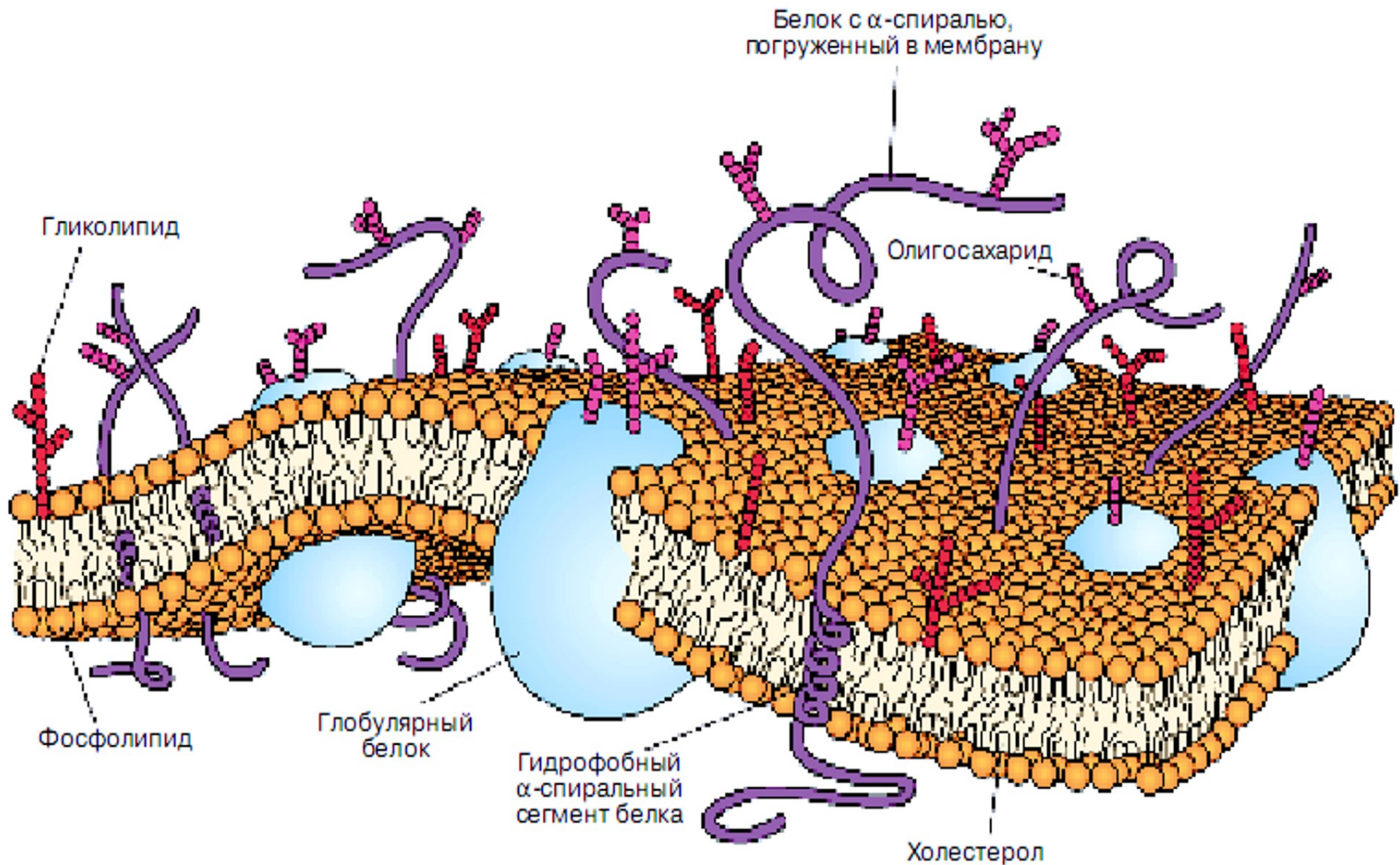
Плазматическая мембрана

- Мембраны состоят из встроенных в 2-х рядах липидов 3-х классов: фосфо - и гликолипиды и холестерол.
- Фосфолипиды и гликолипиды состоят из двух длинных гидрофобных углеводородных «+хвостов», которые связаны с заряженной гидрофильно «-головой»
- Холестерол придаёт мембране жёсткость, занимая свободное пространство между гидрофобными хвостами липидов.

Плазматическая мембрана



Плазматическая мембрана



Плазматическая мембрана

- **Холестерол не позволяет гидрофобным хвостам липидов изгибаться.**
- **Поэтому мембраны с малым содержанием холестерина гибкие, а с большим — более жёсткие и хрупкие.**
- **Также холестерол служит «стопором», препятствующим перемещению полярных молекул из клетки в клетку.**
- **Важную часть мембраны составляют белки, пронизывающие её и отвечающие за свойства мембран.**

Плазматическая мембрана

- **Состав и ориентация белковых молекул в разных мембранах различаются.**
- **Рядом с белками находятся аннулярные липиды.**
- **Аннулярные липиды менее подвижны, более упорядочены, имеют в составе более насыщенные жирные кислоты и выделяются из мембраны вместе с белком.**
- **Без аннулярных липидов мембранные белки не работают.**

Плазматическая мембрана

- **Биологическая мембрана включает и различные белки:**
- **интегральные - пронизывающие мембрану насквозь,**
- **полуинтегральные - погружённые одним концом во внешний или внутренний липидный слой,**
- **поверхностные - расположенные на внешней или прилегающие к внутренней сторонам мембраны.**

Функции плазмолеммы

- **Барьерная** — обеспечивает регулируемый, избирательный, пассивный и активный обмен веществ.
- **Транспортная** — через мембрану происходит транспорт веществ в клетку и из клетки.
- **Матричная** — обеспечивает определённое взаиморасположение и ориентацию мембранных белков, их оптимальное взаимодействие.

Функции плазмолеммы

- ***Механическая*** — обеспечивает автономность клетки, её внутриклеточных структур, также соединение с другими клетками.
- ***Энергетическая*** — при клеточном дыхании в митохондриях в их мембранах действуют системы переноса энергии, в которых также участвуют белки.

Функции плазмолеммы

- **Рецепторная** — некоторые белки, находящиеся в мембране, являются рецепторами, при помощи которых клетка воспринимает те или иные сигналы.
- **Маркировка клетки** — на мембране есть антигены, действующие как маркеры, позволяющие опознать клетку. Это гликопротеины или белки с присоединёнными к ним разветвлёнными олигосахаридными боковыми цепями.

Функции плазмолеммы

- **Ферментативная** — мембранные белки нередко являются ферментами.
- **Осуществление генерации и проведения биопотенциалов** - в клетке с помощью мембраны поддерживается постоянная концентрация ионов. Концентрация иона K^+ внутри клетки значительно выше, чем снаружи, а концентрация Na^+ значительно ниже.

Цитоплазма

- **Цитоплазма - полужидкая внутренняя среда клетки, ограниченная плазматической мембраной.**
- **Цитоплазма включает гиалоплазму — основное прозрачное вещество цитоплазмы, находящиеся в ней обязательные клеточные органеллы.**
- **Цитоплазма способна к росту, воспроизведению и восстановлению.**
- **Без ядра цитоплазма долго не может существовать, как и ядро без цитоплазмы.**

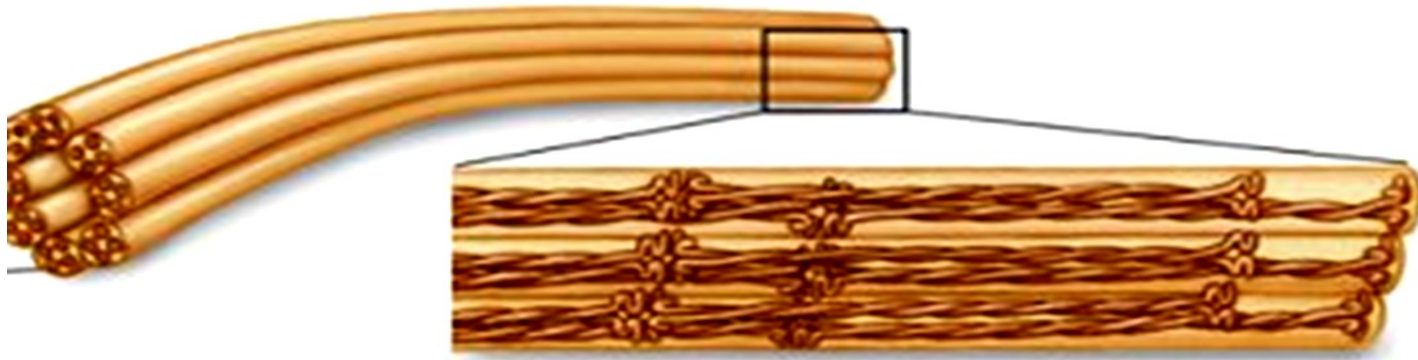
Цитоскелет

- **Трабекулярная сеть или цитоскелет является клеточным каркасом в цитоплазме живой клетки. Цитоскелет присутствует во всех клетках эукариот.**
- **Цитоскелет динамичная структура, в функции которой входит поддержание и адаптация формы клетки ко внешним воздействиям.**
- **Трабекулярная сеть обеспечивает экзо- и эндоцитоз, движения клетки как целого, активный внутриклеточный транспорт и клеточное деление.**

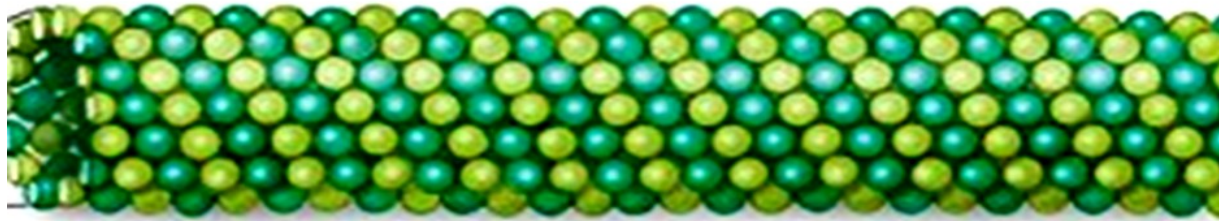
Цитоскелет

- **Цитоскелет образован белками, выделяют несколько основных систем:**
- **по основным структурным элементам, заметным при электронно-микроскопических исследованиях : микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки;**
- **по основным белкам, входящим в их состав: актин-миозиновая система, кератины, тубулин-динеиновая система.**

Цитоскелет по структурным элементам



промежуточный филамент



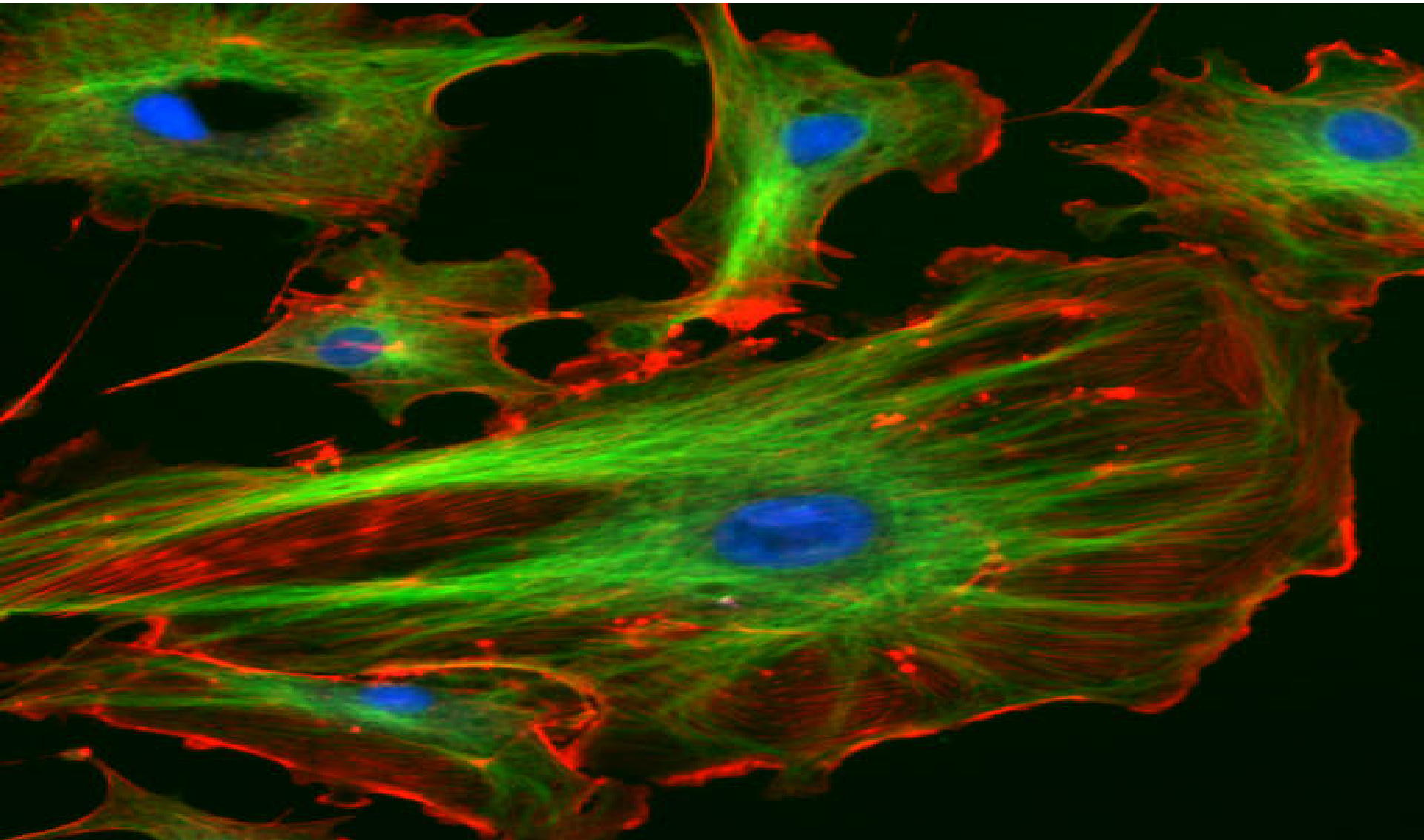
микротрубочка



микрофиламент

Цитоскелет по основным белкам

Актиновые микрофиламенты окрашены в красный, микротрубочки — в зелёный, ядра клеток — в голубой цвет.

