Мембранный транспорт

Кодификатор ЕГЭ: 2.2, 2.3 · Линии ЕГЭ: 5-7, 22, 23 · kursteam.ru/teoriya/tsitologiya/membrannyy-transport

КОРОТКО

- Основа мембраны - двойной слой фосфолипидов: гидрофильные головки наружу, гидрофобные хвосты внутрь. В бислой погружены белки, снаружи у животных клеток - гликокаликс.
- Свойства мембраны: текучесть, способность к самозамыканию и полупроницаемость - одни вещества она пропускает, другие нет.
- Пассивный транспорт идёт по градиенту концентрации без затрат АТФ: диффузия, осмос, облегчённая диффузия через белки-каналы.
- Активный транспорт идёт против градиента с затратой АТФ: натрий-калиевый насос, эндоцитоз (фагоцитоз и пиноцитоз), экзоцитоз.
- В гипертоническом растворе клетка теряет воду: у растений протопласт отходит от клеточной стенки - плазмолиз. В гипотоническом вода входит в клетку: растительная набухает до тургора, животная может лопнуть.

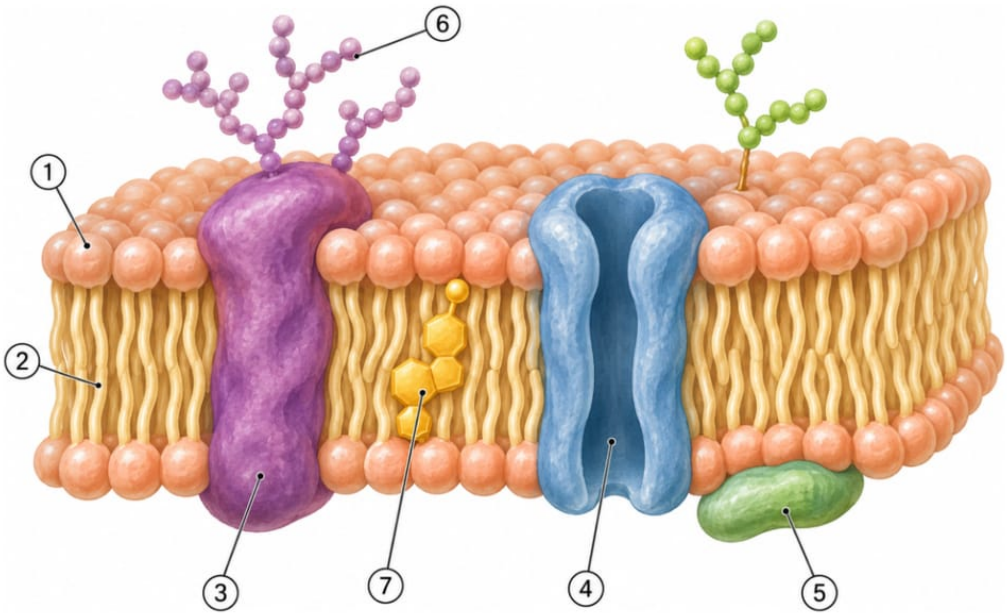
Строение плазматической мембраны

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Плазматическая мембрана (плазмалемма)

Наружная мембрана клетки, отделяющая её содержимое от внешней среды. Основа - двойной слой (бислой) фосфолипидов, в который погружены белки.

У каждого фосфолипида есть **гидрофильная головка** (остаток фосфорной кислоты) и два **гидрофобных хвоста** (остатки жирных кислот). В воде такие молекулы сами собираются в двойной слой: головки смотрят наружу, к воде, а хвосты спрятаны внутрь, друг к другу. Гидрофобная середина мембраны и есть главный барьер: водорастворимые вещества через неё сами пройти не могут.



1 - Гидрофильная головка фосфолипида
2 - Гидрофобные хвосты
3 - Интегральный (трансмембранный) белок
4 - Белок-канал
5 - Периферический белок
6 - Гликокаликс (углеводы)
7 - Холестерин

Жидкостно-мозаичное строение мембраны: белки «плавают» в липидном бислое.

Белки мембраны:

- **интегральные** - пронизывают мембрану насквозь; образуют каналы, переносят вещества и ионы, работают как ферменты и рецепторы;
- **периферические** - сидят на поверхности или погружены частично; в основном ферментативная функция.

