

Цитология. 1 лекция

Лектор – профессор С.Ю.Виноградов

Организм человека – целостная биологическая система, включающая ряд *уровней* структурно-функциональной организации живой материи.

К таким уровням относятся – *клеточный, тканевой, суборганный, органный, системный и организменный.*

Гистология – это **морфологическая наука**. Она является одной из *фундаментальных медико-биологических наук*, которая в микроскопическом диапазоне изучает все *уровни организации живой материи.*

Она закладывает основы *врачебного мышления* (диагностика, лечение, прогнозирование)

Гистология включает *цитологию* (науку о клетке), *эмбриологию* (науку о внутриутробном развитии человека), *общую гистологию* (науку о строении и функции биологических тканей), *частную гистологию* (науку о микроскопическом строении и функции органов).

ЦИТОЛОГИЯ – наука жизнедеятельности клеток (строение, функции, воспроизведение, смерть). В организме человека **200 видов клеток**, а **общее их количество** в организме человека около **10^{13}** .

Значение для медицины:

- все заболевания начинаются с клеточного или субклеточного уровня («скрытый период болезни»)
- **стволовые клетки** – клонирование, клеточные технологии в хирургии, акушерстве, эндокринологии, стоматологии и т.д.
- **диагностика** (мазки, биоптаты, секционный материал)
- действие **лекарств** на клеточном уровне
- **основа** морфологических медико-биологических наук

Клеточная теория (Теодор Шванн, 1837 г)