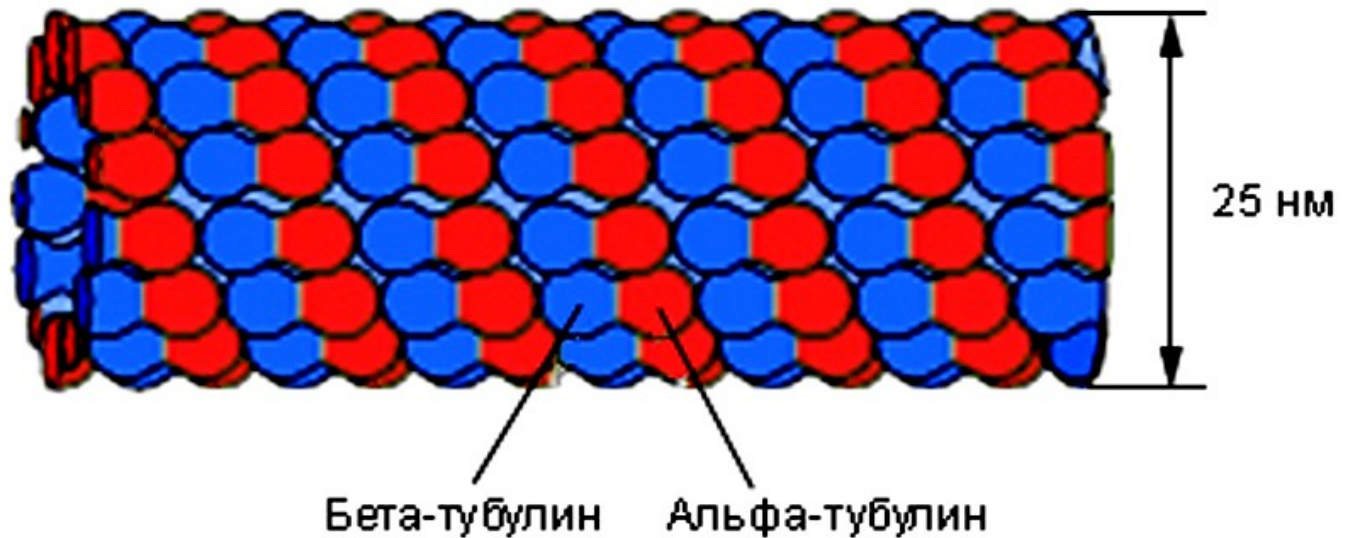
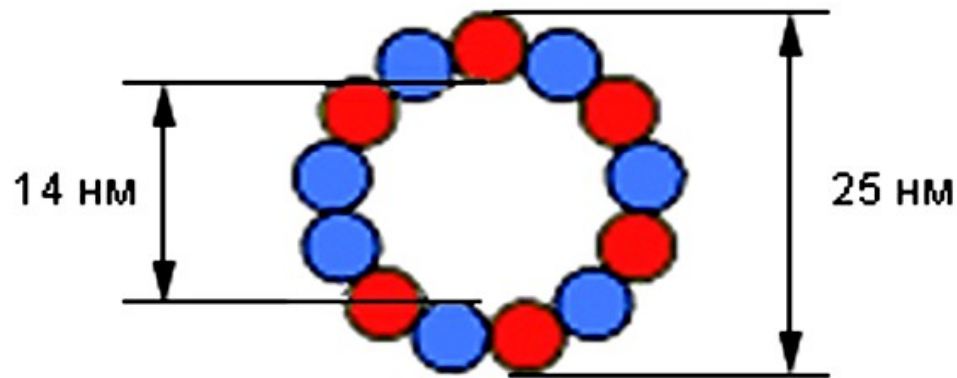


Микротрубочки

- **Микротрубочки - немембранный органоид в клетках эукариот, представляют собой полые цилиндры диаметром 25 нм.**
- **Длина их может быть от нескольких микрометров до нескольких миллиметров в аксонах нервных клеток.**
- **Микротрубочки, подобно актиновым микрофиламентам, полярны: на одном конце происходит самосборка, на другом — разборка.**

•

Микротрубочки



Микротрубочки

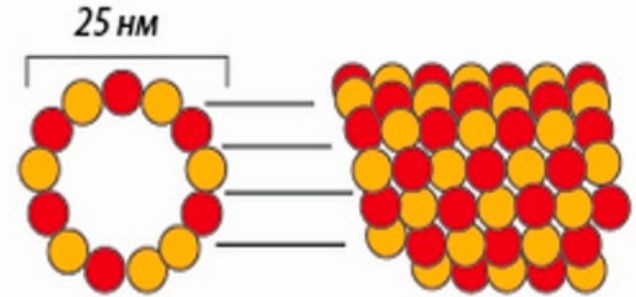
- Микротрубочки — это структуры, состоящих из 13 протофиламентов гетеродимеров α - и β -тубулина, в которых уложены по окружности полового цилиндра. Внешний диаметр цилиндра около 25 нм, внутренний — около 14.
- Микротрубочки, плюс-концом постоянно присоединяет к себе свободный тубулин.
- От противоположного минус-конца тубулиновые единицы отщепляются.

Микротрубочки

связывание GTP и медленный гидролиз

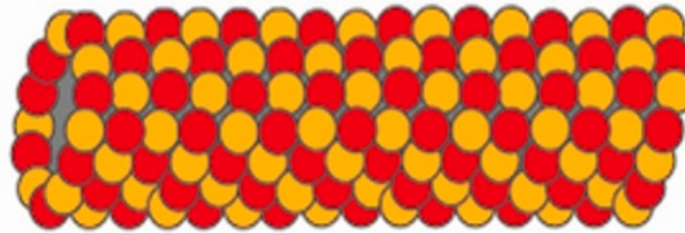


протофиламент



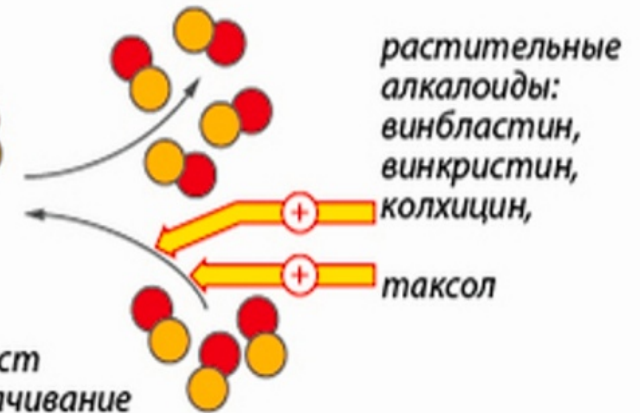
микротрубочки цилиндрический полимер

тубулин гетеродимер,
53 и 55 кДа



⊖-конец: стабилизация путем связывания с центросомой

⊕-конец: рост или цкорачивание



Микротрубочки

- **Сборка микротрубочек из тубулинов происходит только в присутствии GTP гуанозинтрифосфата и ионов магния.**
- **Центросома, локализованная вблизи ядра, выступает как центр организации микротрубочек: они растут от неё к периферии клетки.**
- **При делении клетки микротрубочки растут очень быстро и способствуют правильной ориентации хромосом и образованию митотического веретена.**

Микротрубочки

- **Микротрубочки в клетке используются в качестве «рельсов» для транспорта частиц.**
- **По их поверхности могут перемещаться мембранные пузырьки и митохондрии. Транспортировку по микротрубочкам осуществляют моторные белки.**
- **Это высокомолекулярные соединения, состоящие из двух тяжёлых (массой около 300 кДа) и нескольких лёгких цепей.**

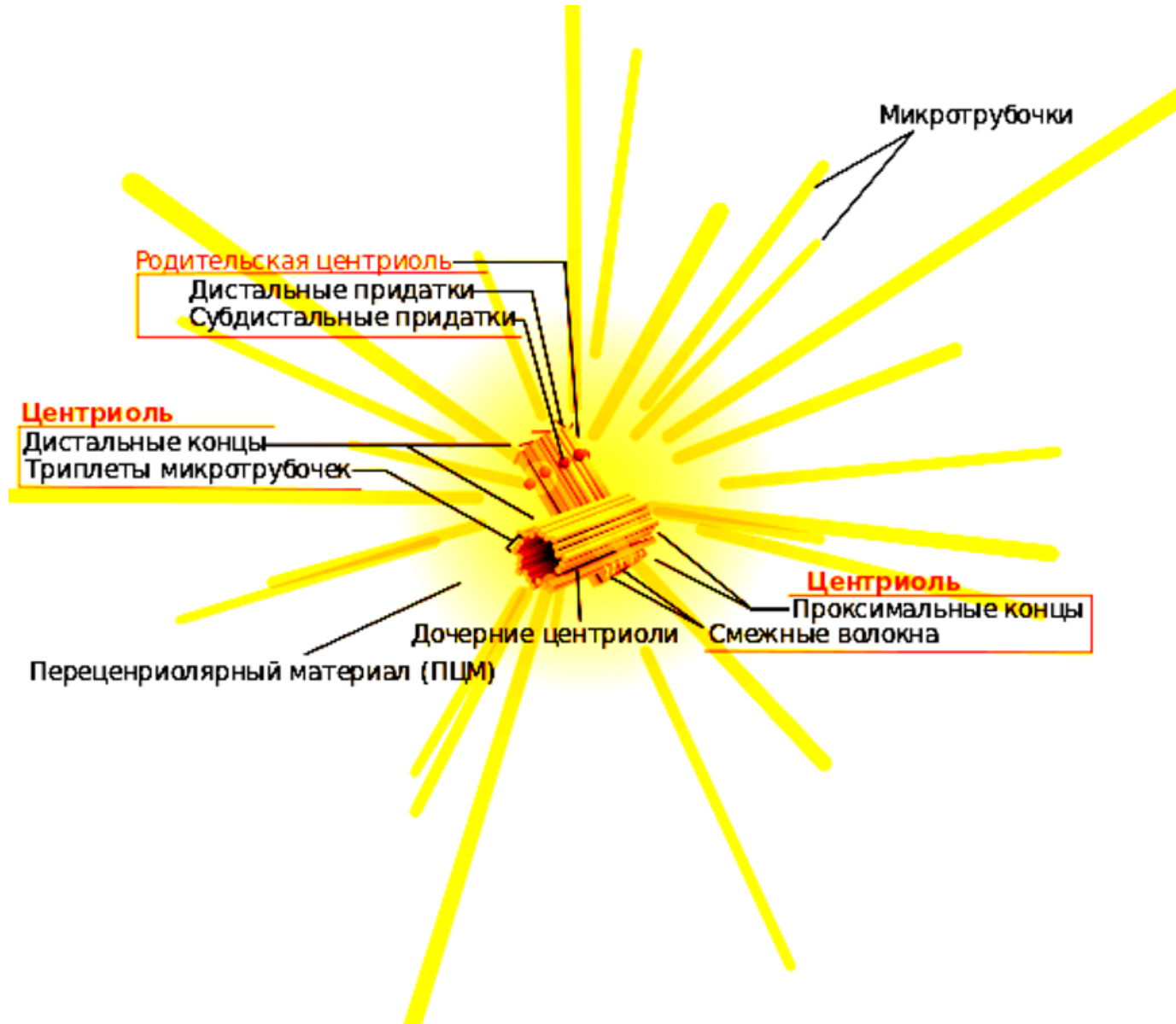
Микротрубочки

- **Выделяют два вида моторных белков: цитоплазматические динеины и кинезины.**
- **Динеины перемещают груз только от + конца к - концу микротрубочки, то есть из периферийных областей клетки к centrosome.**
- **Кинезины, напротив, перемещаются к + концу, то есть к клеточной периферии.**
- **Перемещение осуществляется за счёт энергии АТФ. Моторные белки для этого содержат АТФ-связывающие участки.**