Снаружи мембраны **животных** клеток лежит **гликокаликс** - слой углеводов, связанных с белками и липидами. Его функции: рецепция (узнавание сигналов), распознавание «своих» и «чужих» клеток, межклеточные контакты. **Холестерин** в бислое придаёт мембране животных клеток жёсткость. У растений, грибов и бактерий поверх мембраны лежит клеточная стенка - у неё нет гликокаликса и избирательной проницаемости, только поры.

Свойства мембраны

1. **Текучесть.** Липиды и белки не закреплены - мембрана ведёт себя как густая жидкость, её компоненты перемещаются в слое.
2. **Способность к самозамыканию.** Края мембраны сами смыкаются - поэтому клетка может делиться, отшнуровывать и сливать пузырьки.
3. **Полупроницаемость (избирательная проницаемость).** Мембрана пропускает одни вещества и задерживает другие: малые неполярные молекулы проходят свободно, ионы и крупные молекулы - только через белки.

Функции мембраны: барьерная, транспортная, рецепторная, межклеточные контакты; у животных клеток - фагоцитоз и пиноцитоз.

Пассивный транспорт

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Пассивный транспорт

Перенос веществ по градиенту концентрации - из области большей концентрации в область меньшей - без затрат энергии АТФ.

- **Диффузия** - прямое проникновение через липидный бислой. Так проходят газы (O_2, CO_2) и жирорастворимые (гидрофобные) вещества: липиды, жирорастворимые витамины, спирты.
- **Осмос** - диффузия **воды** через полупроницаемую мембрану: вода идёт туда, где концентрация растворённых веществ выше (то есть «в сторону соли»).
- **Облегчённая диффузия** - перенос через белок-канал или белок-переносчик, но тоже по градиенту и без АТФ. Так в клетку входят глюкоза, аминокислоты, ионы.

Активный транспорт

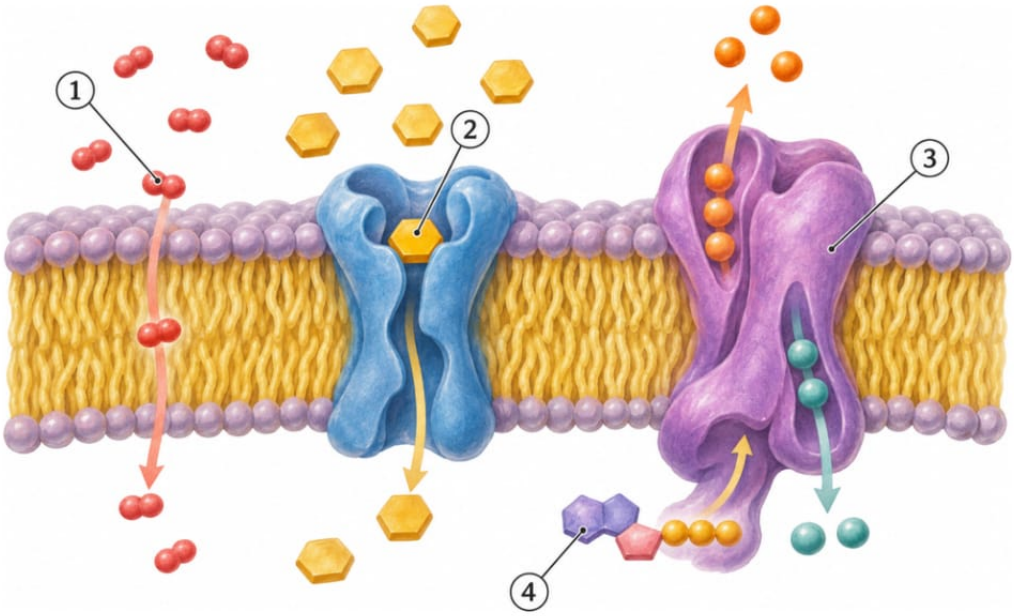
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Активный транспорт

Перенос веществ против градиента концентрации - из области меньшей концентрации в область большей - с затратой энергии АТФ.