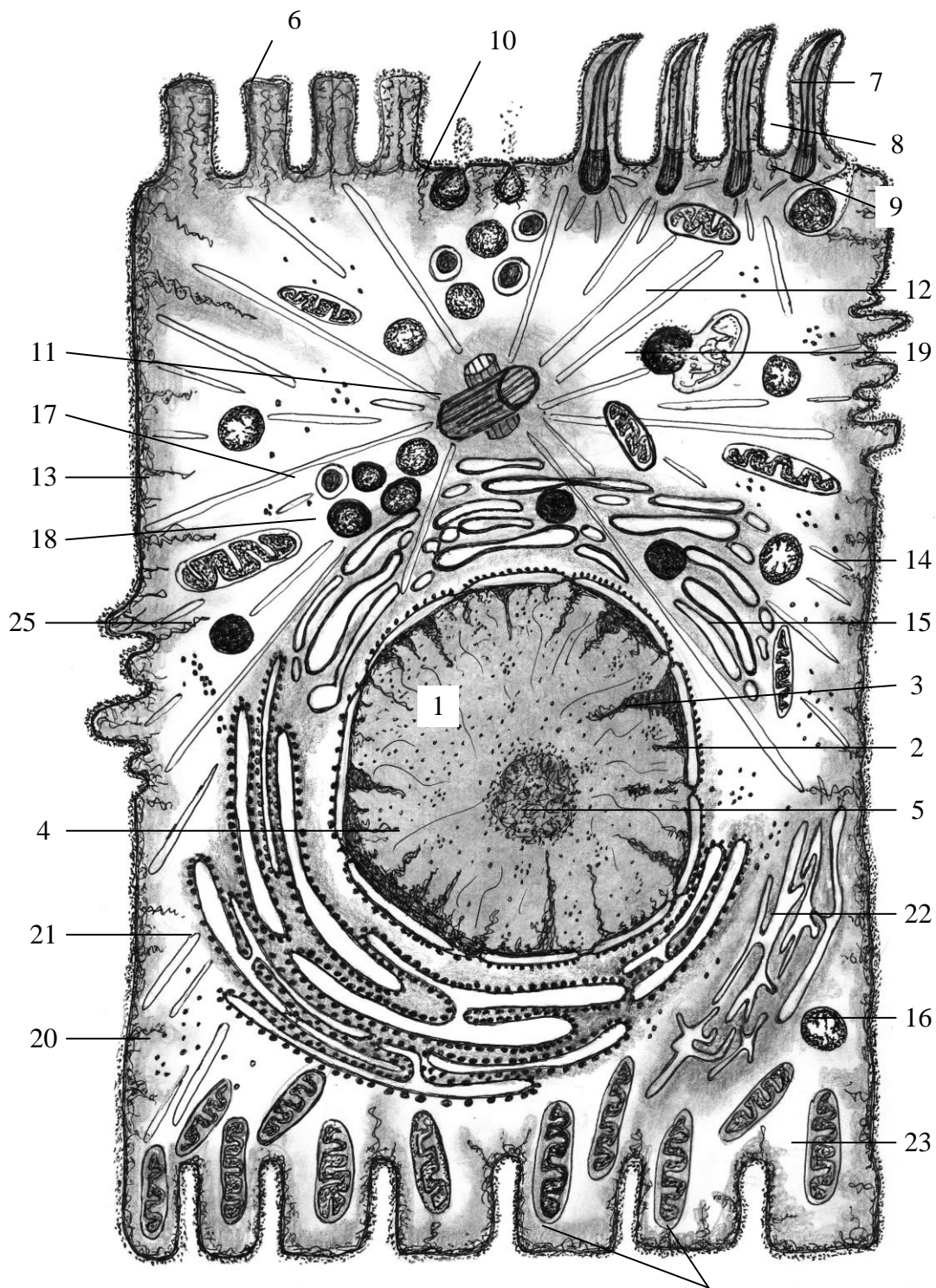
* *Четыре положения:*

***I. Клетка** – элементарная (наименьшая) единица живой материи. *Ниже клетки нет жизни.*
• *Жизнедеятельность клетки* – это генетически управляемый клеточный метаболизм: *анаболизм* (созидание) и *катаболизм* (разрушение). В здоровой клетке эти процессы *уравновешены.*

Морфо-функциональные проявления **жизнедеятельности:**

1. **Рост**
2. **Детерминация** (предопределение развития)
3. **Дифференцировка** (специализация)
4. **Функционирование**
5. **Воспроизведение** (пролиферация, внутрикл. регенерация)
6. **Реактивность** (способ. отвечать)
7. **Адаптация** (спос. приспособл.) и **защита**
8. **Гомеостаз** (относит. структ. постоянство)
9. **Подвижность** (свободн. передвижение и внутриклеточная)
10. **Старение и естест. смерть** (апоптоз)
- запрограммированная смерть

***II. Кл. животных и растительных организмов** имеют одинаковую общую структурную организацию:



24
Рис. 1. Обобщенная схема строения эукариотической клетки: 1 – ядро, 2 – кариолема, 3 – гетерохроматин, 4 – эухроматин, 5 – ядрышко, 6 – микроворсинки, 7 – микрореснички, 8 – аксонема, 9 – базальное тельце, 10 – экзоцитозные пузырьки, 11 – клеточный центр, 12 – микротрубочки, 13 – микрофибриллы и микрофиламенты, 14 – плазмолемма, 15 – комплекс Гольджи, 16 – пероксисомы, 17 – пищеварительные вакуоли, 18 – секреторные гранулы, 19 – аутолизосомы, 20 – рибосомы, 21 – гранулярная эндоплазматическая сеть, 22 – гладкая эндоплазматическая сеть, 23 – митохондрии, 24 – базальная складчатость, 25 – лизосомы.

Биологические (клеточные) мембраны

- Тончайшие жидко-кристаллические биополимерные пленки на границах разделов различных сред.
- Толщина 6–10 нм

•**Основной хим. состав:**

- **бимолекулярный слой липидов** – преимущественно фосфолипиды (сердцевина мембраны)
- **холестерин**
- **глобулярные белки** (встроены в бислою липидов)

Схема – см. учебники и альбом

Мембранная система клетки

- Плазмолемма
- Мембраны органелл и их производных (гранулы)
- Кариолемма

Общие функции в составе мембранной системы

1. Компартиментализация клетки (на отсеки)
2. Избирательная проницаемость (барьерность)
3. Катализ б/х реакций (ферменты встроены или адсорбированы)
3. Рецепторная (восприятие раздражителей по принципу «ключ-замок»)
(*комплементарность*)

Клеточная оболочка (цитолемма)