Центросома

- **Клеточный центр, или центросома немембранный органоид в клетках эукариот, состоит из двух центриолей и перицентриолярного материала.**
- **Является главным центром организации микротрубочек эукариотической клетки, играет важнейшую роль в клеточном делении, участвуя в формировании веретена деления.**
- **Центросомы характерны для клеток животных.**
- **Ряд наследственных заболеваний человека вызван мутациями в генах, кодирующих центросомные белки.**

Центросома



Центриоль

- **Центриоли, обычно расположены в паре (диплосома), и окружены зоной более светлой цитоплазмы, от которой радиально отходят тонкие фибриллы (центросфера).**
- **Совокупность центриолей и центросферы называют клеточным центром.**
- **Чаще всего пара центриолей лежит вблизи ядра. Каждая центриоль построена из 27 цилиндрических элементов (тубулиновых микротрубочек) сгруппированных в 9 триплетов.**

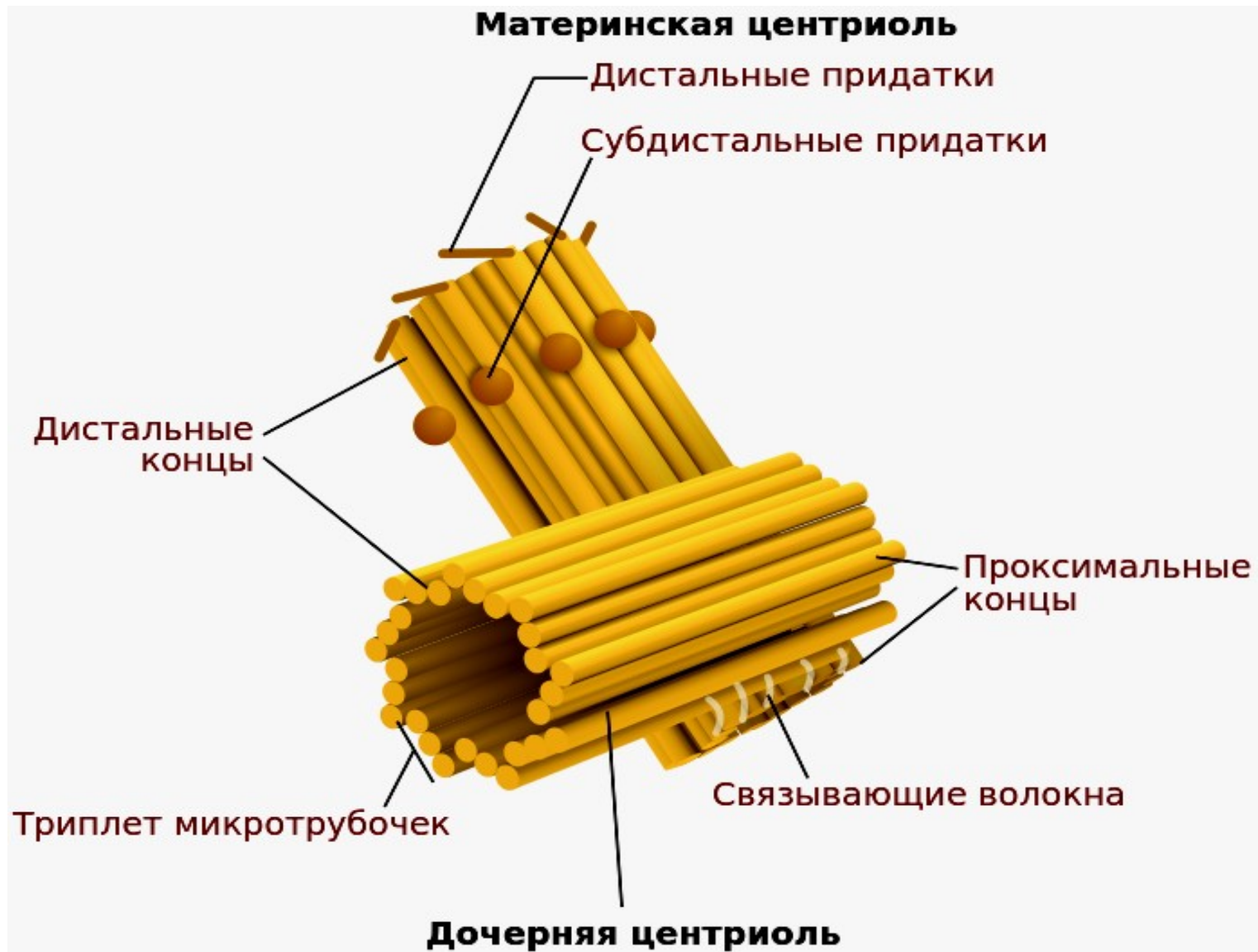
Центриоль

- Эти триплеты расположены по окружности, образуя полый цилиндр. Его длина 0,3–0,5 мкм (равна длине каждого триплета), а диаметр — 0,15 мкм.
- В каждом триплете первая микротрубочка (А-микротрубочка) имеет диаметр около 25 нм, толщину стенки 5 нм и состоит из 13 протофиламентов.
- Вторая и третья микротрубочки (В и С) отличаются от А-микротрубочки тем, что они являются неполными, содержат 11 протофиламентов и вплотную примыкают к своим соседям.

Центриоль

- Обычно в течение клеточного цикла центриоль удваивается один раз.
- Рядом с каждой половинкой материнской центриоли достраивается дочерний, происходит это, как правило, в течение G2-периода интерфазы.
- В профазе митоза две центриоли расходятся к полюсам клетки и формируют две centrosомы.

Диплосома



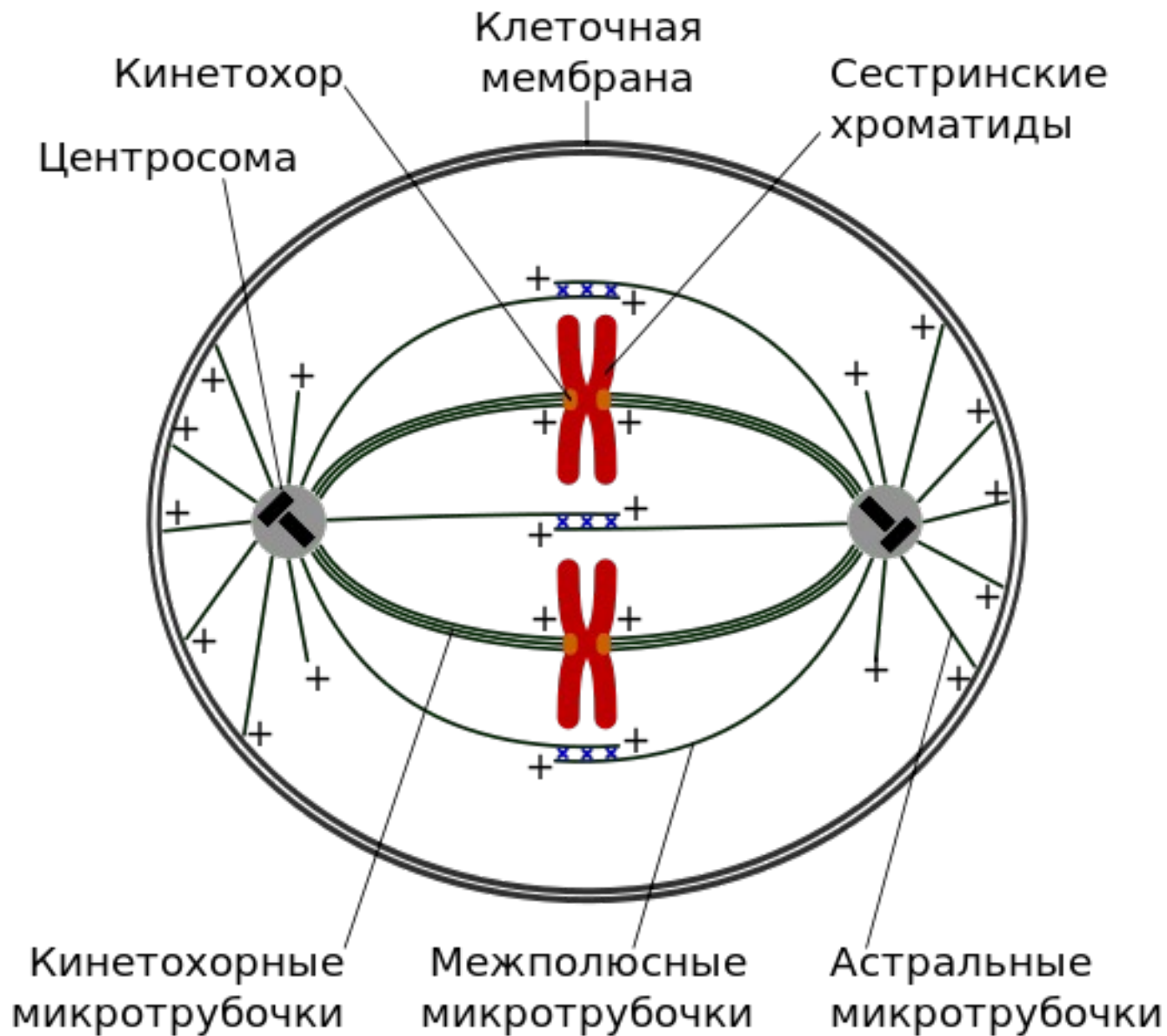
Диплосома

- **Таким образом, в клетке оказывается два клеточных центра.**
- **От каждого в направлении к центру, к хромосомам, осуществляется сборка микротрубочек.**
- **Микротрубочки прикрепляются к кинетохорам, а не центромерам хромосом и обеспечивают расхождение хроматид путем их отрыва друг от друга в области центромеры.**

Центросома

- **В интерфазе клеточного цикла центросомы ассоциированы с ядерной мембраной.**
- **В профазе митоза ядерная мембрана разрушается, центросома делится, и дочерние центросомы мигрируют к полюсам делящегося ядра.**
- **Микротрубочки, растущие из дочерних центросом, крепятся другим концом к кинетохорам на центромерах хромосом, формируя веретено деления.**