- **Натрий-калиевый насос (Na^+/K^+-насос)** - интегральный белок, который выкачивает ионы Na^+ из клетки и закачивает ионы K^+ внутрь. Насос поддерживает разность концентраций ионов - основу мембранного потенциала и возбудимости нервных и мышечных клеток.
- **Эндоцитоз** - захват веществ мембранным пузырьком: мембрана прогибается или образует выросты, окружает порцию вещества и отшнуровывает пузырёк внутрь клетки. Захват твёрдых частиц и клеток - **фагоцитоз** (так питается амёба и работают лейкоциты-фагоциты), захват капель жидкости - **пиноцитоз**.
- **Экзоцитоз** - выведение веществ из клетки: пузырёк (например, везикула аппарата Гольджи с ферментом или гормоном) сливается с мембраной, и содержимое оказывается снаружи.

Эндо- и экзоцитоз возможны благодаря текучести и самозамыканию мембраны. Клеткам с клеточной стенкой (растения, грибы, бактерии) фагоцитоз недоступен: жёсткая стенка не даёт мембране образовать вырост.



1 - Диффузия: O_2 проходит прямо через липидный бислой **2** - Облегчённая диффузия: глюкоза идёт через белок-переносчик

3 - Натрий-калиевый насос: Na^+ наружу, K^+ внутрь **4** - АТФ - источник энергии активного транспорта

Главное отличие: пассивный транспорт идёт по градиенту без АТФ, активный - против градиента с затратой АТФ.

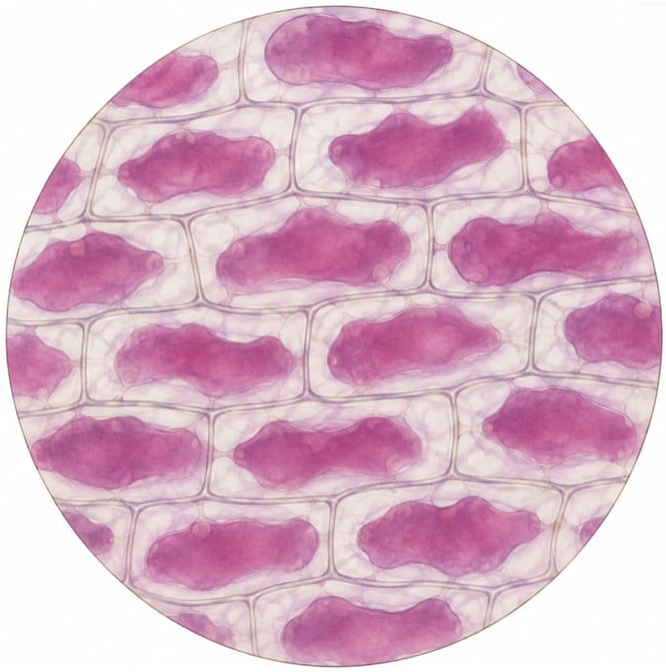
Вид транспорта	Направление	АТФ	Примеры
Диффузия	по градиенту	не тратится	O_2, CO_2, липиды, спирты
Осмос	по градиенту (вода)	не тратится	вода в корневых волосках
Облегчённая диффузия	по градиенту, через белок	не тратится	глюкоза, аминокислоты, ионы
Na^+/K^+-насос	против градиента	тратится	Na^+ наружу, K^+ внутрь
Эндоцитоз (фаго-, пиноцитоз)	в клетку, пузырьком	тратится	питание амёбы, фагоциты
Экзоцитоз	из клетки, пузырьком	тратится	секреция ферментов, гормонов

Тургор, плазмолиз и растворы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Тургор

