

ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА



Лекция 1

- Клиническая цитология — признанный полноценный метод морфологического анализа, основанный на изучении и оценке клеточного материала, полученного различными способами из патологического очага.
- При комплексном обследовании эффективность цитологической диагностики составляет около 100%

Этапы цитологического исследования

Преаналитический этап

1. Регистрация поступившего материала
2. Маркировка образцов
3. Подготовка препарата на стекле
4. Цитологическое окрашивание препарата
5. Иммуноцитохимическое окрашивание

Аналитический этап

6. Исследование препарата в микроскопе

Постаналитический этап

7. Цифровая патология и архивирование

Типы цитологических лабораторий



- **Цитологическая лаборатория в составе КДЛ**
- **Централизованная цитологическая лаборатория** (при онкодиспансере, крупной многопрофильной больнице) – выполняются сложные, трудоемкие, требующие специальной аппаратуры исследования, а также массовые исследования, выполняемые с помощью автоматизированных и полуавтоматизированных систем.
- **Специализированные цитологические лаборатории** создаются в составе диспансеров, женских консультаций, родильных домов, санаториев, при патологоанатомических бюро - выполняют специальные лабораторные исследования в соответствии с профилем учреждения.

Принципиальная схема работы цитологической лаборатории:

- **получение биологического материала для исследования;**
- **маркировка и регистрация;**
- **окрашивание мазков;**
- **микроскопическое исследование цитологических препаратов;**
- **запись ответов в направления на исследование;**
- **сохранение копий ответов в лаборатории;**
- **выдача ответов в клинические отделения.**

Технические требования к исследуемым мазкам должны соответствовать Методическим указаниям Минздрава России /34 «Обеспечение качества подготовки образцов биологических материалов для цитологических исследований».

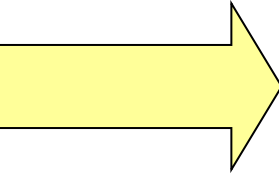
Регламентирующие документы:

- **Пр.МЗ РФ №380 от 25.12.1997 г –»О состоянии и мерах по совершенствованию лабораторного обеспечения диагностики и лечения пациентов в учреждениях здравоохранения РФ»**
- **Методические указания МЗ РФ от 10.03.2003 №2003/34 «Обеспечение качества подготовки образцов биоматериалов для цитологических исследований»**
- **Пр.МЗ РФ от 24.03.2003 г №174 «Об утверждении единых форм для цитологических исследований»**
- **Пр.МЗ РФ от 21.02.2000 №64 «Об утверждении номенклатуры клинических лабораторных исследований»**
- **Пр.МЗ СССР от 30.08.1991 №245 «О нормативах потребления этилового спирта для учреждений здравоохранения, образования и социального обеспечения»**

В соответствии с Приказом № 64 от 01.01.2001 г. Минздрава РФ, в КДЛ выполняются следующие виды цитологических исследований:

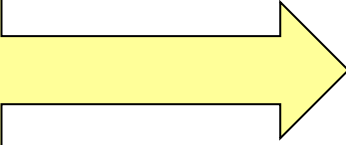
- **Цитологическое исследование пункционного материала.**
- **Цитологическое исследование эксфолиативного материала.**
- **Цитологическое исследование эндоскопического материала.**
- **Цитологическое исследование биопсийного и операционного материала.**
- **Цитологическое исследование мазков – отпечатков, соскобов с биопсийных кусочков и операционного материала.**
- **Цитохимическое исследование материала – в т. ч. на гликоген, липиды, ДНК, РНК, ферменты и др.**
- **Определение полового хроматина в клетках опухоли.**

**Цитологическое
исследование
пункционного
материала**



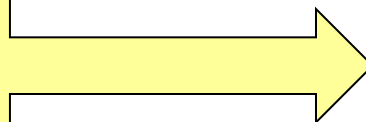
исследование **пунктатов,
полученных тонкоигольной биопсией
из опухолей, опухолеподобных
образований и уплотнений
любой локализации (головы, шеи, молочной,
ЩЖ, ЛУ, костей, мягких тканей
конечностей, кожи, легких и др.)**

**Цитологическое
исследование
эксфолиативного
материала**



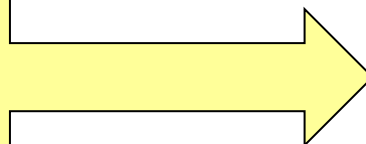
исследование **секретов,
эксскретов, отделяемого и соскобов
с поверхности эрозий, язв, ран,
свищей,
мокроты, промывных вод,
экссудатов,
транссудатов.**

Цитологическое
исследование
эндоскопического
материала



Исследование материала,
полученного при **бронхоскопии,**
катетеризации бронхов, эзофаго-,
гастро-, уодено-, лаборо-,
ректоромано-, колоно-,
цистоскопии и других видов
эндоскопического обследования
при любой локализации
патологического процесса.

Цитологическое
исследование
биопсийного и
операционного материала



исследование **мазков - отпечатков,**
соскобов с биопсийных кусочков и
операционного материала.

Цитологический анализ используют при:

- Скриннинге (профосмотре)
- Установлении (уточнении) диагноза при заболевании
- Установлении (уточнении) диагноза во время операции
- Контроле в ходе лечения и после лечения
- Динамическом наблюдении (для раннего выявления рецидивов)

Основное

назначение цитологического анализа – получить ответ на вопрос о наличии или отсутствии злокачественного новообразования (онкоцитология).

В процессе **дифференциальной диагностики** определяется характер патологического процесса и устанавливаются воспалительные, реактивные, пролиферативные или предраковые поражения, а также доброкачественные опухоли.

Роль **морфологических** исследований при диагностике опухолей: детальная морфологическая характеристика новообразования позволяет более обоснованно выбрать метод лечения (хирургическое, лучевое, химиотерапевтическое и их комбинацию), поскольку опухоли различного строения, происхождения и степени атипии клеток по-разному реагируют на лечение.

NB!

- В лабораторию, как правило, доставляют готовые мазки
- Исключение – мокрота и жидкости из серозных полостей, из которых мазки готовят в лаборатории
- Важно разъяснить врачам-клиницистам требования, предъявляемые к качеству приготовления мазка, обуславливающие правильность выставляемого диагноза, а также правила доставки биоматериалов в лабораторию!

Врач-цитолог:

- проводит цитологическое исследование профилактического, диагностического, гормонального, цитогенетического материала; при необходимости производит срочное цитологическое исследование, участвует в совместной работе с эндоскопистом, хирургом, другими специалистами в получении материала, при необходимости самостоятельно осуществляет пункционные биопсии;
- оставляет микропрепараты для архива, фотографирования, демонстрации на клинико-биопсийной конференции;
- дает указание лаборанту о способах обработки цитологического материала, методиках окраски, количестве цитологических препаратов;
- контролирует качество и сроки выполнения работы лаборантов, оказывает им методическую помощь;
- в неясных случаях обсуждает препараты с другими врачами отделения и консультируется с заведующим ЦЛ;
- проводит микроскопическое исследование цитологического материала, описывает микроскопическую картину и устанавливает цитологический диагноз.
- **При установлении диагноза злокачественной опухоли, тяжелой дисплазии эпителия, процессов, требующих гормональной терапии и хирургического вмешательства, проведения лучевой или цитостатической терапии, результат исследования подписывает заведующий ЦЛ;**

Общие правила и подготовительная работа для фиксации и окрашивания мазков

- **Правильно выполненная фиксация и окраска мазков должна хорошо выявлять измененные клетки, их расположение, размеры, окрашиваемость, строение хроматина и т.д.**
- **Фиксация мазков выполняется либо как предварительный этап перед окрашиванием, либо одновременно с окрашиванием, если по технологии используются растворы готовых панхромных красителей.**
- **Фиксация и окрашивание мазков может выполняться вручную или автоматически с помощью специальных устройств, в которые загружаются нефиксированные мазки (обеспечивает стандартную и равномерную окраску)**

Красители, используемые в цитологической диагностике, можно классифицировать по следующим критериям:

По происхождению

Естественные

Краской растительного происхождения является **гемаксилин**, который добывается из кампешевого дерева, растущего в Америке и в Армении.

К краскам животного происхождения относится **кармин**, который добывается из насекомых кошенили, живущих на кактусовых деревьях в Мексике, Армении и др.

Искусственные

Полученные при помощи химического синтеза – большинство красителей

По химическому составу

1. Кислые – кислоты и кислые соли (эозин, кислый фуксин).
2. Основные – основные соли (гемаксилин, азур 2, кармин).
3. Нейтральные – смесь двух красителей: основного (азур 2) и кислого (эозин).

По тинкториальным свойствам

1. Ядерные (окрашивание ядра).
2. Цитоплазматические
3. Окрашивание структур клетки

Метахромазия –

свойство клеток и тканей окрашиваться в цветовой тон, отличающийся от цвета самого красителя, а также свойство изменённых клеток и тканей окрашиваться в иной цвет по сравнению с нормальными клетками и тканями.

Обусловлена полимеризацией молекул красителя под влиянием свободных отрицательных зарядов клеток или ткани. Отмечается при патологии соединительной ткани, опухолевом росте, некробиотических изменениях и в ряде других случаев.

Окраска гематоксилин-эозином

Сочетает в себе основной и кислый красители, поэтому позволяет выявить почти все клетки и многие неклеточные структуры (ядра приобретают сине-фиолетовый цвет, цитоплазма – желтовато-розовый цвет).

Окраска азур-эозиновыми красителями

Метод окрашивания по Романовскому (азур-эозиновой смесью) в разных модификациях – по Паппенгейму (Май-Грюнвальду-Гимзе), Лейшману, Романовскому-Гимзе и т. д.

Преимущество - четкое прокрашивание ядер, вследствие чего хорошо просматриваются структуры хроматина, а также бактериальная флора и простейшие.

Окраска по Романовскому-Гимзе.

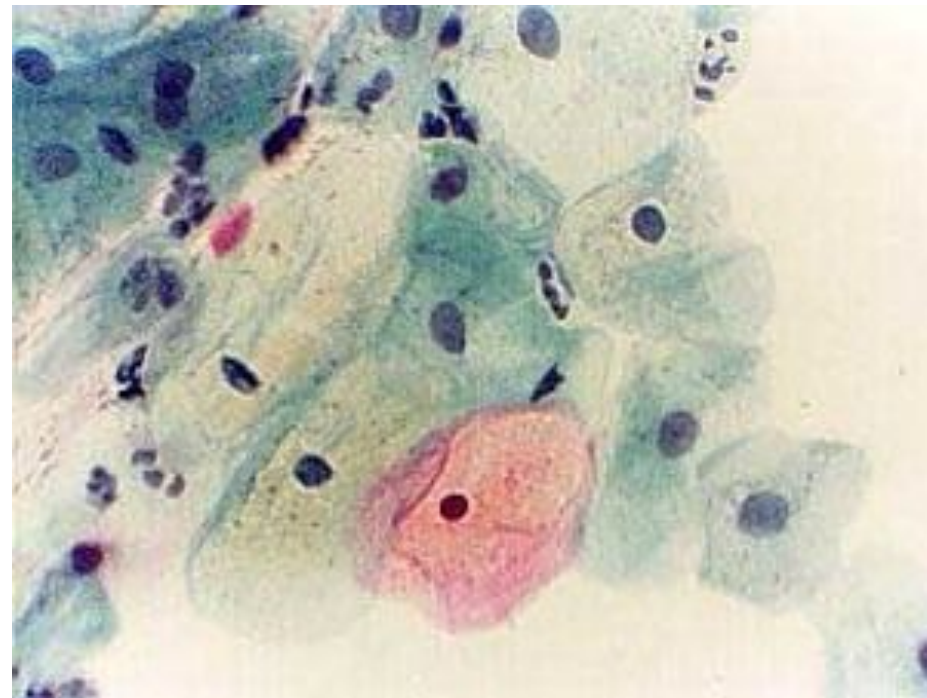
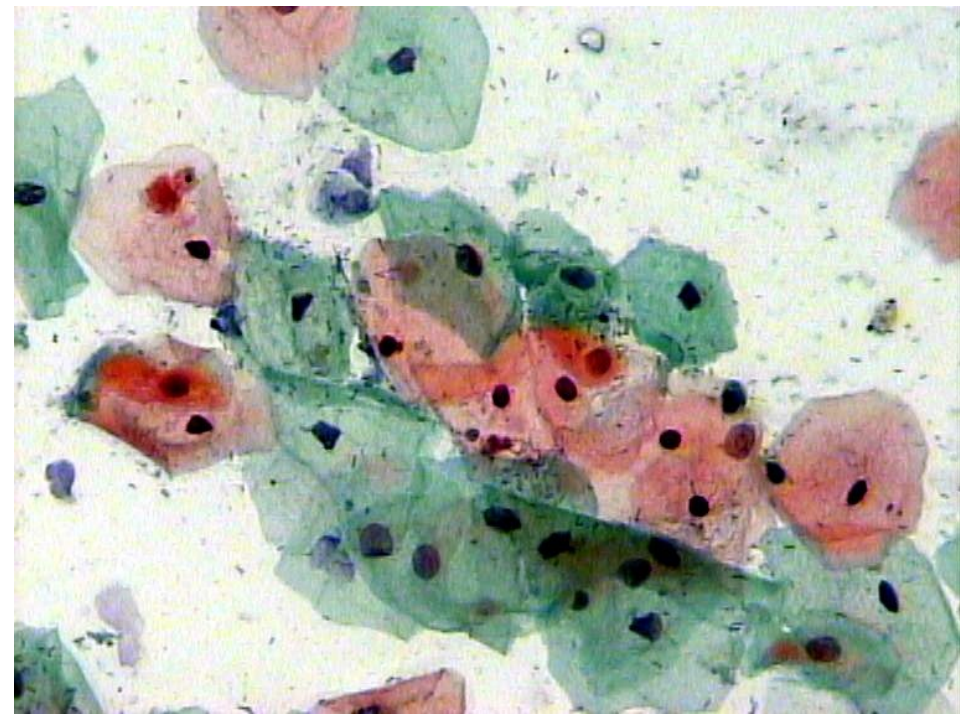
Ядра клеток – красно-фиолетовые.
Эозинофильные гранулы – красновато-коричневые.
Базофильные гранулы – синие.
Нейтрофильные гранулы – фиолетовые.
Цитоплазма лимфоцитов – голубая.
Эритроциты – бледно-красные.
Тромбоциты – наружная часть синяя (более светлая); внутренняя – фиолетовая (более темная).

Окраска по Маю-Грюнвальду (для гранулоцитов)

Ядра клеток – красно-фиолетовые.
Цитоплазма лимфоидных клеток – светло-синяя.
Лимфоидная азурная грануляция – ярко-синяя.
Миелоидная азурная грануляция – фиолетовая.
Нейтрофильные гранулы – светло-фиолетовые
Эозинофильные гранулы – красные, красно-коричневые.
Базофильные гранулы – темно-фиолетовые, черные.
Эритроциты – розовые (полихроматофильные эритроциты - синеватые).
тельца Жолли – красновато-фиолетовые.
Тельца Ауэра – ярко-красные.

Окраска по Папаниколау

Метод окрашивания по Папаниколау является наилучшим для **гинекологических мазков**, так как этот метод полихромный, он позволяет оценить степень созревания цитоплазмы (от сине-зеленого цвета в незрелых клетках до розового в клетках со зрелой цитоплазмой и оранжевого в клетках с ороговением), благодаря влажной фиксации хорошо сохраняются ядра, клеточная мембрана и структура хроматина.



Окраска препаратов в зависимости от вида биоматериала

Вид биоматериала	Окраска
Объекты слизистого характера или с примесью слизи (мокрота, материал из бронхов, влагалища, шейки матки, цервикального канала, пищевода)	Гематокислин-эозином (азур-эозин переокрашивает клетки со слизью, свободную слизь)
Смывные жидкости из желудка, прямой кишки, бронхов)	Гематокислин-эозином (присутствие ФР в жидкости ухудшает окрашивание азур-эозином)
Пункционный материал	Азур-эозином (если нет слизи)
Материал из очагов некроза	Гематокислин-эозином - часть Азур-эозином - часть
Центрифугат экссудатов из серозных полостей	Гематокислин-эозином - часть Азур-эозином - часть
При ограниченном числе мазков	Препарат окрашивают дважды: вначале азур-эозином и микроскопировать, потом обесцветить (2% соляной кислотой 5-7 минут) и покрасить гематоксилин-эозином

При окраске по Паппенгейму специальной фиксации не требуется (обычная фиксация метанолом, как для окраски азур-эозином)

Для окраски гематоксилин-эозином – фиксация 95%- этанолом

Фиксация мазков

- **ВНИ!!!** для получения адекватного результата мазок немедленно должен быть зафиксирован во избежание высыхания клеток
- мазки после нанесения на стекло могут фиксироваться **в смеси Никифорова** (спирт и эфир в соотношении 1:1) в течение 20 минут путем погружения в него стекла с нанесенным материалом.
-
- Если мазки предполагают окрашивать **по методу Папаниколау**, их необходимо зафиксировать влажными, сразу после получения (влажная фиксация). Фиксацию проводят специальными аэрозолями или фиксатором в капельной форме (фиксатор наносят на влажную поверхность мазка). Можно зафиксировать мазки, поместив их после получения в кювету с 96° этиловым спиртом на 10–20 мин. Затем мазки высушивают на воздухе.
- Если мазки предполагают окрасить **методом Романовского** (модификации Лейшмана, Май-Грюнвальд-Гимзы, Паппенгейма), после получения их высушивают на воздухе (сухая фиксация).
- Если предполагается **окрашивание гематоксилином и эозином**, можно использовать как сухую, так и влажную фиксацию мазков.



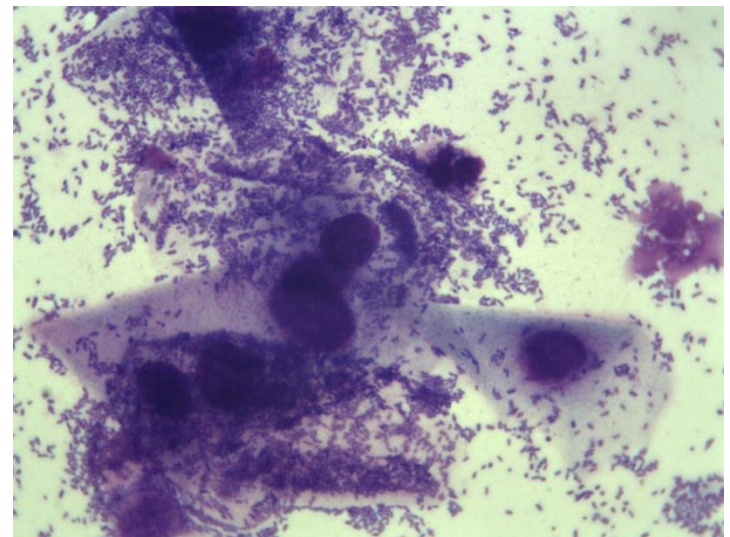
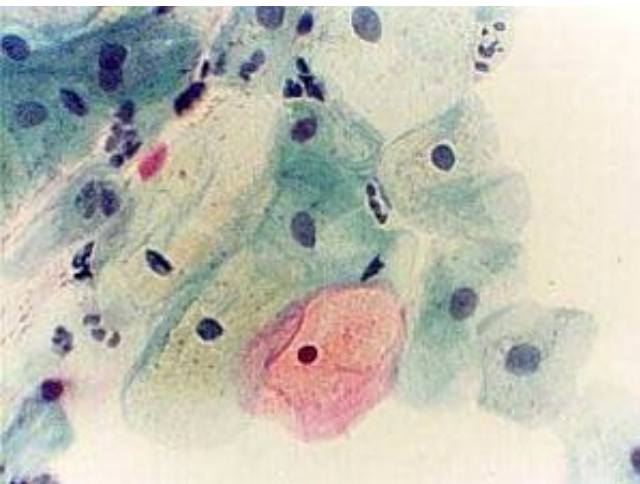
a



b

Качественно окрашенный мазок должен:

- не содержать артефакты (рыхлые скопления краски) и сморщенные клетки;
- иметь в достаточном количестве равномерно распределенные клетки (все участки мазка должны хорошо просматриваться и не содержать "толстые участки", содержащие непросматриваемые (плохо просматриваемые) скопления или комплексы клеток);
- окрашивать селективно структуры цитоплазмы, ядра, ядерного хроматина, ядрышек.