Центросома



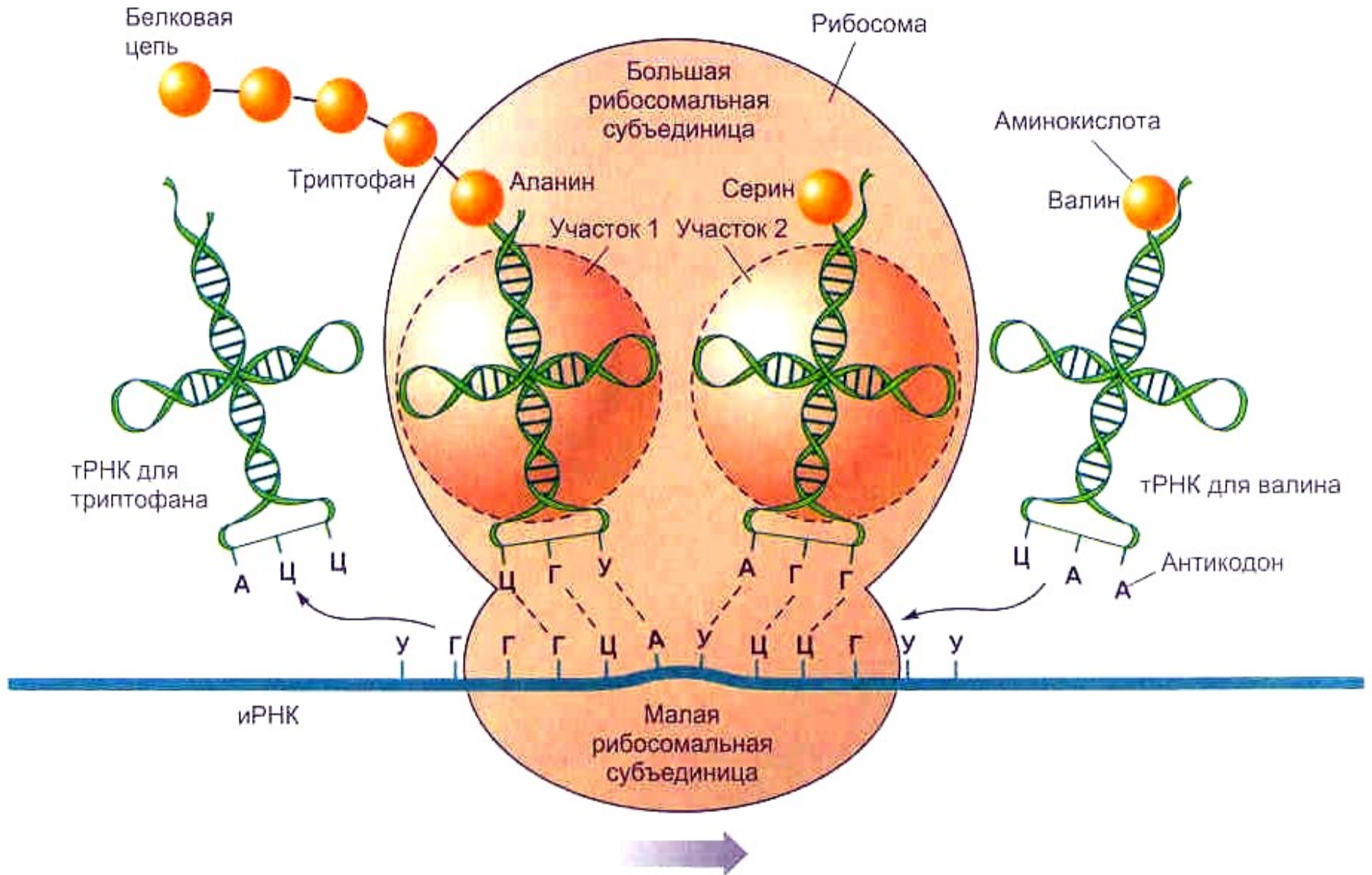
Центросома

- У животных в процессе клеточного деления центриоли центросомы расходятся к различным полюсам клетки.
- Около каждой путем самосборки из тубулина образуется парная дочерняя центриоль.
- При расхождении происходит разборка микротрубочек с «- конца», который находится в клеточном центре.
- Трубочка уменьшается и тем самым притягивает хромосому к своему полюсу клетки.

Рибосома

- **Рибосома- важнейший немембранный органоид живой клетки, служащий для биосинтеза белка из аминокислот по заданной матрице на основе генетической информации на мРНК.**
- **Этот процесс называется трансляцией.**
- **Рибосомы имеют сферическую или слегка эллипсоидную форму, диаметром от 15—20 нм (прокариоты) до 25—30 нм (эукариоты), состоят из большой и малой субъединиц.**

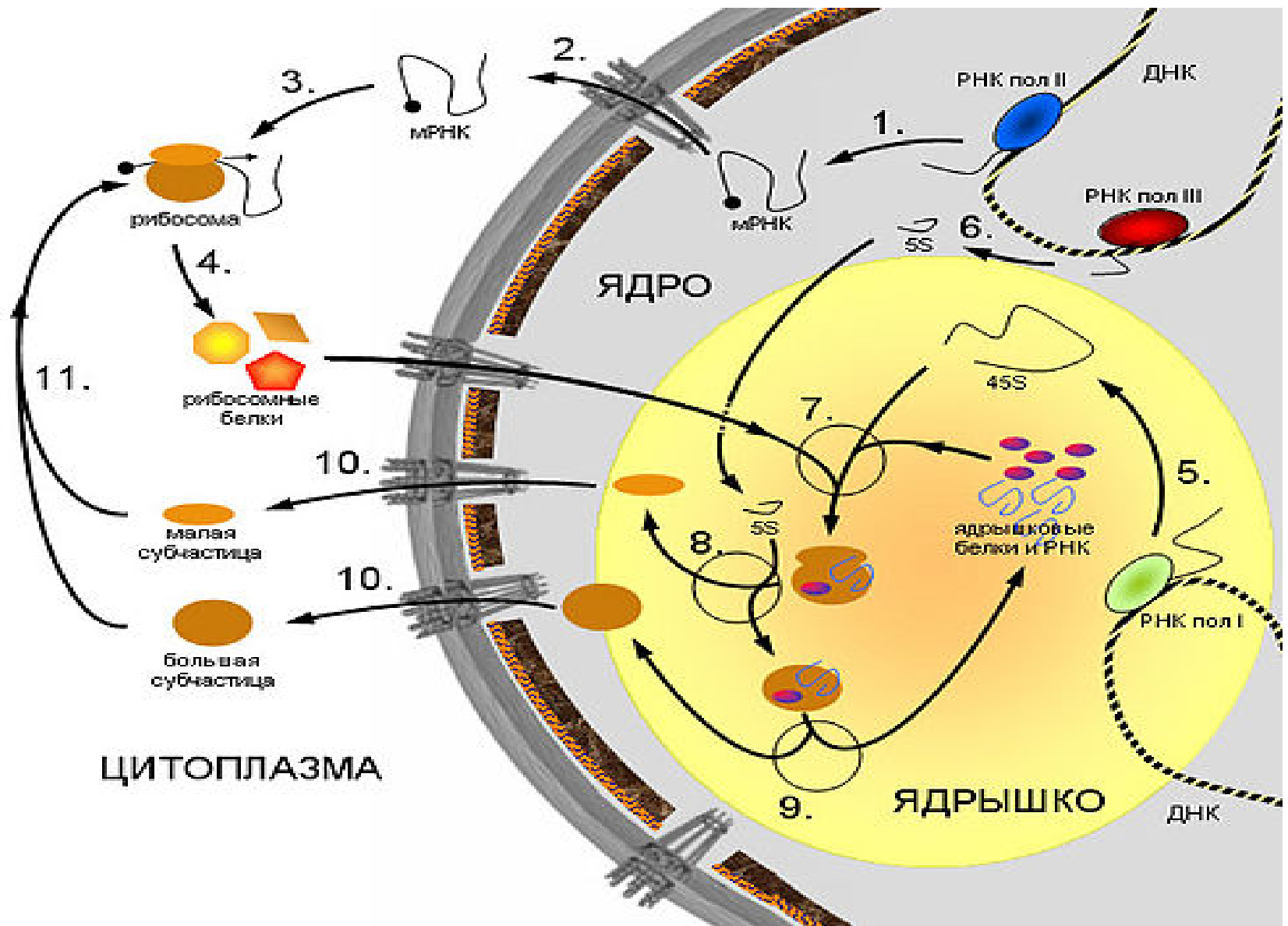
Рибосома



Рибосома

- **В эукариотических клетках рибосомы располагаются на мембранах ЭПС , хотя могут быть локализованы и в неприкреплённой форме в цитоплазме.**
- **Нередко с одной молекулой мРНК ассоциировано несколько рибосом, такая структура называется полисомой.**
- **Синтез рибосом у эукариот происходит в внутриядерной структуре —ядрышке.**

Синтез рибосом в клетках эукариот



Рибосома

- **Рибосомы представляют собой нуклеопротеид, в составе которого соотношение РНК/белок составляет 1:1 у высших животных.**
- **Рибосомная РНК составляет около 70 % всей РНК клетки.**
- **Рибосомы эукариот включают четыре молекулы рРНК, из них 16S, 5,8S и 28S рРНК синтезируются в ядрышке РНК-полимеразой I в виде единого предшественника (45S), который затем подвергается модификациям и нарезанию.**

Рибосома

- **5S рРНК синтезируются РНК-полимеразой III в другой части генома и не нуждаются в дополнительных модификациях.**
- **Почти вся рРНК находится в виде магниевой соли, что необходимо для поддержания структуры.**
- **При удалении ионов магния рибосома подвергается диссоциации на субъединицы.**

Константа седиментации рибосомы

- **Константа седиментации (скорость оседания в ультрацентрифуге) у цитоплазматических рибосом эукариотических клеток равняется 80S.**
- **Большая и малая субъединицы 60S и 40S, соответственно.**
- **У рибосом бактериальных клеток, рибосом митохондрий и пластид -70S.**
- **Большая и малая субъединицы 50S и 30S, соответственно.**

Рибосома

- **Рибосомы обычно состоят из двух субъединиц: большой субъединицы и малой субъединицы.**
- **Рибосомные субъединицы синтезируются в ядрышке и пересекают ядерную мембрану в цитоплазме через ядерные поры.**
- **Эти две субъединицы объединяются, когда рибосома присоединяется к матричной РНК (мРНК) во время синтеза белка.**

Рибосома

- **Помимо рРНК, цитоплазматические рибосомы эукариот содержит 80 различных белков.**
- **Почти каждый из этих белков представлен лишь одной копией на каждую рибосому.**
- **Рибосома на 30—50 % состоит из белка.**
- **В состав рибосом входят также молекулы воды, ионы металлов, главным образом Mg^{2+} — до 2 % сухой массы рибосомы.**

Рибосома

- **В цитоплазме (гиалоплазме) имеется две пространственно изолированные популяции рибосом.**
- **Одни из них - рибосомы, связанные с мембраной, расположены на поверхности мембраны ЭПС.**
- **Синтезируемые белки переносятся внутрь ЭПС, формируют везикулы и транспортируются.**

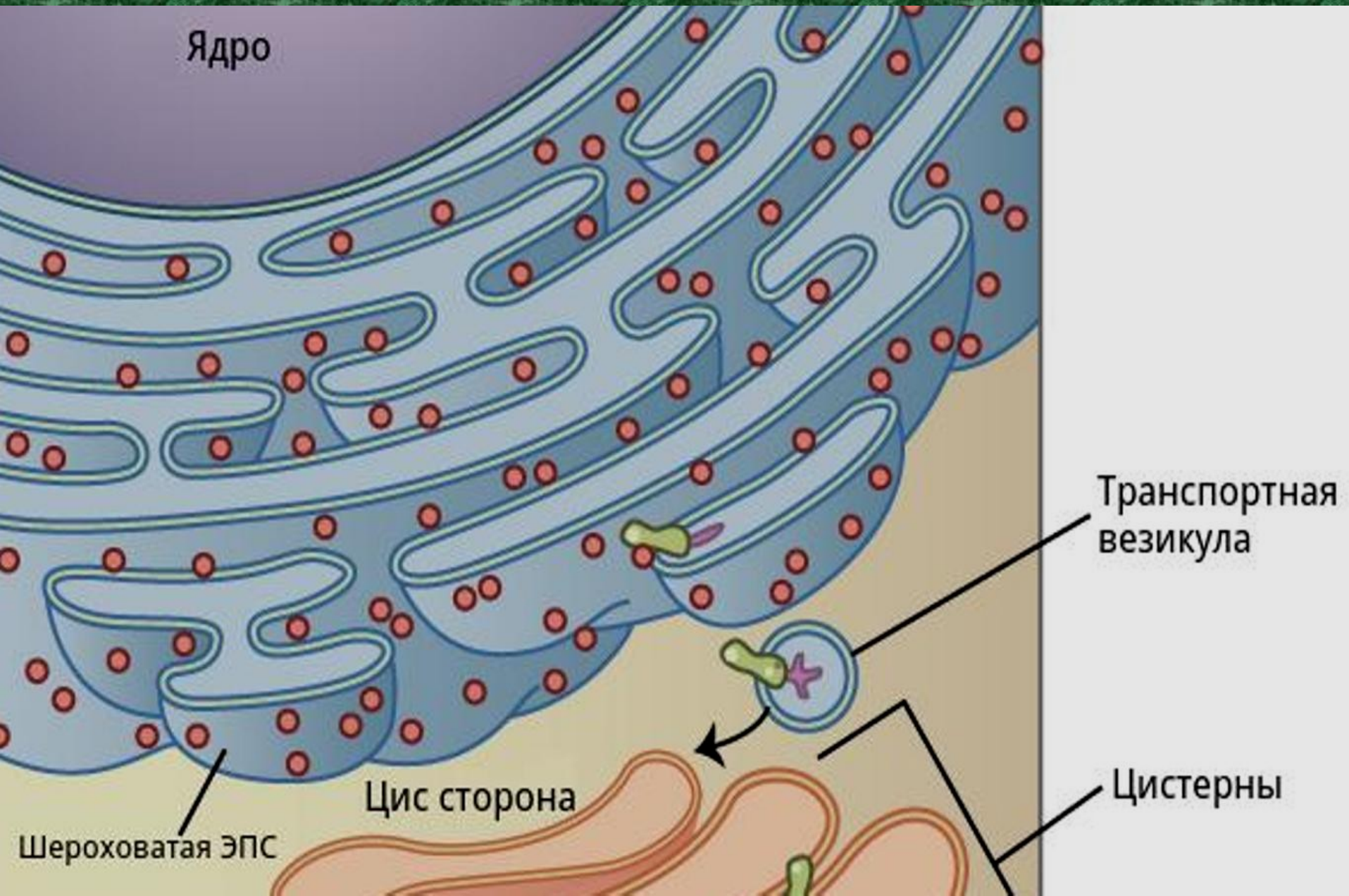
Рибосома

- **Другие - рибосомы свободные не приклеплены ни к какой мембране и производят все остальные белки, кодируемые ядром.**
- **Эти рибосомы идентичны по строению и функции.**
- **Они различаются только по белкам, которые синтезируются на них в каждый данный момент.**