Общие функции:

- | | |
|--|---|
| 1. Отграничительная | 6. М/кл. контакты |
| 2. Формообразующая | 7. Эндо- и экзоцитозы |
| 3. Защитная
(механическая, иммунологическая) | 8. Барьерная (изб.проницаем.) |
| 4. Рецепторная («ключ-замок») | 9. Эл.- хим. потенциал |
| 5. Двигательная
(свободное и локомоторное передвижение) | 10. Деление |
| | 11. Постоянство внутр. среды
(клеточный гомеостаз) |

Основные структурные части:

- | | |
|---|-----|
| 1. Гликокаликс (надмембранная наружная) | --- |
| 2. Плазмолемма (мембранная срединная) | --- |
| 3. Кортекс (подмембранная внутренняя) | --- |

ГЛИКОКАЛИКС – углеводный надмембранный слой (от 10 нм до 5 мкм)

Он – **посредник** между внешней средой и плазмолеммой

Функции в составе цитолеммы:

1. Иммунная защита клетки (иммунорезистентность)
2. Участие в м/кл. контактах
3. Рецепторная (углеводн. цепи мембранных белков)
4. Адсорбционно – накопительная (БАВ, ферменты, антигены, антитела, токсины)

ПЛАЗМОЛЕММА - биологическая мембрана, *жидкостно – мозаичная модель*

Липидный бислою и холестерин обеспечивают:

1. Компонировку структурной основы цитолеммы (относительную структурную стабильность)
2. Эластичность и пластичность цитолеммы
3. Мобильность мембранных белков
4. Проницаемость: •воды, •электролитов, •микроэлементов. •жирорастворимых в-в (в т.ч.витамины Е,К), •холестерина и стероидных половых гормонов
5. Участие в эндо- и экзоцитозе

Белки (встроены в билипидный слой)

По топографии в плазмолемме:

1. Периферические – встроены в периферические отделы плазмолеммы

- *наружные* – граничат с гликокаликсом (**Е**- периф. белки) – exst.

- *внутренние* – граничат с кортексом (**Р**- периф. белки) - plasm

2. Полуинтегральные – частично прошивают плазмолемму.

- *наружные* - в наружной половине плазмолеммы (**Е** –полуинт. белки)

- *внутренние* - во внутренней половине (**Р** – полуинтегр. белки)

3. Интегральные – трансмембранные, прошивают мембрану «от и до»

4. Подошвенные – соединение интегрального с **Р**-периферическим

Рис.

Функции белков в составе плазмолеммы

1. Иммуноспецифичность («иммунная фотография» клетки)

• Все белки, но в большей части **Е – периферические** (белки *гистосовместимости*)

2. Межклеточные контакты

• **Е-периферические** (адгезионные белки – временные контакты путем адгезий)

• **Е-полуинтегральные** (белки сцеплений – постоянные простые контакты)

• **Интегральные и подошвенные** (заякоряющие белки – постоянные сложные наиболее прочные контакты)

3. Трансмембранный транспорт макромолекул

• **Интегральные** («белки-переносчики»)

4. Рецепция (по принципу комплементарности)

• **Е-полуинтегральные** (они - гликопротеины → углеводные цепи-антенны → гликокаликс)

5. Локомоторная

• **Р-полуинтегральные** (связаны с *опорными* и *сократительными* структурами кортекса и цитоскелета)

6. Защитная иммунологическая

• **Е-периферические** (гамма-глобулины, если их избыток → становятся рецепторами аллергических реакций)

7. Ферментативное примембранное расщепление макромолекул

• **Е-периферические** (литические ферменты → расщепление поверхностной слизи, примембранное пищеварение, уничтожение бактерий)

КОРТЕКС - подмембранная часть плазмолеммы

Входит в комплекс *цитоскелета* (см.далее)

*Состав: 1. **Микротрубочки**] Соединены с

2. **Микрофиламенты**] Р – периф. белками

• **Микротрубочки** - полые цилиндры

Стенка из спирально уложенных нитей опорного белка *тубулина*

• **Микрофиламенты** - *пучки* и *сетчатые* структуры

Построены из сократительного белка *актина*

***Функция – локомоторная:** 1. Поддержание и изменение формы

клетки (они же у цитоскелета)