Микроскопия цитологических мазков

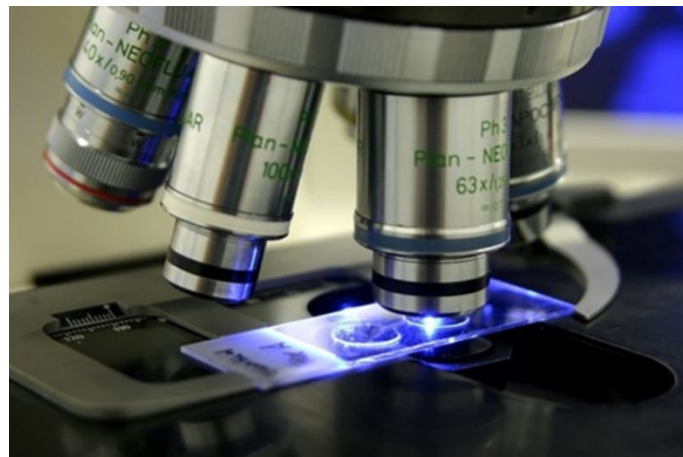
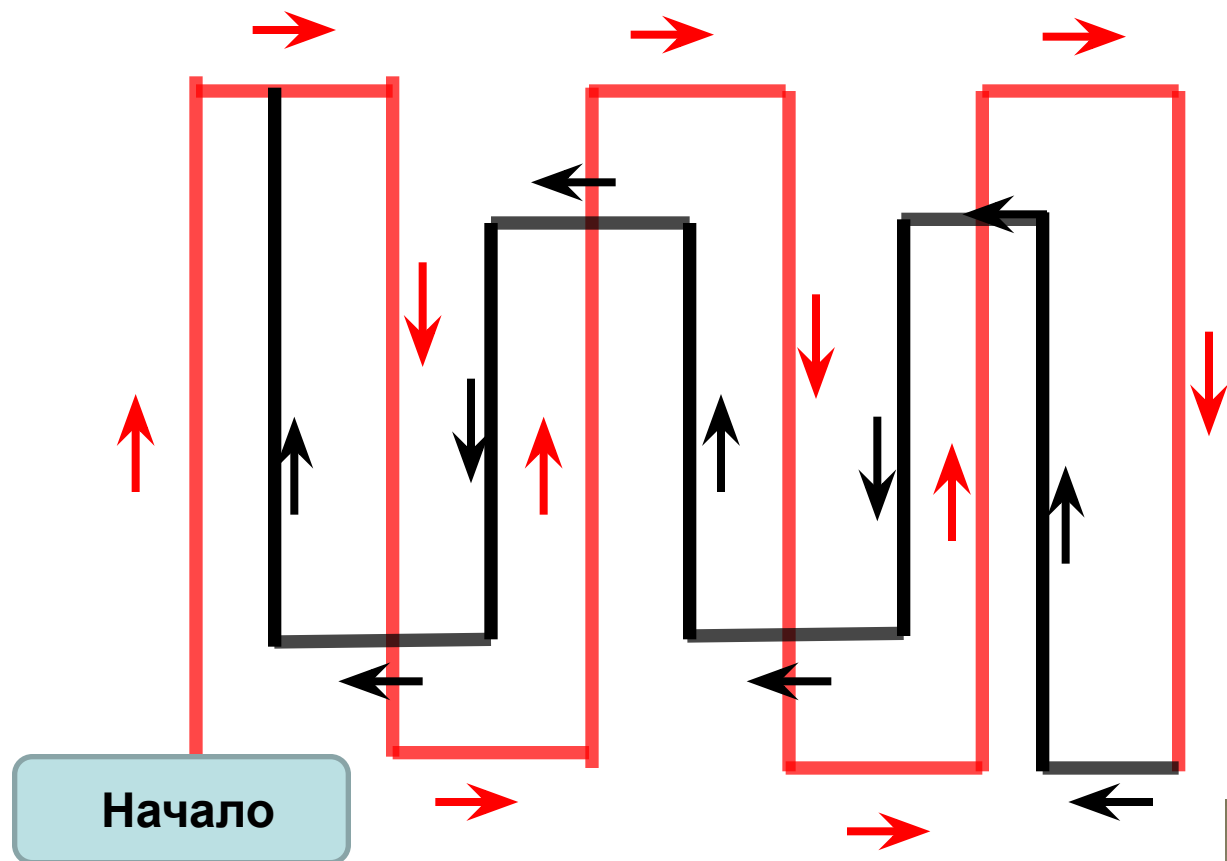
- Бинокулярный микроскоп с компенсационными окулярами 10 и объективами: 10, 20, 40 и 90
- Иммерсионное масло
- Предпочтительны импортные микроскопы
- Отечественные микроскопы легче и дешевле комплектовать и обслуживать
- Отечественные детали к импортным микроскопам не подходят!



Обзор цитологической картины проводят под малым увеличением (10x), детализацию выбранных объектов – под увеличением (20 – 40 x); далее микроскопическое изучение мазка выполняется под иммерсионным объективом (100 x).

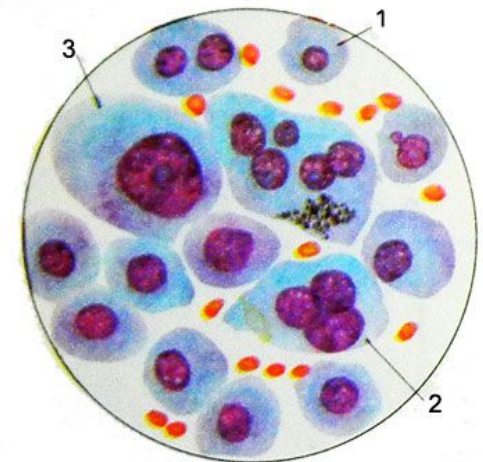
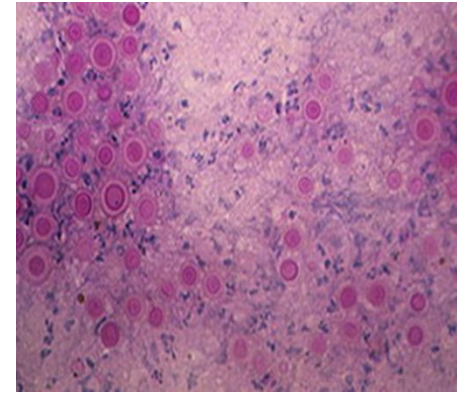
1. Вначале проводят систематическое изучение полей зрения по краю мазка.
2. Затем мазок исследуют методом «систематического перекрестного двухразового шага», который позволяет практически без пропуска изучить каждый миллиметр площади препарата.

Просмотр мазков – систематический перекрестно-двухразовый шаг



Оценка цитологической картины мазков

1. Фон препарата, наличие и характер межклеточного вещества;
2. Количество и расположение клеток, образование комплексов или структур, характер клеточных границ;
3. Размеры и форма клеток;
4. Ядро:
 - форма и размеры, расположение и окрашиваемость;
 - ядерно/цитоплазматическое соотношение;
 - характер строения хроматина;
5. Характеристика ядрышек:
 - наличие, количество, форма, размер, четкость границ;
6. Характеристика пролиферативной активности (в световом микроскопе):
 - наличие и число митозов (в том числе атипичных);
 - наличие многоядерных клеток;
 - наличие молодых клеточных форм;
7. Характеристика цитоплазмы:
 - объем, равномерность окрашивания, четкость границ;
 - секреция, включения, вакуолизация;
 - признаки дистрофии.



Признаки злокачественности

Клетка

а) размер клеток превосходит размеры клеток той ткани, которая явилась источником опухолевого роста: клетки могут быть гигантских размеров. **Изменение размера не абсолютный показатель — размеры клеток могут быть не изменены.**

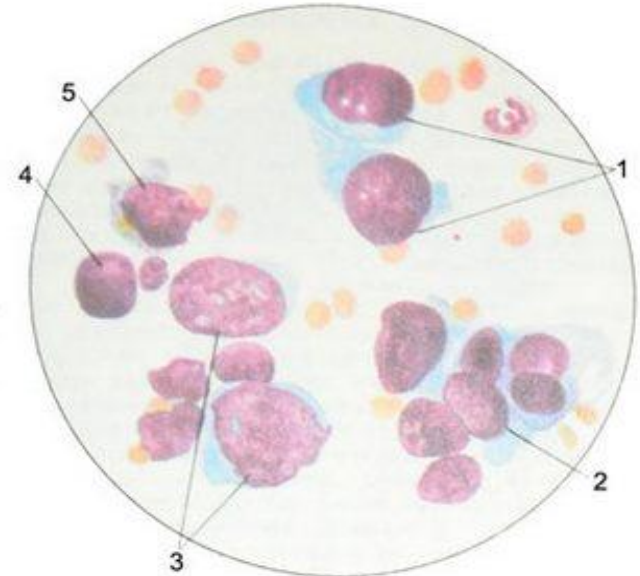
б) изменение формы клеток — не полностью или мало соответствует той форме, которая свойственна клеткам нормальной ткани. Форма может быть самая причудливая. Может определяться отчетливый клеточный полиморфизм, т. е. клетки разных размеров и формы.

г) изменяется ядерно-цитоплазматическое соотношение и как правило в пользу ядра (за счет увеличения последнего).

д) появление многоядерных клеток, с отчетливым ядерным полиморфизмом.

е) атипичное расположение ядра.

ж) диссоциация в созревании ядра и цитоплазма (молодое ядро в зрелой клетке, зрелое ядро в незрелой цитоплазме).



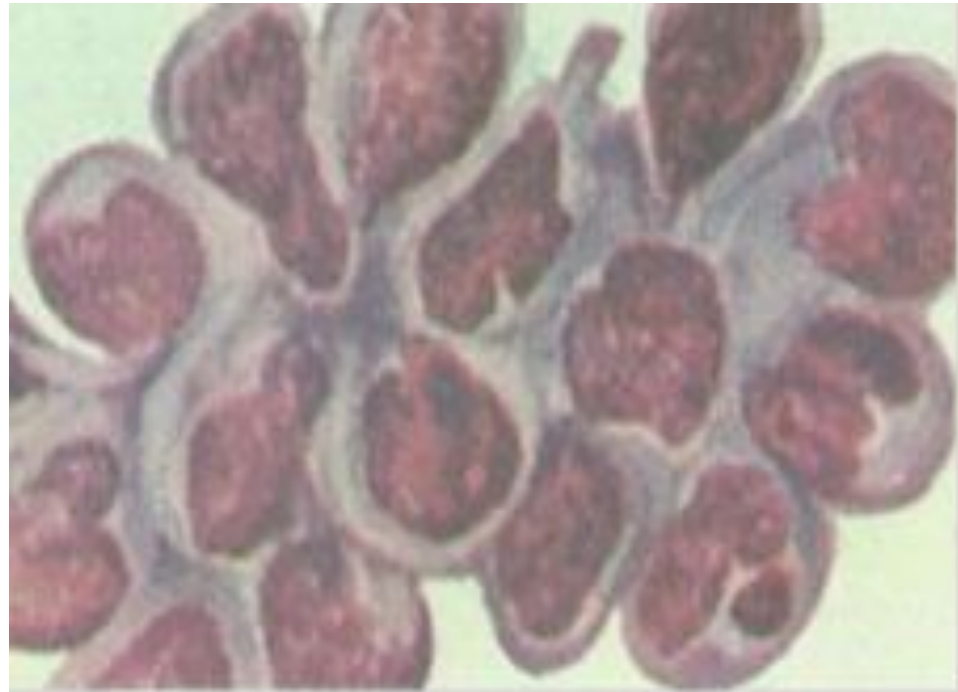
Цитологическая картина инфильтрирующего рака молочной железы

- 1 - опухолевые клетки с гиперхромными ядрами;
- 2 - скопление опухолевых клеток; 3 - опухолевые клетки с гипертрофированными ядрышками; 4 - голое ядро разрушенной клетки; 5 - опухолевая клетка с включениями в цитоплазме

Признаки злокачественности

Ядро

- а) увеличение размера ядра.
- б) изменение формы ядра, иногда ядра приобретают причудливую форму, ядерный полиморфизм.
- в) контур ядра неправильный, неравномерно извилистый, иногда с глубокими вырезками, нередко грубо очерчен.
- г) ядерная мембрана неравномерно утолщена, разрывы.



Признаки злокачественности

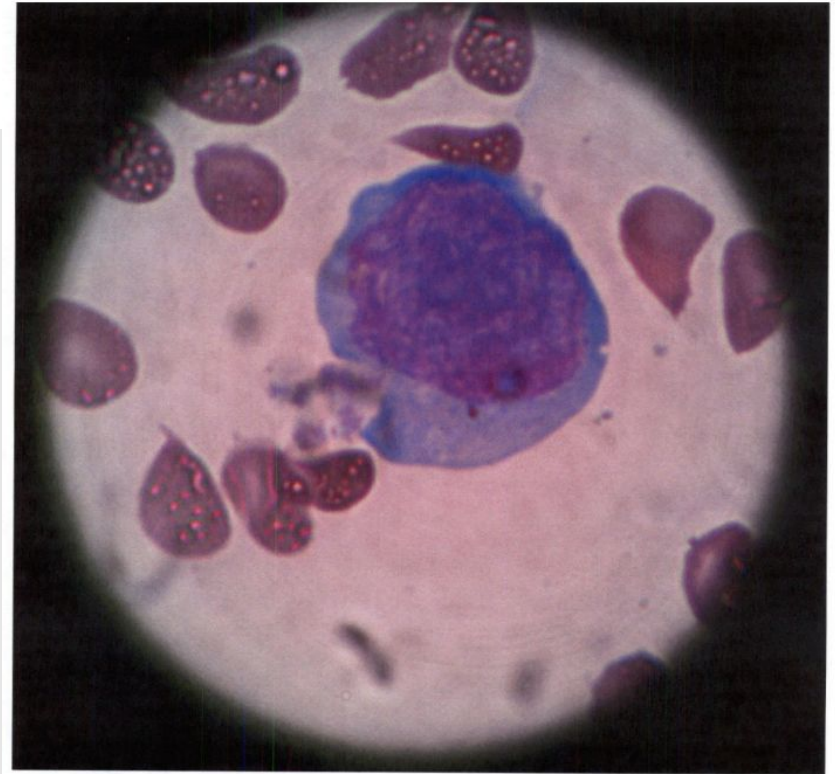
Строение хроматина

- а) неравномерность, грубость, разряжен.
- б) недифференцированных и низкодифференцированных опухолях может быть тонкодисперсный, распределён равномерно.
- в) окрашиваемость чаще всего — гиперхромия.

Ядрышки

- а) чаще всего определяются.
- б) размеры увеличены.
- в) форма неправильная, нередко полиморфизм.
- г) число увеличено

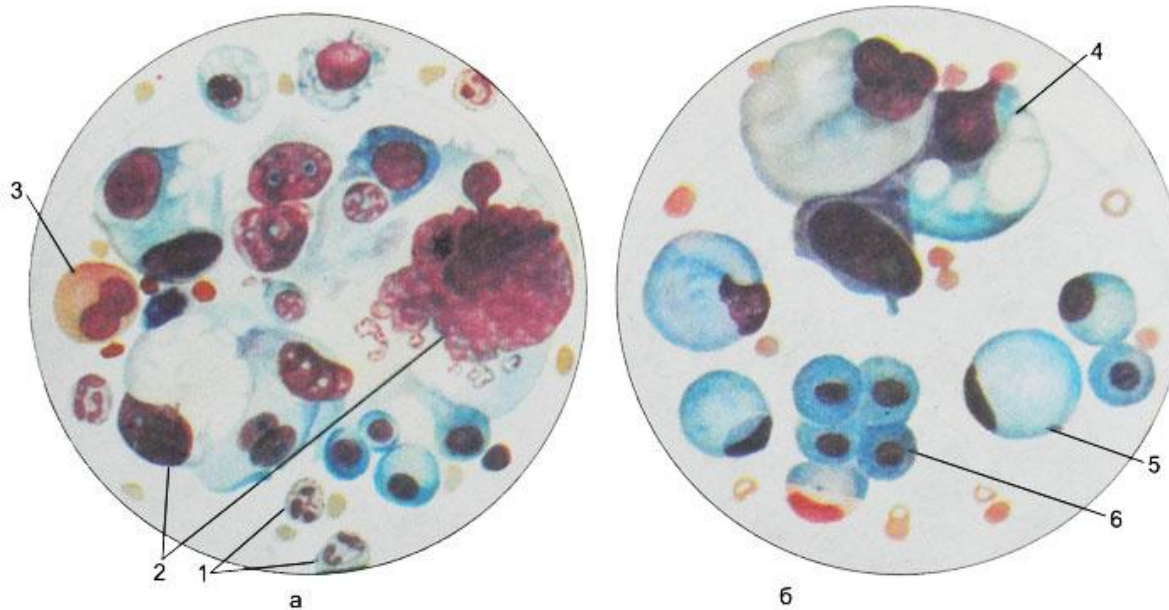
Фото



Цитологическое исследование фильтрата венозной крови больной Ц, 52 г. Среди эритроцитов опухолевая клетка крупного размера с эксцентрично расположенным крупным ядром. Контуры ядра неровные, хроматин мелкозернистый, глыбчатый, неравномерно распределенный. В ядре определяются два полиморфных ядрышка. Заключение: аденокарцинома.

Фиг.6

Роль специальной окраски в оптимизации дифференциальной диагностики опухолевых клеток



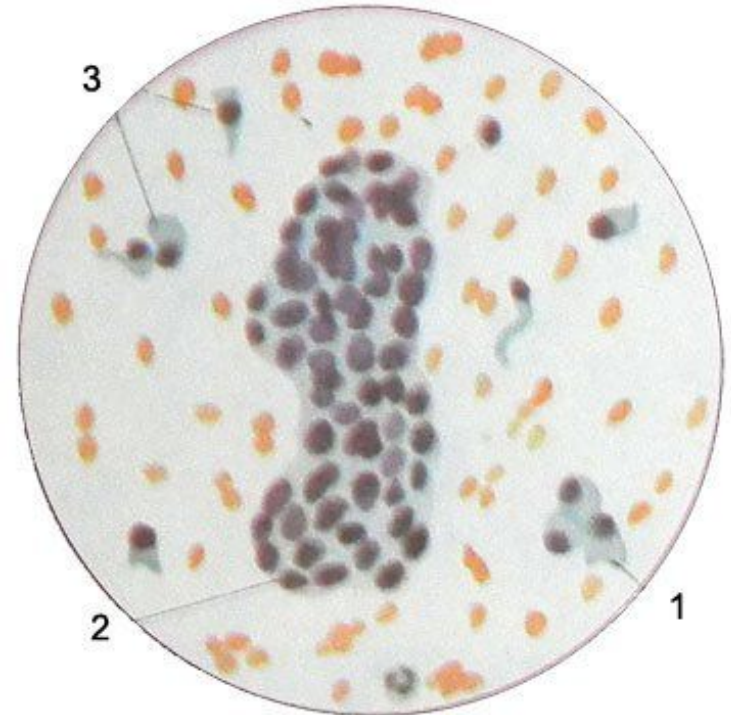
Элементы рака в асцитической жидкости

1 - нейтрофильные гранулоциты; 2 - опухолевые клетки;
3 - двухъядерный мезотелиоцит; 4-опухолевая клетка с вакуолизацией;
5 - перстневидная клетка; 6 - нормальные мезотелиоциты

- В опухолевых клетках экссудатов найдена увеличенная зернистость, окрашиваемая **нейтральным красным**
- Более быстрая (в 5 раз) окраска раковых клеток – специфический признак
- В отличие от нормальных клеток опухолевые клетки не окрашиваются **ронгалитвейсом** (лейкобаза метиленовой сини)