Эндоплазматическая сеть -ЭПС

- **Все эукариотические клетки имеют эндоплазматическую сеть.**
- **Его чрезвычайно извилистая мембрана обычно составляет более половины общего количества клеточных мембран.**
- **ЭПС имеет многочисленные складки и изгибы, пронизывающие всю цитоплазму, образует непрерывную поверхность, ограничивающую единое внутреннее пространство.**

ЭПС



ЭПС

- **Это внутреннее пространство, называемое полостью ЭПС, часто занимает более 10% общего объема клетки.**
- **Полость ЭПС отделяется от цитозоля одиночной мембраной (мембраной ЭПС), служащей связующим звеном между этими двумя компартментами.**
- **Наоборот полости ЭПС и каждой цистерны аппарата Гольджи отделены друг от друга двумя мембранами и цитозолем.**

ЭПС

- **Мембрана ЭПС морфологически идентична оболочке клеточного ядра и составляет с ней одно целое.**
- **Полости эндоплазматической сети открываются в межмембранную полость ядерной оболочки.**
- **Мембраны ЭПС обеспечивают активный транспорт ряда элементов против градиента концентрации.**

ЭПС

- **На мембранах ЭПС начинается синтез трансмембранных белков и липидов ЭПС, плазматической мембраны, аппарата Гольджи и лизосом.**
- **Здесь же производится большинство липидов для мембран митохондрий и пероксисом.**
- **Кроме того, все вновь синтезированные белки, независимо от места их назначения, сначала поступают в полость ЭПС.**

ЭПС

- **Выделяют два вида ЭПС: гранулярная и агранулярная.**
- **На поверхности гранулярной ЭПС находится большое количество рибосом, которые отсутствуют на поверхности агранулярной ЭПС.**
- **Гранулярная и агранулярная ЭПС выполняют различные функции в клетке.**

ЭПС

- **С цистернами шероховатого ЭПС соединены мембраны гладкого ЭПС, который представляет собой сеть тонких трубочек диаметром от 20 до 30 нм, свободных от связанных рибосом, и которые называются гладким ЭПС .**
- **Как правило, если клетки и содержат настоящий гладкий ЭПС, то в очень малых количествах.**
- **В действительности большинство областей ЭПС частично являются гладкими, а частично - гранулярными.**

ЭПС

- **При участии ЭПС происходит трансляция и транспорт белков, синтез и транспорт липидов и стероидов. Для ЭПС характерно также накопление продуктов синтеза.**
- **ЭПС принимает участие в создании новой ядерной оболочки.**
- **Эндоплазматическая сеть содержит внутриклеточный запас кальция, который является, в частности, медиатором сокращения мышечной клетки.**

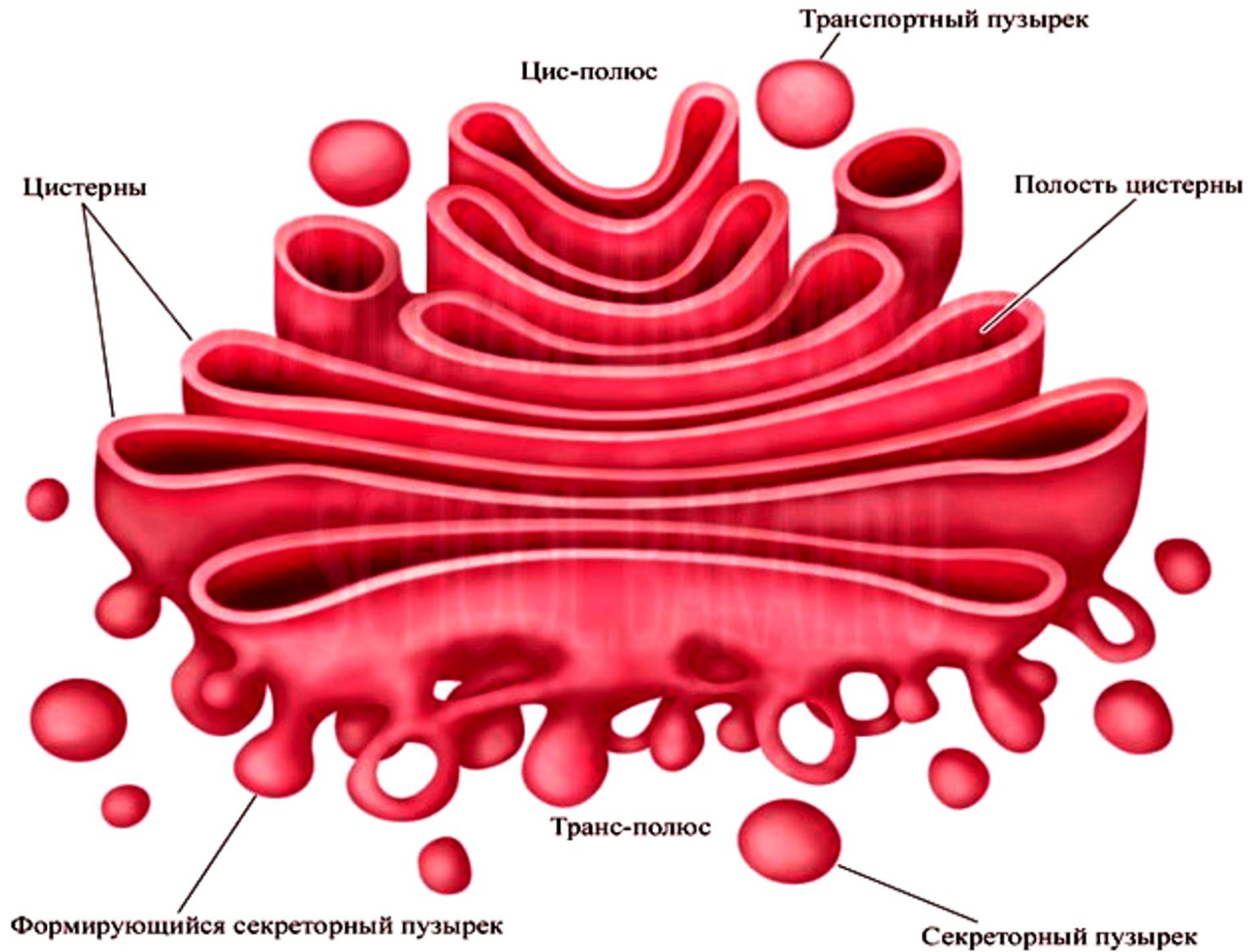
ЭПС

- **Ферменты гладкого ЭПС присоединяют к молекулам токсичных веществ гидрофильные радикалы.**
- **Повышается растворимость токсичных веществ в крови и моче, и они быстрее выводятся из организма.**
- **В случае непрерывного поступления ядов, медикаментов или алкоголя образуется большее количество агранулярного ЭПС.**

Аппарат Гольджи

- **Комплекс Гольджи представляет собой стопку дискообразных мембранных мешочков (цистерн), собранные в стопки - диктиосомы , несколько расширенных ближе к краям, и связанную с ними систему пузырьков Гольджи.**
- **Отдельные цистерны диктиосомы переменной толщины - в центре ее мембраны сближены - просвет 25 нм, на периферии образуются расширения - ампулы ширина которых не постоянна.**

Аппарат Гольджи



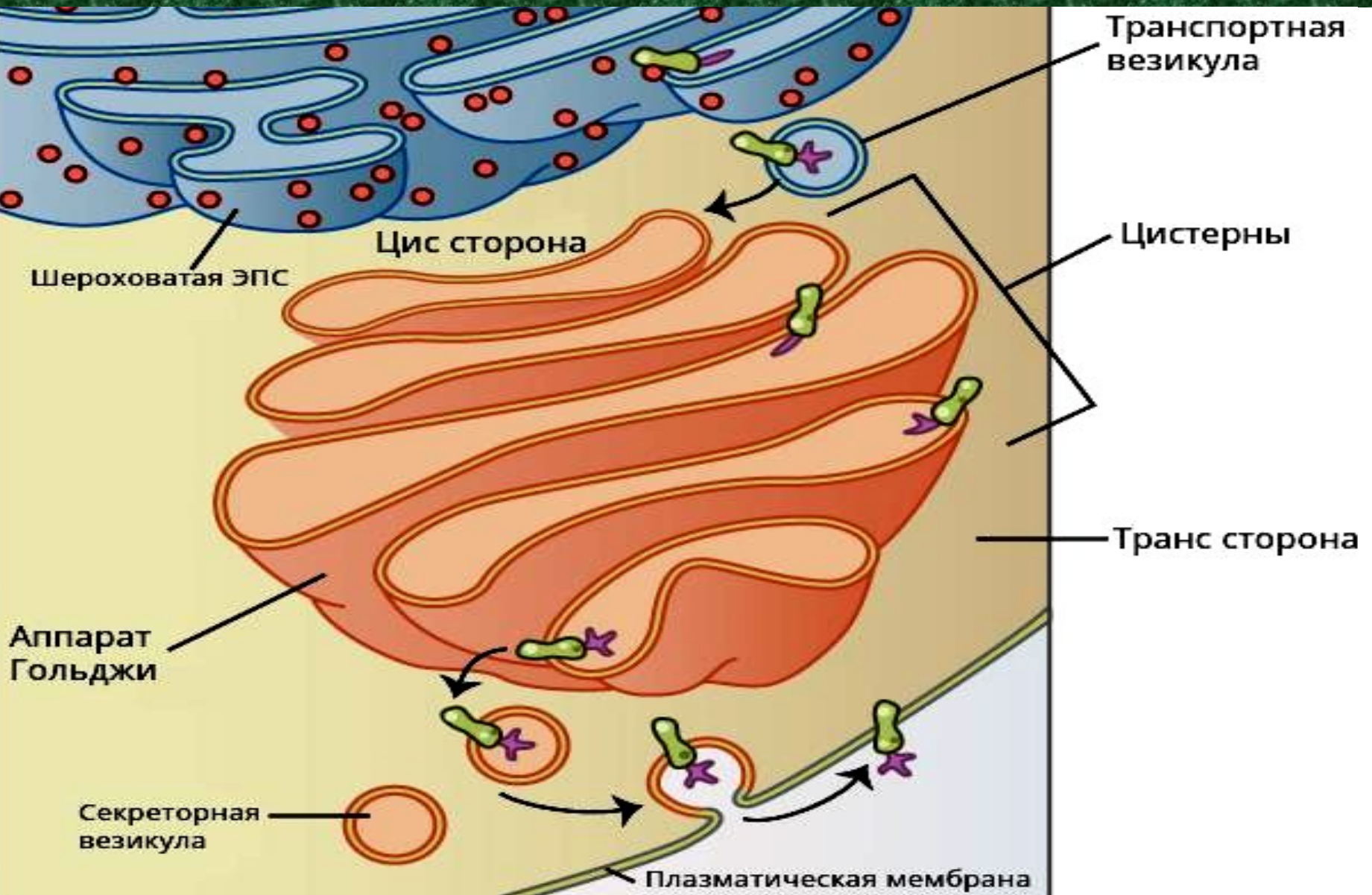
Аппарат Гольджи

- Для аппарата Гольджи характерна полярность его структур. Каждая стопка имеет два полюса:
- Проксимальную или формирующуюся цис-поверхность; сторона мембраны с которой сливаются пузырьки.
- Дистальную или зрелую транс-поверхность; сторона мембраны от которой пузырьки отпочковываются.