2. Распределение и перемещение
внутриклет. структур

3. Транспорт веществ в клетку и из нее

4. Свободное движение клетки

5. Участие в межклеточных контактах

ПРОИЗВОДНЫЕ ЦИТОЛЕММЫ (их 6)

1. Псевдоподии – непостоянные выросты

покрытые цитолеммой

- *Функции: 1) свободное передвижение;
2) захват макрочастиц (макрофаг)
3) киллерная функция (лимфоциты)

2. Микроворсинки – постоянные многочисленные

выросты цитоплазмы (+цитолемма) на апикальных полюсах клеток, расположенных пластом

- В *сердцевине* - пучок микрофиламентов (актин)
→ соединен с *кортексом*

- *Функции: 1) создают плато адсорбции ферментов
2) увеличивают площадь клеточной поверхности
(> всасывания продуктов расщепления)

3. Микрореснички – постоянные многочисленные

выросты цитоплазмы (+цитолемма) на апикальных полюсах клеток, расположенных пластом

- В основании каждой: **базальное тельце** – компактно упакованные в виде цилиндра *микротрубочки* $(9 \times 3) + 0$
• В *сердцевине* каждой: **аксонема** – осевая нить из компактных *микротрубочек* $(9 \times 2) + 2$

- *Функции: 1) перемещения \leftrightarrow по поверхности

4. Жгутики – постоянная длинная ресничка у сперматозоида

- *Функция: 1) движение сперматозоида

5. Базальные инвагинации – многочисленные

внедрения (складки) цитолеммы в базальный полюс клетки. Между складками - *митохондрии*

- *Функции: > площади контакта с капиллярами

6. Межклеточные контакты – см. далее

МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ КОНТАКТЫ

I. Временные: свободно существующие клетки (кровь, соединит. тк.)

Взаимодействуют Е-периферические белки (адгезионные)

- *Функции: 1) обмен информацией

2) краткострочные взаимодействия (*цитотоксический эффект* – лимфоциты, *фагоцитоз* – фагоциты)

II. Постоянные: у клеток, формирующих *пласты, слои, синцитии*

- *Функции: 1) структурирующая

- 2) межклеточный транспорт
3) передача биопотенциалов между клетками
4) регуляция митозов («контактное торможение»)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОСТОЯННЫХ КОНТАКТОВ

*Простые и сложные • теснота контакта • сложность организации

I. Простые контакты. Их характеристики:

- сближение (но не слияние) *гликокаликсов*
- сцепление углеводных цепей *Е-полуинтегр. белков*
- между плазмолеммами 15 – 20 нм

Рис.

Типы: 1. «Замок»

2. Интердигитационный

Рис.

Рис

II. Сложные: - более *тесные* и *прочные* со специальными устройствами

Типы: 1. *Сцепляющие (буферные)*

2. *Коммуникационные (целевые, nexus)*

3. Запирающие (плотные)
4. Синаптические окончания

1. Сцепляющие контакты.

Их характеристики:

- слияние *наружных* частей *гликокаликсов*
- между плазмолеммами 10 – 15 нм
- сцепление углеводных цепей *подошвенных белков*
- участие микротрубочек кортекса (*монофибриллы*)

Разновидности сцепляющих контактов:

1. Десмосома

Рис.

2. Полудесмосома

Рис.

2. Коммуникационные контакты (щелевые, нексусы).

Рис

Их характеристики:

- слияние $\frac{3}{4}$ *гликокаликсов* (*почти полное*)
- между плазмолеммами *нанощель* 2-3 нм
- слияние противоположных *интегральных белков* → *коннексоны* (*коммуникационные каналы*) → (f)перенос ионов

3. Запирающие контакты (плотные).

Рис

Их характеристики:

- полное слияние *гликокаликсов*
- частичное слияние *E-зон плазмолемм*
- сцепление противоположных *P- полуинтегр. белков* → *окклюдины* («застежка-липучка»)

Препятствуют току межклеточной

жидкости → ограничивают *межклеточные каналы*

Комплексное соединение клеток всеми типами контактов

Транспортные функции цитолеммы (3 осн. разн.)