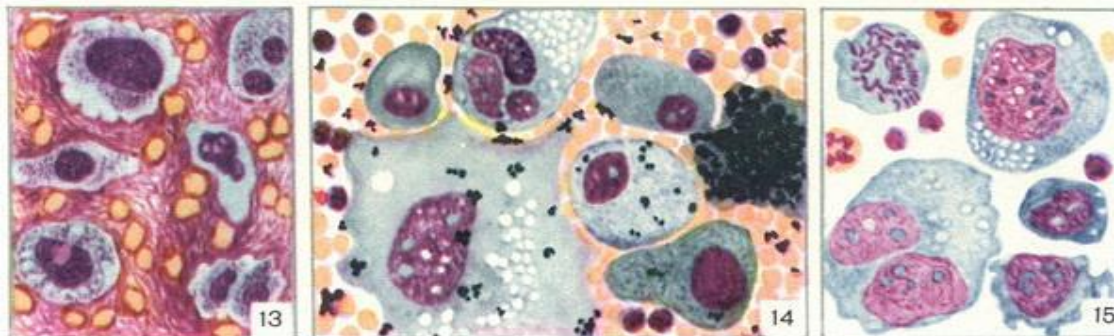
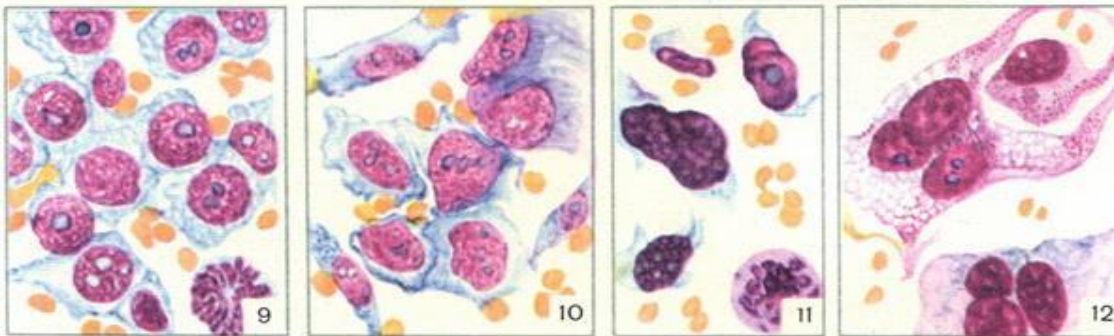
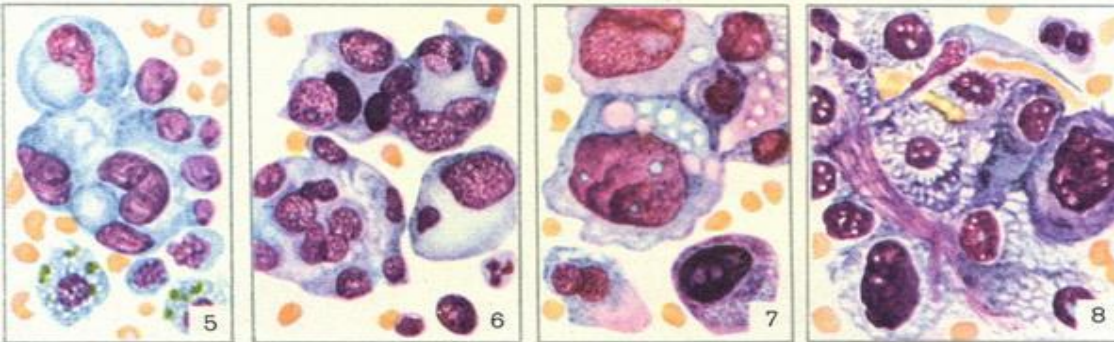
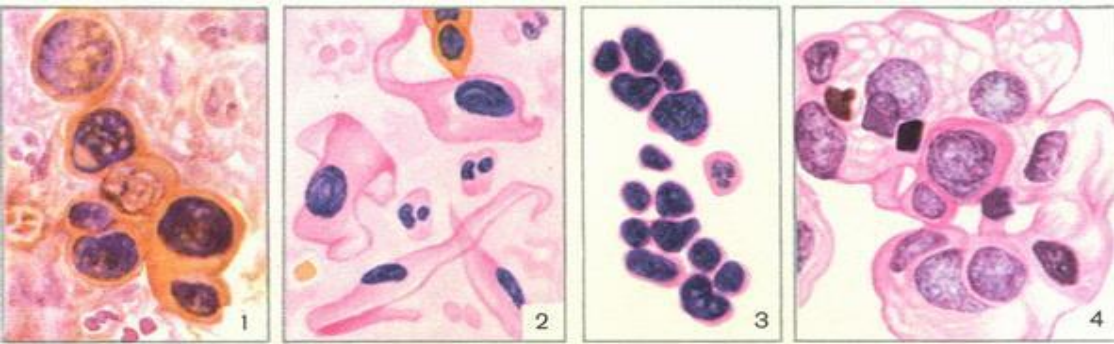
Расположение клеток, образование комплексов или структур

- является одним из важных диагностических признаков
- для рака характерно образование самых разнообразных комплексов, наряду с разрозненно расположенными клетками:
 - железистоподобные, тубулярные, папиллярные структуры – аденокарцинома;
 - опухоли мезенхимальной природы - клетки; преимущественно разрозненно, но могут быть пласты и скопления без формирования структур, тяжи клеток;
 - в саркомах клетки располагаются иногда в виде пучков;
 - розеткоподобные структуры могут определяться в самых различных новообразованиях (аденокарцинома, саркома и др.)



Цитологическая картина рака щитовидной железы
1 - группа кубических фолликулярных клеток;
2 - сосочковидная структура из фолликулярных клеток;
3 - небольшие однотипные фолликулярные клетки

Опухолевые клетки



1. Плоскоклеточный рак (мокрота);
2. Плоскоклеточный ороговевающий рак (отделяемое шейки матки);
3. Мелкоклеточный рак (мокрота);
4. Железистый рак (мокрота);
5. Рак молочной железы (выделения из соска);
6. Рак молочной железы (пунктат);
7. Рак щитовидной железы (пунктат);
8. Гипернефроидный рак; метастаз в лимфатический узел (пунктат);
9. Круглоклеточная саркома (пунктат);
10. Полиморфноклеточная саркома (пунктат);
11. Веретенноклеточная саркома (пунктат);
12. Остеогенная саркома (пунктат);
13. Хондросаркома (пунктат);
14. Меланобластома; метастаз в лимфатический узел (пунктат)
15. Ретикулосаркома (пунктат лимфатического узла);

Результат цитологического исследования

- Цитологическое заключение отражено в стандартной учетной форме №446/у и может быть:
- Утвердительным -является обоснованием для начала лечения;
- Предположительным – указывает на необходимость проведения дополнительных исследований;
- Отрицательным – не отвергает клинико-инструментального предположения об опухоли

Регистрация цитологических заключений и архивирование

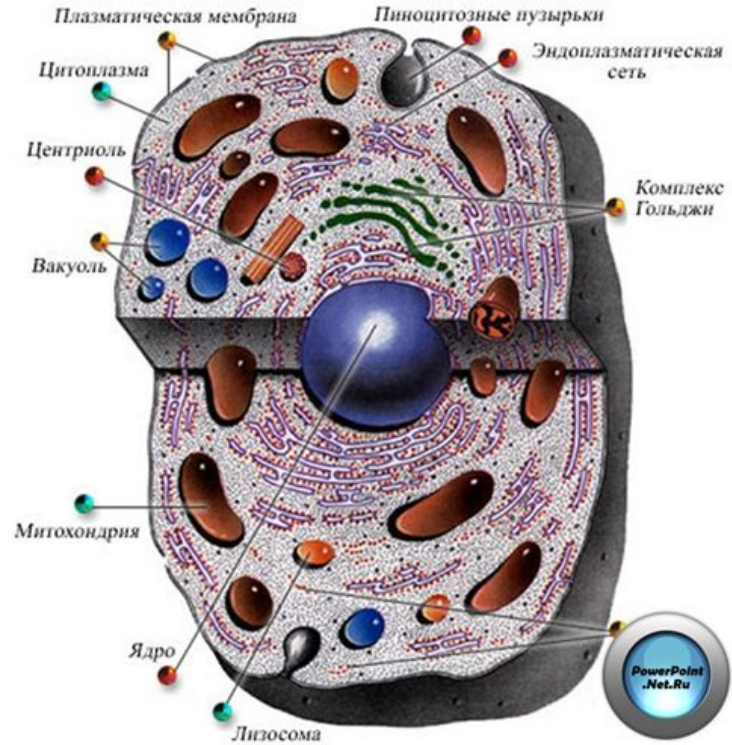
- цитологическое заключение регистрируется на электронных или бумажных носителях, которые хранятся в лаборатории течение 3 лет;
- бланки с результатами цитологического исследования вклеиваются в историю болезни пациента и хранятся – 25 лет.
- при использовании информационно - вычислительных систем (компьютерной техники) цитологические заключения вводятся в «электронную» историю болезни.
- препараты без патологических изменений не сохраняются, подвергаются специальной обработке (дезинфицирующими растворами) по правилам биологической безопасности.
- препараты с патологическими изменениями (с цитологической картиной специфического воспаления или онкологических заболеваний) архивируются и хранятся в течение 20 лет;
- архив цитологических препаратов формируют в соответствии с решением заведующего лабораторией;
- препараты из архива должны выдаваться по письменному запросу лечащего врача или другого ответственного сотрудника лечебно-профилактического учреждения.

Виды цитологических исследований

1. Традиционное цитологическое исследование
2. Исследование методом жидкостной цитологии
3. Ручной метод жидкостной цитологии
(цитологическая центрифуга)
4. Автоматический метод жидкостной цитологии
(цитологический процессор)

Причины ошибок традиционного метода

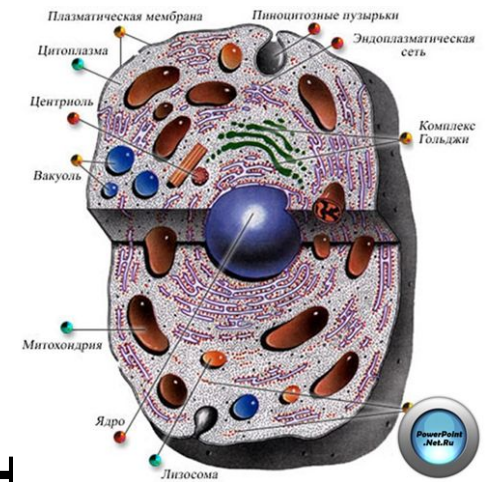
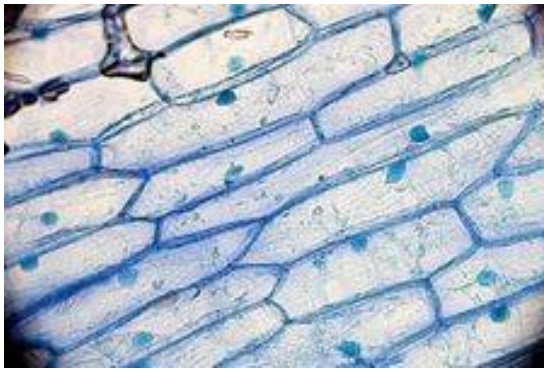
- неравномерное распределение биологического материала на стекле;
 - недостаточное количество материала в мазке;
- большое содержание элементов воспаления в периферической крови;
- артефакты по причине высыхания препарата после взятия материала
(невыполнение правил влажной фиксации);
 - неполное окрашивание клеточного материала, связанное с его многослойностью (толстый мазок).



Основы общей ЦИТОЛОГИИ

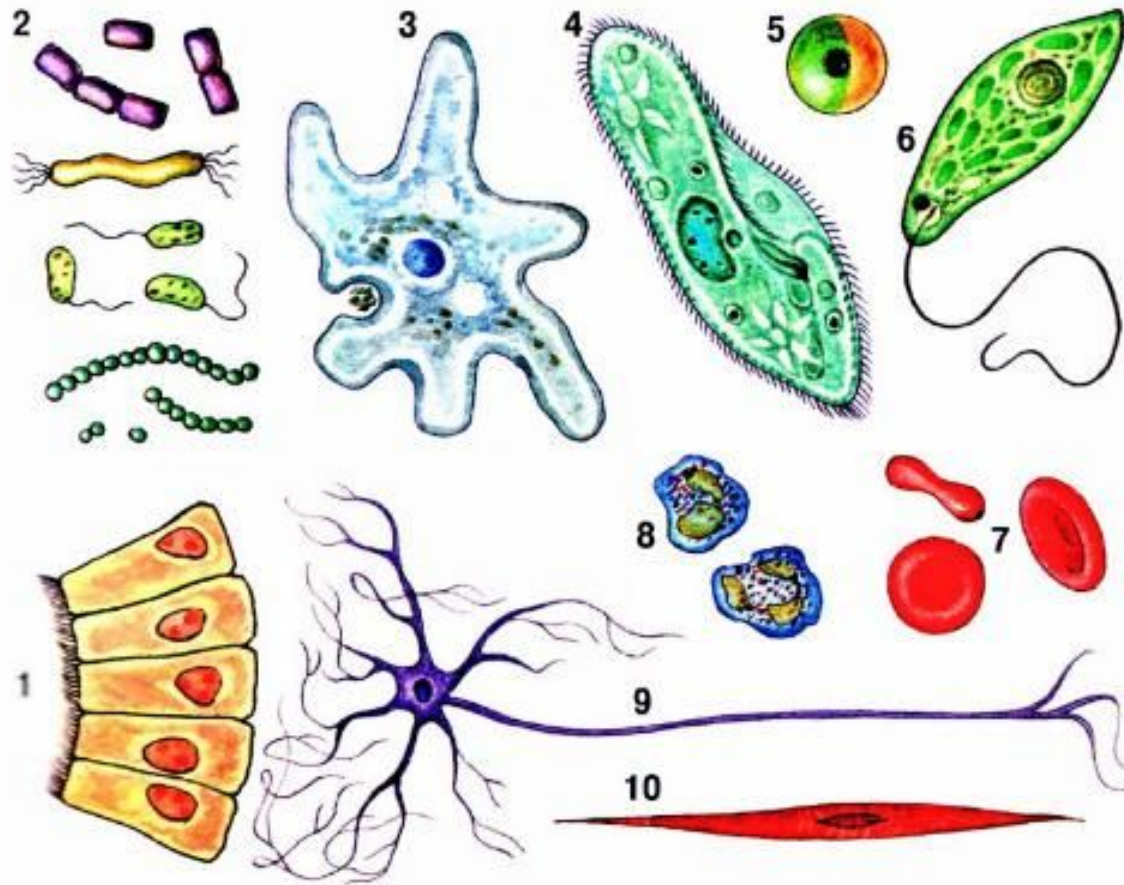
Лекция 2





- Клетка - это ограниченная активная мембраной, упорядоченная, структурированная система биополимеров, образующих ядро и цитоплазму, участвующих в единой совокупности метаболических и энергетических процессов, осуществляющих поддержание и воспроизведение всей системы в целом.
- Клетка - это основной структурный и функциональный элемент организма. (единица строения живого)

Разнообразие клеток



Различные формы клеток:

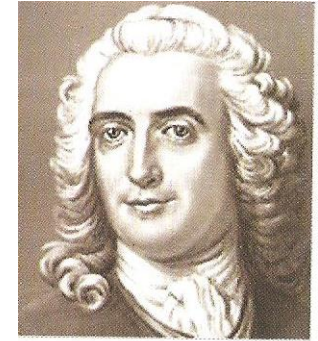
1 – эпителий кишечника, 2 – бактерии, 3 – амеба, 4 – инфузория-туфелька, 5 – икринка (яйцеклетка), 6 – эвглена зеленая, 7 – эритроциты, 8 – лейкоциты, 9 – нервная клетка, 10 – мышечная клетка

Открытие клетки

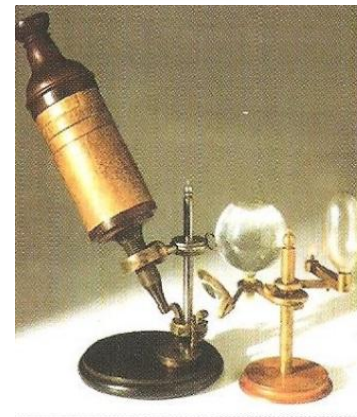
- Изучение мельчайших структур живых организмов стало возможным лишь после изобретения микроскопа, т.е. после 1600 года. Первое описание и изображения клеток дал в **1665** английский ботаник **Р.Гук** : рассматривая тонкие срезы высушенной пробки, он обнаружил, что они «состоят из множества коробочек» (камер – клеток).
- Итальянский исследователь **М. Мальпиги** (1674), голландский ученый **А. ван Лёвенгук**, а также англичанин **Н.Грю** (1682) привели множество данных, демонстрирующих клеточное строение растений, но они считали клетки безжизненными коробочки, не зная о роли цитоплазмы.
- В 1831 **Р.Броун** установил существование в клетке ядра, но не сумел оценить его роль.



Роберт Гук
(Robert Hook)
1635–1703



А. ван Левенгук
(A. van Leenwenhoek)
1632–1723



Микроскоп Р. Гука (1663 г.)



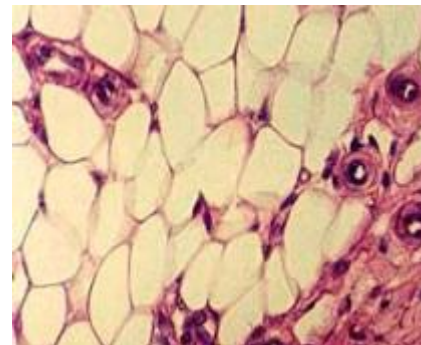
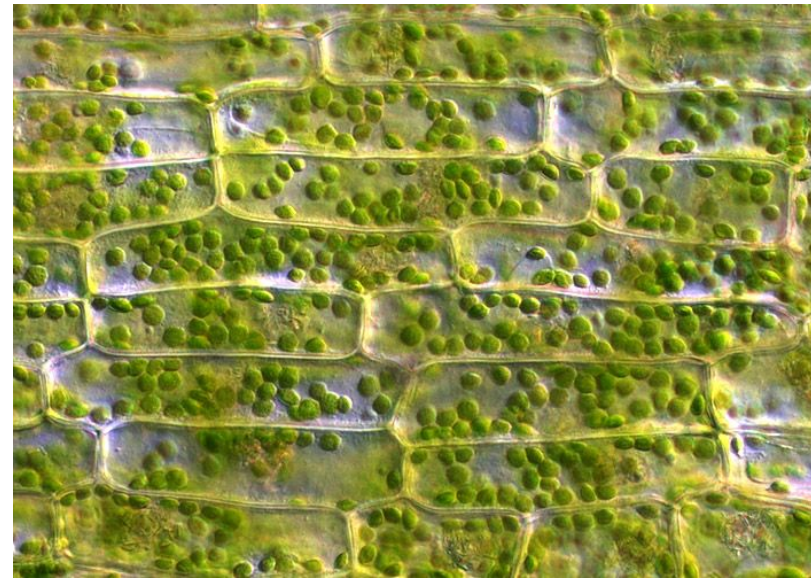
Микроскоп А. Левенгука

Основоположники клеточной теории

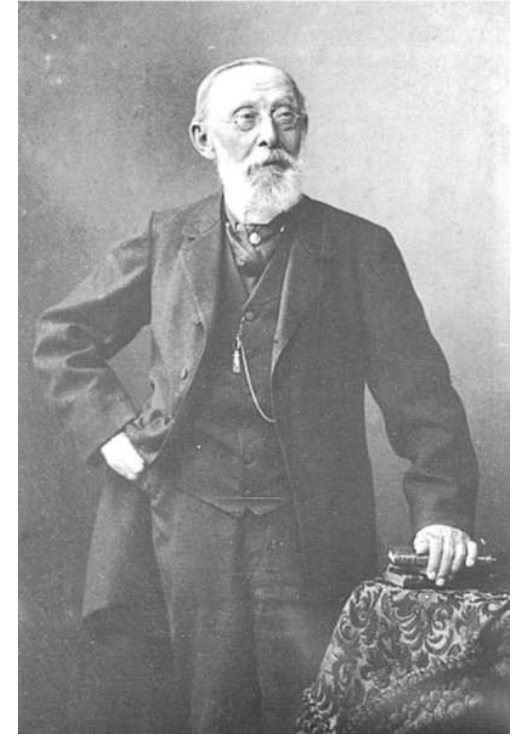
- К 30-м гг. XIX в. были накоплены конкретные представления о структурной организации клетки. Немецкий зоолог Теодор Шванн (1810—1882) стал первым ученым, который обобщил все эти знания и пришел к выводу, что **клетка является тем микроскопическим элементом, из которого состоят все живые организмы.**
- Чтобы убедиться в этом, Т. Шванн пригласил к сотрудничеству своего друга, немецкого ботаника Матиаса Шлейдена (1804—1881). Ознакомившись с трудами М. Шлейдена, **Т. Шванн пришел к выводу, что как растения, так и животные построены на одинаковой основе, что принцип строения клеток у них одинаков.**

Клеточная теория (Т.Шванн, 1839 г)

- как растениям, так и животным свойственно единство строения;
- в основе структуры всех организмов находится клетка;
- образование все новых и новых клеток — это принцип роста и развития растений и животных;
- клетка является элементарной биологической единицей;
- организм в целом есть сумма образовавших его клеток.



Р.Вирхов , нем.патологоанатом , в противоположность Т. Шванну и М. Шлейдену, отстаивал взгляд на образование новых клеток не из «цитобластемы» - бесструктурной живой субстанции, а путем деления предсуществующих клеток



Р. Вирхов (1821-1902)

Современная клеточная теория

- **Клетка — элементарная живая система, единица строения, жизнедеятельности, размножения и индивидуального развития. Вне клетки жизни нет.**
- **Новые клетки возникают только путем деления ранее существующих клеток.**
- **Клетки всех организмов сходны по строению и химическому составу, происхождению.**
- **Рост и развитие многоклеточного организма — следствие роста и размножения одной или нескольких клеток.**
- **Клеточное строение организмов — свидетельство того, что все живое имеет единое происхождение.**
- **Клетки хранят, реализуют и перерабатывают генетическую информацию**

Метод
дифференциальн
ого
центрифугирован
ия
(разделение)



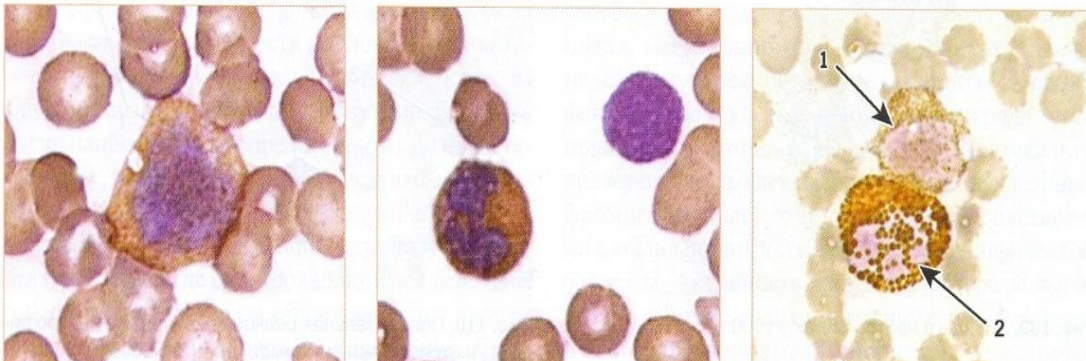
Электронная
микроскопия
(трехмерное
изображение)

Методы
аналитической
ХИМИИ
(химический состав)

Методы
изучения
клеток



Световая
микроскопия



Цитохимическая оценка миелопероксидазы

Метод	Область применения
Световая микроскопия	Изучение строение объектов размерами до 400-800 нм.
Электронная микроскопия	Изучение строение объектов, в том числе и объемное, размерами до 1 нм и менее.
Киносъемка через световой микроскоп	Изучение процессов, происходящих в живой клетке в течение длительного времени.
Метод радиоактивной метки	Изучение передвижения какого-либо химического соединения в клетке
Ультрацентрифугирование	Выделение и изучение отдельных органоидов клетки.