Аппарат Гольджи

- **В комплексе Гольджи выделяют 3 отдела цистерн, окружённых мембранными пузырьками: Цис-отдел (ближний к ядру); Медиальный отдел; Транс-отдел (самый отдалённый от ядра).**
- **Эти отделы различаются между собой набором ферментов и функций.**
- **Стопки цистерн изогнуты, так что вогнутая трансповерхность обращена к ядру (гранулярной ЭПС).**

Аппарат Гольджи



Аппарат Гольджи

- **В среднем в комплексе Гольджи 3-8 цистерн, в активно секреторирующих экзокринных клетках поджелудочной железы до 13.**
- **Синтезированные белки, мембранные липиды, гликозилированные в ЭПС, попадают в комплекс Гольджи через цис-поверхность.**
- **Вещества через стопки передаются транспортными пузырьками, которые отделяются от ампул.**

Функции аппарата Гольджи

- **1. Транспорт - через АГ проходят белки периплазматической мембраны, белки, предназначенные на экспорт из клетки, и лизосомные ферменты.**
- 2. Сортировка для дальнейшего транспорта к органеллам, эндосомам, секреторным пузырькам происходит в транс-комплексе Гольджи.**
- 3. Секреция - секреция продуктов, синтезируемых в клетке.**

Функции аппарата Гольджи

- **4. Гликозилирование белков и липидов: гликозидазы удаляют остатки сахаров, гликозилтрансферазы прикрепляют сахара обратно на главную углеводную цепь.**
- **В нем происходят гликозилирование олигосахаридных цепей белков и липидов, сульфатирование ряда сахаров и тирозиновых остатков белков, а также активация предшественников гормонов (полипептидных) и нейропептидов.**

Функции аппарат Гольджи

- **5. Синтез полисахаридов - многие полисахариды образуются в аппарате Гольджи, в том числе большинство гликозаминогликанов образующих межклеточный матрикс у животных.**
- 6. Сульфатирование - сахара, добавляемых к белковой сердцевине протеогликана, сульфатируются**
- 7. Добавление маннозо-6-фосфата: Маннозо-6-фосфат добавляется как направляющий сигнал к ферментам, предназначенным для лизосом.**

Лизосома

- **Лизосома -окруженный мембраной клеточный органоид, в полости которого поддерживается кислая среда и находится множество растворимых гидролитических ферментов.**
- **Лизосома способна к секреции своего содержимого в процессе лизосомного экзоцитоза**
- **Лизосома участвует в некоторых внутриклеточных сигнальных путях, связанных с метаболизмом и ростом клетки.**

Лизосома

- **Разные виды лизосом могут рассматриваться как отдельные клеточные компартменты.**
- **Наличие лизосом характерно для клеток всех эукариот.**
- **Лизосома отвечает за внутриклеточное переваривание макромолекул, в том числе при аутофагии.**
- **С нарушением функций лизосом связан ряд наследственных заболеваний у человека, называемых лизосомными болезнями накопления.**

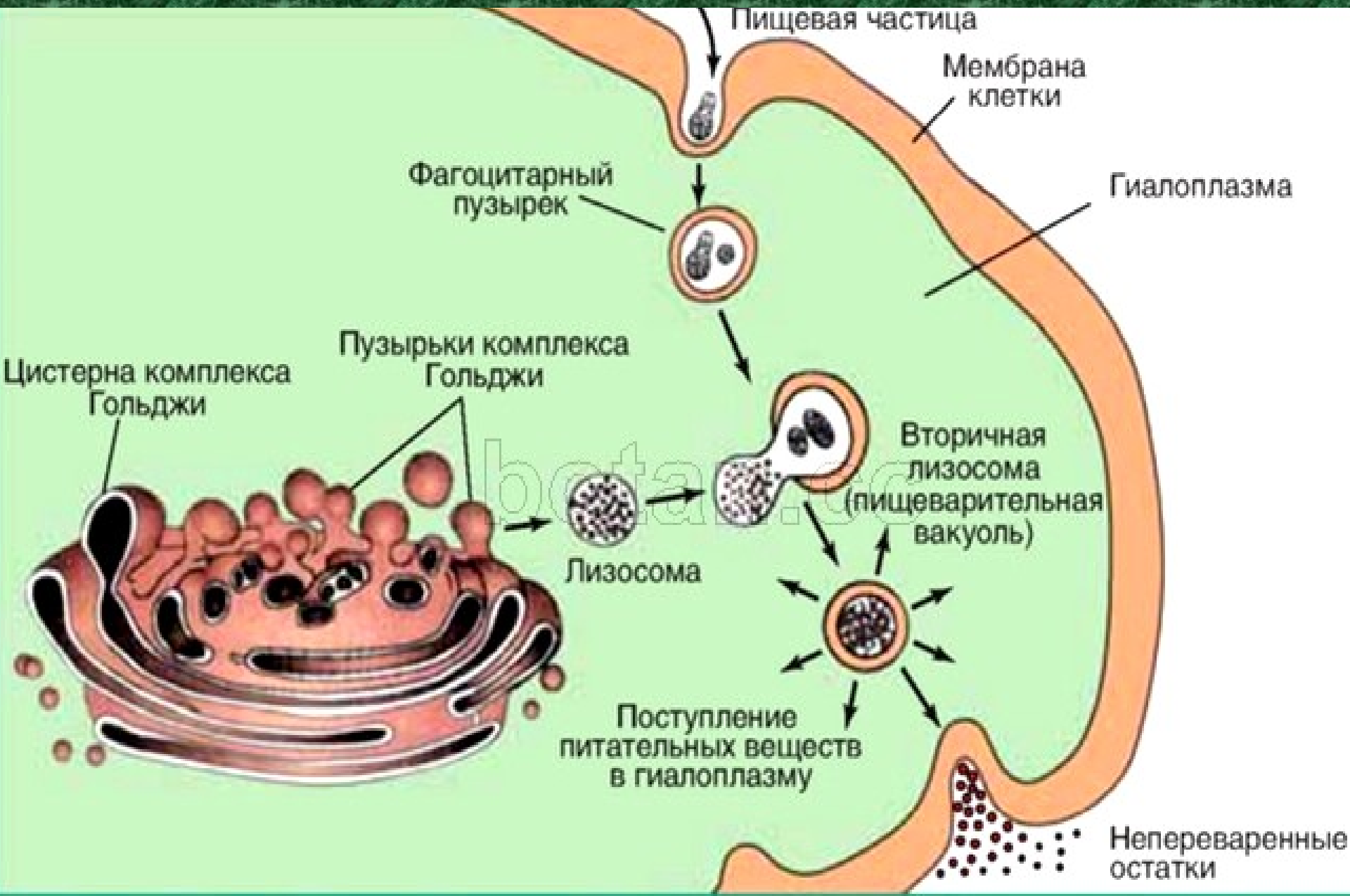
Лизосома

- **В клетках животных размер лизосом составляет обычно менее 1 мкм, хотя в макрофагах, размер лизосом может превышать несколько микрон.**
- **Лизосомы, как правило, имеют сферическую и овальную форму.**
- **Число лизосом в клетках животных варьирует от 100 до 1000.**
- **Лизосомы у животных составляют не более 5 % внутриклеточного объёма.**

Лизосома

- **Лизосомы формируются из пузырьков (везикул), отделяющихся от аппарата Гольджи, и эндосом, в которые попадают вещества при эндоцитозе.**
- **В образовании аутолизосом принимают участие мембраны ЭПС.**
- **Все белки лизосом синтезируются на рибосомах гранулярной ЭПС и затем проходят через его полость и через аппарат Гольджи.**

Лизосома



Классификация лизосом

- **Ранняя эндосома** — в неё поступают эндоцитозные пузырьки.
- Из ранней эндосомы рецепторы, из-за пониженного pH отдавшие свой груз, возвращаются на наружную мембрану.
- **Поздняя эндосома** — в неё из ранней эндосомы поступают пузырьки с материалом, поглощённом при пиноцитозе, и пузырьки из аппарата Гольджи с гидролазами.
- Рецепторы маннозо-6-фосфата возвращаются из поздней эндосомы в аппарат Гольджи.

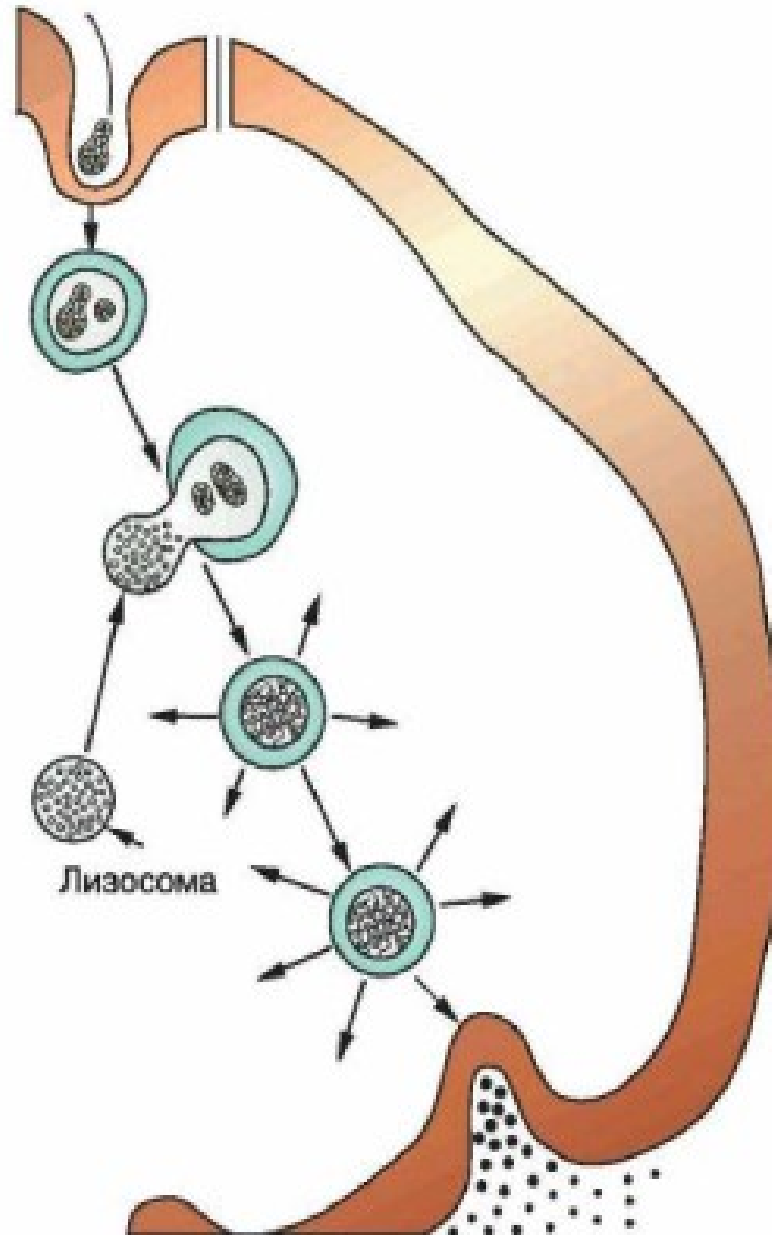
Классификация лизосом

- **Лизосома** — в неё из поздней эндосомы поступают пузырьки со смесью гидролаз и перевариваемого материала.
- **Фагосома** — в неё попадают более крупные частицы, поглощённые путём фагоцитоза. Фагосомы обычно сливаются с лизосомой.
- **Аутофагосома** — окружённый двумя мембранами участок цитоплазмы, обычно включающий какие-либо органоиды и образующийся при макроаутофагии. Сливается с лизосомой.

Классификация лизосом

- **Мультивезикулярные тельца обычно окружены одинарной мембраной, содержат внутри более мелкие одномембранные пузырьки. По стадии формирования соответствуют ранней эндосоме.**
- **Остаточные тельца (телолизосомы) — пузырьки, содержащие непереваренный материал (в частности, липофусцин).**
- **В нормальных клетках сливаются с наружной мембраной и путём экзоцитоза покидают клетку. При старении или патологии накапливаются.**

Переваривание пищевой частицы



Функции лизосом

- **Переваривание захваченных клеткой при эндоцитозе веществ или частиц.**
- **Аутофагия— уничтожение ненужных клетке структур, к примеру, во время замены старых органоидов новыми, или переваривание белков и других веществ, произведенных внутри самой клетки.**
- **Аутолиз— самопереваривание клетки, приводящее к её гибели. Этот процесс не всегда является патологическим, а сопровождает развитие организма или дифференцировку клеток.**

МИТОХОНДРИЯ

- **Двумембранный сферический или эллипсоидный органоид диаметром 1 мкм. Характерен для большинства эукариотических клеток.**
- **Энергетическая станция клетки; окисляет органические соединения и использует освобождающуюся при их распаде энергию для генерации электрического потенциала, синтеза АТФ и термогенеза.**

Митохондрия

- Эти процессы осуществляются за счёт движения электронов по электронно-транспортной цепи белков внутренней мембраны.
- Количество митохондрий в клетках различных организмов существенно отличается.
- В специализированных клетках органов (мозг, сердце, мышцы, печень) человека содержатся сотни и даже тысячи митохондрий.