I. Пассивный трансмембранный перенос (диффузия) – перенос в клетку (или из нее) *низкомолекулярных* диссоциированных веществ без затраты энергии АТФ по градиентам концентрации.

Это: вода, электролиты, глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты.

II. Активный трансмембранный перенос – перенос в клетку

(или из нее) короткоцепотчатых полимеров (*гормонов*) либо низкомолекулярных веществ с помощью «молекул-переносчиков» с затратой энергии АТФ против градиентов концентрации

III. Макромолекулярный и корпускулярный транспорт. Энергоемкий процесс

1. Эндоцитоз; 2. Экзоцитоз; 3. Трасцитоз

Эндоцитоз - поглощение

1. Фагоцитоз – перенос крупных частиц (корпускул) в т.ч. *бактерий*

2. Пиноцитоз – перенос жидкостей

Рис

3. Атроцитоз - перенос коллоидов

Фазы: 1. Адсорбция в гликокаликсе

2. Инвагинация цитолеммы

3. Формировании *эндосомы*

(отшнуровка инвагината →

фагосома, пиносома, атросома)

4. Формирование *пищеварительной*

вакуоли (подход к *эндосоме лизосом*

→ впрыскивание литических ферментов)

5. Внутриклеточное пищеварение

Кооперация основных клеточных структур: цитолемма, цитоскелет•лизосомы•к.Г•митохондрии•рибосомы•ядро(программа)

Экзоцитоз – выведение

- Фазы:** 1. Формиров. в компл. Гол. мембранного **транспортного пузырька** (син. *экзоцитозный пузырек, секр.гранула*)
2. Приближение гранулы к кортексу
 3. Слияние мембраны гранулы с плазмолеммой
 4. Выброс секрета (**экструзия**)
 5. Регенерация (восстановление, «заштопывание») плазмолеммы

Кооперация основных клеточных структур: компл, Гольджи, цитолемма, цитоскелет, митохондрии, ядро (программа)

Трансцитоз - интеграция эндо- и экзоцитоза

Поглощение на одном полюсе клетки и выведение на другом.

(*пример: эндотелий, кишечн.эпит.*)

Транспортные функции цитолеммы (экзо-,эндо-трансцитоз) связаны с двумя постоянными процессами **расходыванием и восполнением мембран («мембранный конвейер»)**

Мембранолизис (катаболизм) – разрушение изношенных мембран аутолизосомами

Мембраногенез (анаболизм) – внутриклеточное **восстановление и новообразование мембран** (•белки – свободн. рибосомы, гр.ЭПС; •углеводы и жиры - гл.ЭПС; •сборка – к. Г программа – ядро)

Клеточная рецепция – способность клеточных структур «узнавать» молекулы - раздражители (**лиганды**) с помощью мембранных рецепторов по принципу **комплементарности**.

•**Цель:** индуцировать изменения **клеточного метаболизма** и стимулировать **ответные клеточные реакции**

- Лиганды:**
- | | |
|--------------|--|
| 1. Гормоны | 6. Кейлоны (угнетение митозов) |
| 2. Медиаторы | 7. Клеточные адгезионные факторы (КАФ) – стим.сцепление клеток |
| 3. Ферменты | 8. Лекарственные в-в |
| 4. Антигены | и др. |
| 5. Антитела | |

•**Мембранные (клеточные) рецепторы** - это специализированные белки в составе мембран (**цитолемма, мембранные органеллы, кариолемма**)

Наиболее многочисленны **на цитолемме (Е-полуинтегральные белки)**

Этапы рецепции

1. Адсорбция **лиганда** на **гликокаликсе**
2. **Комплементарное** соединение лиганда с рецептором («ключ зажигания»)
3. Активизация (угнетение) внутриклеточных **циклических ферментных систем** (*системы-регуляторы метаболических реакций*)
4. Изменение интенсивности **процессов жизнедеятельности** клетки (см.начало лекции)