Основные функциональные структуры клетки

Поверхностный
комплекс

Цитоплазма

Ядро

Гликокаликс
Плазмалемма
Кортикальный
слой цитоплазмы

Гиалоплазма
(матрикс,
цитозоль)
Органеллы
Включения

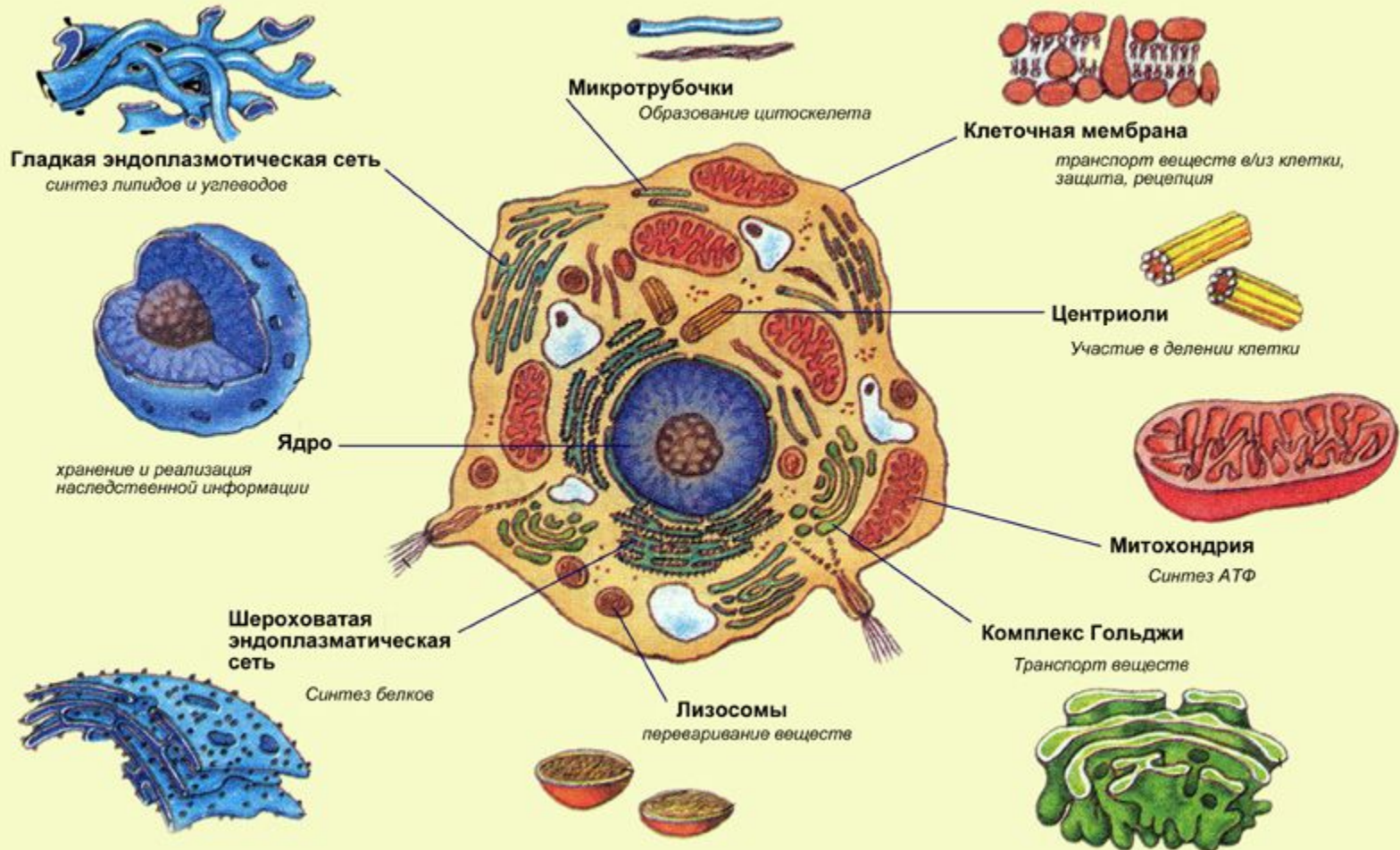
Кариолемма
(кариотека)
Нуклеоплазма
Хромосомы
(хроматин)

Плазмалемма, кариолемма и часть органелл образованы биологическими мембранами

Структурные компоненты клетки

Плазмалемма	Цитоплазма	Ядро
Слой плазмалеммы	Цитозоль	Ядерная оболочка
Клеточные отростки	<u>Мембранные органеллы:</u> к. Гольджи, ЭПС, фагосомы, лизосомы	Наружная мембрана
Микроворсинки,		Внутренняя мембрана
Реснички,		Перинуклеарное пространство
Жгутики	<u>Немембранные органеллы:</u> рибосомы, полирибосомы, клеточный центр, центриоли, цитоскелет, микроирубочки, включения, гранулы гликогена, белка и др.	Нуклеоплазма, ядрышко Хроматин, хромосомы центросомы
Межклеточные соединения		

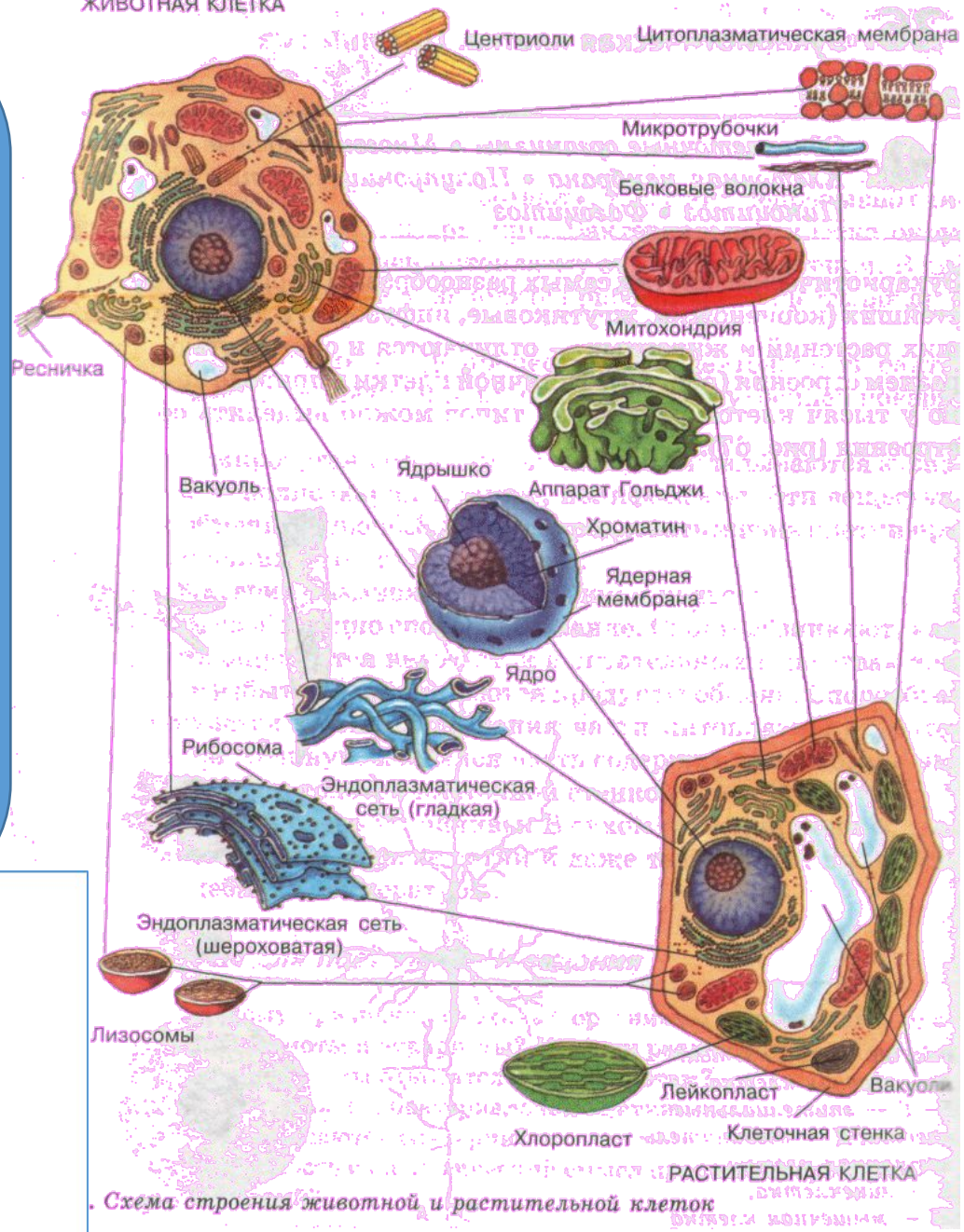
КЛЕТКА И КЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНЕЛЛЫ



Отличия между бактериальными клетками и клетками всех других организмов:

- ядра и органеллы бактериальных клеток не окружены мембранами, и поэтому эти клетки называют прокариотическими («доядерными»);
- все другие клетки называют эукариотическими (с «настоящими ядрами»): их ядра и органеллы заключены в мембраны.

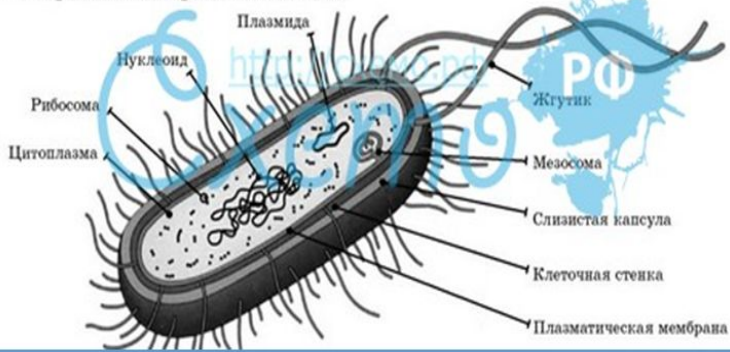
ЖИВОТНАЯ КЛЕТКА



РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

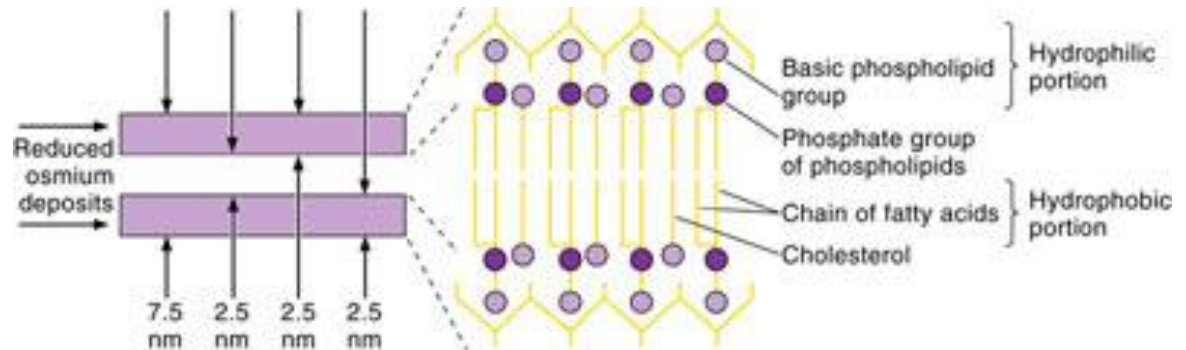
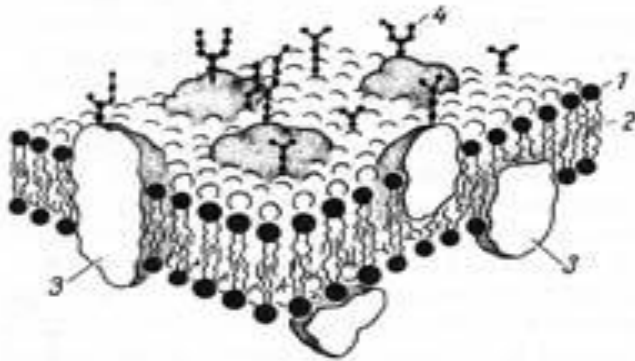
Схема строения животной и растительной клеток

■ Строение бактериальной клетки



Клеточные мембраны

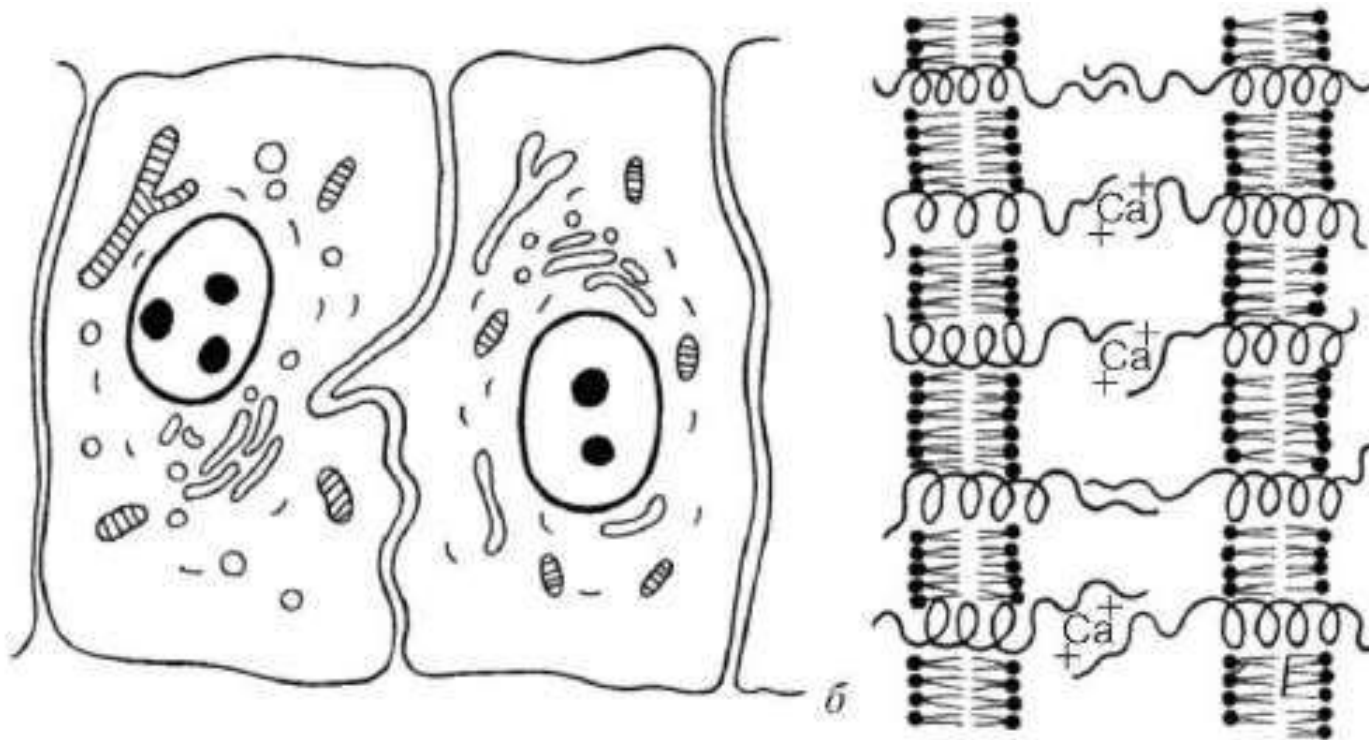
- Общей чертой всех мембран клетки является то, что они представляют собой тонкие (6—10 нм) пласты липопротеидной природы (т.е. липиды в комплексе с белками).
- Характерными представителями липидов клеточных мембранах являются фосфолипиды и холестерин, от которого зависит текучесть и стабильность мембран.
- Различные клеточные мембраны могут значительно отличаться друг от друга по липидному составу и набору белковых молекул.



- 1 — липиды;
- 2 — гидрофобная зона бислоя липидных молекул;
- 3 — интегральные белки мембраны;
- 4 — полисахариды гликокаликса

- Отделяют клеточное содержимое от внешней среды
- Регулируют обмен между клеткой и средой
- Делят клетки на отсеки (компартаменты)
- Обладают избирательной проницаемостью (медленно диффундируют глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты, глицерол)

Простое межклеточное соединение



- а - простое соединение двух эпителиальных клеток;
- б - связывание интегральными гликопротеидами (интегринами и кадгеринами) плазматических мембран соседних клеток

Ядро клетки

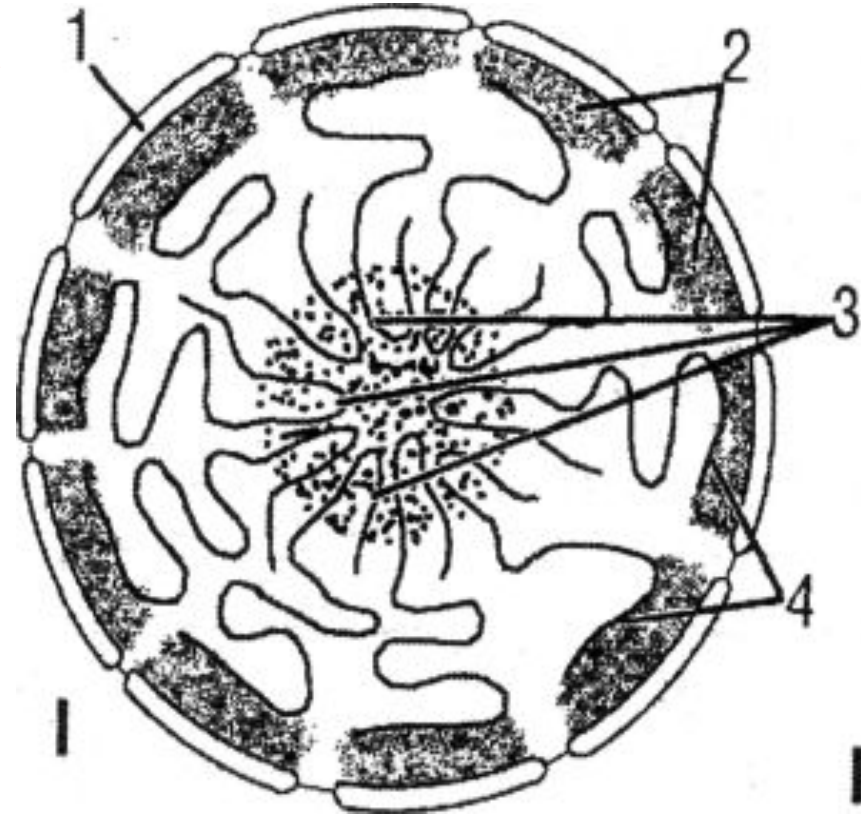
- Оформленное ядро есть только у эукариот, а у прокариот – хромосомы не отделены ядерной оболочкой
- Ядерная оболочка образована за счет расширения и слияния цистерн ЭПС и имеет поры (до 25% поверхности ядра)
- Хромосома – это двойная

- В живых клетках нуклеоплазма гомогенна (кроме ядрышка), а при фиксации и окраске становятся видимыми два типа хроматина – гетерохроматин (темный) и эухроматин (светлый)
- Гетерохроматин располагается вблизи внутренней ядерной мембраны и вокруг ядрышка, а эухроматин – между скоплениями гетерохроматина
- Хроматин – это скопление ДНК, РНК, белка в соотношении 1 : 1,3 : 2

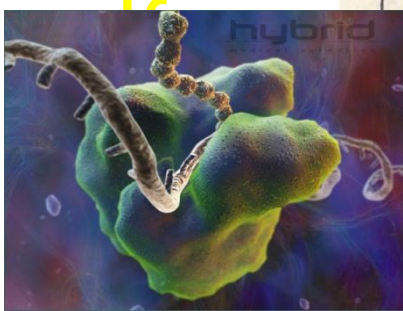


Строение ядрышка

- Ядрышковые организаторы – участки хромосом, синтезирующие рРНК, образуют петли, верхушки которых смыкаются и формируется ядрышко
- Петли хромосом – слабоокрашенная зона ядрышка
- Фибриллярный компонент – рРНК
- Глобулярный компонент – предшественники рибосом
- Роль ядрышка заключается в его связи с белковым синтезом в цитоплазме



Кариотека – 1
Ядерная ламина – 2
Ядрышковые организаторы хромосом – 3
Концы хромосом, связанные с ядерной ламиной - 4

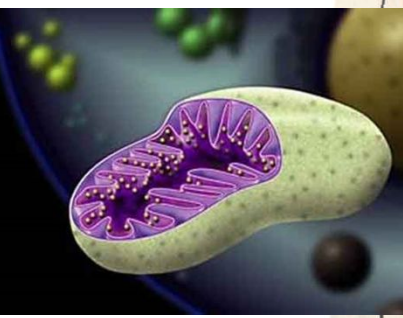


Рибосомы

Большая субчастица
Малая субчастица

Очень мелкие органеллы, состоящие из двух субчастиц — большой и малой. Содержат белок и РНК приблизительно в равных долях. Рибосомы, обнаруживаемые в митохондриях (а также в хлоропластах — у растений) еще мельче.