Митохондрия

- Митохондрии представляют собой органоид, обычно сферической формы. В эукариотической клетке встречаются в количестве от 100 до 2000 и занимающие 10—20% её внутреннего объёма.
- В участках клетки в каждый конкретный момент времени, где происходит повышенное потребление энергии, митохондрии способны перемещаться по цитоплазме в зоны наибольшего энергопотребления, используя для движения структуры цитоскелета.

Митохондрия

- Наружная мембрана митохондрии имеет толщину около 7 нм, не образует впячиваний и складок.
- На наружную мембрану приходится около 7% площади поверхности всех мембран клеточных органелл.
- Основная функция - отграничение митохондрии от цитоплазмы.
- Наружная мембрана митохондрии состоит из липидов и белков (соотношение 2 : 1).

Митохондрия



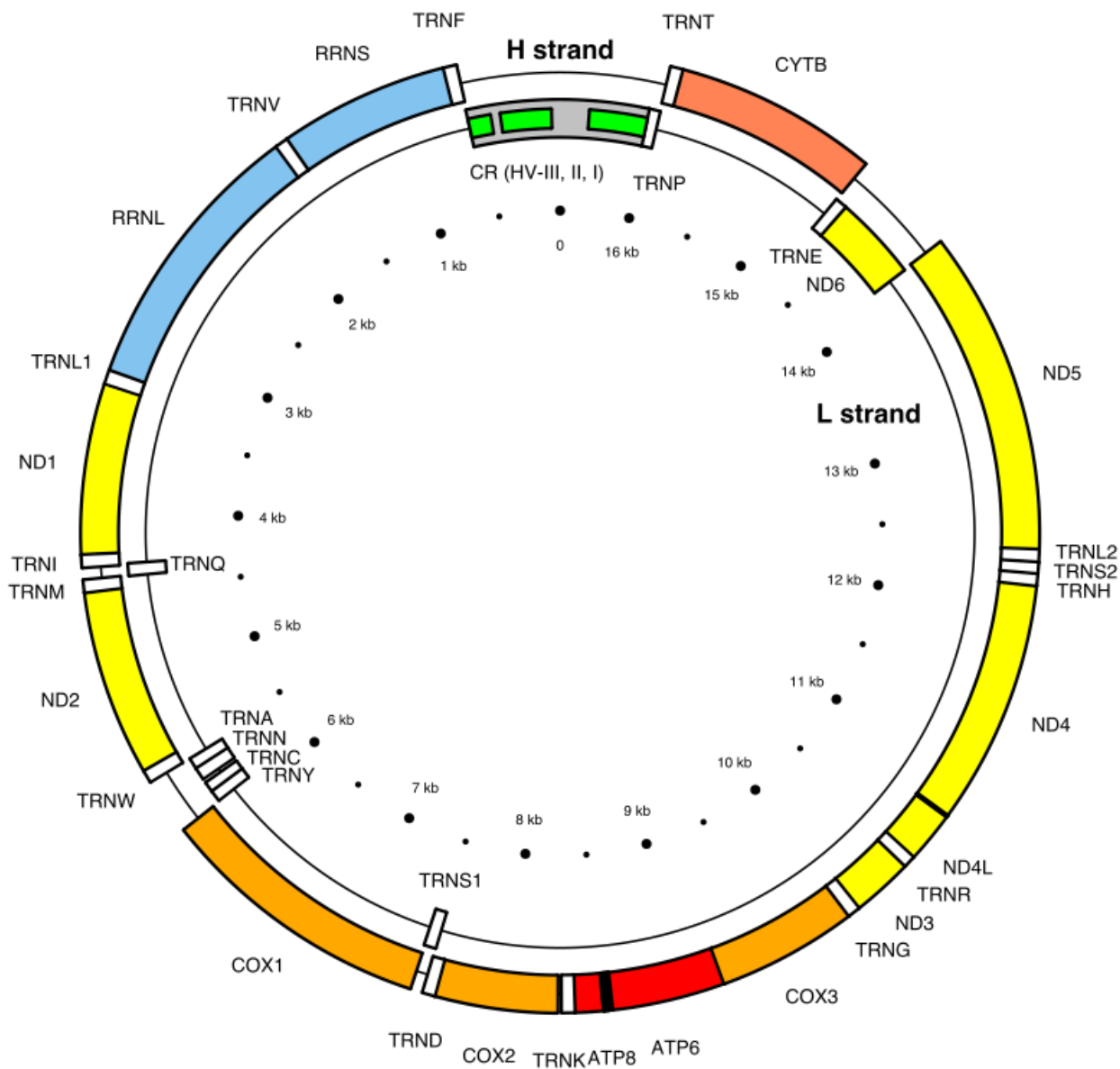
МИТОХОНДРИЯ

- Особо важную роль играет каналообразующий белок порин.
- Он образует в наружной мембране отверстия диаметром 2-3 нм, через которые могут проникать небольшие молекулы и ионы весом до 5 кДа.
- Крупные молекулы могут проникать сквозь наружную мембрану только посредством активного транспорта с помощью транспортных белков митохондриальных мембран.

Митохондрия

- **Ферменты наружной мембраны : монооксигеназы, ацил-СоА-синтетазы и фосфолипазы A_2 .**
- **Наружная мембрана митохондрии взаимодействует с мембраной ЭПС, это играет важную роль в транспортировке липидов и ионов кальция.**
- **Хотя геном митохондрии кодирует компоненты собственной системы синтеза белка, многие ферменты и белки, необходимые для их функционирования, кодируются ядерными хромосомами.**

Митохондрия



Митохондрия

- **Межмембранное пространство представляет собой пространство между наружной и внутренней мембранами митохондрии.**
- **Толщина межмембранного пространства составляет 10-20 нм.**
- **Наружная мембрана митохондрии проницаема для небольших молекул и ионов.**
- **Их концентрация в периплазматическом пространстве мало отличается от таковой в цитоплазме.**

МИТОХОНДРИЯ

- **Внутренняя мембрана состоит в основном из белковых комплексов, соотношение белок/липид — 3:1 и образует многочисленные складки — кристы.**
- **Кристы существенно увеличивают площадь поверхности внутренней мембраны.**
- **В клетках печени кристы составляют около трети всех клеточных мембран.**

Митохондрия

- **В состав внутренней мембраны митохондрий входит кардиолипин — особый фосфолипид, содержащий сразу четыре жирные кислоты и делающий мембрану абсолютно непроницаемой для протонов.**
- **Во внутренней мембране очень высокое содержание белков - до 70% по весу.**
- **Эти вещества - транспортные белки, ферменты дыхательной цепи, а также крупные АТФ-синтетазные комплексы.**

МИТОХОНДРИЯ

- **Матрикс— ограниченное внутренней мембраной пространство.**
- **В матриксе митохондрии находятся ферментные системы окисления пирувата, жирных кислот, а также ферменты цикла трикарбоновых кислот (цикл Кребса).**
- **Кроме того, здесь же находится митохондриальная ДНК, РНК и собственный белоксинтезирующий аппарат митохондрии.**

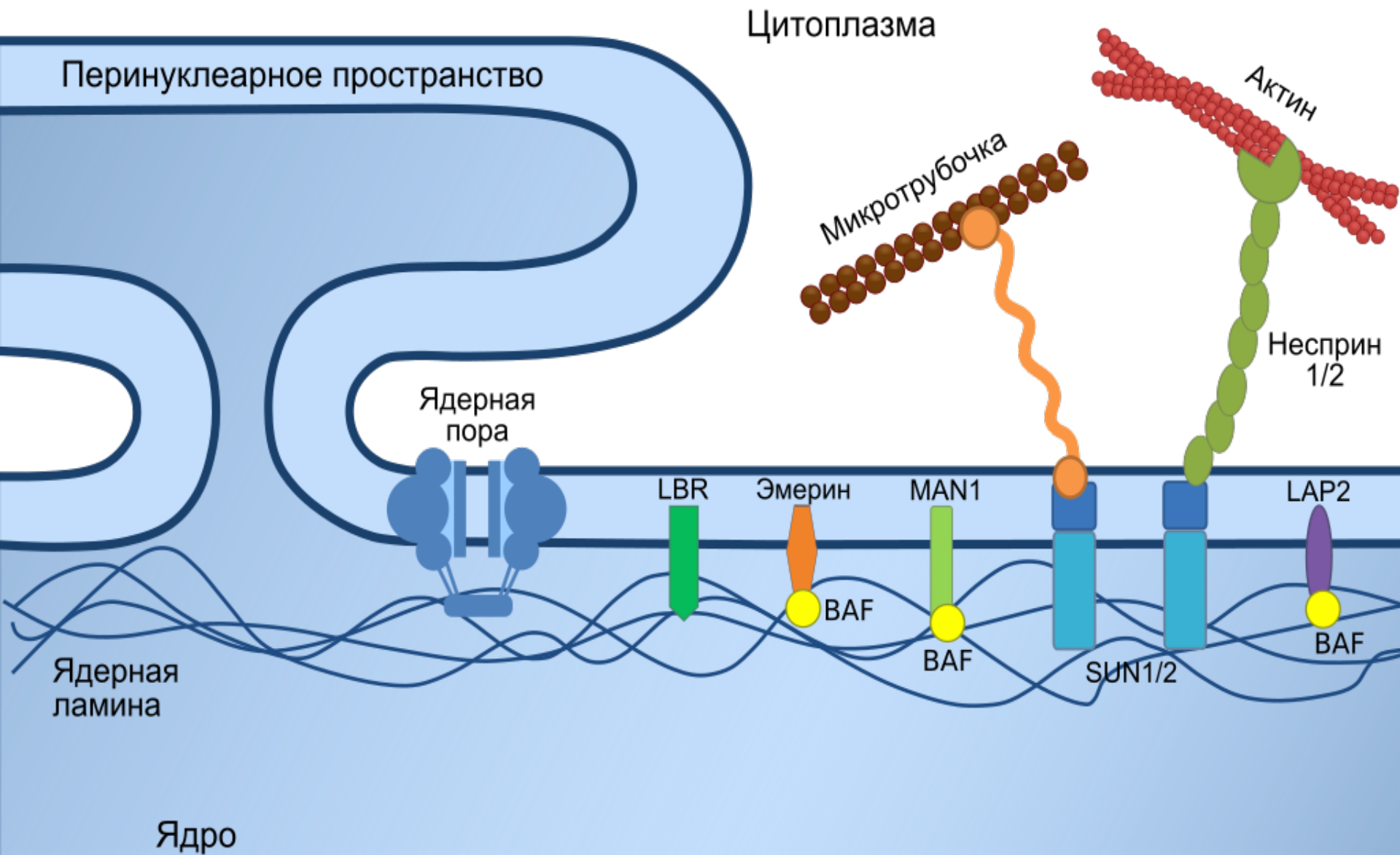
Клеточное ядро

- Ядро окружено двумя мембранами компартмент эукариотической клетки.
- Обычно в клетках эукариот имеется одно ядро, однако эритроциты млекопитающих, не имеют ядра, а другие содержат несколько ядер.
- В ядре заключена большая часть генетического материала клетки, представленного несколькими линейными длинными молекулами ДНК, связанного с белками — хромосомами.