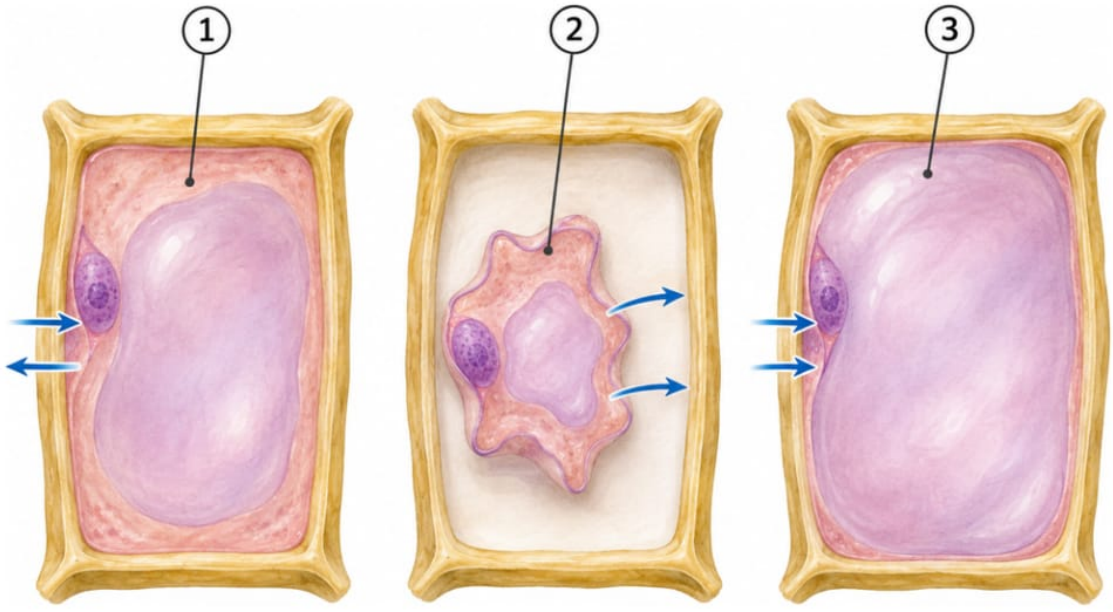
Давление содержимого клетки на клеточную стенку (мембрану), возникающее из-за осмотического поступления воды. Тургор держит форму клеток; когда он падает, растение вянет.



Плазмолиз в клетках кожицы лука: вода вышла из вакуолей, протопласт отошёл от клеточной стенки.

Судьба клетки зависит от того, в каком растворе она оказалась:

- **изотонический раствор** - концентрация солей как в клетке: сколько воды вошло, столько вышло, клетка не меняется;
- **гипертонический раствор** - солей больше, чем в клетке: вода выходит из клетки;
- **гипотонический раствор** (и дистиллированная вода) - солей меньше: вода входит в клетку.



1 - Изотонический раствор: клетка без изменений

2 - Гипертонический раствор: вода выходит, протопласт отходит от стенки - плазмолиз

3 - Гипотонический раствор: вода входит, клетка в состоянии тургора

Одна и та же клетка в трёх растворах. Стрелки - куда идёт вода.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Плазмолиз

Отделение протопласта (мембраны с цитоплазмой) от клеточной стенки при потере воды в гипертоническом растворе. Обратный процесс при возвращении в воду - деплазмолиз.

Плазмолиз возможен **только у клеток с клеточной стенкой**. Животная клетка в гипертоническом растворе сморщивается целиком, а в гипотоническом - набухает и может лопнуть, потому что стенки, сдерживающей её, нет. Эритроциты в дистиллированной воде разрушаются именно так.

ЗАПОМНИ

В заданиях «экспериментатор поместил клетки в раствор» рассуждай в два шага: 1) сравни концентрации и реши, куда пойдёт вода; 2) следи, что меняется только количество воды. Объём клетки и концентрация веществ в ней меняются, а **число органоидов, рибосом, хромосом не меняется**.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 2 - мысленный эксперимент.** «Кожицу лука поместили в раствор соли: как изменятся объём протопласта и толщина клеточной стенки?» Ответ: объём уменьшится (вода вышла), толщина стенки не изменится. «Клетки печени в дистиллированной воде» - объём увеличится, концентрация солей в клетке уменьшится. «Каплю воды нанесли на плазмолизированные клетки» - объём цитоплазмы увеличится (деплазмолиз), число рибосом не изменится.
- **Линия 5-6 - рисунок мембраны.** «Каким номером обозначено вещество гликокаликса» (углевод), «что образует барьер» (фосфолипидный бислой), «что переносит ионы» (белок). Помни, из чего состоит каждый компонент: белок - из аминокислот, гликокаликс - из моносахаридов, фосфолипид - головка и два хвоста.
- **Линия 7 - выбор трёх.** Признаки мембраны: фосфолипиды, билипидный слой, полупроницаемость, текучесть, диффузия газов, фагоцитоз (у животных). Лишнее подсовывают из других тем: целлюлоза, РНК, пептидные связи, фотолиз воды, синтез белка.
- **Линии 22-23 - эксперимент с плазмолизом**: назвать явление, объяснить причину через осмос, указать роль клеточной стенки, сравнить с животной клеткой.

Ключевые слова: бислой, гидрофильный, гидрофобный, интегральный белок, гликокаликс, полупроницаемость, осмос, облегчённая диффузия, натрий-калиевый насос, эндоцитоз, фагоцитоз, пиноцитоз, экзоцитоз, тургор, плазмолиз, деплазмолиз, гипертонический раствор.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Осмос - движение воды, а не солей. Вода идёт в сторону большей концентрации солей. Сами соли через мембрану свободно не проходят.

ЛОВУШКА ЕГЭ

В гипертоническом растворе объём клетки уменьшается, а концентрация солей в цитоплазме увеличивается. Воды стало меньше, а количество растворённых веществ в клетке осталось прежним - значит, раствор внутри стал «крепче».

ЛОВУШКА ЕГЭ

Число рибосом и других органоидов при плазмолизе не меняется. Вода уходит и приходит, а органоиды никуда не деваются. Меняются только объёмы и концентрации.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Эндоцитоз и экзоцитоз - активный транспорт. Хотя пузырёк может двигаться «по градиенту», перестройка мембраны всегда требует затрат АТФ.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Облегчённая диффузия - пассивный транспорт. Белок-канал лишь помогает веществу пройти по градиенту, АТФ не тратится. Не путай с насосом, который работает против градиента.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Na^+ - наружу, K^+ - внутрь. Натрий-калиевый насос выкачивает натрий из клетки и закачивает калий в клетку, а не наоборот.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Фагоцитоза нет у клеток с клеточной стенкой - у растений, грибов, бактерий. Поэтому гликокаликс и фагоцитоз - признаки животной клетки.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Кусочки эпидермиса лука поместили в крепкий раствор соли. Назови наблюдаемое явление и объясни его. Можно ли увидеть то же у животных клеток?

1. Наблюдается плазмолиз - отделение протопласта от клеточной стенки.
2. Раствор гипертонический: концентрация солей снаружи выше, чем в клетке.
3. Вода выходит из клетки путём осмоса, объём протопласта уменьшается, тургорное давление падает.
4. Чем концентрированнее раствор, тем сильнее плазмолиз.
5. У животных клеток плазмолиза не бывает: у них нет клеточной стенки, поэтому клетка просто сморщивается.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Клетки печени поместили в дистиллированную воду. Что с ними произойдёт и почему?

1. Дистиллированная вода - гипотоническая среда: концентрация солей в клетках выше, чем снаружи.
2. Вода путём осмоса поступает в клетки - их объём увеличивается, концентрация солей в цитоплазме уменьшается.
3. Клеточной стенки у животных клеток нет, поэтому при избытке воды мембрана может разорваться, и клетки разрушатся.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Эксперимент: кусочки эпидермиса помещают в растворы соли разной концентрации и считают плазмолизированные клетки. Назови переменные и предложи контроль

- Независимая переменная (её задаёт исследователь) - концентрация раствора соли.
- Зависимая переменная (её измеряют) - доля клеток с плазмолизом.
- Остальные условия одинаковы: вид растения и ткань, температура, время выдержки.
- Отрицательный контроль - такой же кусочек эпидермиса в изотоническом растворе (или воде): плазмолиза нет, значит, явление вызвано именно гипертоническим раствором.

Проверь себя

1. Почему кислород проходит через мембрану свободно, а глюкоза - нет?

Ответ: O_2 - маленькая неполярная молекула, она диффундирует прямо через липидный бислой. Глюкоза крупная и гидрофильная - ей нужна облегчённая диффузия через белок-переносчик.

2. Как работает натрий-калиевый насос?

Ответ: Белок мембраны с затратой энергии АТФ выкачивает ионы Na^+ из клетки и закачивает ионы K^+ в клетку - против градиентов концентрации.

3. Что произойдёт с клеткой кожицы лука в крепком растворе соли?

Ответ: Раствор гипертонический: вода выйдет из клетки осмосом, объём протопласта уменьшится, и он отойдёт от клеточной стенки - плазмолиз. Концентрация солей в цитоплазме при этом вырастет.

4. Почему плазмолиз нельзя увидеть у животных клеток?

Ответ: У животных клеток нет клеточной стенки - отслаиваться нечему. В гипертоническом растворе такая клетка просто сморщивается.

5. Чем экзоцитоз отличается от диффузии по затратам энергии?

Ответ: Экзоцитоз и эндоцитоз - активные процессы, идут с затратой АТФ и перестройкой мембраны. Диффузия - пассивный транспорт, энергия не тратится.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/tsitologiya/membrannyy-transport

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.