Место синтеза белка, где удерживаются в правильном положении различные взаимодействующие молекулы. Рибосомы связаны с ЭР или свободно лежат в цитоплазме. Много рибосом могут образовать полисому (полирибосому), в которой они нанизаны на единую нить матричной РНК.



Митохондрии (ед.чис.—митохондрия)

Фосфатная гранула
Рибосома
Матрикс
Оболочка (две мембраны)
Кольцевая молекула ДНК
Криста

Митохондрия окружена оболочкой из двух мембран; внутренняя мембрана образует складки (кристы). Содержит матрикс, в котором находятся небольшое количество рибосом, одна кольцевая молекула ДНК и фосфатные гранулы.

При аэробном дыхании в кристах происходит окислительное фосфорилирование и перенос электронов, а в матриксе работают ферменты, участвующие в цикле Кребса и в окислении жирных кислот.



Аппарат Гольджи

Пузырьки Гольджи
Диктиосома, или тельце Гольджи

Стопка уплощенных мембранных мешочков — цистерн. На одном конце стопки мешочки непрерывно образуются, а с другого — отщипываются в виде пузырьков. Стопки могут существовать в виде дискретных диктиосом, как в растительных клетках, или образовывать пространственную сеть, как во многих животных клетках.

Многие клеточные материалы, например ферменты из ЭР, претерпевают модификацию в цистернах и транспортируются в пузырьках. Аппарат Гольджи участвует в процессе секреции и в нем образуются лизосомы.



Эндоплазматический ретикулум (ЭР)

Рибосомы
Цистерна

Система уплощенных мембранных мешочков — цистерн — в виде трубочек и пластинок. Образует единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки.

Если поверхность ЭР покрыта рибосомами, то он называется шероховатым. По цистернам такого ЭР транспортируется белок, синтезированный на рибосомах. Гладкий ЭР (без рибосом) служит местом синтеза липидов и стероидов.

Лизосомы



Простой сферический мембранный мешочек (мембрана одинарная), заполненный пищеварительными (гидролитическими) ферментами. Содержимое кажется гомогенным.

Выполняют много функций, всегда связанных с распадом каких-либо структур или молекул. О роли лизосом в аутофагии, автолизе, эндоцитозе и экзоцитозе см. текст.



Химический состав клетки

Макроэлементы

углерод, кислород, водород и азот

Мезоэлементы

сера, фосфор, калий, кальций, натрий, железо, магний, хлор

Микроэлементы

цинк, йод, медь, марганец, фтор, кобальт и др

Вещества клетки

Неорганические

Вода и минеральные соли

Вода - растворитель, среда для протекания реакции.

Растворимые соли диссоциируют на ионы:

- **K⁺ и Na⁺** - перенос веществ через мембрану, возникновении и проведении нервного импульса;
- **Ca⁺** - сокращение мышечных волокон и свертывании крови,
- **Mg⁺, Fe⁺** - в состав белков, в том числе гемоглобина.
- **Zn⁺** - в составе гормона поджелудочной железы — инсулина,
- **Cu⁺** - для процессов фотосинтеза и дыхания.
- **Фосфат-анион** - входит в состав АТФ и нуклеиновых кислот,
- **остаток угольной кислоты** - смягчает колебания pH среды

Органические

углеводы, липиды, белки, нуклеиновые кислоты, АТФ, витамины и гормоны

Функции клетки

Клетки многоклеточного организма разнообразны по выполняемым функциям.

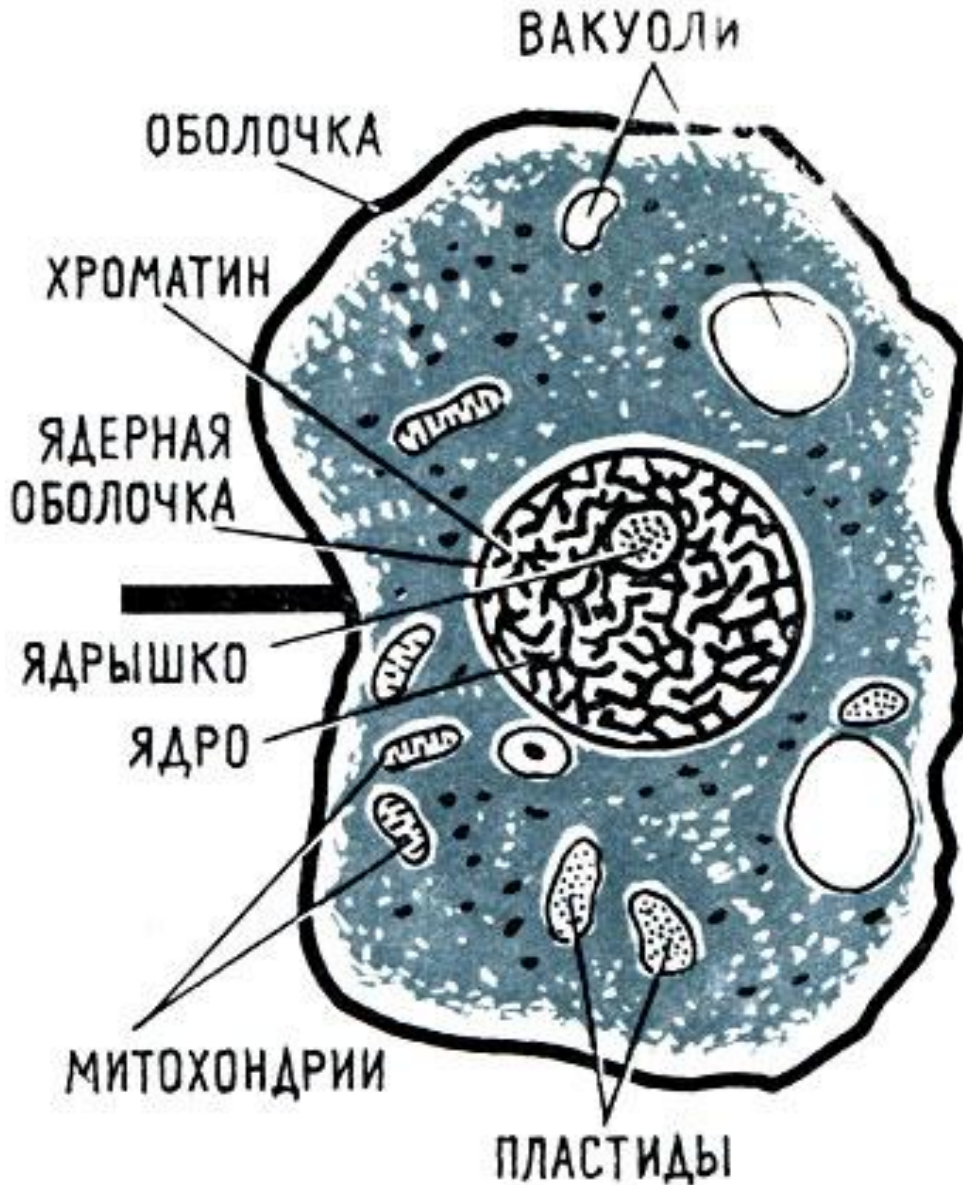
В соответствии со специализацией клетки имеют разную продолжительность жизни:

- нервные и мышечные клетки после завершения эмбрионального периода развития перестают делиться и функционируют на протяжении всей жизни организма
- клетки КМ, эпидермиса, эпителия тонкого кишечника — в процессе выполнения своей функции быстро погибают (апоптоз) и замещаются новыми.

Жизненный цикл клеток обновляющихся тканей включает функционально активную деятельность и период деления.

Деление клеток лежит в основе развития и роста организмов, их размножения, а также обеспечивает самообновление тканей на протяжении жизни организма и восстановление их целостности после повреждения.

Кибернетика клетки



Фазы жизненного цикла

КЛЕТКИ

Рост и размножение в недифференцированном состоянии

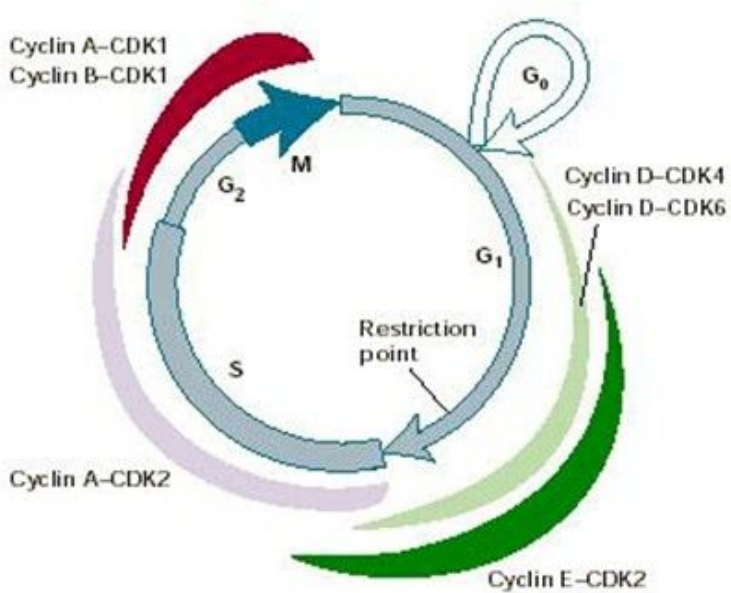
Дифференцировка

Нормальная активность

Старение

Терминальная дезинтеграция

Клеточная смерть (апоптоз)

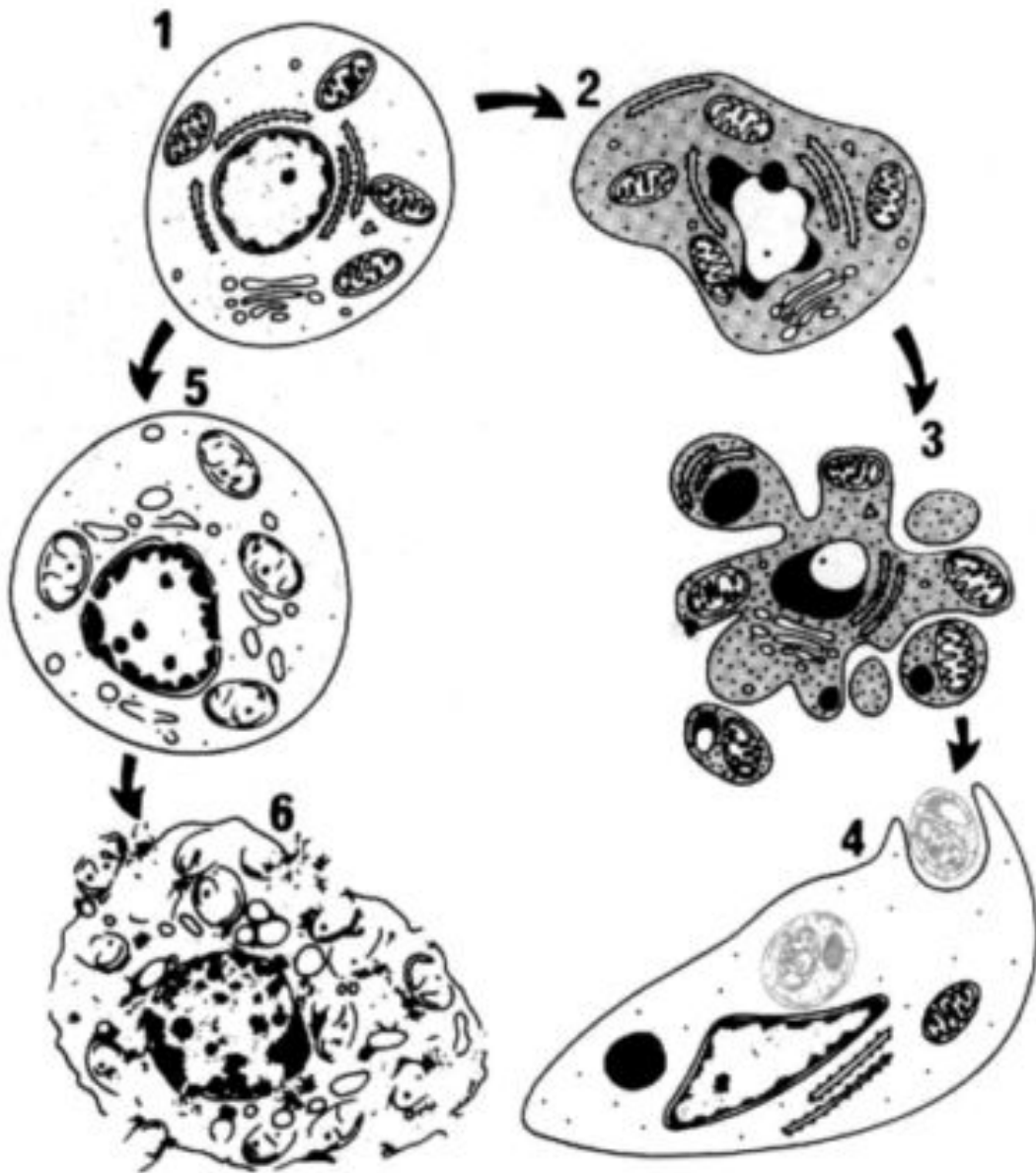


Жизненный цикл клетки регулируется белками циклинами, концентрация которых меняется на разных фазах цикла. Толщина цветных секторов соответствует концентрации циклинов.

Апоптоз – запрограммированная смерть клетки

- **Процесс, посредством которого внутренние или внешние факторы, активируя генетическую программу, приводят к гибели клетки и ее эффективному удалению из ткани.**
- **Апоптотический** механизм гибели клеток имеет ряд биохимических и морфологических отличий от **некроза**.
- **Апоптоз** - это биохимически специфический тип гибели клетки, связанный с активацией **нелизосомных эндогенных эндонуклеаз**, которые расщепляют ядерную ДНК на маленькие фрагменты.
- Морфологически апоптоз проявляется гибелью единичных, беспорядочно расположенных клеток, что сопровождается формированием округлых, окруженных мембраной телец (“апоптотические тельца”), которые тут же фагоцитируются окружающими клетками

Последовательность ультраструктурных изменений при апоптозе (справа) и некрозе (слева)

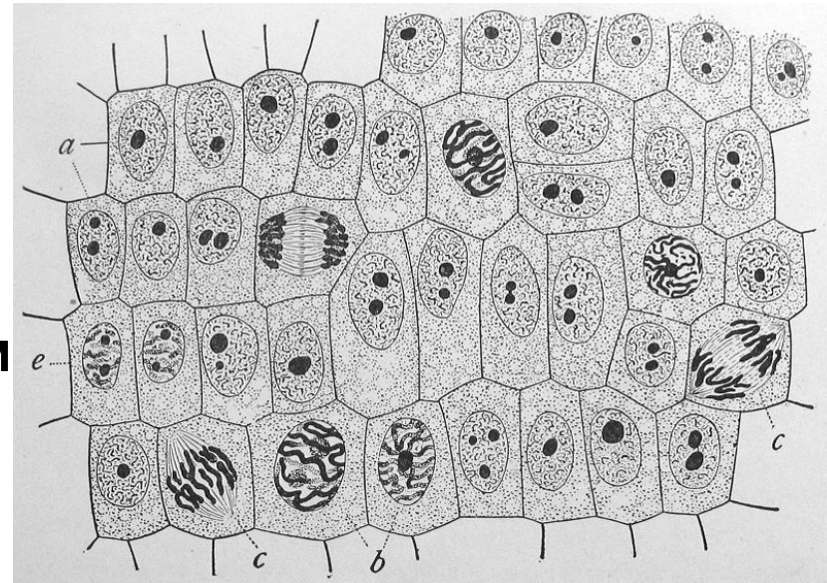


- 1 – нормальная клетка;
- 2 – начало апоптоза;
- 3 – фрагментация апоптотической клетки;
- 4 – фагоцитоз апоптотических телец окружающими клетками;
- 5 – гибель внутриклеточных структур при некрозе;
- 6 – разрушение клеточной мембраны.

Признак	Апоптоз	Некроз
Индукция	Активируется физиологическими или патологическими стимулами	Различная в зависимости от повреждающего фактора
Распространенность	Одиночная клетка	Группа клеток
Биохимические изменения	Энергозависимая фрагментация ДНК эндогенными эндонуклеазами. Лизосомы интактные.	Нарушение или прекращение ионного обмена. Из лизосом высвобождаются ферменты.
Распад ДНК	Внутриядерная конденсация с расщеплением на фрагменты	Диффузная локализация в некротизированной клетке
Целостность клеточной мембраны	Сохранена	Нарушена
Морфология	Сморщивание клеток и фрагментация с формированием апоптотических телец с уплотненным хроматином	Набухание и лизис клеток
Воспалительный ответ	Нет	Обычно есть
Удаление погибших клеток	Поглощение (фагоцитоз) соседними клетками	Поглощение (фагоцитоз) нейтрофилами и макрофагами

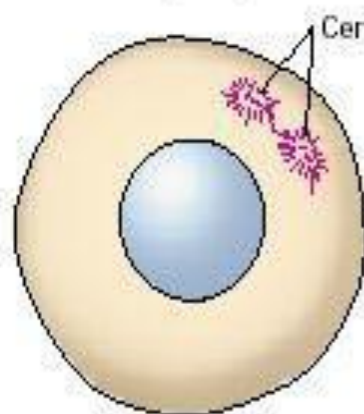
ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

- Наиболее широко распространенная форма воспроизведения клеток у живых организмов — не прямое деление, или **митоз**.
- Для митоза характерны сложные преобразования ядра клетки, сопровождающиеся формированием специфических структур — хромосом.
- Хромосомы постоянно присутствуют в клетке, но в период между двумя делениями — **интерфазе** — находятся в деспирализованном состоянии и потому не видны в световой микроскоп. В интерфазе осуществляется подготовка к митозу, заключающаяся главным образом в удвоении (редупликации) ДНК. Совокупность процессов, происходящих в период подготовки клетки к делению, а

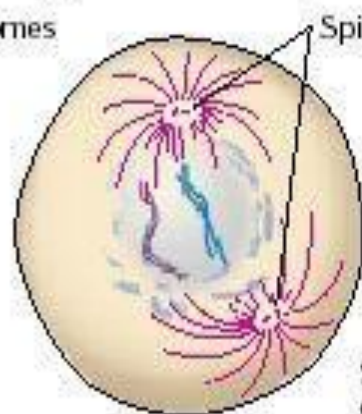


Фазы		Процесс, происходящий в клетке
Интерфаза (фаза между делениями клеток) – отдых от митоза	Пресинтетический период	Синтез белка. На деспирализованных молекулах ДНК синтезируется РНК
	Синтетический период	Синтез ДНК — самоудвоение молекулы ДНК. Построение второй хроматиды, в которую переходит вновь образовавшаяся молекула ДНК: получаются двуххроматидные хромосомы
	Постсинтетический период	Синтез белка, накопление энергии, подготовка к делению
Фазы митоза	Профаза (первая фаза деления)	Двуххроматидные хромосомы спирализуются, ядрышки растворяются, центриоли расходятся, ядерная оболочка растворяется, образуются нити веретена деления
	Метафаза (фаза скопления хромосом)	Нити веретена деления присоединяются к центромерам хромосом, двуххроматидные хромосомы сосредотачиваются на экваторе клетки
	Анафаза (фаза расхождения хромосом)	Центромеры делятся, однохроматидные хромосомы растягиваются нитями веретена деления к полюсам клетки
	Телофаза (фаза окончания деления)	Однохроматидные хромосомы деспирализируются, сформировывается ядрышко, восстанавливается ядерная оболочка, на экваторе начинает закладываться перегородка между клетками, растворяются нити веретена деления

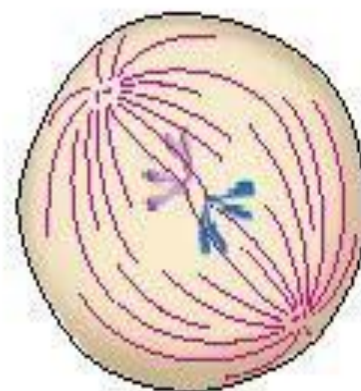
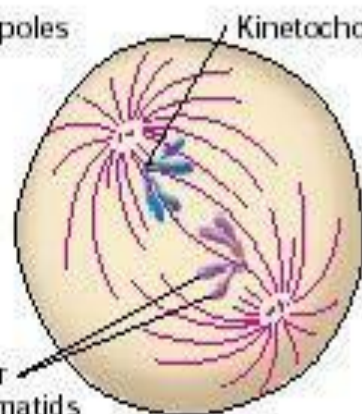
Интерфаза (G_2)



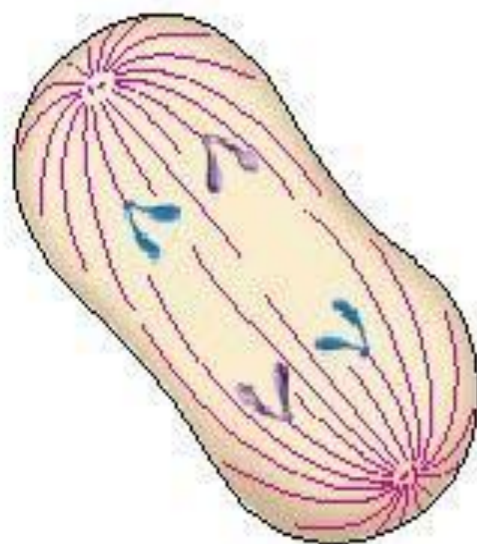
Профаза



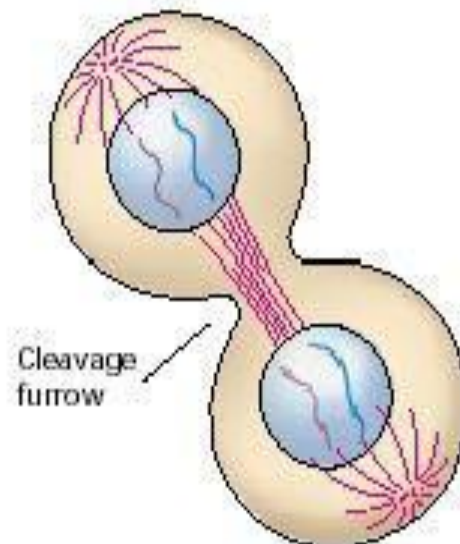
Метафаза



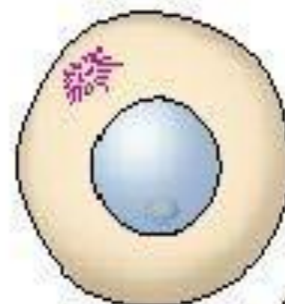
Анафаза

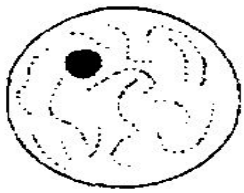


Телофаза

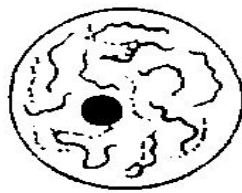


Интерфаза (G_2)





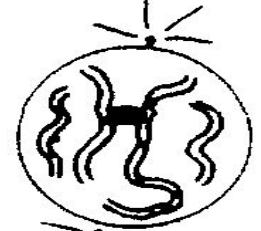
интерфаза



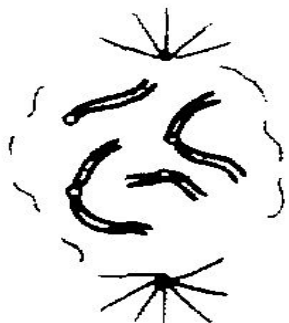
профаза



профаза



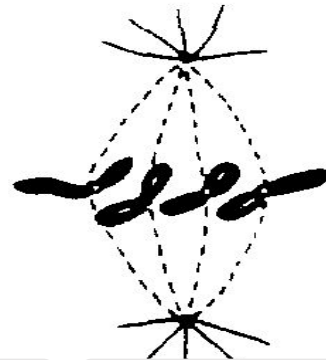
профаза



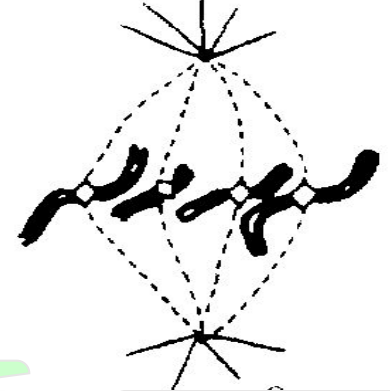
метафаза



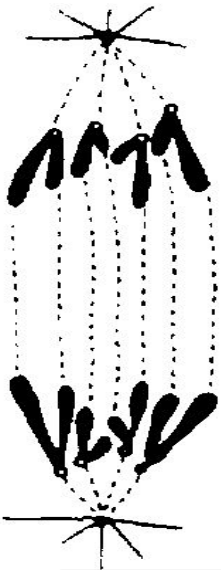
метафаза



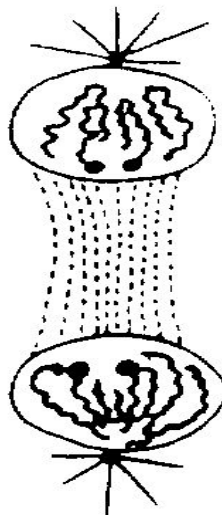
метафаза



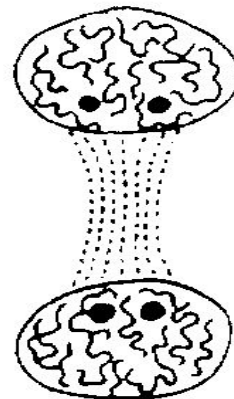
метафаза



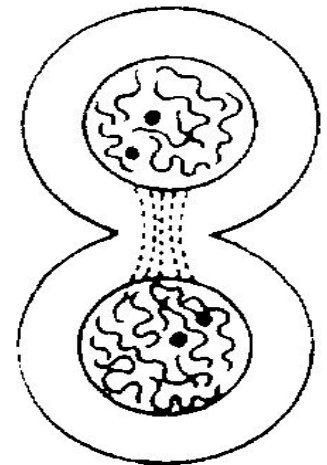
анафаза



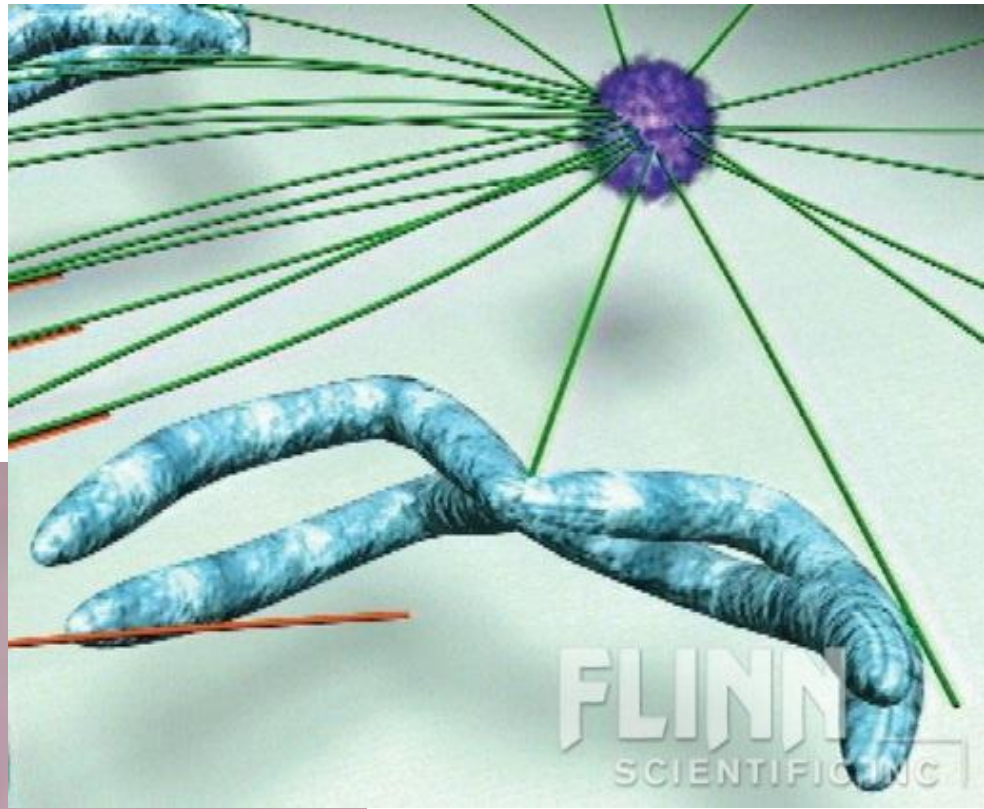
анафаза



телофаза

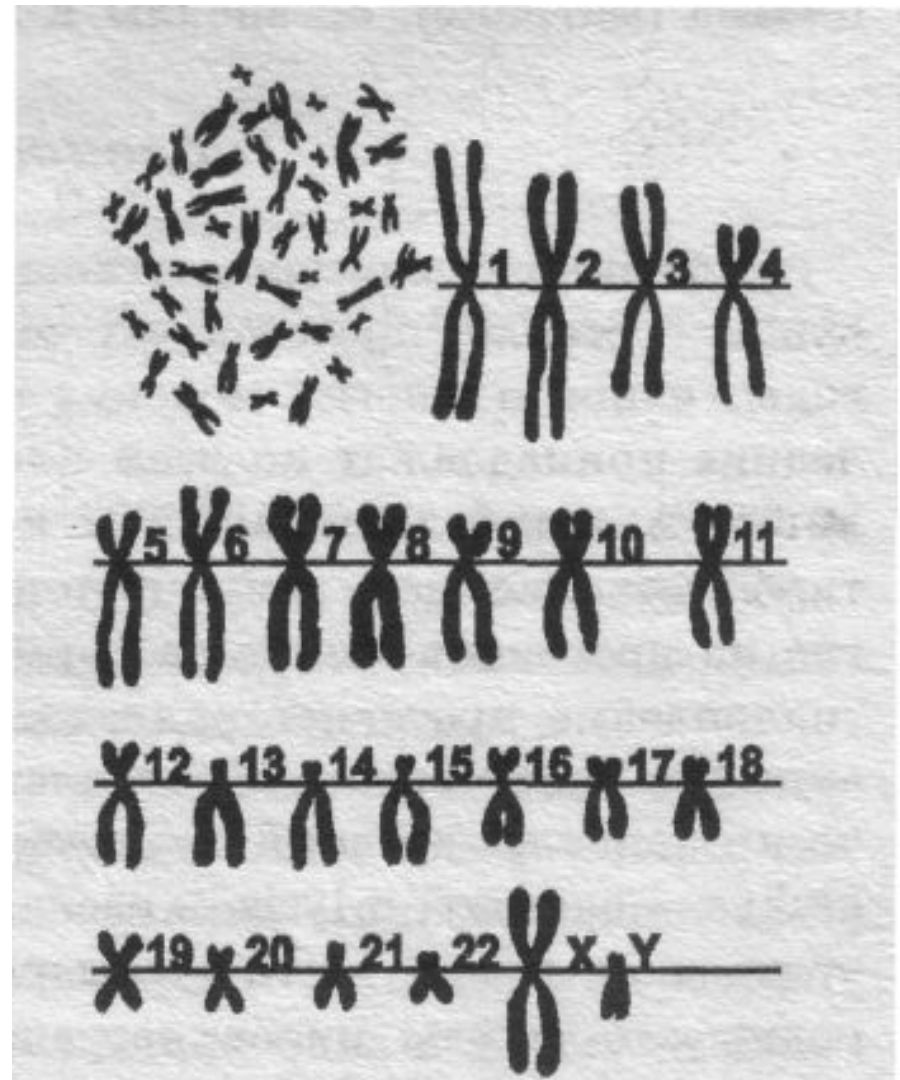


телофаза



Кариотип

- это совокупность признаков (число, размеры, форма и т. д.) полного набора хромосом, присущая клеткам данного биологического вида.
- Число хромосом в кариотипе всегда четное, т.к в соматических клетках находятся две одинаковые по форме и размеру хромосомы (отцовская и материнская)
- Каждый вид организмов обладает характерным и постоянным набором хромосом.
- У большинства млекопитающих женский кариотип гомогаметен (XX), а мужской гетерогаметен (XY)
- Нормальные кариотипы человека - 46,XX (женский) и 46,XY (мужской).
-



БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА

- **Генетическая стабильность.** В результате митоза получаются два ядра, содержащие каждое столько же хромосом, сколько их было в родительском ядре. Эти хромосомы происходят от родительских хромосом путем точной репликации ДНК, поэтому гены их содержат совершенно одинаковую наследственную информацию. Дочерние клетки генетически идентичны родительской клетке, так что никаких изменений в генетическую информацию митоз внести не может. Поэтому клеточные популяции (клоны), происходящие от родительских клеток, обладают генетической стабильностью.
- **Рост.** В результате митозов число клеток в организме увеличивается (процесс, известный под названием гиперплазии), что представляет собой один из главных механизмов роста.
- **Бесполое размножение, регенерация и замещение клеток.** Многие виды животных и растений размножаются бесполом путем при помощи одного лишь митотического деления клеток. Кроме того, митоз обеспечивает регенерацию утраченных частей (например, ног у ракообразных) и замещение клеток, происходящее в той или иной степени у всех многоклеточных организмов.

Нарушения митоза.

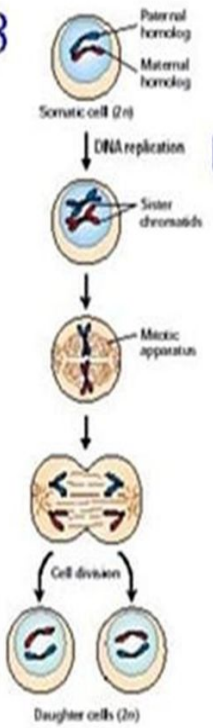
При различных патологических процессах нормальное течение Митоза нарушается. Выделяют 3 основных вида патологии Митоза

- 1) Повреждения хромосом (набухание, склеивание, фрагментация, образование мостов, повреждения центромеров, отставание отдельных хромосом при движении.
- 2) Повреждения митотического аппарата
- 3) Нарушения цитотомии.

Мейоз

Сравнение двух способов деления клеток

МИТОЗ



репликация ДНК

Деление клетки

Дочерние клетки (2n)

МЕЙОЗ



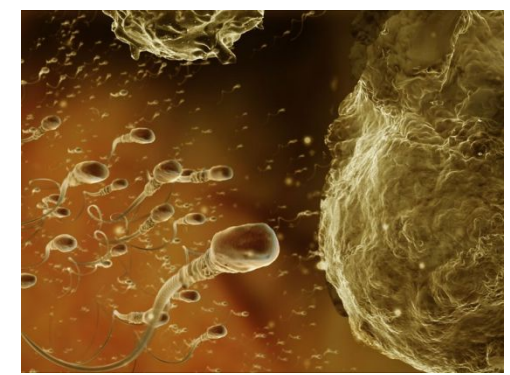
кроссинговер

Первое мейотическое деление клетки

Второе мейотическое деление клетки

Гаметы (1n)

- **Мейоз** — это деление в зоне созревания половых клеток, сопровождающееся уменьшением числа хромосом вдвое.
- Он состоит из двух последовательно идущих делений, имеющих те же фазы, что и митоз. Однако продолжительность отдельных фаз и происходящие в них процессы значительно отличаются от процессов, происходящих при митозе:

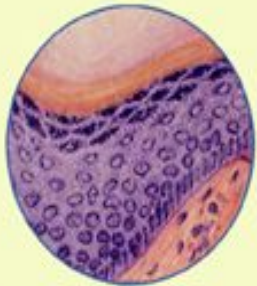


ВИДЫ ТКАНЕЙ

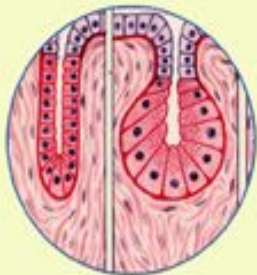
ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ



однослойный эпителий



многослойный эпителий

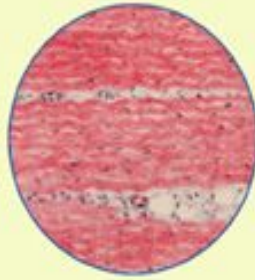


железистый эпителий

ТКАНИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ



рыхлая
соединительная
ткань



плотная
соединительная
ткань



жировая ткань



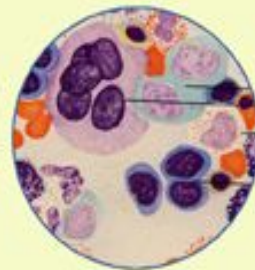
хрящевая ткань



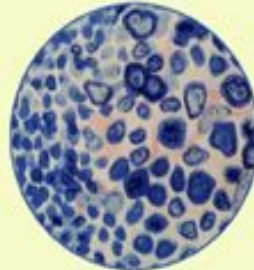
костная ткань



кровь

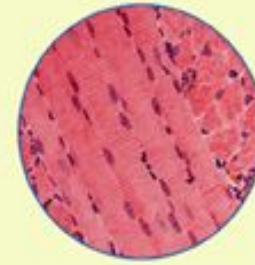


миелоидная ткань

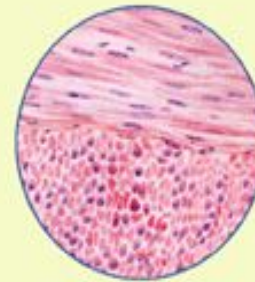


лимфоидная ткань

МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ



поперечно-полосатая
мышечная ткань

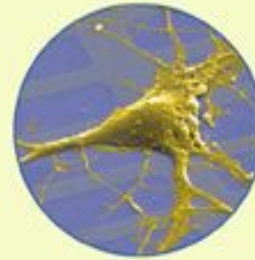


гладкая
мышечная ткань

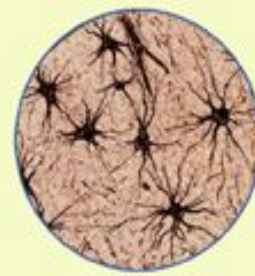


сердечная
мышечная ткань

НЕРВНАЯ ТКАНЬ



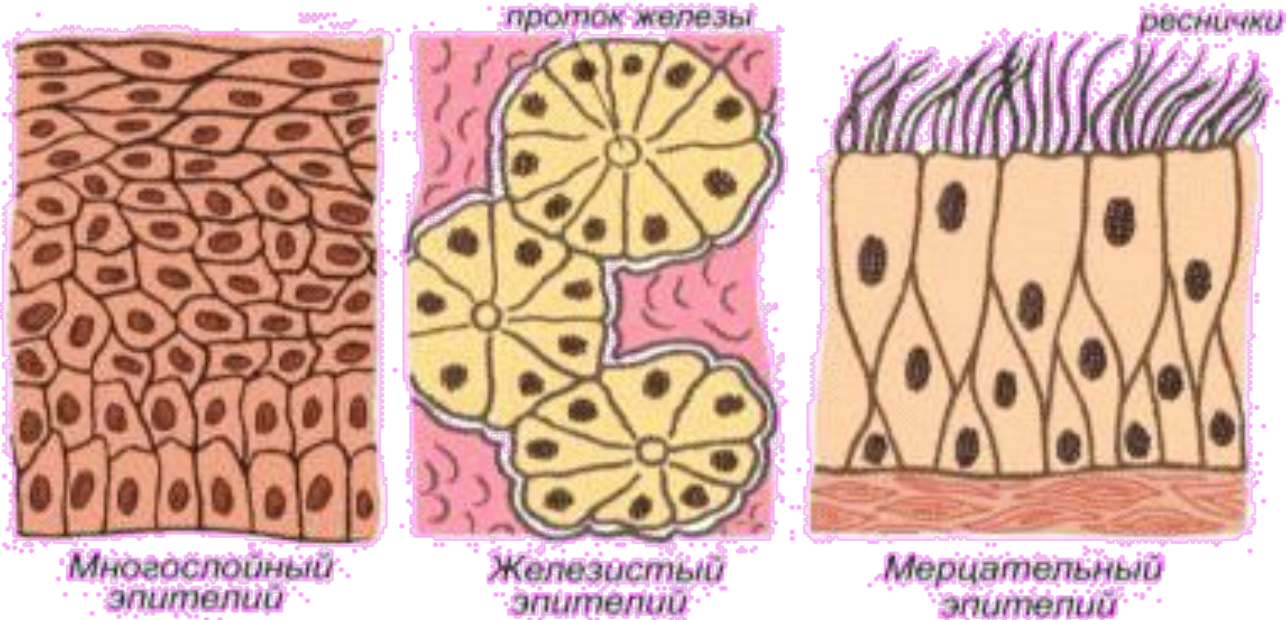
нейрон



нейроглия



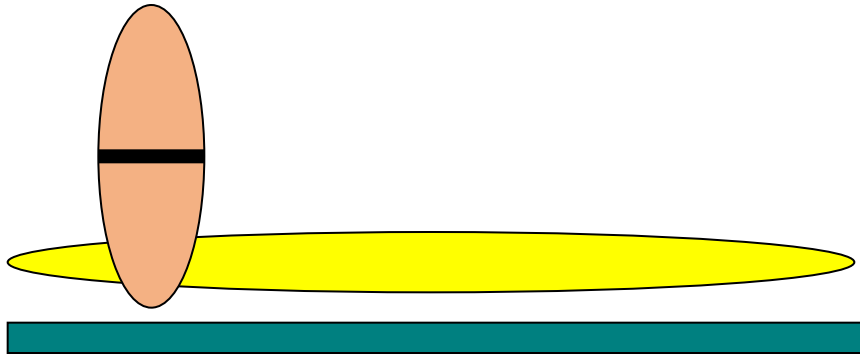
ВИДЫ ЭПИТЕЛИАЛЬНОЙ ТКАНИ



- Однослойные или многослойные пласты, покрывающие внутренние или внешние поверхности любого организма
- Развиваются из эктодермы, из которой образуется эпителий кожи, нервная система и эпителиальная выстилка пищеварительного тракта
- Развивается из энтодермы, из которой образуется эпителий остальных отделов пищеварительного тракта, печени и поджелудочной железы
- Эндотелий кровеносных сосудов нельзя считать эпителием, так как он происходит из мезодермы
- Эпителиальные клетки удерживаются вместе небольшим количеством цементирующего вещества (кислый мукополисахарид)
- Нижний слой клеток лежит на базальной мембране (переплетение коллагеновых волокон)

Морфология эпителиоцита

Апикальный
конец



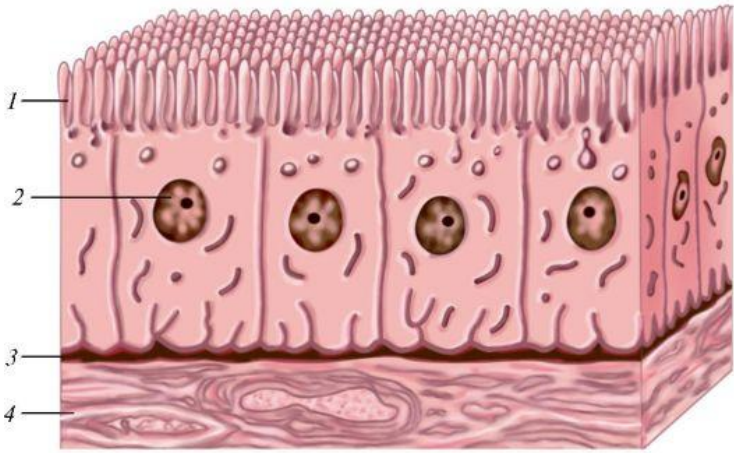
Базальный
конец

Опора для клеток
Обменный барьер
макромолекулами

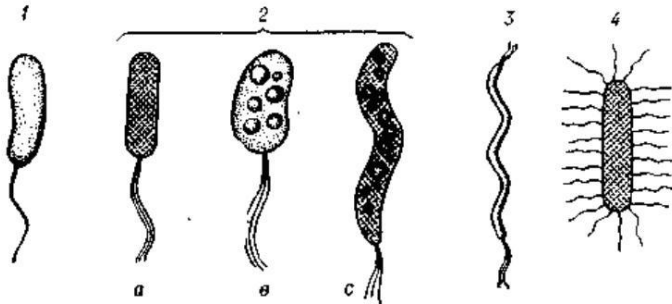
Слой
эпителиальных
клеток полости
внутренних
органов

Собственная
пластинка – слой
соединительной ткани
(20-100 нм) –
Нежная сеточка
с фибрилл (коллаген,
гликопротеиды и
протеогликаны)

Специализированные структуры клеточной поверхности



- **Микроворсинки** (до 1 мкм – на свободной поверхности клеток всасывающих клеток (эпителий тонкой кишки, проксимальный каналец почки)
- **Стереоцилии** – длинные неподвижные выросты клеток придатка яичка и семявыносящего протока (длинные ветвящиеся микроворсинки)
- **Реснички** – цилиндрические подвижные структуры (5-10 мкм) на поверхности некоторых эпителиальных клеток – обеспечивают ток жидкости и перемещение частиц в одном направлении с потреблением АТФ (клетка трахеи – 250 ресничек)
- **Жгутики** – у человека только в сперматозоидах, сходны с ресничками, но длиннее

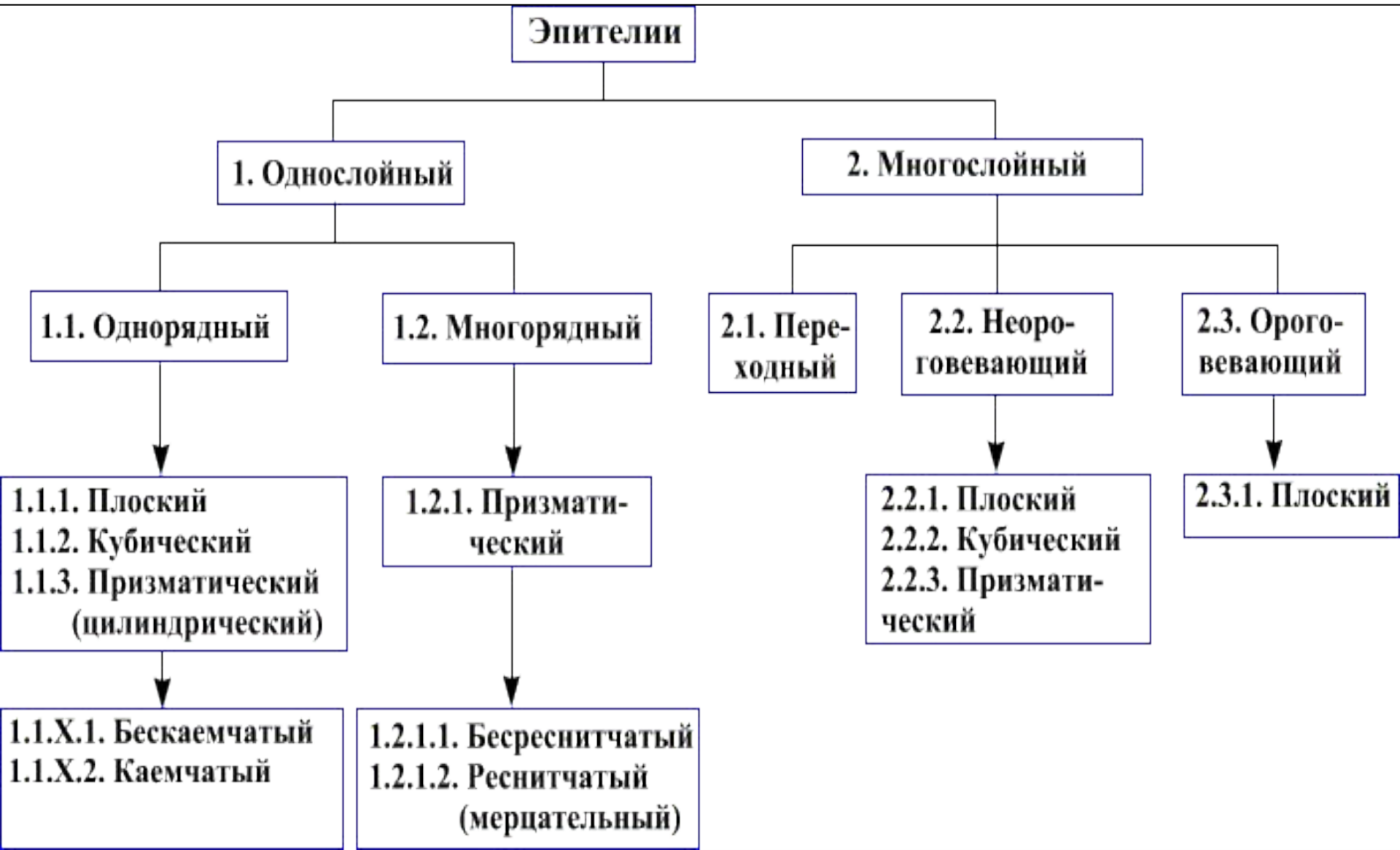


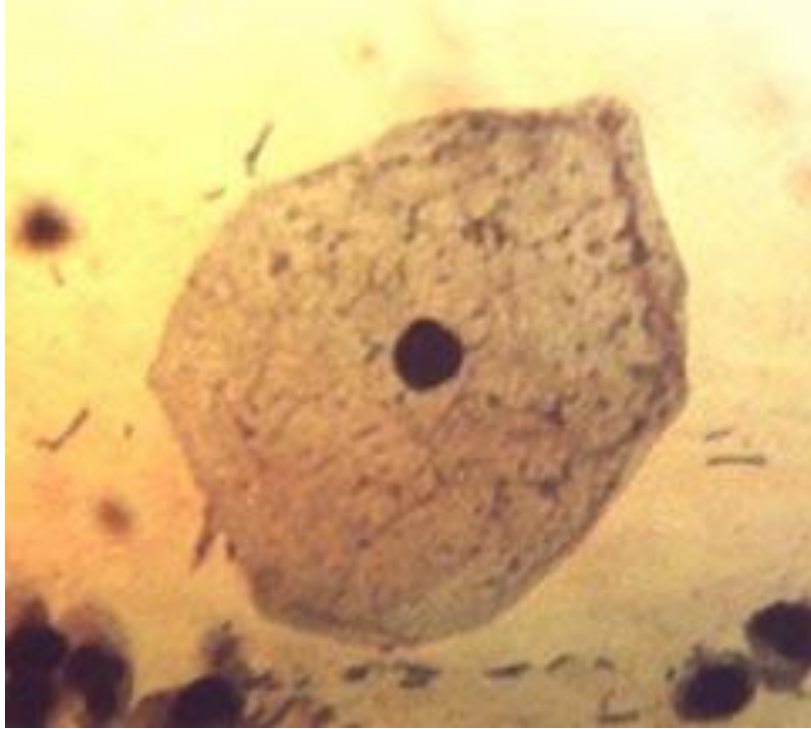
Жгутики бактерий: 1 — монополярный монотрих (*Vibrio*); монополярные политрихи (лофотрихи): а — *Pseudomonas*, в — (*Chromatium*), с — (*Thiospiillum*); 3 — биполярный политрих,

амфитрих (*Spillum*); 4 — перитрих (*Proteus*).

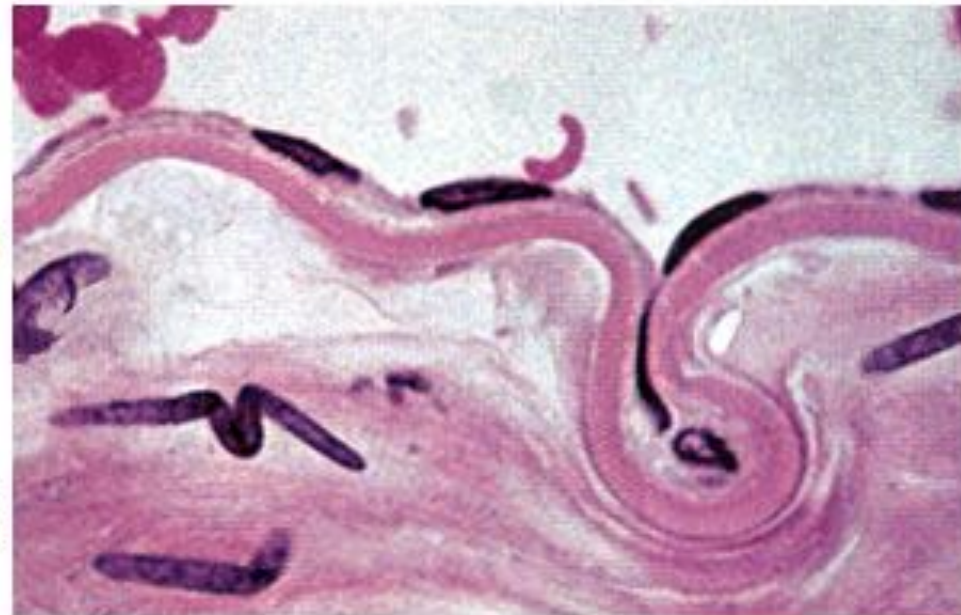
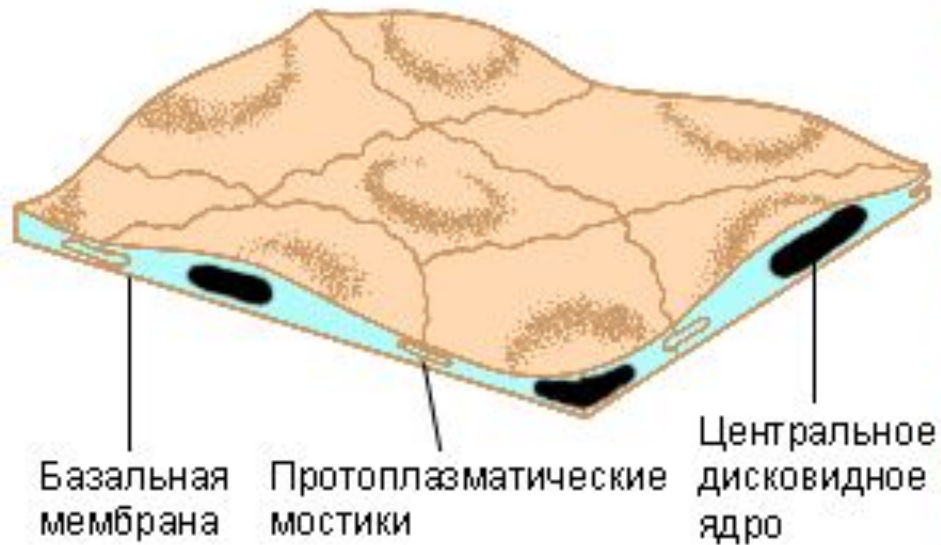


Классификация видов эпителия



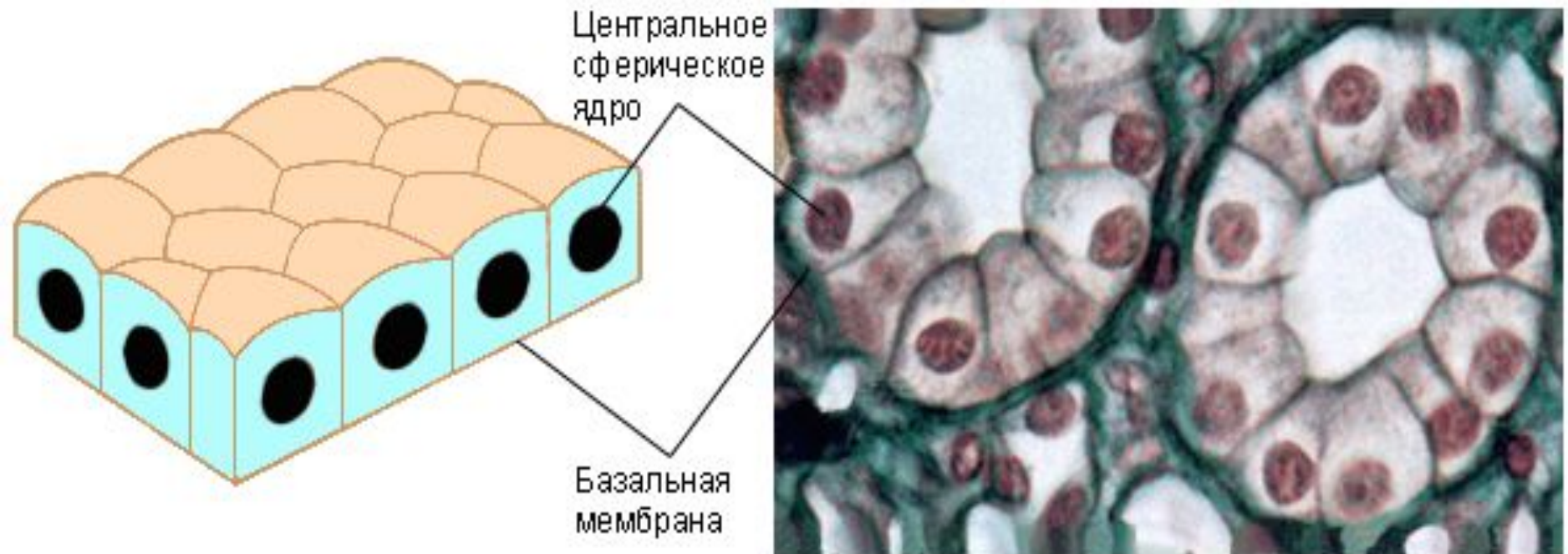


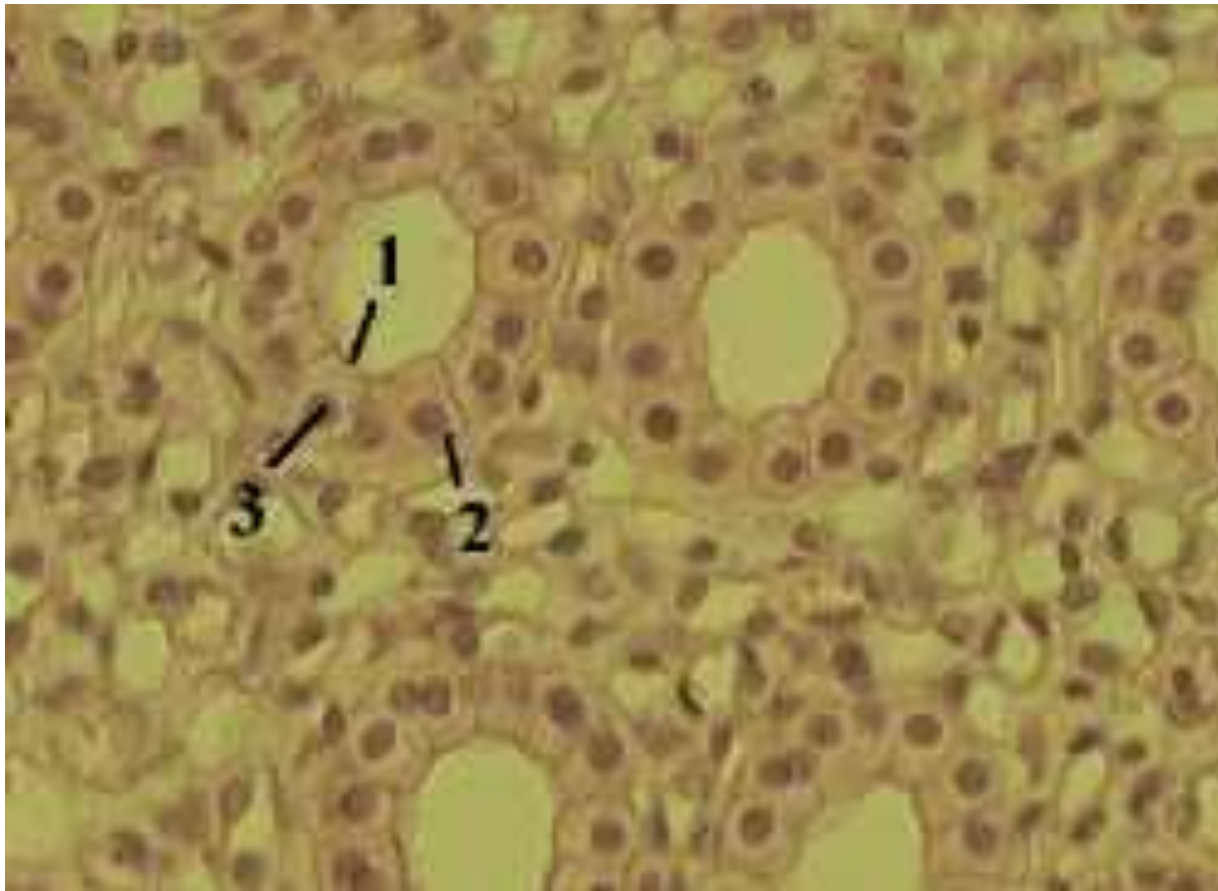
- Клетки **плоского эпителия** тонкие и уплощённые; протоплазматическими связями они плотно соединяются друг с другом. Благодаря этому они не препятствуют диффузии различных веществ в те органы, которые эти клетки выстилают: альвеолы лёгких, стенки капилляров.



Кубический эпителий

- Наименее специализированным из всех является *кубический эпителий*.
- Его клетки, как следует из названия, имеют в поперечном разрезе кубическую форму.
- Этот тип эпителия выстилает протоки многих желёз, а также выполняет секреторные функции внутри них.



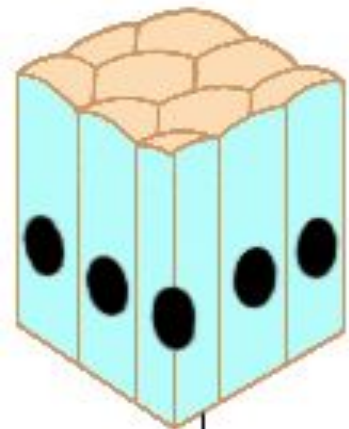


Кубический эпителий канальцев почек.

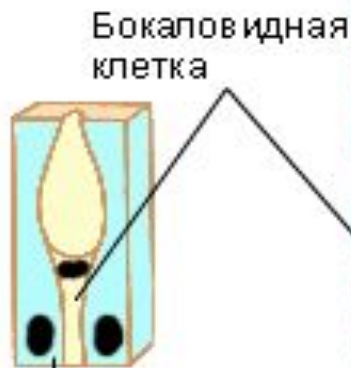
Апикальные поверхности (1) обращены к просвету канальца и имеют "щёточную каёмку" (образованную микроворсинками); базальные части (2) лежат на базальной мембране, не видимой на препарате. Округлые ядра (3) несколько смещены к базальным отделам клеток

Цилиндрический эпителий

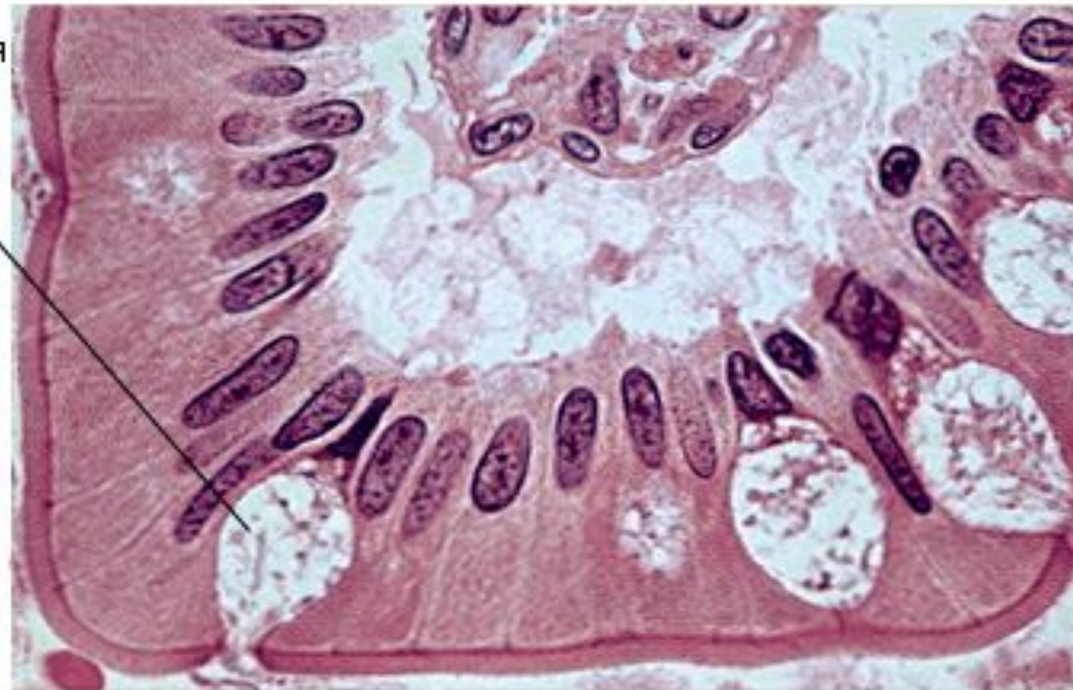
- Высокие и довольно узкие клетки цилиндрической формы
- Разбросанные среди цилиндрических клеток бокаловидные клетки выделяют слизь, защищающую эти органы от самопереваривания, и одновременно создают смазку, помогающую в продвижении пищи.
- На свободной поверхности клеток нередко встречаются микроворсинки, увеличивающие всасывающую поверхность.



Базальная мембрана

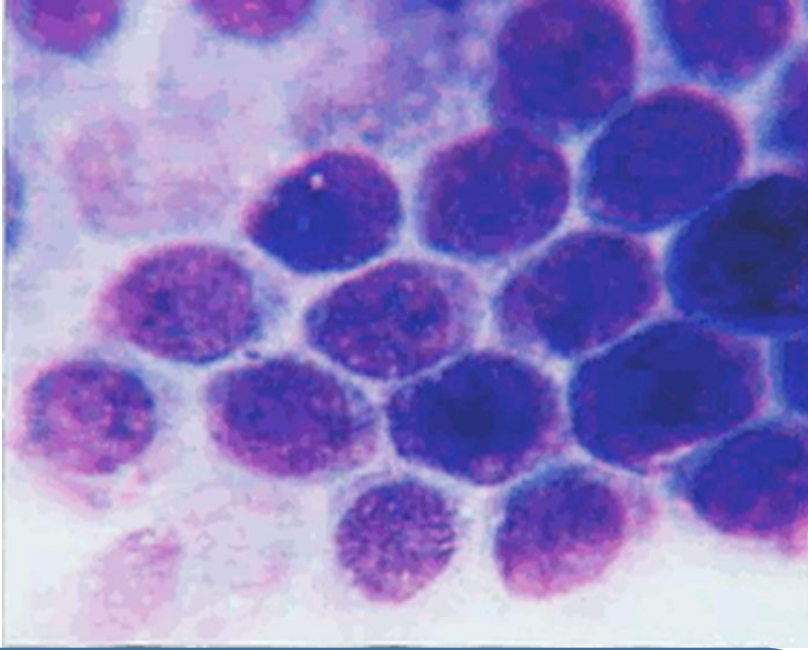


Простой цилиндрический эпителий, поддерживающий бокаловидную клетку

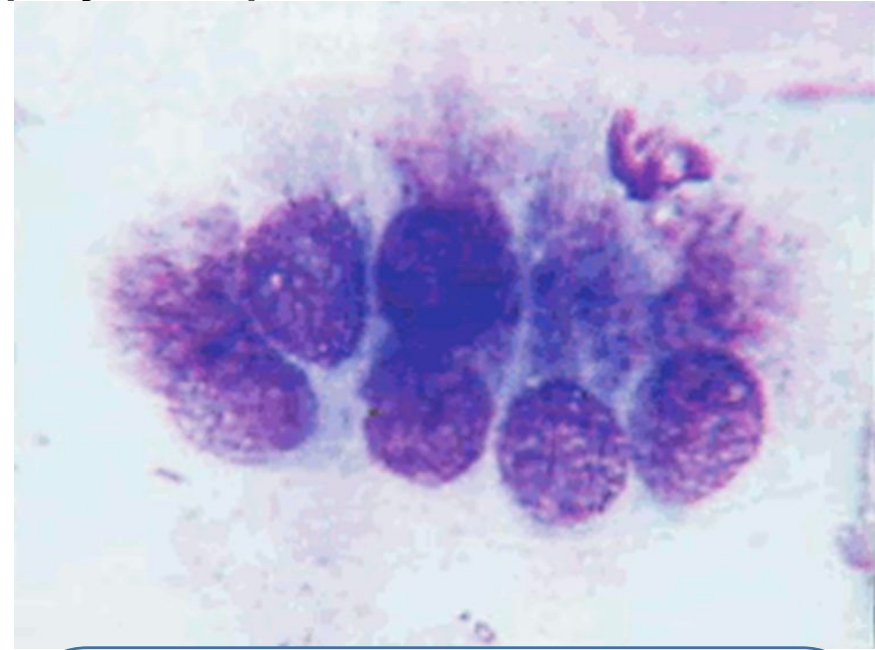


Клетки цилиндрического эпителия

- В норме располагаются небольшими группами, в виде полосок, сотоподобных структур.
- Клетки вытянутой формы, ядра располагаются эксцентрически.
- Могут встречаться "бокаловидные" клетки, цитоплазма в которых растянута слизью, иногда в клетках обнаруживаются гранулы секрета



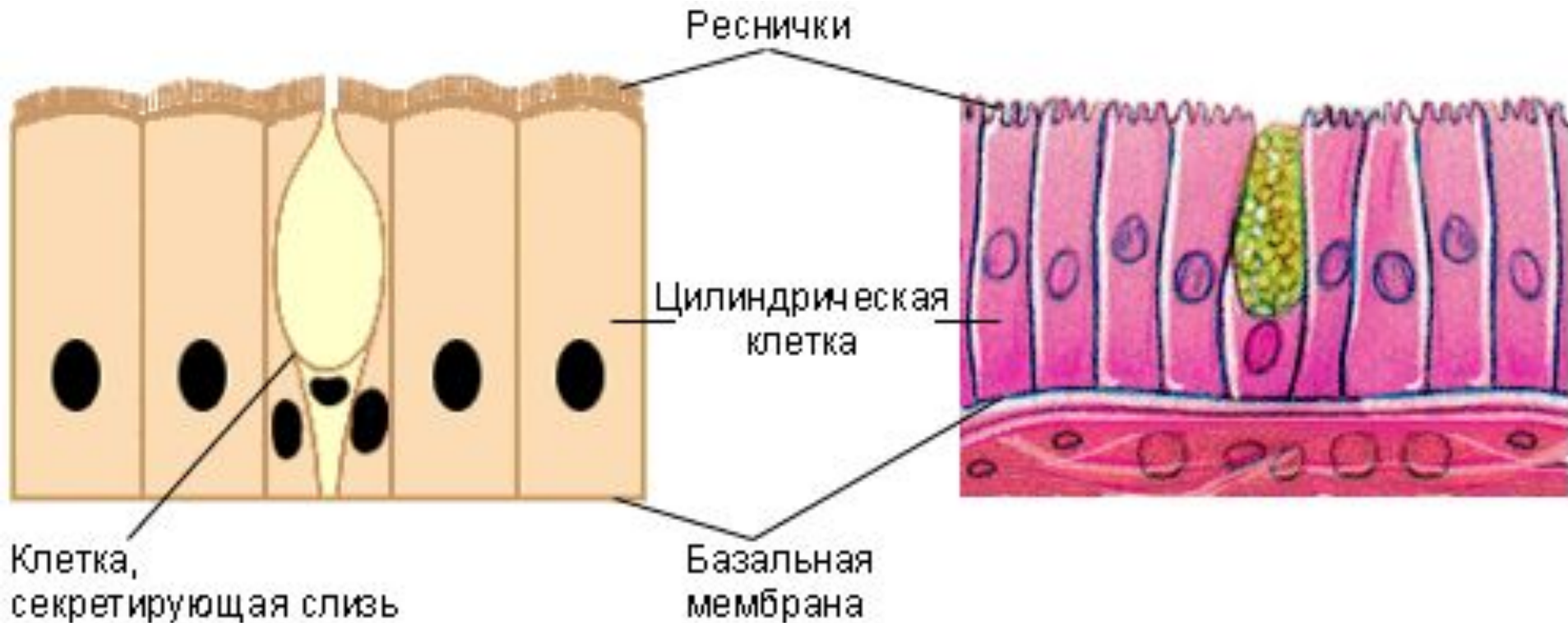
Клетки цилиндрического эпителия в виде сотоподобной структуры. Ядра округлые или овальные, контуры ровные, хроматин распределен равномерно, встречаются мелкие мноморфные ядрышки. Цитоплазма вакуолизированная. Мазок из цервикального канала. Окрашивание по Романовскому



Небольшая группа из клеток цилиндрического эпителия. Ядра овальные, контуры ровные, хроматин зернистый, распределен равномерно. В цитоплазме мелкие гранулы секрета. Мазок из шейки матки. Окрашивание по Романовскому.

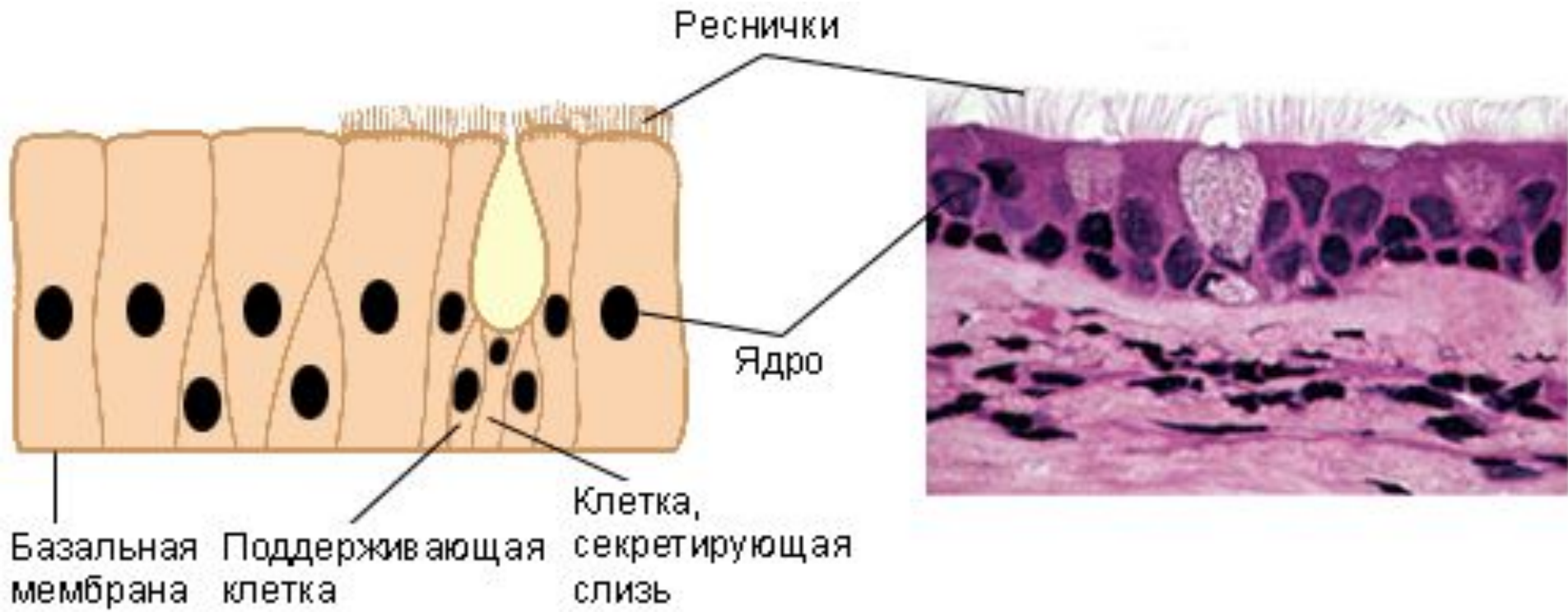
Мерцательный эпителий

- **Мерцательный эпителий** похож на цилиндрический, но несёт на своей поверхности многочисленные реснички. Он выстилает яйцеводы, желудочки головного мозга, спинномозговой канал и дыхательные пути.

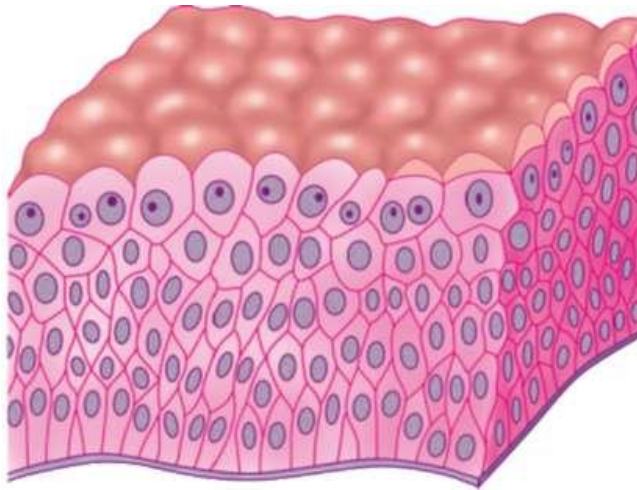


Псевдомногослойный эпителий

- Некоторые клетки псевдомногослойного эпителия не доходят до свободной поверхности, однако все они прикреплены к базальной мембране и образуют таким образом единственный ряд клеток.
- Этот тип ткани выстилает дыхательные и мочевые пути, входит в состав слизистой оболочки обонятельных полостей

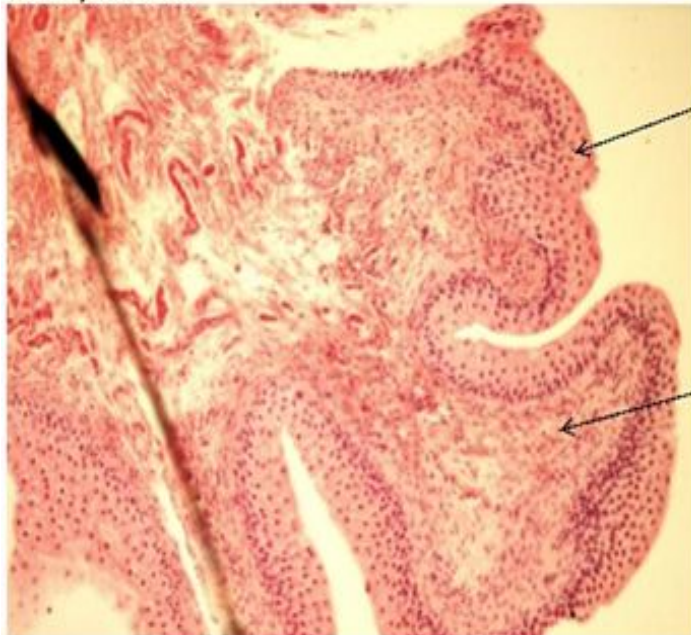


Переходный эпителий мочевого пузыря



- Модифицированный многослойный эпителий
- Состоит из 3-4 слоев одинаковых по величине и форме клеток с уплощенными клетками на поверхности
- Поверхностные клетки не сдуваются, способны менять свою форму при изменении условий (растяжение)
- Толщина его препятствует просачиванию мочи в окружающие ткани

Малое увеличение

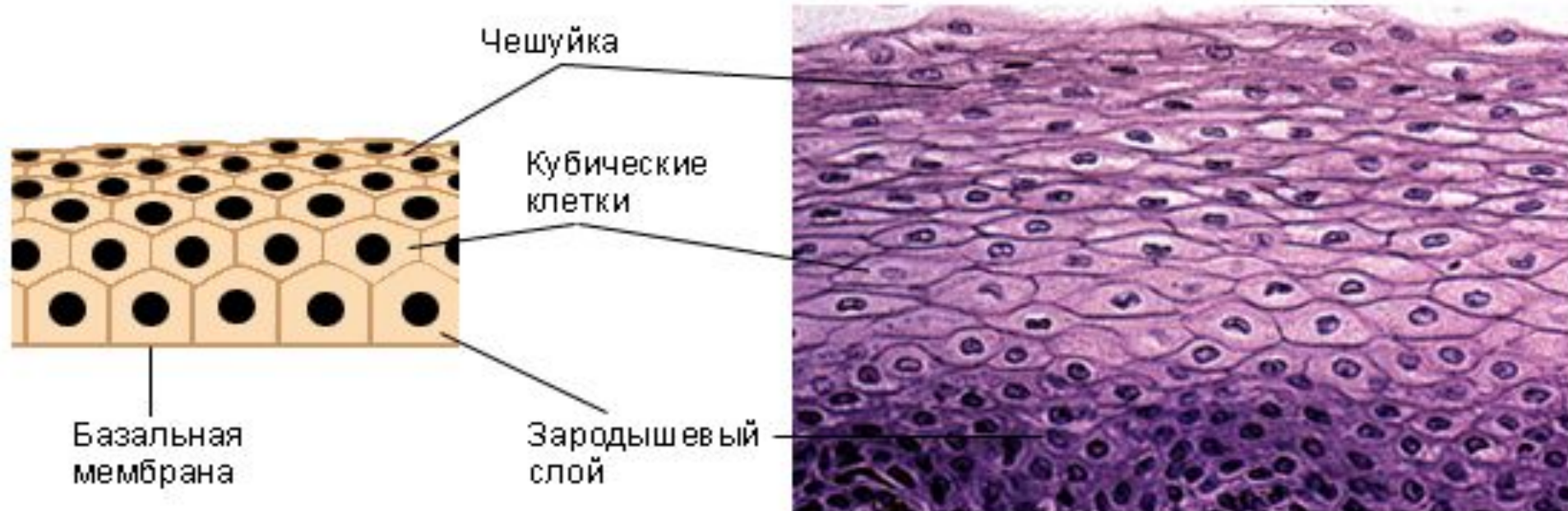


Переходный эпителий,
выстилающий
внутреннюю поверхность
мочевого пузыря

Подлежащая
соединительная
ткань

Истинный многослойный эпителий

- Истинный многослойный эпителий состоит из нескольких слоёв клеток; внутри - кубических, а снаружи – более плоских, называемых чешуйками.
- Толщины этой ткани достаточно, чтобы защитить покрываемые органы от просачивания различных веществ и механических повреждений. Чешуйки могут оставаться живыми (например, в пищеводе, протоках желёз) или ороветь, превратившись в кератин (наружная поверхность кожи, слизистая щёк, влагалище).
- Клетки многослойного эпителия переходного типа (мочевой пузырь, мочеточник) способны растягиваться.



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**