Клеточное ядро

- **Гены, локализованные в хромосомах, составляют ядерный геном.**
- **Ядро поддерживает целостность генов, а ядерные белки регулируют клеточные процессы посредством управления экспрессией генов, ядро является, по сути, контролирующим центром клетки.**
- **К основным структурам, из которых состоит ядро, относят ядерную оболочку — двойную мембрану, окружающую ядро и изолирующую его от цитоплазмы.**

Клеточное ядро



Клеточное ядро

- **Ядерная оболочка изолирует ядерный матрикс , который включает ядерную ламину.**
- **Ядерная ламина это сеть филаментов, которая обеспечивает механическую поддержку ядра, подобно цитоскелету в цитоплазме.**
- **Поскольку ядерная оболочка непроницаема для крупных молекул, транспорт молекул осуществляется через ядерные поры ядерной оболочки.**

Клеточное ядро

- **Поры пронизывают обе ядерные мембраны и формируют сквозной канал.**
- **Поры, через который малые молекулы и ионы проходят свободно, а крупные молекулы активно транспортируются с участием белков-переносчиков.**
- **Перенос через ядерную оболочку таких крупных молекул, как белки и РНК, необходим для экспрессии генов и поддержания хромосом.**

Клеточное ядро

- **В кариоплзме ядра нет окружённых мембраной субкомпарментов.**
- **Внутреннее содержимое кариоплзмы неоднородно и содержит ряд ядерных телец, которые состоят из особых белков, молекул РНК и частей хромосом.**
- **Ядрышко, ядерное тельце в котором происходит сборка рибосомных субъединиц.**
- **Большая и малая рибосомные субъединицы транспортируются в цитоплазму, где они осуществляют трансляцию мРНК.**

Клеточное ядро

- **Ядерная оболочка состоит из двух мембран (наружной и внутренней), которые расположены параллельно на расстоянии от 10 до 50 нм.**
- **Ядерная оболочка полностью окружает ядро, отделяя генетический материал клетки от цитоплазмы.**
- **Ядерная оболочка служит барьером, предотвращающим свободную диффузию макромолекул между нуклеоплазмой и цитоплазмой.**

Клеточное ядро

- **Наружная ядерная мембрана переходит в мембрану гранулярного ЭПС и покрыта рибосомами.**
- **Ядерные поры, представляющие собой заполненные водой каналы в ядерной оболочке, состоят из множества белков - нуклеопоринов.**
- **У человека масса пор составляет около 120 000 кДа, что в 40 раз больше массы рибосомы.**
- **Диаметр пор составляет 100 нм, ширина щели, через которую могут проходить молекулы, из-за наличия внутри пор регуляторных систем составляет всего 9 нм.**

Клеточное ядро

- **В такую щель могут проходить водорастворимые малые молекулы.**
- **Для переноса крупных молекул, как нуклеиновые кислоты и большие белки в ядро необходим активный (энергозатратный) транспорт.**
- **На оболочке ядра типичной клетки млекопитающего располагается от 3000 до 4000 пор.**

Клеточное ядро

- **У каждой поры в месте слияния двух ядерных мембран находится кольцевая структура, имеющая 8 осей симметрии.**
- **К кольцу прикрепляется особая структура - ядерная корзина, которая выдаётся в нуклеоплазму, а несколько её филаментов выдаются в наружу -цитоплазму.**
- **Обе структуры необходимы для связывания транспортных ядерных белков.**

Клеточное ядро

- **Большинство белков, субъединицы рибосом и некоторые ДНК переносятся через ядерные поры посредством транспортных факторов, известных как кариоферины.**
- **В клетках животных механическую поддержку ядра обеспечивают две сети промежуточных филаментов:**
- **Ядерная ламина, сеть промежуточных филаментов на внутренней поверхности ядра.**
- **Менее организованные филаменты на цитозольной поверхности ядра.**

Клеточное ядро

- **Ядерная ламина состоит в основном из белков, известных как ламины.**
- **Ламины синтезируются в цитоплазме и далее транспортируются внутрь ядра, где вставляются в ядерную ламину.**
- **Расположенные на наружной стороне ядерной оболочки ламины такие, как эмерин и несприн связываются с элементами цитоскелета, что обеспечивает структурную поддержку ядра.**

Клеточное ядро

- **Ядрышко — это отдельная плотная структура в ядре.**
- **Она не окружена мембраной и формируется в области расположения рДНК — тандемных повторов генов рРНК, ядрышковых организаторов.**
- **Главная функция ядрышка синтез рРНК и образование рибосом.**
- **Структурная целостность ядрышка зависит от его активности, и инактивация генов рРНК приводит к смещению ядрышковых структур.**

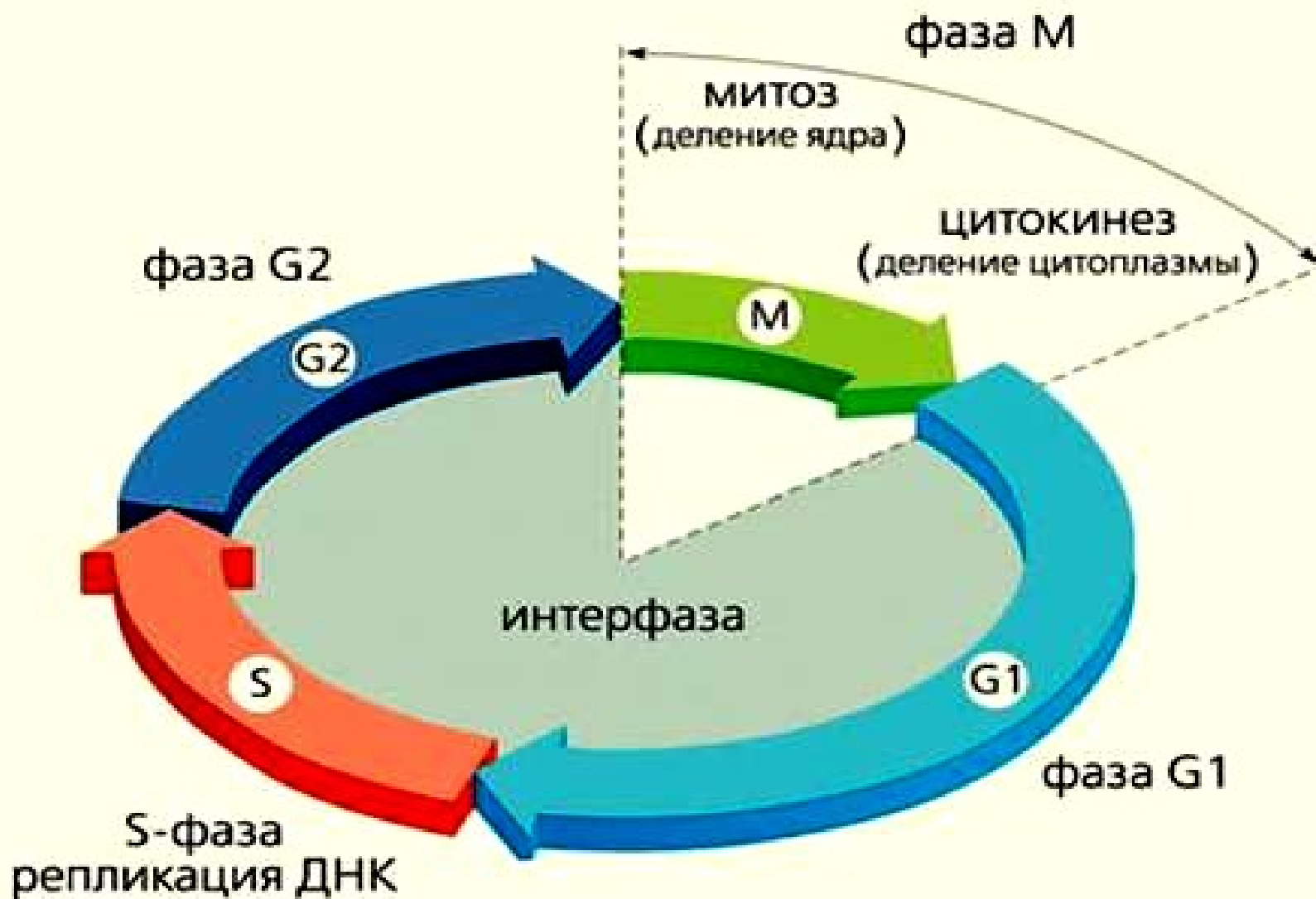
Жизненный цикл клетки

- **Жизненный цикл клетки отражает все закономерные структурно-функциональные изменения, происходящие с клеткой во времени.**
- **Жизненный цикл – это время существования клетки от момента ее образования путем деления материнской клетки до собственного деления или естественной гибели.**
- **У клеток сложного организма (например, человека) жизненный цикл клетки может быть различным.**

Жизненный цикл клетки

- **Высокоспециализированные клетки-эритроциты, нервные клетки, клетки поперечнополосатой мускулатуры не размножаются.**
- **Их жизненный цикл состоит из рождения, выполнения функций и гибели.**
- **Важнейшим компонентом клеточного цикла является митотический или пролиферативный цикл.**

Жизненный цикл клетки



Жизненный цикл клетки

- **Митотический цикл – это совокупность процессов, происходящих в клетке от одного деления до следующего и заканчивающихся образованием двух клеток следующей генерации.**
- **В понятие жизненного цикла входят также период выполнения клеткой своих функций и периоды покоя.**
- **В это время клетка может начать делиться, либо начать готовиться к выполнению специфических функций.**

Жизненный цикл клетки

- **Митоз – это основной тип деления соматических эукариотических клеток. Процесс деления включает в себя несколько последовательных фаз и представляет собой цикл.**
- **Обеспечивает преемственность генетического материала в ряду клеток дочерних генераций.**
- **Приводит к образованию клеток, равноценных как по объему, так и по содержанию генетической информации.**

Фазы клеточного цикла

- **Пресинтетическая (G1).** Идет сразу после деления клетки. Синтеза ДНК еще не происходит.
- **Клетка активно растет в размерах, запасает вещества, необходимые для деления: белки, РНК, молекулы АТФ.**
- **Происходит деление митохондрий;**
- **Восстанавливаются черты организации интерфазной клетки после предшествующего деления;**

Фазы клеточного цикла

- **Синтетическая (S).** Происходит удвоение генетического материала путем репликации ДНК.
- **Двойная спираль молекулы ДНК** расходится на две цепи и на каждой из них синтезируется комплементарная цепочка.
- **Количество ДНК и малая часть мтДНК удваивается.**

Фазы клеточного цикла

- **Постсинтетическая (G2). ДНК уже не синтезируется, но происходит исправление недочетов, допущенных при синтезе ее в S период (репарация).**
- **Также накапливаются энергия и питательные вещества, продолжается синтез РНК и белков (преимущественно ядерных).**
- **S и G2 непосредственно связаны с митозом. После этого наступает собственно митоз.**

Старение и гибель клетки

- **Клетки функционируют определённый период времени, заканчивающийся их старением и гибелью.**
- **Предел количества возможных делений у соматических клеток запрограммирован.**
- **При этом их пролиферативный потенциал прямо пропорционален максимальной продолжительности жизни особей данного вида и обратно пропорционален возрасту организма.**

Старение и гибель клетки

- **Стареющая клетка утрачивает способность к репликации ДНК и задерживается в G₁-фазе клеточного цикла, переходя затем в G₀-фазу.**
- **В процессе старения уменьшается содержание органоидов и объём клетки в целом.**
- **Возрастает количество лизосом, накапливаются пигментные и жировые включения, происходит вакуолизация ядра и цитоплазмы, усиливается проницаемость цитоплазмы.**

Старение и гибель клетки

- **Относительное постоянство клеток зрелого организма обеспечивается динамическим равновесием между образованием клеток в результате пролиферации и гибелью клеток.**
- **Гибель клеток является важным фактором жизнедеятельности тканей и органов.**
- **Гибель клеток может происходить двумя путями: некроз и апоптоз.**

Старение и гибель клетки

- **Некроз является, по сути, случайной смертью, возникающей под действием резко выраженного повреждающего фактора.**
- **В начале развития некроза набухают цитоплазма и митохондрии, цистерны ЭПС, нарушается избирательная проницаемость плазмолеммы.**
- **Повреждённые лизосомы выделяют гидролазы, ускоряющие разрушение клеточных структур.**

Старение и гибель клетки

- При некрозе расщепляется ядерная ДНК, ядро уплотняется и уменьшается в объёме, затем распадается и лизируется ферментами.
- Завершается некроз разрывом плазмолеммы, кариолеммы и мембран органоидов, «растворением» ядра, исчезновением клеточных границ и распадом клетки.
- Продукты распада клетки (клеточный детрит) фагоцитируются у животных лейкоцитами и макрофагами.

Старение и гибель клетки

- **Апоптоз – это физиологическая или запрограммированная гибель клеток, по сути, генетически контролируемое самоуничтожение клеток.**
- **Реализация генетической программы апоптоза инициируется внешними факторами: «киллерные гены» индуцируют синтез веществ, вызывающих разрушение клетки.**
- **Экспрессия «генов-спасителей» предотвращает развёртывание программы апоптоза.**

Старение и гибель клетки

- **Апоптоз является энергоёмким процессом, происходящим асинхронно в отдельных клетках или мелких клеточных группах.**
- **Сигналами, вызывающими запуск программы апоптоза могут быть: нехватка стимулирующих факторов, потеря контакта с другими клетками, резкое нарушение обмена веществ.**
- **Первые проявления апоптоза - это утрата клеткой межклеточных соединений.**

Старение и гибель клетки

- **При апоптозе ядро распадается на различные фрагменты, окружённые элементарными мембранами.**
- **Эти фрагменты ядра, а также содержащиеся жизнеспособные органеллы выпячивания цитоплазмы овальной или округлой формы названы апоптозными телами.**
- **Апоптозные тела фагоцитируются и перевариваются соседними клетками.**

***СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ !***