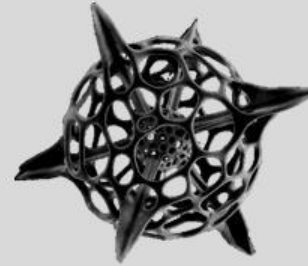
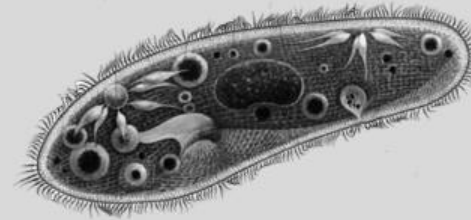
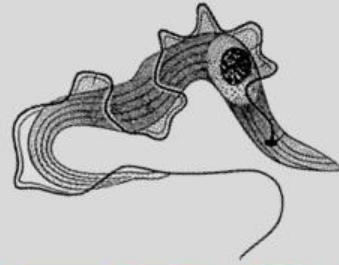


PROTISTA



ПРОТИСТЫ

Особая группа ядерных организмов (эукариот) на клеточном уровне организации. Их клетка полифункциональна в отличие от специализированных клеток многоклеточных и автономно существует во внешней среде. Для представителей этой группы характерно наличие внутренних мембранных структур - органелл

Приурочены к жидкостной среде обитания и населяют пресные воды, морские водоемы, обитают в жидкостной фазе почвы, часть видов использует как место обитания другие организмы.

Общее количество видов около 92 тысяч

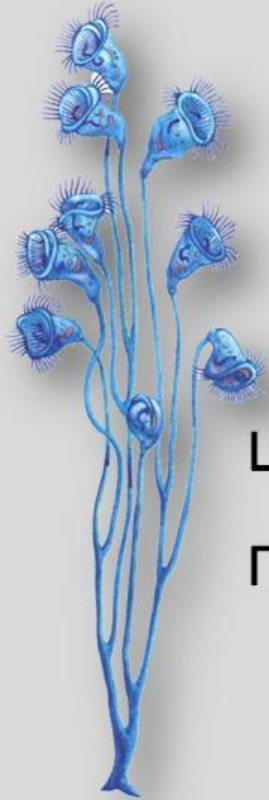
В настоящее время считается оправданным выделение около 20 самостоятельных типов протистов



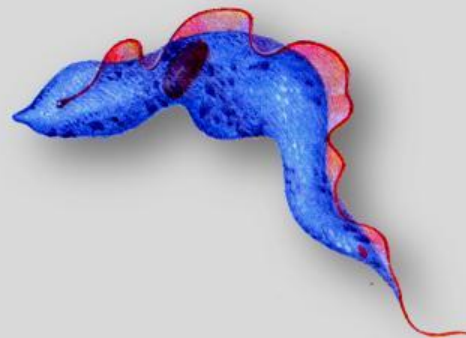
У протистов проявляются разные типы организации, отличающиеся устройством поверхностных структур клетки, особенностями строения цитоскелета, устройством органоидов передвижения, типами питания, ядерным аппаратом, размножением, наличием каких-либо особых органоидов

Простейшие в отечественных учебниках зоологии

PROTOZOA



царство **ANIMALIA** (Животные)
подцарство **Protozoa** (Простейшие
или одноклеточные животные)



Общая характеристика PROTOZOA

- ✓ Строение клетки простейших характеризуется всеми основными признаками клеточного строения эукариот.
- ✓ Клетка простейших типична для эукариотных организмов и состоит из клеточной мембраны (плазмолеммы), цитоплазмы, в которой находятся одно или несколько ядер.
- ✓ Цитоплазма ограничена снаружи билипидной мембраной, на поверхности которой располагается надмембранный слой гликокаликса (состоящего из углеводов). В цитоплазме простейших различают наружный, более прозрачный и плотный слой – эктоплазму и внутренний, зернистый слой – эндоплазму. В эндоплазме сосредоточены все основные органеллы клетки: ядро, митохондрии, рибосомы, лизосомы, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи и др.
- ✓ У простейших имеются особые органеллы: опорные и сократительные фибриллы, пищеварительные и сократительные вакуоли и др.
- ✓ У простейших можно выделить особые функциональные комплексы органелл, которые соответствуют системам органов и тканей многоклеточных.

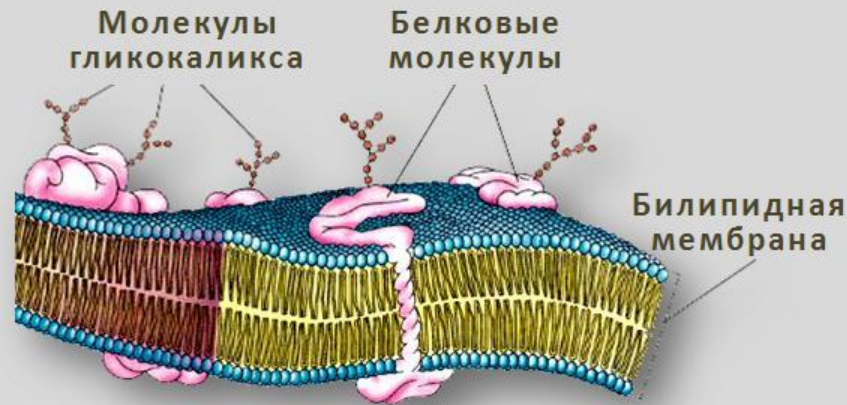
Строение клетки простейших

Покровные структуры

Основная структура поверхности клетки простейших – плазмалемма

(синонимы: цитоплазматическая или плазматическая мембрана, цитолема)

Плазмолемма — оболочка клетки, ограничивающая ее внутреннюю среду и обеспечивающая взаимодействие клетки с внеклеточной средой (присутствует у всех клеточных организмов).



Плазмалемма состоит на 40 % из липидов, на 5-10 % из углеводов (в составе гликокаликса), и на 50-55 % из белков. Эти вещества образуют следующие структуры:

1. двойной слой липидных молекул (билипидная мембрана), в который местами включены молекулы белков;

2. надмембранный слой — гликокаликса, структурно связанного с белками и липидами билипидной мембраны;

3. в некоторых клетках многоклеточных и у многих простейших имеется подмембранный слой.

Гликокаликс — поверхностный слой животных клеток, который выполняет функцию непосредственной связи клеток животных с внешней средой и со всеми окружающими ее веществами.

Многие простейшие обладают дополнительными надмембранными и субмембранными структурами

Надмембранные структуры — продукты выделения цитоплазмы. Они могут иметь разный химический состав (целлюлоза, хитин, соли кремния и т.д.), структуру и строение (чешуйки, раковины).



Субмембранные структуры обычно представляют собой элементы цитоскелета, формирующегося из цитоплазмы.

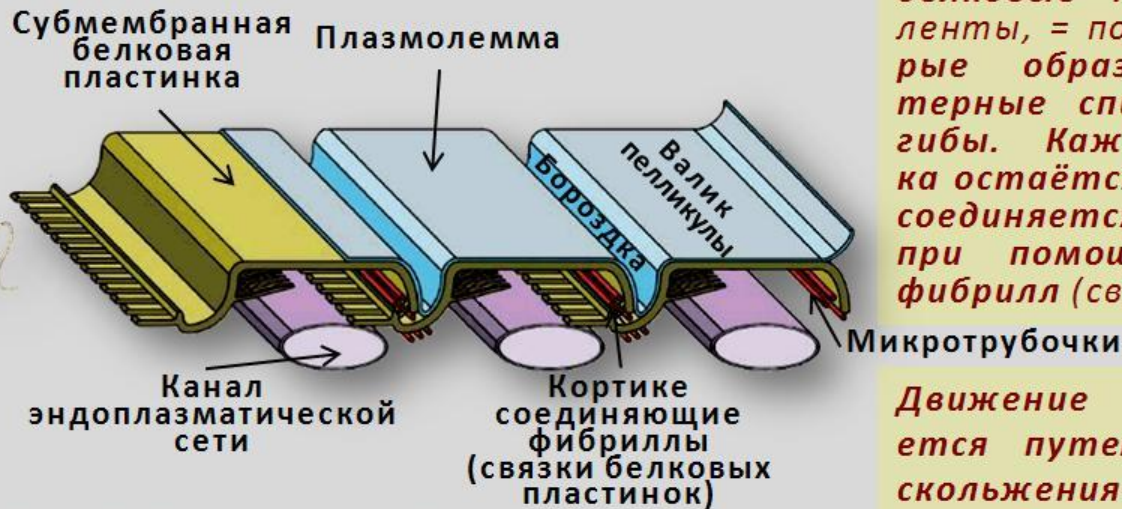
Наличие субмембранного уплотнённого слоя позволяет клеткам сохранять определённую форму. Традиционно опорные субмембранные образования называют ПЕЛЛИКУЛОЙ.

В последнее время субмембранный цитоскелет образованный микротрубочками обозначают, как ТУБУЛЕММА. К СОБСТВЕННО ПЕЛЛИКУЛЕ относят субмембранный цитоскелет образованный плоскими мембранными альвеолами. У ряда простейших существуют и другие специализированные субмембранные структуры.

Простейшие, у которых имеется только плазмолема (мембранные структуры отсутствуют) способны в широких пределах менять форму своей клетки.



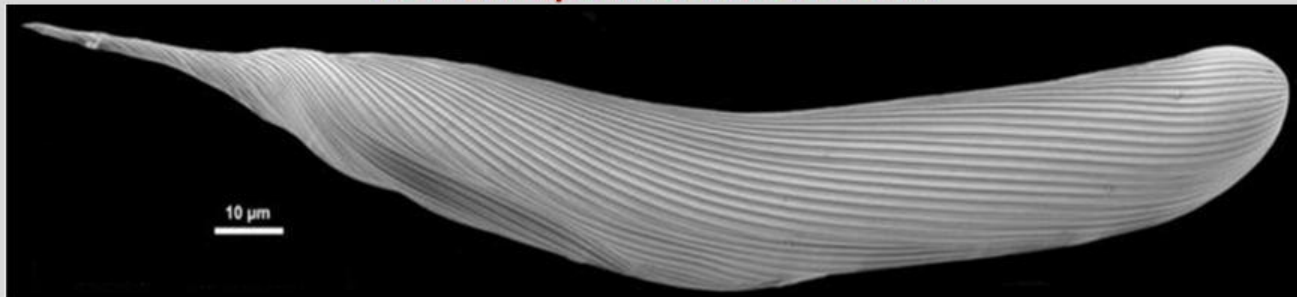
Пелликула эвгленовых



У эвгленовых под плазмолеммой расположены белковые пластинки (= ленты, = полоски), которые образуют характерные спиральные изгибы. Каждая пластинка остаётся свободной и соединяется с соседними при помощи коротких фибрилл (связок)

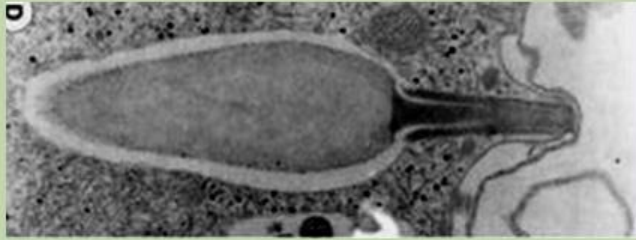
Движение осуществляется путем активного скольжения субмембранных белковых пластин относительно друг друга

Ультраструктура поверхности клетки некоторых эвгленовых

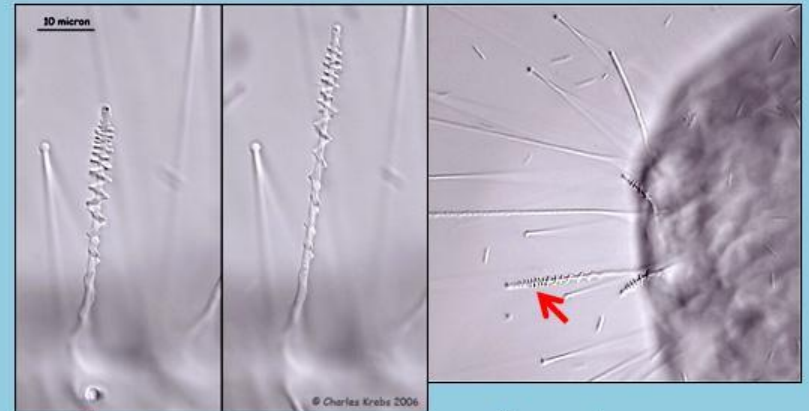


Экструсомы

В клетках ряда протистов находятся особые субмембранные структуры – экструсомы. Они имеют вид капсул с оформленным содержимым, которое может выстреливаться наружу при раздражении простейшего, что представляет собой защитную реакцию или реакцию нападения.



трихоциста инфузории-туфельки



Экструсомы сосущей инфузории

Выделяют несколько типов экструсом

Трихоцисты. У инфузории - туфельки их насчитывается до 6-8 тысяч. Они представляют собой плотно упакованную сеть из белковых филаментов. Выстреливая, трихоциста образует длинную тонкую нить. Выполняют защитную функцию.

Мукоцисты. Объемная сеть белковых микрофиламентов. Обуславливает клейкость поверхности простейшего. Применяется ими для ловли добычи.

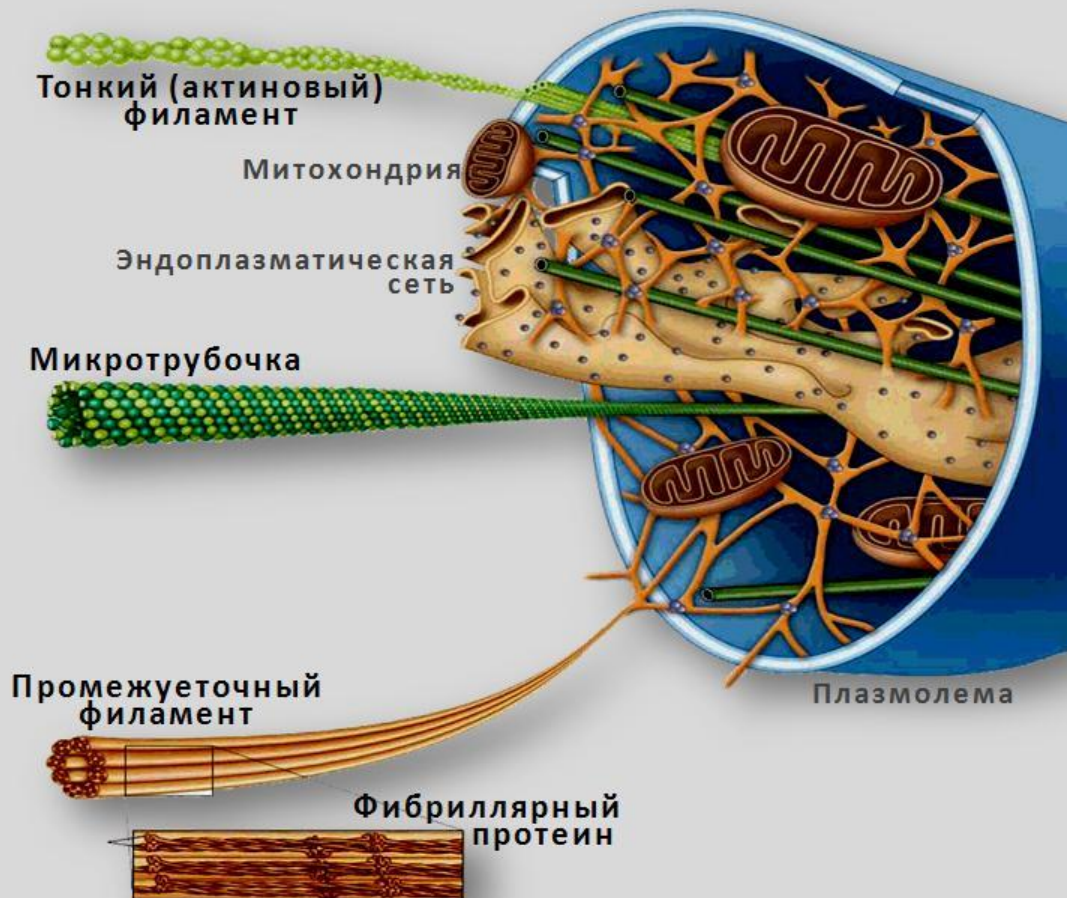
Токсицисты. Капсула с внутренней трубкой. Трубка либо выдвигается телескопически, либо выворачивается наподобие пальца перчатки. Вонзается в тело врага или добычи, как игла шприца. Для отражения нападения и для ловли добычи.

Строение клетки простейших

Цитоскелет

Цитоскелет – клеточный каркас, находящийся в цитоплазме живой эукариотической клетки.

Цитоскелет — динамичная, изменяющаяся структура, контролирующая форму клетки, экзо- и эндоцитоз, обеспечивающая движение клетки, активный внутриклеточный транспорт и клеточное деление. Цитоскелетные образования простейших и клеток эукариот представлены двумя главными элементами: микрофиламентами (белки – актин, миозин и др.) и микротрубочками (глобулы белка тубулина).



У простейших элементы цитоскелета присутствуют в специальных образованиях клетки (жгутики, аксоподии и др.).

Радиолярии имеют дополнительные опорные структуры, образующие внутреннюю капсулу клетки, состоящую из кремнезема или сульфата стронция.



Внутренняя капсула радиолярии

Полезная информация

Эндоцитоз и экзоцитоз — два активных процесса, посредством которых различные материалы транспортируются через мембрану либо в клетку (эндоцитоз), либо из клетки (экзоцитоз).

Строение клетки простейших

Цитоплазма

Цитоплазма подразделяется на две зоны: наружная прозрачная **эктоплазма** и значительно более обширная зернистая внутренняя **эндоплазма**. Эктоплазма содержит большое количество элементов цитоскелета и обладает высокой вязкостью. В ecto-плазме находятся базальные тела жгутиков и ресничек, экструсомы (органеллы способные выбрасывать своё содержимое в ответ на внешние стимулы), сократительные вакуоли и некоторые другие органеллы. В менее плотной эндоплазме присутствуют остальные органеллы. У крупных простейших наблюдается циркуляция цитоплазмы, что обеспечивает внутриклеточный транспорт различных веществ.



При образовании псевдоподий они сначала заполняются ecto-плазмой, затем в них перетекает эндоплазма

Эндоплазматические органеллы

В эндоплазме простейших находятся органеллы (**митохондрии, аппарат Гольджи, лизосомы, эндоплазматическая сеть и рибосомы, центриоли, пероксисомы**) свойственные эукариотическим клеткам и выполняющие аналогичные функции. У некоторых жгутиконосцев имеется одна гигантская митохондрия.

У способных к фотосинтезу жгутиконосцев присутствуют хлоропласты (пластиды). Хлоропласты различных групп жгутиконосцев имеют различное строение и разный набор хлорофиллов.



Гигантская митохондрия жгутиконосца *Vodo*

Некоторые простейшие обладают особыми структурами клетки и специфическими органеллами расположенными в разных участках цитоплазмы (например, элементы, образующие жгутики и реснички).

Строение клетки простейших

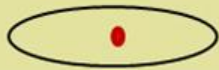
Ядерный аппарат

Ядро обеспечивает:

1. хранение и передачу наследственной информации;
2. контроль и обеспечение процессов жизнедеятельности клетки (т.е. реализацию наследственной информации посредством синтеза белка)

Ядро у простейших обладает типичной для эукариот структурой. Среди простейших имеются как одноядерные, так и многоядерные виды.

Одноядерная = **моноэнергидная** клетка



ЭНЕРГИДА - ядро и окружающий его участок цитоплазмы

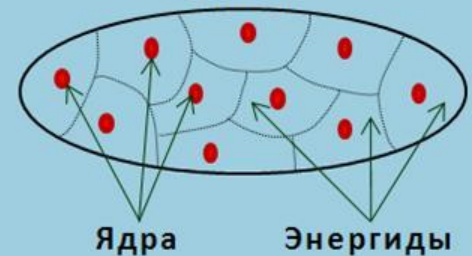
ПОЛИПЛОИДНОСТЬ – кратное увеличение наборов хромосом в одном ядре

Одно ядро не может контролировать процессы жизнедеятельности в большом объеме цитоплазмы.

Эта проблема решается двумя способами:

1. в клетке увеличивается количество ядер (образование полиэнергидной клетки);
 2. происходит увеличение количества хромосом в ядре (полиплоидность)
- Поэтому большие клетки становятся многоядерными и/или полиплоидными

Многоядерная = **полиэнергидная** клетка

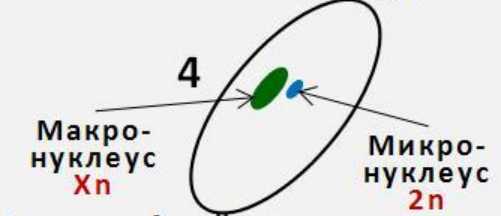
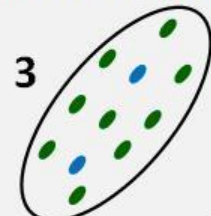
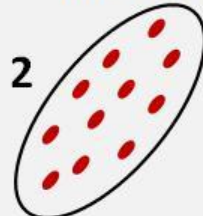


Одновременное присутствие в клетке одного или нескольких полиплоидных ядер (управляющих вегетативными функциями), и одного или нескольких мелких ядер (ответственных за половое размножение) называется **ЯДЕРНЫМ ДУАЛИЗМОМ**

Основные этапы перехода клетки к ядерному дуализму

Моноэнергидная клетка Полиэнергидная клетка Специализация (дифференцировка) ядер Слияние (олигомеризация) вегетативных ядер

Вегетативные и генеративные ядра



Увеличение размеров клетки и усиление обмена веществ привели к увеличению (полимеризации) количества ядер

Меньшая часть ядер (генеративные ядра) сохранили способность к митозу. Большая часть ядер (вегетативные) накопила РНК и перешла к делению amitozom

Полиплоидный макронуклеус образовался в результате слияния вегетативных ядер. ДНК макронуклеуса организована в виде коротких фрагментов.

Строение клетки простейших. Органоиды передвижения

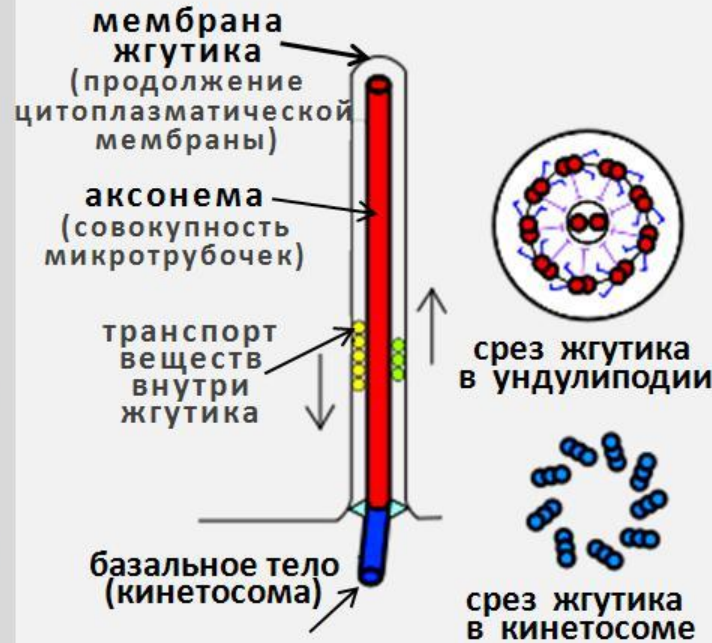
Жгутики и реснички

Жгутики и реснички идентичны по строению и работают по одной функциональной схеме. Жгутики длиннее ресничек. Обычно жгутик совершает винтообразные, а ресничка «гребные» движения. Для названных органоидов характерно согласованное движение.

Части жгутика



Тонкое строение жгутика



Внутри жгутика проходят правильно расположенные микротрубочки, состоящие из белка – тубулина. В центре – две одиночные микротрубочки, а по периферии – 9 дуплетов. Микротрубочки присоединяются к базальному тельцу – кинетосоме, которая состоит из 9 триплетов микротрубочек. Движущим началом работы жгутика/реснички являются периферические микротрубочки и их ручки, которые обладают АТФ-азной активностью. За счет выделяющейся энергии ручки одного дублета прикрепляются к соседнему дублету и сгибаются. В результате этот дублет смещается по отношению к другому. Последовательное повторение цикла обеспечивает поочередное смещение дублетов что и вызывает изгибание жгутика. Центральные фибриллы играют опорную роль.

Движения жгутика и реснички



Детали строения жгутиковых структур могут отличаться. У инфузорий реснички, покрывающие клетку, короче ресничек ротового аппарата. У инфузорий реснички могут объединяться в локомоторные щетинковидные пучки (цирры) или в пластинки подгоняющие пищу – мембранеллы. У некоторых жгутиконосцев переходная зона жгутика, подстилающая клеточную оболочку, образует изгибающуюся складку на поверхности клетки – ундулирующую мембрану.



Строение клетки простейших. Органоиды передвижения

Псевдоподии (ложноножки)

Псевдоподии – выросты клетки, используемые для передвижения (амебодное движение) и захвата крупных частиц (например, частиц пищи). К образованию псевдоподий способны многие одноклеточные и некоторые специализированные клетки (лейкоциты) многоклеточных.

В зависимости от особенностей строения псевдоподии разделяют на лобоподии, филоподии, аксоподии, и ризоподии (ретикулоподии).

ЛОБОПОДИИ

относительно короткие и закруглённые псевдоподии; не способны ветвиться и образовывать анастомозы



лобоподии голой амёбы

ФИЛОПОДИИ

тонкие и длинные нитевидные, иногда ветвящиеся, псевдоподии



филоподии флотирующей амёбы

АКСОПОДИИ

прямые не ветвящиеся псевдоподии, обладающие осевой скелетной нитью. Расположены более или менее радиально



аксоподии радиолярии

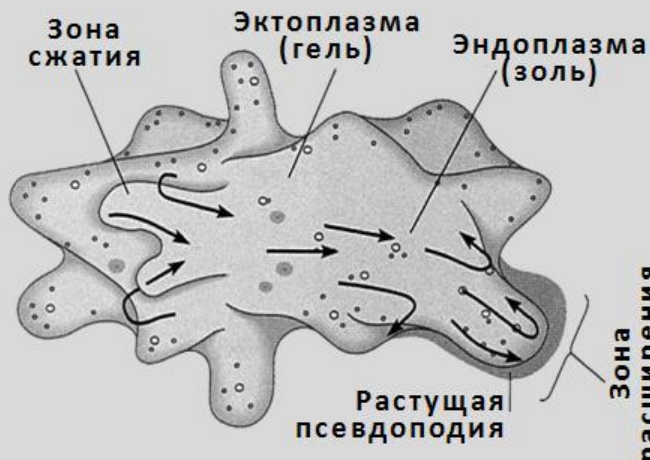
РИЗОПОДИИ

длинные тонкие переплетающиеся (анастомозирующие) нити, образующие сложную сеть (на ризоподиях образуются пищеварительные вакуоли)



ризоподии форамениферы

У простейших в одной клетке могут присутствовать разные виды псевдоподий



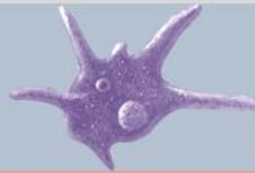
Механизм амебодного движения нельзя считать полностью раскрытым. Такое движение внешне выглядит как перетекание цитоплазмы: на поверхности тела простейшего в направлении движения возникает вырост (псевдоподия), в который устремляется ток цитоплазмы, соответственно этому все тело перемещается в этом же направлении. Рост псевдоподии сопровождается изменением консистенции цитоплазмы. Эктоплазма представляет собой плотный гель, а эндоплазма - жидкий золь. Псевдоподия формируется там, где ectoplazma, бывшая до того в состоянии геля, разжижается. Благодаря этому жидкая цитоплазма получает возможность вытекать.

Гель (от лат. *gelo* — «застываю») многокомпонентное образование с жидкой средой, в котором отдельные компоненты образуют пространственную структурную сетку, придающую этому образованию определённые механические свойства (например, отсутствие текучести). В золях пространственная структура отсутствует и не ограничивает перемещение их частиц.

Движение простейших

Различают пять основных форм движения простейших: жгутиковое, ресничное, амeboидное, метаболирующее и скользящее.

Амебоидное движение



Жгутиковое и ресничное движение

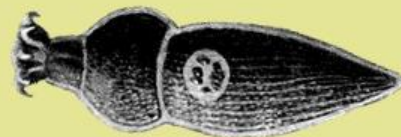


Метаболирующее движение

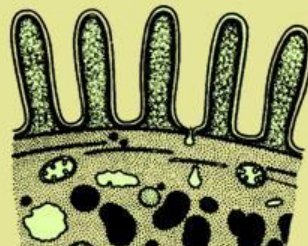


Характерно для эвгленовых и осуществляется путем активного скольжения белковых пластин покровов относительно друг друга. Внешне такое движение выглядит как волнообразное изгибание тела клетки.

Скользящее движение



грегарина



эпицитарные гребни грегарины

Скольжение представляет собой однонаправленное движение без изменения формы клетки, этот тип движения характерен для грегариин. На поверхности тела грегариин расположены продольные складки (эпицитарные гребни), в вершинах которых проходят микрофиламенты. Волнообразные (ундулирующие) движения этих эпицитарных гребней обеспечивает скользящее движение клетки. Движения эпицитарных гребней, вероятно, обусловлены взаимодействиями микрофиламентов с внутренним мембранным комплексом пелликулы.

у одних и тех же простейших могут иметь место разные формы движения

Питание простейших

ГЕТЕРОТРОФНЫЙ способ питания

использование в качестве источника питания органических веществ, произведённых автотрофами

все простейшие за исключением ряда жгутиконосцев



АВТОТРОФНЫЙ способ питания

потребление неорганических соединений и создание (синтез) из них углеводов с помощью энергии (солнечной или химической)

часть видов жгутиконосцев (все автотрофные простейшие сохраняют способность к гетеротрофному питанию, поглощая растворённые органические вещества)



АМФИТРОФНЫЙ (миксотрофный) способ питания

смешанный способ питания, при котором организм может вести себя как автотроф и как гетеротроф

часть видов жгутиконосцев



ГЕТЕРОТРОФНЫЙ способ питания

Мембранный транспорт

осуществляется типичными для эукариот способами – диффузии и активного транспорта. Каналы мембраны, образованные молекулами белка, обеспечивают диффузию воды, ионов и небольших органических молекул (моносахаров, аминокислот), этот процесс идет по градиенту концентрации. Некоторые из мембранных белков способны активно переносить молекулы определенных видов, а также перемещать ионы внутрь клетки или наружу против градиента концентрации.

Пиноцитоз

закключается в образовании на поверхности плазмалеммы небольшой ямки и последующего отшнуровывания небольшого пузырька. При более сложном варианте пиноцитоза из углубления на поверхности плазмалеммы образуется тонкий канал, от нижней части которого отшнуровываются мелкие пузырьки. При пиноцитозе клетка поглощает жидкость с растворенными в ней веществами, таким образом в клетку могут поступать и макромолекулы.

Фагоцитоз

захватывание крупных оформленных частиц. Формирование фагоцитозных вакуолей происходит за счет образования псевдоподий окружающую пищевую частицу. Вторым способом фагоцитоза является изменение профиля клеточной мембраны – прогибание ее вовнутрь. В пищеварительные вакуоли из лизосом поступают пищеварительные ферменты, происходит переваривание пищи. Непереваренные остатки выбрасываются во внешнюю среду.



Некоторые полезные термины

Абсорбция - процесс проникновения растворенных органических веществ через клеточные мембраны.

Сапрофитное питание - питание жидкой органической пищей за счет пиноцитоза или мембранного транспорта.

Голозойное (анимальное) питание – питание твердыми пищевыми частицами путем их захвата внутрь организма.

Осморегуляция и выделение у простейших

Что такое ОСМОС и осмотическое давление

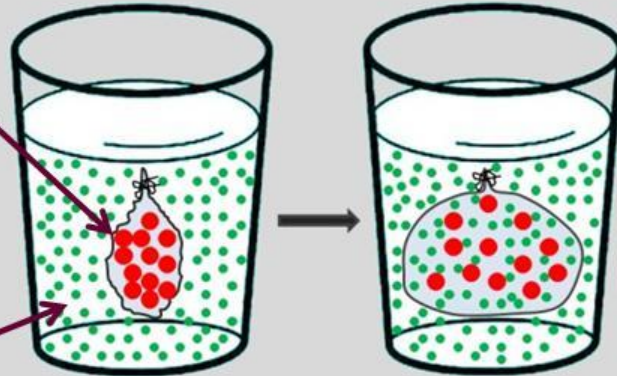
Осмоз – самопроизвольная диффузия молекул растворителя через полупроницаемую мембрану.

Осмотическое давление – избыточное гидростатическое давление на раствор, отделённый от чистого растворителя полупроницаемой мембраной.

полупроницаемая мембрана

через мембрану могут проходить низкомолекулярные молекулы растворителя (•) и не могут проходить высокомолекулярные вещества (●)

растворитель

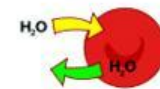


Взаимодействие эритроцитов с растворами, обладающими разными осмотическими характеристиками

гипертонический
раствор с более высоким осмотическим давлением, чем клеточный сок

изотонический
раствор с осмотическим давлением, как у клеточного сока

гипотонический
раствор с более низким осмотическим давлением, чем клеточный сок



СПОНГИОМ

У пресноводных простейших, существующих в гипотонической среде, регуляция осмотического давления осуществляется осмотической вакуолью.

Комплекс сократительной вакуоли состоит из большого сферического пузырька - собственно сократительной вакуоли - и множества окружающих ее мембранных пузырьков или трубочек, их совокупность называется спонгиомом. Вода с растворенными веществами из цитоплазмы поступает в трубочки спонгиома, а из них - в резервуар сократительной вакуоли, откуда выбрасывается наружу.

Простейшие, обитающие в изотонических условиях (морские и паразитические) сократительной вакуоли (как правило) не имеют. При отсутствии сократительной вакуоли функции выделения и водообмена выполняются цитоплазмой.

Некоторые конечные продукты обмена веществ (экскреты) могут накапливаться в цитоплазме простейших в так называемых экскреторных вакуолях.

Дыхание простейших

Среди простейших есть аэробные и анаэробные формы. У аэробных форм *специализированные органеллы дыхания отсутствуют*, они используют диффузию для поглощения кислорода и выделения углекислого газа. Анаэробные формы представлены паразитами или симбионтами, населяющими пищеварительный тракт многоклеточных (обычно эти виды являются облигатными анаэробами), а также простейшими, живущими в разлагающихся органических веществах (эти виды часто являются факультативными анаэробами).

Некоторые полезные термины

Аэробы – организмы, нуждающиеся в свободном молекулярном кислороде для процессов синтеза энергии.

Облигатные аэробы не способны жить и размножаться в отсутствие молекулярного кислорода.

Анаэробные условия – отсутствие или крайне низкое содержание кислорода

Анаэробы – организмы, развивающиеся при отсутствии в окружающей их среде свободного кислорода.

Облигатные анаэробы – организмы, не способные выжить при доступе кислорода.

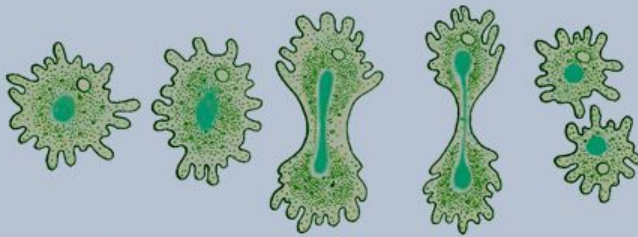
Факультативные анаэробы – организмы, нормально существующие в бескислородной среде, но способные выжить при доступе кислорода.

Размножение простейших

Наиболее древний (исходный) способ размножения – бесполое размножение. При таком размножении потомки генетически идентичны родительской особи (клоны). Бесполое размножение позволяет быстро увеличить численность вида.

При половом размножении объединяется наследственная информация родительских особей, что увеличивает генетическое разнообразие потомства. Особой формой полового размножения является партеногенез (однополое, девственное размножение). При партеногенезе развитие особи происходит из яйцеклетки без её слияния со сперматозоидом.

Половой процесс обнаружен не у всех простейших. Отсутствие полового размножения может быть примитивным признаком (т.е. половое размножение ещё не сформировалось), в ряде случаев отсутствие полового размножения может быть следствием его вторичной утраты.



Агамное (бесполое) размножение амёбы

Агамное размножение — широко распространённый у простейших неполовой процесс размножения, состоящий из удвоения и последующего разделения между двумя клетками ДНК, митохондрий, пластид, протопласта, оболочки клетки и других её компонентов.

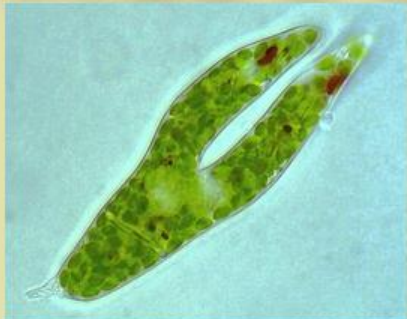
В жизненных циклах многих живых организмов имеет место бесполое и половое размножение. Происходит «чередование поколений».

Бесполое размножение (агамогония) простейших

МОНОТОМИЯ

Монотомия, или бинарное деление (деление надвое). Из материнской особи образуются две одинаковые дочерние клетки. В свою очередь эти клетки приступают после периода роста и достижения ими размеров материнской.

Монотомия является наиболее распространенным способом деления простейших.



ПАЛИНТОМИЯ

Палинтомия - ряд последовательных делений надвое. В результате каждого деления образуются две одинаковые дочерние клетки, но их роста не происходит. С каждым делением клетки уменьшаются в размерах. Они начинают расти после завершения палинтомического деления.

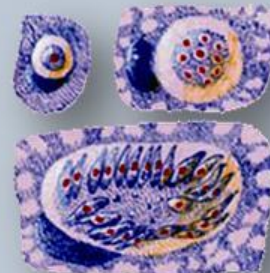
Палинтомия характерна для части жгутиконосцев (аналогичное деление испытывает зигота многоклеточных при образовании бластулы).



ШИЗОГОНИЯ (множественное деление)

При шизогонии сначала происходит несколько делений ядра и клетка временно становится многоядерной (многоядерный шизонт), затем вокруг каждого ядра обособливается участок цитоплазмы и многоядерный шизонт одновременно распадается на несколько клеток.

Шизогония имеет место у трипаносом и споровиков. В последнее время шизогонию споровиков и образование мерозоитов обозначают термином «мерогония».



ПОЧКОВАНИЕ (неравное деление)

Почкование представляет собой деление надвое, но при этом две дочерние клетки резко различаются по величине и строению. Процесс почкования начинается с появления на клетке маленького выроста, который затем отделяется. Этот процесс специфичен для сидячих инфузорий. Мелкая особь называется бродяжкой.

Бродяжки, отделившись, уплывают в поисках нового места для поселения.



При всех типах бесполого размножения простейших редуccionного деления не происходит

Половое размножение простейших

Формы полового размножения

Гамогония

образование гамет, и их последующая копуляция (слияние). Копулирующие гаметы образуются, как правило, из разных гамонтов (гамонты - клетки, образующие гаметы).

ИЗОГАМНАЯ копуляция



Гаметы не отличаются по форме и размерам.

АНИЗОГАМНАЯ копуляция (гетерогамная копуляция)



Гаметы отличаются по форме и размерам.

Оогамия - крайний вариант анизогамии, при котором мужские и женские гаметы похожи на яйцеклетки и сперматозоиды многоклеточных.



Конъюгация

особый тип полового процесса, протекающий в форме временного соединения двух клеток, в ходе которого происходит слияние гаплоидных ядер (гаметных ядер), происходящих из разных клеток. Слияния двух клеток не происходит (в ходе конъюгации имеет место временное и локальное соединение цитоплазмы двух клеток). В конкретном случае функции половых клеток выполняют гаметные ядра

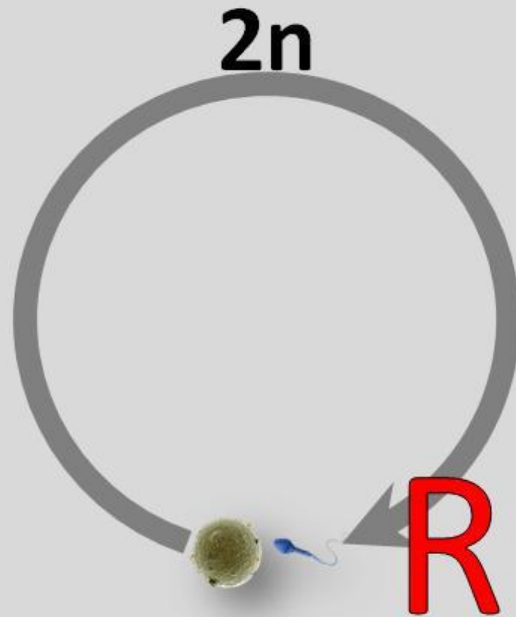


Ядерные циклы простейших

Ядерный цикл - закономерное чередование гаплоидной и диплоидной фаз

Гаметическая редукция

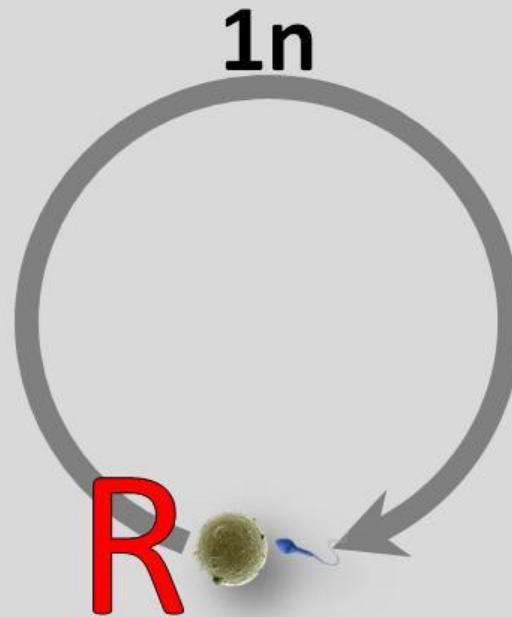
Редукционное деление (мейоз) предшествует образованию гамет. Все стадии жизненного цикла (кроме гамет) диплоидны.



многоклеточные
и
инфузории

Зиготическая редукция

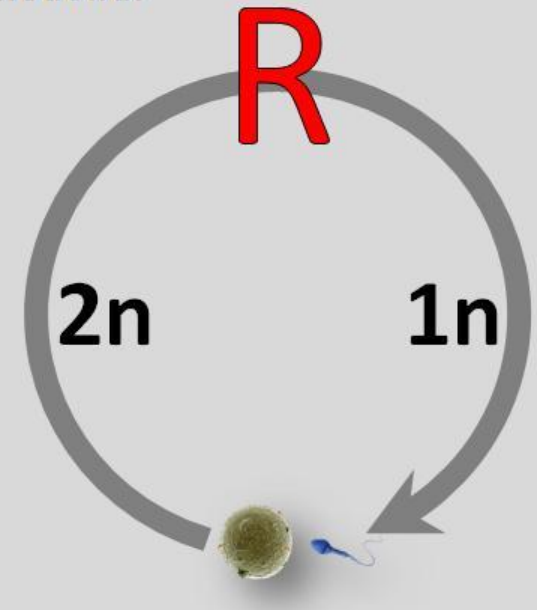
Редукционное деление (мейоз) происходит после образования зиготы. Все стадии жизненного цикла гаплоидны.



споровики

Промежуточная редукция

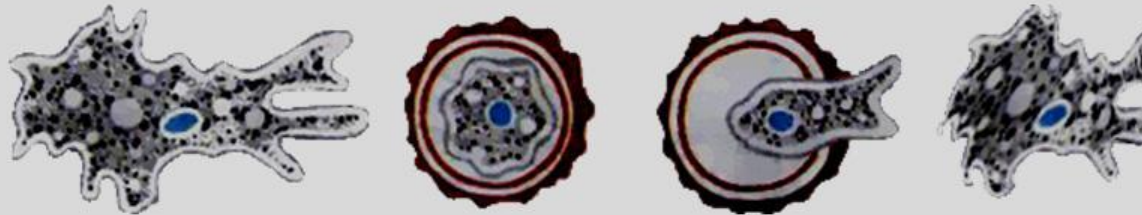
Редукционное деление (мейоз) происходит между двумя вегетивными стадиями жизненного цикла. Часть вегетивных стадий - гаплоидна, часть - диплоидна.



растения
и
фораминиферы

Инцистирование простейших

При наступлении неблагоприятных условий простейшие способны образовывать цисты (цисты покоя). При образовании цист имеет место дедифференцировка клетки: резорбируются или отбрасываются некоторые органеллы, например, ресничный аппарат. Происходит обезвоживание и уплотнение цитоплазмы, исчезают вакуоли. Вокруг тела простейшего формируются две защитные оболочки. При восстановлении благоприятных условий простейшее выходит из цисты.

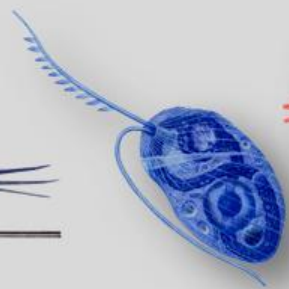
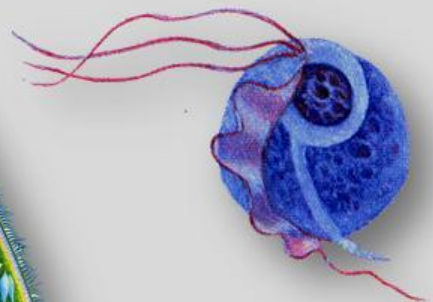
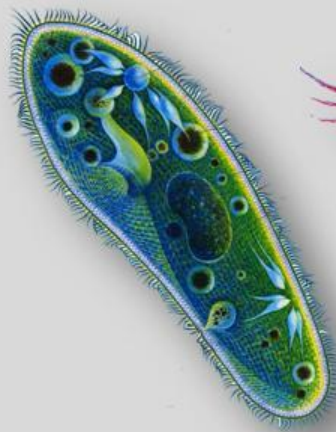
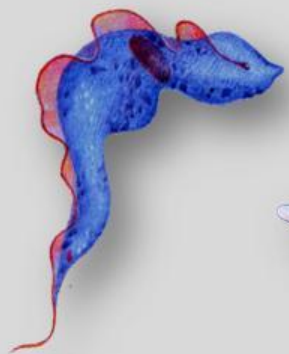


Проглатывание цисты дизентерийной амёбы



У паразитических простейших формирование цист связано с выходом из хозяина в окружающую среду и последующим заражением новой особи хозяина. Формирование цист также может быть приурочено к определенному этапу жизненного цикла и быть его необходимым компонентом (цисты размножения, например некоторые инфузории инцистируются перед делением, так что процесс деления происходит под защитой оболочки цисты).

**МНОГООБРАЗИЕ
ПРОСТЕЙШИХ**



У протистов проявляются разные типы организации, отличающиеся устройством поверхностных структур клетки, особенностями строения цитоскелета, устройством органоидов передвижения, типами питания, ядерным аппаратом, размножением, наличием каких-либо особых органоидов

В настоящее время считается оправданным выделение около 20 самостоятельных типов протистов

На нашем уровне знакомства с зоологией мы не будем рассматривать современную систему простейших.

Для студентов ЮФУ достаточно «выучить» характеристики основных групп простейших, которые рассматриваются в рамках «старой систематики», изложенной в доступных учебниках.

Для тех, кто хочет знать больше



Новости | Наука | Обучение | История | Персоналии | Biodiversity course | Работодатели | Семинары кафедры | Конференции, школы, конкурсы | Дни открытой двери | Контакты

Памяти Андрея Александровича Добровольского



Фотографии М.А. Федина, Д.Ю. Курочкин, Е.В. Савиной, А.А. Савиной, А.В. Золоторова

Новости

23.01.2020

Дорогие коллеги!

Неоизданные и увеличенные планы кафедры зоологии беспозвоночных — доклад о современных направлениях, сложности и значении исследуемой коллегий, приглашение к специалистам по этой группе: успевайте послушать, не каждый день в Питере!

24 января (пятница) 19:00 (адрес: 2005)

Core eukaryotes produce the most abundant metazoan clade of the Tree of Life

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

2019

<http://zoology.bio.spbu.ru/>

Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ

Информация

Публичная страница одной из старейших кафедр биологического факультета СПбГУ. Интерьер 19 века, суперсовременное оборудование и тёплая атмосфера.

hashtags: #беспозвоночные #зоология #спбгу #биофак

7/9, Санкт-Петербург

Подробнее



Вы под

Написать

Включить

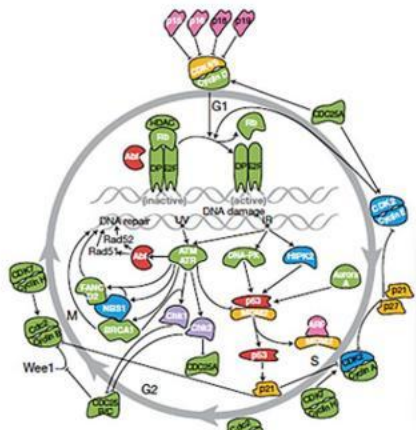
Рассказать

Ещё

Интегративные механизмы

Возникновение элементов генома Metazoa

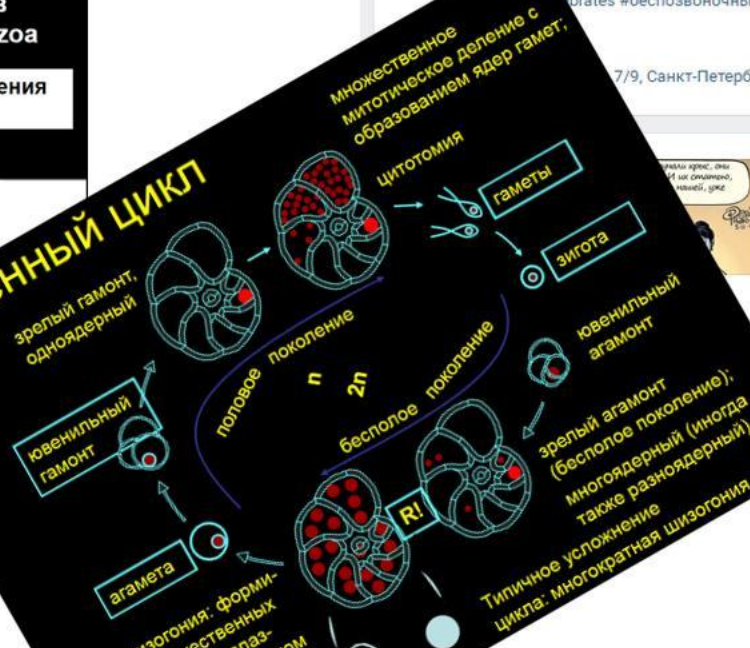
Контроль деления клеток



- Древние эукариоты
- Opisthocoata
- Holozoa (Choanoflagellata)
- Metazoa
- Eumetazoa
- Bilateria

Srivastava et al.

Жизненный цикл



подцарство PROTOZOA

«группа типов» SARCOMASTIGOPHORA САРКОМАСТИГОФОРЫ		SPOROZOA СПОРОВИКИ	CILIOPHORA ИНФУЗОРИИ	CNIDOSPORIDIA КНИДОСПОРИДИИ
SARCODINA САРКОДОВЫЕ	MASTIGOPHORA ЖГУТИКОНОСЦЫ	тип SPOROZOA СПОРОВИКИ	тип CILIOPHORA ИНФУЗОРИИ	MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
класс SARCODINA САРКОДОВЫЕ	тип RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс SARCODINOMORPHA КОКЦИДИЕОБРАЗНЫЕ СПОРОВИКИ	класс CILIATA РЕСНИЧНЫЕ ИНФУЗОРИИ	тип CNIDOSPORA КНИДОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	подкласс RHIZOPODA КОРНЕНОЖКИ	класс GREGARININA ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ

САРКОМАСТИГОФОРЫ (SARCOMASTIGOPHORA)

К саркожгутиконосцам относятся простейшие, органеллами движения которых служат непостоянные выросты цитоплазмы - ложноножки или постоянно существующие бичевидные выросты - жгутики. Саркомастигофоры делятся на Саркодовых и Жгутиконосцев.

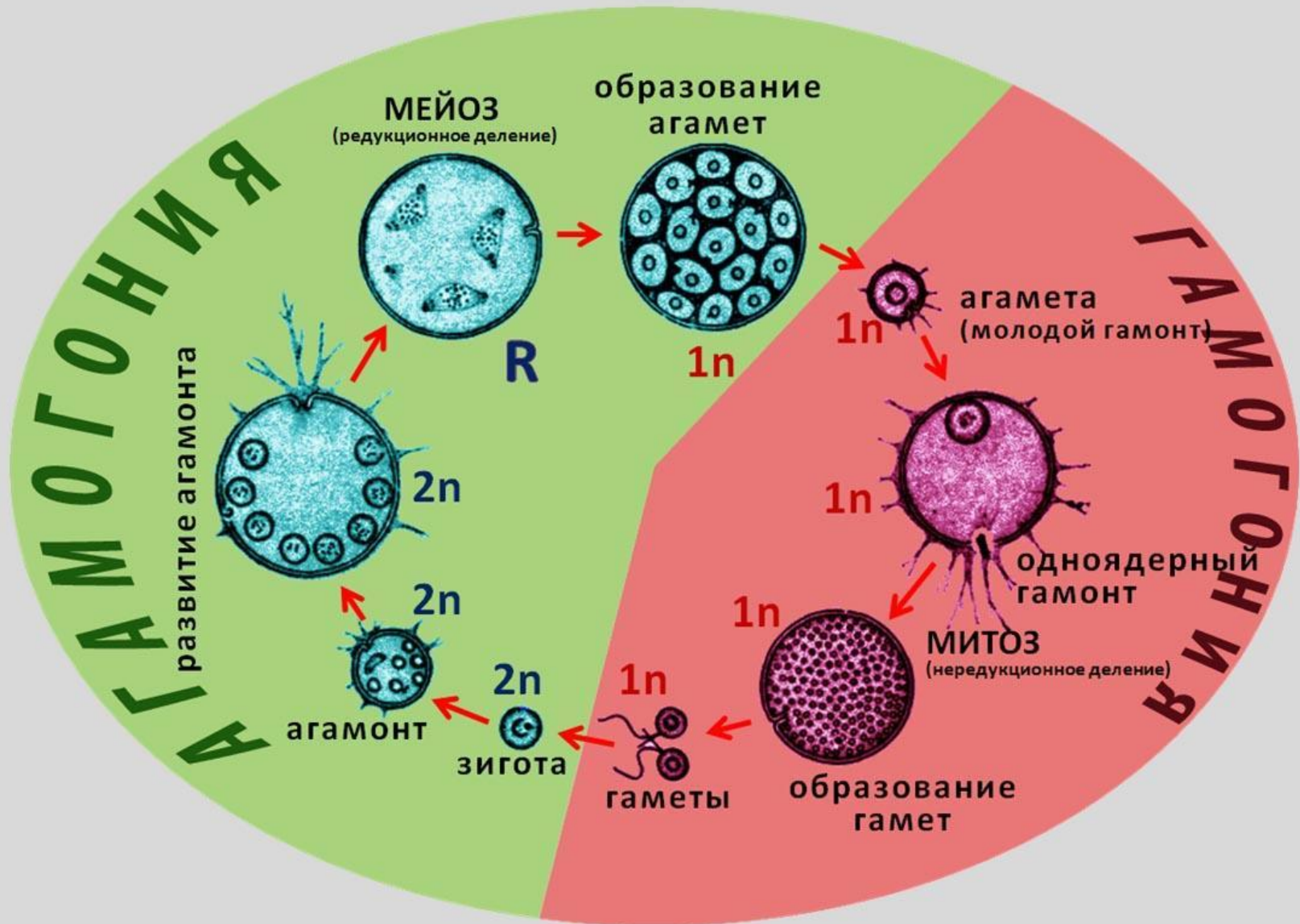
класс САРКОДОВЫЕ (SARCODINA)

Саркодовые обладают гетеротрофным типом питания, поверхностные структуры включают только плазмалемму. Некоторые виды выделяют органическую или неорганическую раковинку, расположенную снаружки от плазмалеммы. Форма тела изменяется в широких пределах за счет формирования временных выростов цитоплазмы - псевдоподий. Клетка содержит одно или несколько ядер. Половой процесс как постоянный признак присущ только фораминиферам, у остальных саркодовых встречается спорадически, если имеется, то представлен гамогонией и копуляцией.

подкласс КОРНЕНОЖКИ (RHIZOPODA)

Корненожки характеризуются разнообразной формой, подвижными псевдоподиями типа лобоподий, филоподий или ризоподий. Разделение цитоплазмы на экто- и эндоплазму хорошо выражено. У части корненожек имеется наружный скелет в форме органической или минеральной раковины.

Жизненный цикл однокамерной форамениферы *Muxotheca arenilega*





Размножение. Чередование поколений. Фораминиферы обладают сложным жизненным циклом, в который включаются две формы размножения — бесполое и половое. Некоторые стороны жизненного цикла их были изучены лишь за последнее время. Рассмотрим в качестве примера цикл развития однокамерной корненожки *Muxotheca arenilega* (рис. 10).

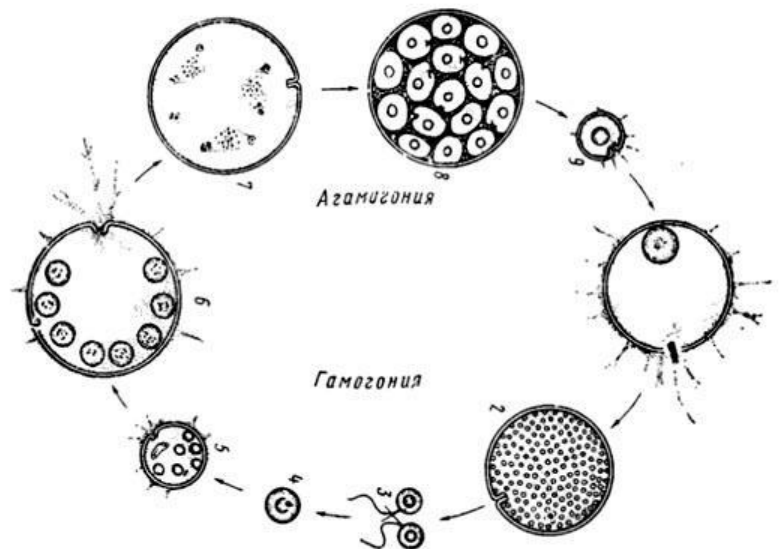
Описание цикла начнем с одной ядерной стадии (рис. 10, 1), которая называется гамонтом. Это название связано с ее дальнейшей судьбой. После некоторого периода свободной активной жизни ядро ее начинает многократно делиться и корненожка

становится многоядерной (рис. 10, 2). Вокруг каждого из ядер обособляется небольшой участок цитоплазмы и все тело корненожки распадается на множество мелких клеток, каждая из которых формирует два жгутика неравной длины. Клетки выходят из раковины наружу в морскую воду и попарно сливаются (рис. 10, 3). Таким образом, это половые клетки (гаметы), в результате слияния которых образуется зигота (рис. 10, 4). Она дает начало новому поколению, формирующему раковину и называемую агамонтом (рис. 10, 5, 6). В агамонте происходит постоянное увеличение числа ядер в результате их митозов и сам он увеличивается в размерах. Зигота обладает диплоидным комплексом хромосом, так же как и развивающийся из зиготы агамонт. После завершения его роста происходит еще два деления ядер (рис. 10, 7), которые являются редукционными (мейоз), и образующиеся в результате их ядра гаплоидны. Далее вокруг каждого ядра вновь обособляется участок цитоплазмы и все тело распадается на большое количество мелких одноядерных зародышей, именуемых агаметами (частица «а» по-гречески означает отрицание, так что их можно было бы назвать «негаметами»). Это бесполое размножение, которое ведет к образованию нового поколения с гаплоидным ядром. Каждая агамета окружается раковиной и дает начало гамонту — поколению, с которого мы начали рассмотрение цикла и который далее вновь образует гаметы. Таким образом в жизненном цикле фораминиферы чередуются две формы размножения: половое (при посредстве гамет) и бесполое (через агаметы) и два поколения: гамонты (размножаются половым путем) и агамонты (размножаются бесполом путем).

Особенно замечательно в жизненном цикле фораминифер относительно недавно открытое чередование гаплоидной и диплоидной фаз. Мы видели, что редукция (мейоз) происходит здесь не перед образованием гамет, как это бывает у всех многоклеточных животных, а при образовании стадий бесполого размножения — агамет. Это единственный случай в животном мире, когда одно поколение гаплоидно, а другое диплоидно. Напротив, в растительном мире, где закономерно чередуются спорофит и гаметофит, происходит также и чередование гаплоидной (гаметофит) и диплоидной (спорофит) фаз ядра. Разумеется, это сходство не говорит о связи фораминифер с растениями, но представляет интересный пример конвергентного развития.

В деталях (строение гамет, их число, судьба гамонтов и т. п.) жизненные циклы фораминифер очень разнообразны, и мы не можем останавливаться на их подробном рассмотрении. Однако у всех изученных видов он складывается из двух поколений — полового и бесполого.

Большинство *Foraminifera* живет на дне водоемов, иногда на глубинах в тысячи метров, питаясь разными мелкими организмами. Лишь немногие виды, например *Globigerina*, входят в состав планктона. Раковинки этих видов снабжены обычно длинными радиальными шипами, сильно увеличивающими поверхность и позволяющими «парить» в толще воды.



Цикл развития фораминиферы *Muxotheca arenilega* (по Гредю):
1 — одноядерный гамонт, 2 — гамонт после образования ядер гамет, 3 — копуляция гамет, 4 — зигота, 5 — молодой агамонт, 6 — растущий агамонт, 7 — мейоз (момент редукции), 8 — образование агамет, 9 — молодая агамета (гамонт)

«группа типов» SARCOMASTIGOPHORA САРКОМАСТИГОФОРЫ		SPOROZOA СПОРОВИКИ	CILIOPHORA ИНФУЗОРИИ	CNIDOSPORIDIA КНИДОСПОРИДИИ ИЛИ MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
SARCODINA САРКОДОВЫЕ	MASTIGOPHORA ЖГУТИКОНОСЦЫ	тип SPOROZOA СПОРОВИКИ	тип CILIOPHORA ИНФУЗОРИИ	тип CNIDOSPORIDIA КНИДОСПОРИДИИ
класс SARCODINA САРКОДОВЫЕ	тип ORALINATA опалинаты тип EUGLENOZOA эвгленозои	класс SPOROZOA СПОРОВИКИ ГРЕГАРИНЫ	класс PLATA РЕСНИЧНЫЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс PHIZOPODA КОРЕННИКИ	подкласс HELLOZOA СОЛЕНЧКИ	класс COCCIDIOFORNA КОКЦИДИОФОРНЫ КОКЦИДИОФАГНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RADICULARIA РАДИКУЛЯРИИ	тип OPALINATA опалинаты тип SHOANIMONADA ВОРОТНИЧЬИЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ	класс GREGARINA ГРЕГАРИНЫ	класс PLATA РЕСНИЧНЫЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс PHIZOPODA КОРЕННИКИ	тип EUGLENOZOA эвгленозои	класс COCCIDIOFORNA КОКЦИДИОФАГНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс PHIZOPODA КОРЕННИКИ	тип EUGLENOZOA эвгленозои	класс COCCIDIOFORNA КОКЦИДИОФАГНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс PHIZOPODA КОРЕННИКИ	тип EUGLENOZOA эвгленозои	класс COCCIDIOFORNA КОКЦИДИОФАГНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс SUSTORIA СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ

класс КИНЕТОПЛАСТИДЫ (KINETOPLASTIDEA)

Свободно живущие, комменсалы, паразиты. Около 1000 видов. Наиболее важными паразитическими представителями являются виды родов *Trypanosoma* и *Leishmania*. Жизненные циклы паразитических форм могут быть связаны с одним (позвоночное) или двумя (позвоночное и кровососущий переносчик из типа Членистоногие) хозяевами.

В клетке имеется единственная гигантская митохондрия со специализированным ДНК-содержащим участком – кинетопластом, в котором сосредоточено до 20% общего количества ДНК клетки. Вероятно, переход от аэробных к анаэробным условиям, осуществляющийся при смене хозяев, регулируется сложным комплексом многочисленных аллелей.

Покровные структуры кинетопластид представлены плазмалеммой. Свободно живущие кинетопластиды имеют два жгутика, трипаносомы – один, кинетосом, однако, у всех водов две.

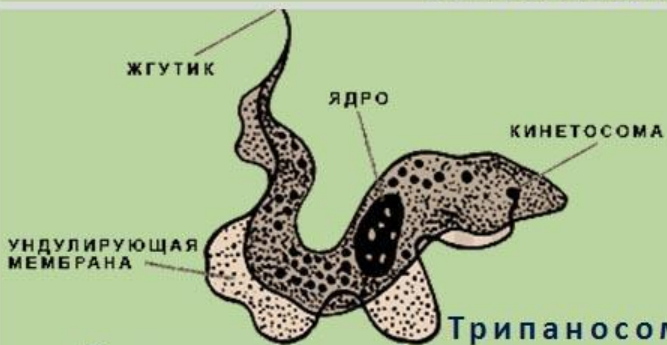
Свободно живущие кинетопластиды имеют цитостом (клеточный рот) и цитофаринкс (клеточная глотка). Основным механизмом питания паразитических видов является пиноцитоз.

Кинетопластиды моноэнергидны. Бесполое размножение представлено митозом или множественным делением. У паразитических видов размножение может проходить в крови и/или в клетках хозяина. Половое размножение у кинетопластид неизвестно.

Попавшие в кровь позвоночного кинетопластиды могут - в зависимости от вида - оставаться просто в кровяном русле, могут внедряться в лейкоциты и транспортироваться вместе с ними, могут поселяться в клетках различных органов хозяина.



Жгутиконосец Vodo.
Свободноживущий представитель кинетопластид

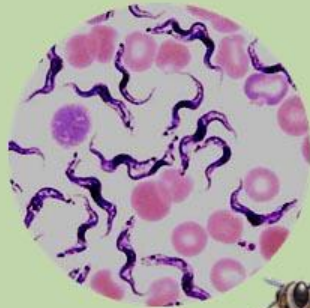


Трипаносома.
Паразитический представитель кинетопластид

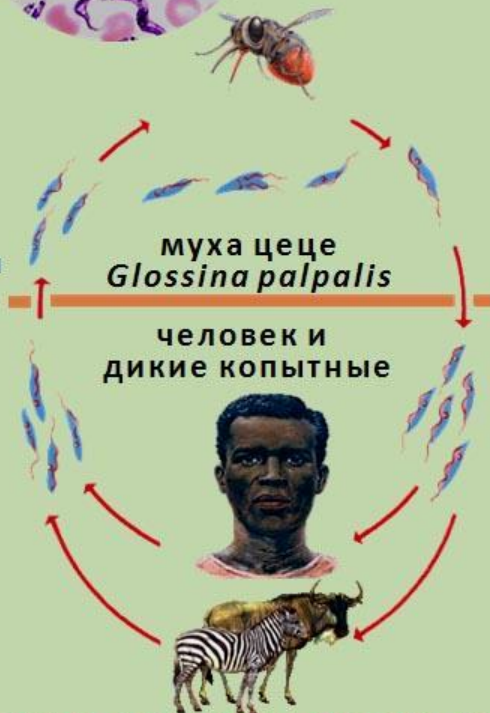
Патогенные кинетопласты

Trypanosoma brucei gambiense и *T. b. rhodesiense*

Трипаносомы
в мазке крови
человека



Trypanosoma



муха цеце
Glossina palpalis
человек и
дикие копытные



Африканский трипаносомоз, или сонная болезнь паразитическое заболевание людей и животных, вызываемое африканской трипаносомой (*T. brucei*), которая передается через укус инфицированной мухи цеце. У заболевших людей проявляется лихорадка, головная боль, боль в суставах, спутанность сознания, плохая координация движений, онемение и нарушения сна. Без лечения смертность близка к 100%

Род *Leishmania*

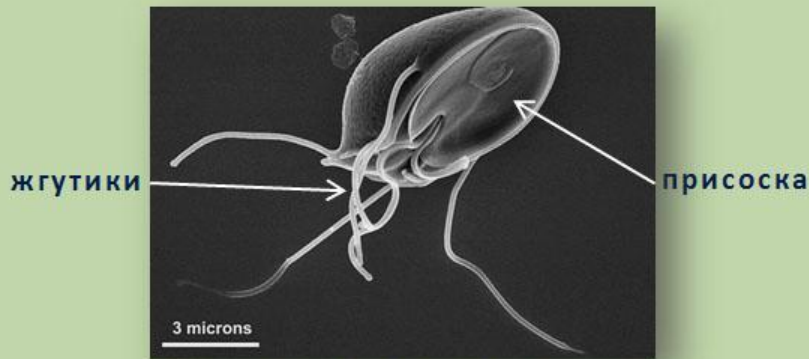
Лейшмании существуют в двух морфологических формах — промастиготы (с длинным передним жгутиком, веретенообразные, удлинённые, подвижные) в насекомом-хозяине, и амастиготы (с коротким жгутиком, круглые или овальные, неподвижные, расположенные внутриклеточно) в организме позвоночных.



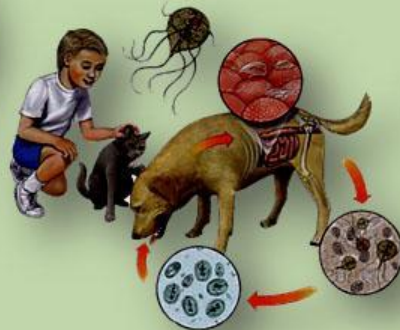
Существует две основные формы лейшманиозов: висцеральный или эден-азар, при котором поражаются некоторые внутренние органы, и кожный при котором поражаются кожа и подкожные ткани. Лейшманиозы встречаются в 88 странах Старого и Нового Света. Слизисто-кожная инфекция начинается как реакция на укус и может распространяться на слизистые оболочки, вызывая сильные деформации (особенно лица). Признаками висцеральной инфекции являются лихорадка, увеличение печени и селезёнки, а также анемия.

Патогенные полимастиготы

Кишечная лямблия (*Giardia intestinalis*)



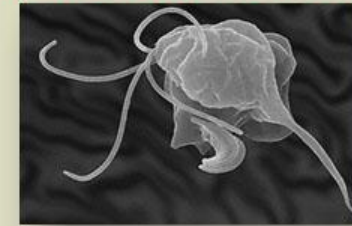
Giardia intestinalis



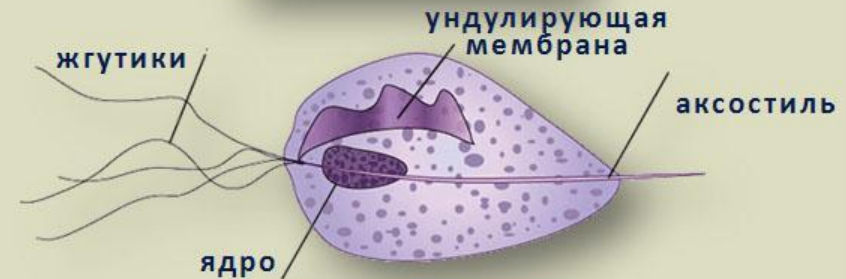
жизненный цикл и путь заражения лямблиями

Лямблии имеют два ядра и четыре пары жгутиков. Само тело имеет грушевидную форму: передний конец расширен и закруглён, задний — сужен и заострён. Для этого рода характерен сложно устроенный прикрепительный диск, а также полное отсутствие цитостомы. Способны образовывать цисты. Лямблии — анаэробы, лишены митохондрий и аппарата Гольджи. С помощью вентрального прикрепительного диска кишечные лямблии прикрепляются к микроворсинкам тонкого кишечника. Питаются путём пиноцитоза. Лямблии оказывают токсическое воздействие на организм хозяина.

Трихомонады (*Trichomonas*)



Trichomonas vaginalis



Trichomonas в фиксированном мазке

Представители рода *Trichomonas* паразитируют у позвоночных: *T. hominis* — в кишечнике, *T. tenax* — в ротовой полости, *T. vaginalis* — в мочеполовых путях человека и вызывает заразное заболевание трихомоноз, *T. foetus* — возбудитель тяжёлых заболеваний мочеполовой системы копытных. Дл. 5- 40 мкм.

Питаются бактериями, которых захватывают, расположенным на переднем конце клетки цитостомом. Рядом с ним располагаются 3 — 5 свободных жгутиков, один жгутик проходит вдоль тела и принимает участие в образовании ундулирующей мембраны. Ядро одно. Размножаются продольным делением.

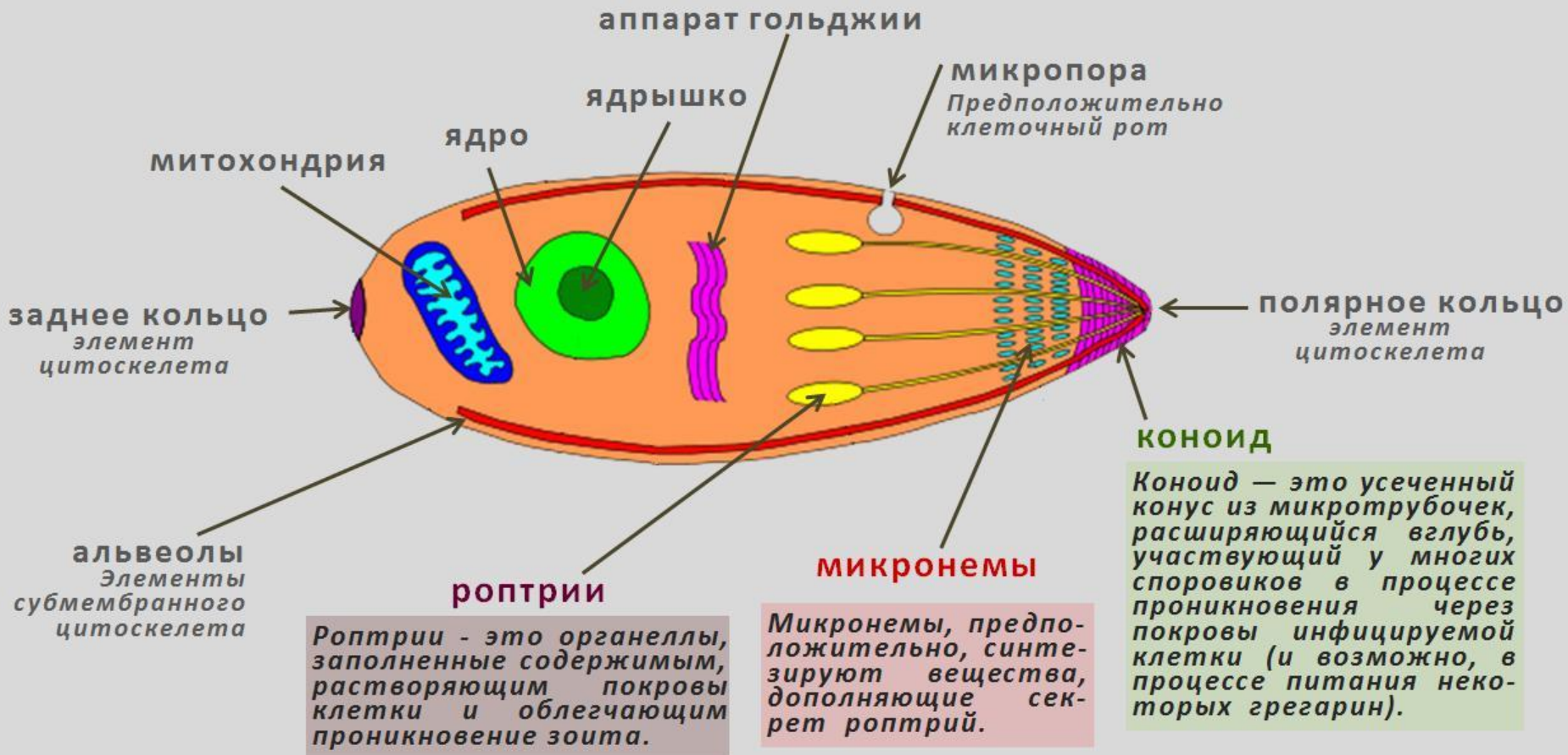
В клетке имеется аксостиль, который представляет собой полый стержень содержащий гликоген.

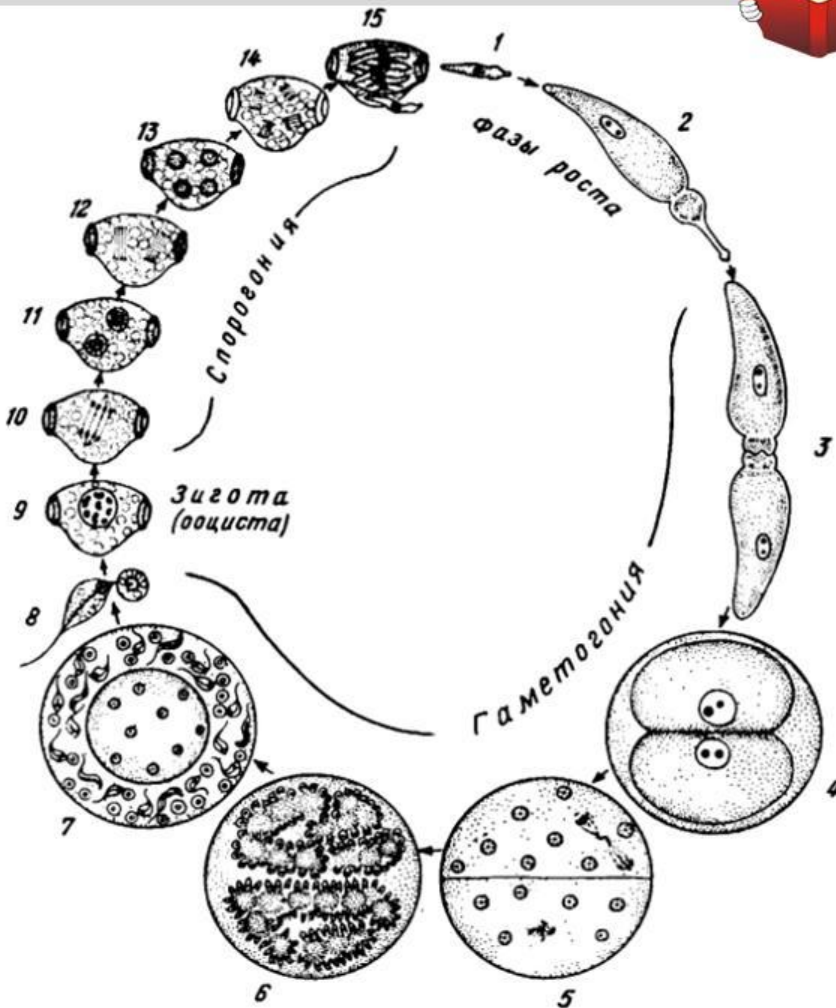
Строение зоита *Apicomplexa*

Зоитом называют подвижную (расселительную) стадию (спorozоит, бразидзоит, тахизоит) жизненного цикла апикомплексов (споровиков).

Зоит представляет собой узкую клетку с крупным ядром, покрытую трёхмембранной пелликулой. Наружная мембрана непрерывна, две внутренние прерываются в области микропоры, предположительно выполняющей функции клеточного рта.

Характерной особенностью зоитов является апикальный комплекс, состоящий из **коноида**, **роптрий** и **микронем**.





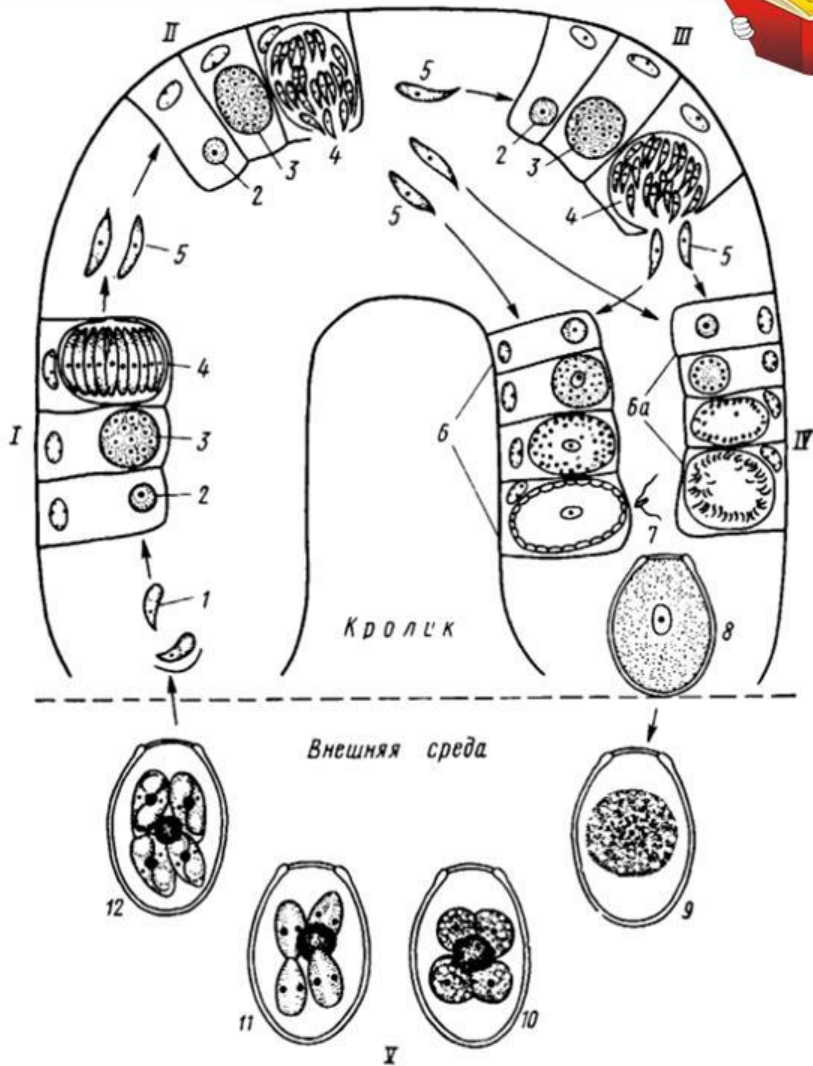
Жизненный цикл и размножение. Взрослые гregarины, достигшие предельного размера, соединяются попарно, в результате чего образуется так называемый сизигий. Нередко, однако, гregarины объединяются довольно рано, еще на стадиях роста (рис. 39). Тела обоих партнеров в дальнейшем округляются, и вокруг них выделяется плотная оболочка (рис. 40). Слияния гregarин внутри цисты не происходит. Ядро каждой особи многократно делится митотически. В результате образуется множество ядер, рассеянных в цитоплазме. Эти ядра отходят к периферии тела каждой особи и выпячивают цитоплазму в виде многочисленных бугорков. Далее каждый бугорок отшнуровывается от общей массы цитоплазмы и становится гаметой. При этом часть цитоплазмы первоначально объединившихся в сизигий особей остается неиспользованной (остаточное тело) и в дальнейшем дегенерирует. Гаметы, образовавшиеся в разных особях (гамонтах) одного сизигия, попарно копулируют. Интересно отметить, что у гregarин (так же как и у колониальных жгутиконосцев, с. 45) наблюдаются все переходы от полной изогамии к анизогамии. При этом в подотряде *Acephalina* бывает преимущественно изогамная копуляция, тогда как у *Sephalina* — разная степень анизогамии. Продукт копуляции — зигота окружается плотной оболочкой, образуя ооцисту (часто не совсем правильно ее называют спорой). Внутри ооцисты протекает процесс спорогонии: ядро ее, последовательно делясь, дает начало 8 ядрам. Два первых деления представляют собой мейоз и приводят к редукции числа хромосом. У гregarин, как и у всех споровиков, редукция зиготическая. Вслед за образованием 8 ядер цитоплазма ооцисты распадается на 8 мелких червеобразных тел — спорозоитов. Этим заканчивается спорогония и ооциста становится способной к заражению новых особей хозяина.

Цисты с развивающимися в них ооцистами выбрасываются вместе с экскрементами хозяина наружу (или же попадают в наружную среду после смерти хозяина). Для дальнейшего развития ооцисты должны быть проглочены подходящим для их развития животным. В последнем случае оболочка ооцисты лопается и спорозоиты выходят в просвет кишечника. Там они внедряются своим передним заостренным концом в клетку кишечника, и начинается период роста. Постепенно тело спорозоита, особенно часть его, находящаяся вне эпителиальной клетки, удлиняется, формируется эпимерит, появляется перегородка, делящая животное на протомерит и дейтомерит. Растущий спорозоит постепенно принимает облик взрослой гregarины.

Паразитируя лишь в беспозвоночных, гregarины не имеют большого практического значения.

Рис. 40. Цикл развития гregarины *Stylocephalus longicollis* (по Греллю с изменениями):

1 — спорозоит, вышедший из ооцисты, 2 — растущая гregarина, 3 — сизигий, образованный двумя соединившимися гregarинами, 4 — циста с двумя гregarинами, 5 — деления ядер, предшествующие образованию гамет (гаметогония), 6 — образование гамет, часть цитоплазмы остается в виде остаточного тела, 7 — гаметы (продолговатые мужские, округлые женские) под оболочкой цисты, в центре — остаточное тело, 8 — копуляция гамет, 9 — зигота, выделяющая оболочку (ооциста), 10 — первое (редукционное) деление ядра в ооцисте, 11 — ооциста с двумя ядрами, 12 — второе деление ядра в ооцисте, 13 — ооциста с четырьмя ядрами, 14 — третье деление ядра в ооцисте, ведущее к образованию восьми ядер, 15 — ооциста с восемью спорозоитами



Основные этапы жизненного цикла кокцидий рода *Eimeria* изображены на рис. 41.

Попавшие в хозяина вместе с ооцистой спорозонты проникают в клетки кишечника и начинают расти и размножаться бесполом путем посредством шизогонии (множественное деление: ядро кокцидий многократно делится, а цитоплазма увеличивается в объеме). Особь, называемая на этой стадии шизонтом, становится многоядерной. Затем тело шизонта распадается на группу (по числу ядер) мелких одноядерных червеобразных клеток — мерозонтов (табл. III, 2); последние располагаются по отношению друг к другу как дольки мандарина. Мерозонты выходят в просвет кишечника (или другого органа). Они активно проникают в соседние клетки и там вновь превращаются в шизонтов и претерпевают шизогонию. Процесс этот повторяется несколько раз и приводит к многократному увеличению числа паразитов в данной особи хозяина. Однако число поколений шизонтов ограничено. У видов рода *Eimeria* оно не превышает 4—5. После нескольких бесполовых поколений наступает половой процесс. При этом мерозонты, внедрившиеся в клетки хозяина, дают начало гамонтам — стадиям, из которых образуются гаметы. Они претерпевают двоякого рода развитие. Часть их (макрогамонты), не делясь, растут, обогащаясь резервными питательными веществами, и превращаются в макрогаметы (яйца). Другие (микрогамонты) тоже энергично растут, но в отличие от макрогамет ядро в них многократно делится. Число образующихся ядер при этом оказывается во много раз большим, чем при шизогонии. За счет многочисленных ядер и цитоплазмы микрогамонта формируются мужские гаметы (сперматозоиды), сильно вытянутые в длину и снабженные каждый двумя жгутиками (табл. IV, 1). Они активно подвижны. Одна из микрогамет проникает в макрогамету — происходит копуляция. Зигота при этом немедленно выделяет прочную двухслойную оболочку и превращается таким путем в ооцисту. На этой стадии ооцисты обычно выводятся с испражнениями наружу. Их дальнейшее развитие (спорогония) происходит вне тела хозяина. Внутри ооцисты ядро делится (у видов рода *Eimeria* 2 раза). Вокруг ядер обособляется цитоплазма. Таким образом формируются 4 споробласта, вокруг которых выделяются оболочки, и они превращаются в споры, — спороцисты (у *Eimeria* 4 споры). Внутри каждой из спор после деления ядра образуется по 2 спорозонта. Достигнув этой стадии, ооциста становится инвазионной. Если она попадет в кишечник хозяина, то спорозонты выходят из спор и из ооцисты и начинают новый цикл развития.

Рис. 41. Цикл развития кокцидий рода *Eimeria* (ориг. схема Е. М. Хейсина), I — первое поколение шизогонии; II — второе поколение шизогонии; III — третье поколение шизогонии; IV — гаметогония; V — спорогония:

1 — спорозонты, 2 — молодой шизонт, 3 — растущий шизонт с множеством ядер, 4 — шизонт, распавшийся на мерозонты, 5 — развитие макрогаметы, 6, 6a — развитие микрогамет, 7 — микрогаметы, 8 — ооциста, 9 — ооциста, приступающая к спорогонии, 10 — ооциста с четырьмя споробластами и остаточным телом, 11 — развитие споробластов, 12 — зрелые ооцисты с четырьмя спорами, в каждой споре по два спорозонта

подцарство **PROTOZOA**

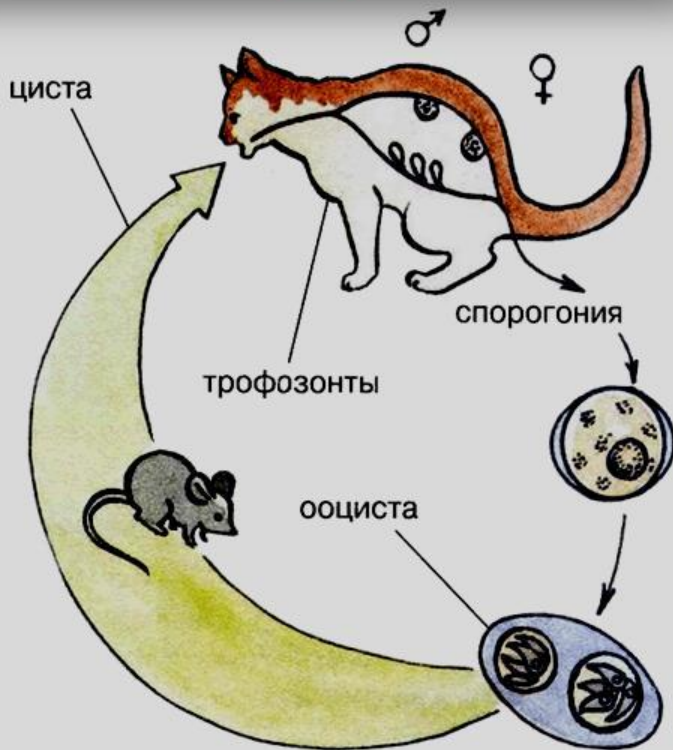
«группа типов» SARCOMASTIGOPHORA САРКОМАСТИГОФОРЫ		SPOROZOA СПОРОВИКИ	ЦИЛИОФОРА ИНФУЗОРИИ	CNIDOSPORIDIA КНИДОСПОРИДИИ И MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
SARCODINA САРКОДОВЫЕ	MASTIGOPHORA ЖГУТИКОНОСЦЫ	тип SPOROZOA СПОРОВИКИ	тип ЦИЛИОФОРА ИНФУЗОРИИ	тип CNIDOSPORIDIA КНИДОСПОРИДИИ
класс SARCODINA САРКОДОВЫЕ	тип ORALINATA опалимата	класс СОСЦИДИОМОРФА КОКЦИДИОБРАЗНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс СПИДАТА РЕСНИЧНЫЕ ИНФУЗОРИИ	тип MICROSPORIDIA МИКРОСПОРИДИИ
подкласс RHIZOPODA КОРНЕОЖКИ	тип EUGLENZOZA эвгленозы	класс ГРЕГАРИНЫ	класс СУСТОРИИ СОСЩИЕ ИНФУЗОРИИ	
подкласс HELIOZOA СОЛНЕЧНИКИ	тип OPALINATA опалимата	класс СОСЦИДИОМОРФА КОКЦИДИОБРАЗНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс СПИДАТА РЕСНИЧНЫЕ ИНФУЗОРИИ	
подкласс RADIOLARIA РАДИОЛАРИИ	тип ORALINATA опалимата	класс СОСЦИДИОМОРФА КОКЦИДИОБРАЗНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс СУСТОРИИ СОСЩИЕ ИНФУЗОРИИ	
подкласс PHYZOPODA КОРНЕОЖКИ	тип EUGLENZOZA эвгленозы	класс СОСЦИДИОМОРФА КОКЦИДИОБРАЗНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс СУСТОРИИ СОСЩИЕ ИНФУЗОРИИ	
о. ГОЛЦЕАТЕИ о. РАКОВИЧНЫЕ АМЕБЫ о. ФОРМИНИИ	тип EUGLENZOZA эвгленозы	класс СОСЦИДИОМОРФА КОКЦИДИОБРАЗНЫЕ ГРЕГАРИНЫ	класс СУСТОРИИ СОСЩИЕ ИНФУЗОРИИ	

Токсоплазма (*Toxoplasma gondii*)

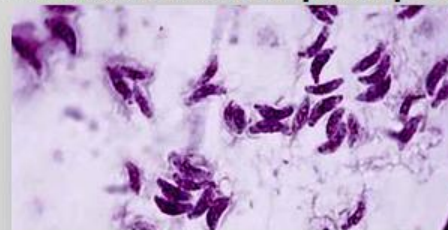
отряд эимерииды (*Eimeriida*)

В классических руководствах и учебниках токсоплазму относят к отряду кокцидий (*Eimeriida*). В настоящее время высказывается мнение о целесообразности отнесения этого вида к отдельному отряду кокцидиообразных *EUCOCCIDIORIDA*.

Токсоплазма – внутриклеточный паразит (длина трофозоида 4 – 8, а диаметр ооцисты - 9 – 14 мкм), вызывающий заболевание токсоплазмоз, характеризующееся хроническим течением, с поражением скелетных мышц, миокарда, глаз, центральной и периферической нервной системы, а также развитием на этом фоне увеличения регионарных лимфоузлов, селезёнки и печени. Оба хозяина токсоплазмы представлены позвоночными. Окончательным хозяином токсоплазм являются кошки (домашние кошки и еще 17 представителей семейства кошачьих). В качестве промежуточных хозяев зарегистрировано 350 видов: млекопитающих (в том числе и человек), птиц, пресмыкающихся. Токсоплазма и токсоплазмоз имеют всеветное распространение.



жизненный цикл токсоплазмы



Трофозоиты токсоплазмы



Токсоплазма и токсоплазмозы.

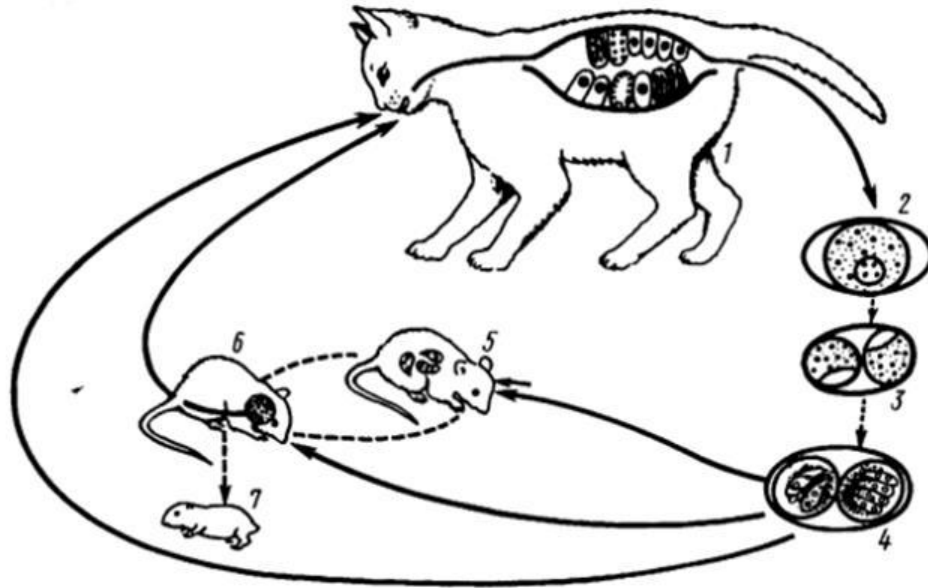


Рис. 43. Цикл развития и способы заражения *Toxoplasma gondii* (по Френкелю и др.):

1 — кошка-хозяин, в котором проходят шизогония и стадии полового цикла, 2, 3, 4 — стадии развития ооцист (по две споры в каждой с четырьмя спорозонтами в споре); 5 — мыши-хозяева, в которых протекает дополнительное бесполое размножение; имеет место острая инфекция (образуются цисты, изолирующие паразита от тканей хозяина), 7 — внутриутробное заражение мышей

жизненный цикл протекает со сменой хозяев. Половой процесс и образование ооцист происходит в кишечнике кошек (а также и других видов семейства кошачьих), которые являются окончательными хозяевами паразита. Бесполое же размножение может осуществляться в разных млекопитающих и птицах. По-

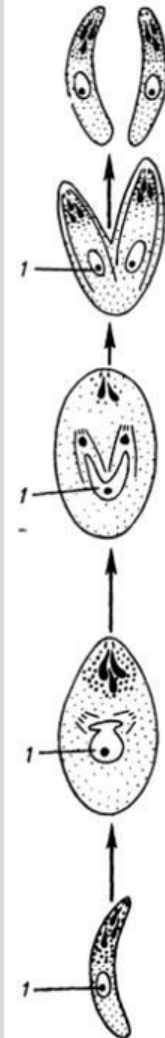


Рис. 44. Последовательные стадии эндодиогенной кокцидий (схематизировано, по Шолтисеку):
1 — клеточное ядро

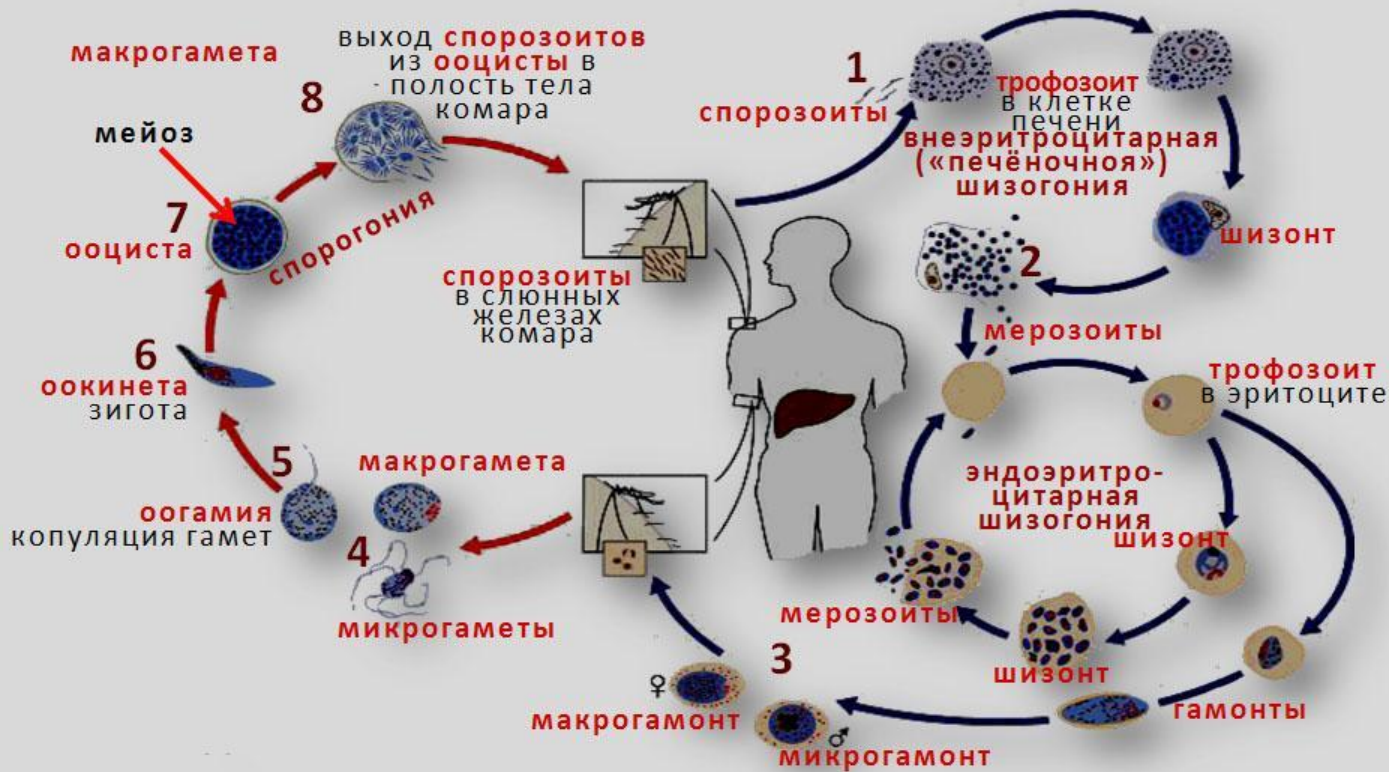
видимо, любые виды этих классов теплокровных позвоночных (в том числе и человека) могут быть промежуточными хозяевами токсоплазмы (рис. 43). Бесполое размножение имеют вид полумесяца длиной 4—7 мкм, шириной 2—4 мкм. Их ультраструктура, как показали электронно-микроскопические исследования последних лет, идентична с таковой мерозоитов и спорозоитов других кокцидий (см. рис. 42), что лишний раз подтверждает их принадлежность к этому классу. Токсоплазмы поражают клетки различных органов, в первую очередь ретикуло-эндотелиальной системы и мозга.

Размножаются они путем эндодиогении — особой формы деления, которую удалось недавно изучить благодаря применению электронного микроскопа (рис. 44). При этой форме размножения формирование двух дочерних особей происходит внутри материнской. Закладка апикальных комплексов дочерних клеток (т. е. коноида, колес, роптрий, микронем и др.) происходит внутри материнской клетки одновременно с началом деления ядра. Пелликула дочерних клеток образуется за счет наружной мембраны материнской клетки, которая целиком переходит на дочерние особи. В тканях хозяина (в особенности в мозге) в результате повторных делений образуются скопления токсоплазм, включающие десятки отдельных особей (клеток). Такие скопления окружаются оболочкой и называются цистами. При попадании последних в кишечник кошки (например, при поедании промежуточного хозяина) они внедряются в эпителиальные клетки кишечника и продельвают типичный для кокцидий цикл, который описан на примере эймерий (шизогония, образование микро- и макрогамет, оплодотворение, образование ооцисты, спорогония). В отличие от эймерий зрелые ооцисты *Toxoplasma* обладают не четырьмя, а двумя спорами с четырьмя спорозонтами в каждой. Ооцисты служат источником нового заражения как промежуточных хозяев, так и кошки.

Особенность токсоплазм — распространение бесполой части цикла на множество видов теплокровных животных, многие из которых служат пищей окончательному хозяину. Источником инвазии токсоплазмой служат не только ооцисты, но также ткани зараженного промежуточного хозяина, содержащие токсоплазм. Это может происходить при поедании зараженного животного, а также, по-видимому, через выделения кишечника, слизистые носа и глотки. У млекопитающих токсоплазмы могут передаваться через плаценту развивающемуся плоду. Таким образом, токсоплазмоз может быть приобретенным и врожденным (от больной матери).

Жизненный цикл малярийного плазмодия (*Plasmodium vivax*)

В организме комаров происходит половой процесс и спорогония (окончательный хозяин), в организме позвоночных - бесполой процесс (промежуточный хозяин).

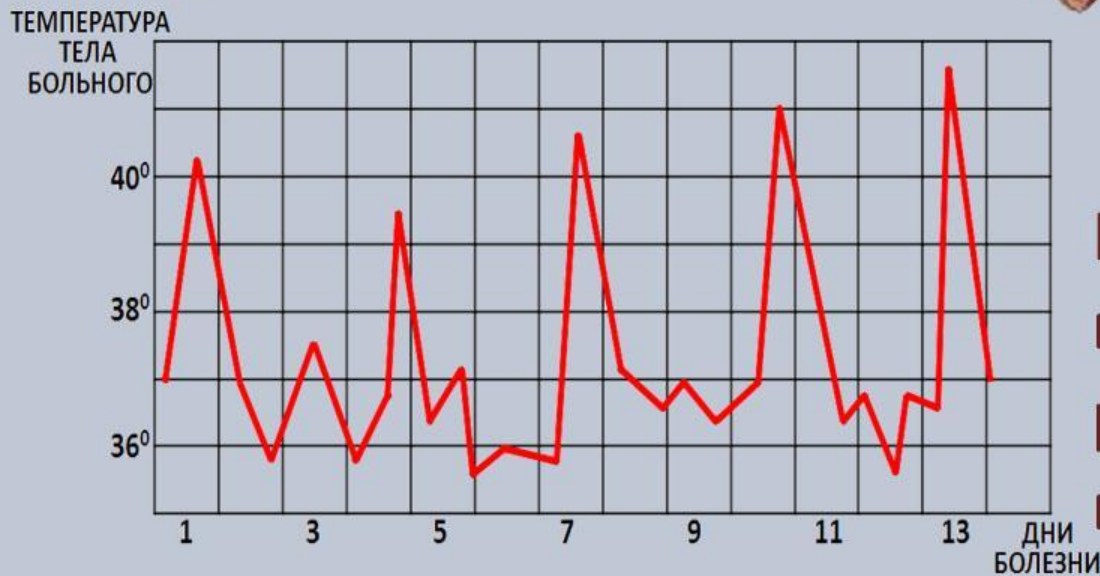
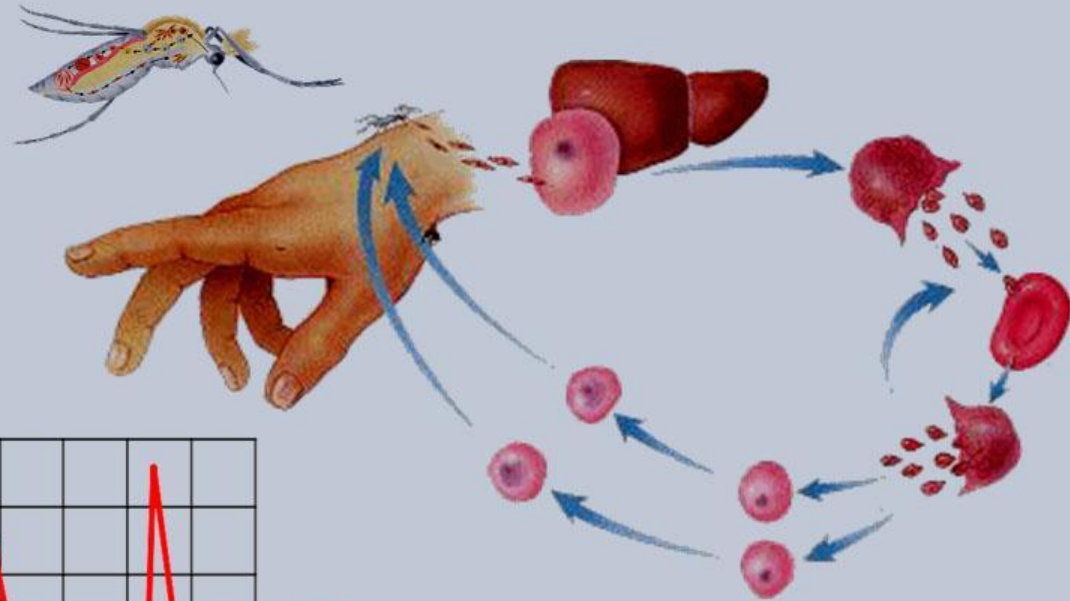


1. Спорозоиты, попавшие в организм позвоночного животного, сначала внедряются в клетки печени и превращаются в трофозоитов, которые приступают к шизогонии (экзоэритроцитарная шизогония).
2. Мерозоиты, образовавшиеся в результате внеэритроцитарной («печёночной») шизогонии внедряются в эритроциты, где они сначала превращаются в трофозоитов, потом в шизонтов, после чего следует шизогония (эндоэритроцитарная). Эндоэритроцитарная шизогония повторяется несколько раз.
3. Часть мерозоитов, внедрившись в эритроциты, превращается в макро- и микрогамонты. В желудке комара, насосавшегося крови больного малярией, гамонты продолжают развиваться, превращаясь в микро- и макрогаметы.
4. Макрогамонт формирует одну макрогамету, микрогамонт формирует 8 микрогамет.
5. За формированием гамет следует копуляция (оогамия), проходящая также в желудке комара.
6. Для зиготы кровяных спорозоитов характерна уникальная особенность - она подвижна, поэтому получает особое название - оокинета.
7. Оокинета проникает сквозь стенку желудка комара и инцистируется на его поверхности. Ооциста окружается капсулой, которая строится из ткани хозяина. Первое деление клетки плазмодия представляет собой мейоз. Спорогония у этой группы спорозоитов включает не три, а значительно большее количество делений, вследствие чего формируется несколько тысяч спорозоитов.
8. Последние попадают в полость тела комара, а оттуда - в его слюнные железы.

Таким образом, жизненный цикл кровяных спорозоитов характеризуется инокулятивным способом заражения позвоночного и трансмиссивным механизмом распространения инвазии.

В период прохождения эндоэритроцитарной шизогонии у промежуточного хозяина наблюдаются тяжелые патогенные явления, приуроченные к синхронному выходу мерозоитов из разрушающихся эритроцитов.

Почему у человека больного малярией повышается температура тела?



Почему подъем температуры при малярии отличается строгой периодичностью?



Жизненный цикл малярийного плазмодия (род. *Plasmodium*). В человеке паразитируют четыре вида рода *Plasmodium*. Жизненный цикл их протекает сходно.

В кровь человека паразит попадает в стадии спорозонта при укусе комара рода *Anopheles* (стадия спорозонта малярийного плазмодия вполне соответствует одноименной стадии в жизненном цикле кокцидий). Спорозонты — очень мелкие (5—8 мкм длины) тонкие червеобразные одноядерные клетки (рис. 47, 1). Их ультраструктура сходна с таковой у кокцидий, за исключением того, что у спорозонтов малярийного

плазмодия отсутствует коноид. Током крови они разносятся по телу и внедряются в клетки печени, где превращаются в шизонтов, размножающихся бесполом путем (шизогония), как и у кокцидий. Образовавшиеся после завершения первого поколения — шизогонии мерозонты (одноядерные продукты бесполого размножения шизонтов) внедряются уже не только в клетки пораженного органа, а и в эритроциты крови и вновь выносятся в кровяное русло. В эритроцитах крови больных малярией людей можно найти небольших амебовидно меняющих форму паразитов. Эти эритроцитарные шизонты растут и заполняют эритроцит, от которого остается только периферическая каемка. Электронно-микроскопические исследования показывают, что растущие шизонты обладают ультрацитостомом, который был описан выше для мерозонтов кокцидий. Поглощаемый паразитом гемоглобин частично усваивается им, а непереваренные остатки превращаются в зернистый черный пигмент — меланин. По завершении шизогонии образуется 10—20 мерозонтов, которые покидают эритроцит (он при этом разрушается), внедряются в новые кровяные тельца, и процесс повторяется. Следовательно, у плазмодия малярии две формы шизогонии: одна протекает в клетках печени, вторая — в эритроцитах.

После нескольких циклов бесполого размножения (шизогонии) начинается подготовка к половому процессу. При этом внедряющиеся в эритроциты мерозонты дают начало не шизонтам, а гамонтам (подготовительные стадии образования гамет). Имеются две категории несколько различающихся гамонтов: макрогамонты, дающие впоследствии женские половые клетки, и микрогамонты, дающие мужские гаметы. Дальнейшего развития гамонтов в крови человека не происходит. Оно осуществляется лишь в том случае, если кровь с ними попадает в кишечник малярийного комара (*Anopheles*) при сосании. Там женские гамонты целиком превращаются в крупные макрогаметы. В мужских гамонтах происходит деление ядра на 5—6 ядер, которые окружаются тонким слоем цитоплазмы и отрываются от гамонта в виде подвижных, червеобразных телец — микрогамет. Происходит копуляция гамет. Образующаяся продолговатая зигота подвижна (ее часто называют оокинетой); она внедряется в стенку кишечника комара и инцистируется на стороне его, обращенной к полости тела, превращаясь в ооцисту. Последняя растет и выпячивается в полость тела комара. Ядро зиготы многократно делится. Содержимое ооцисты затем распадается на громадное количество (до 10 000) тонких одноядерных подвижных спорозонтов. В это время оболочка ооцисты лопается и спорозонты попадают в полость тела комара, наполненную гемолимфой. Из полости тела спорозонты активно проникают в клетки слюнных желез насекомого, а затем в просвет протока желез. При укусе комаром человека спорозонты через хоботок выносятся в ранку и попадают в кровь.

В описанном цикле развития следует подчеркнуть, что вся жизнь простейшего протекает внутри организма хозяина (бесполовая часть цикла — в человеке, половая — в комаре). Ни на одной стадии паразит не находится непосредственно во внешней среде. В связи с этим в цикле развития паразита отсутствуют стадии, снабженные защитными оболочками (как в цикле кокцидий *Eimeria*).

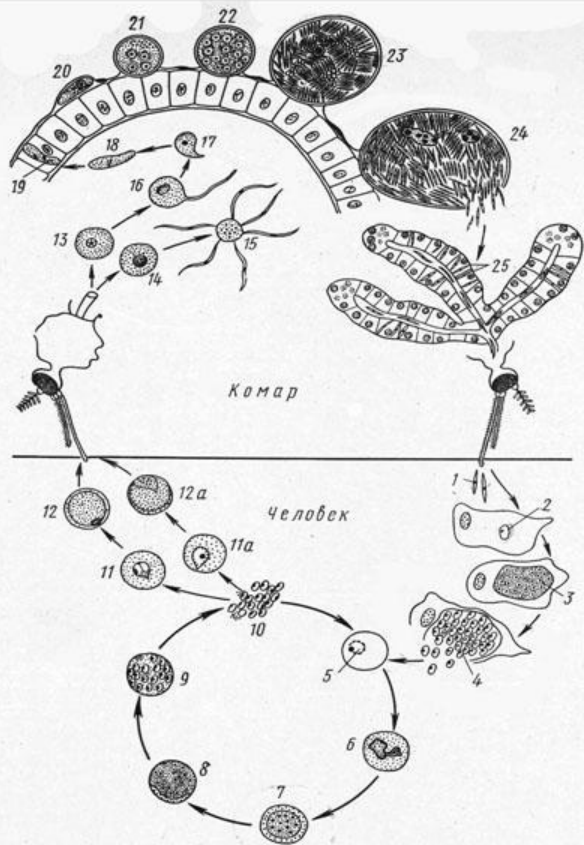
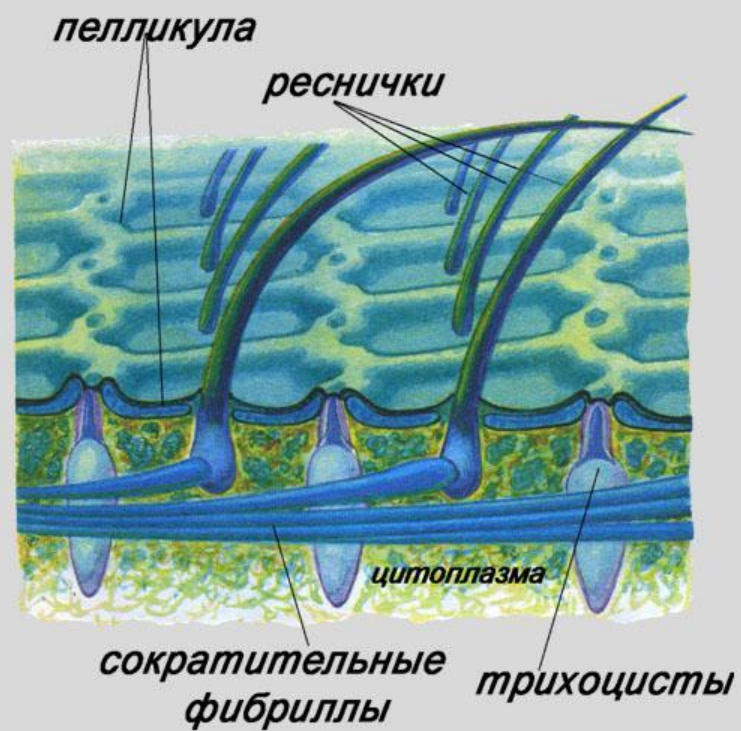
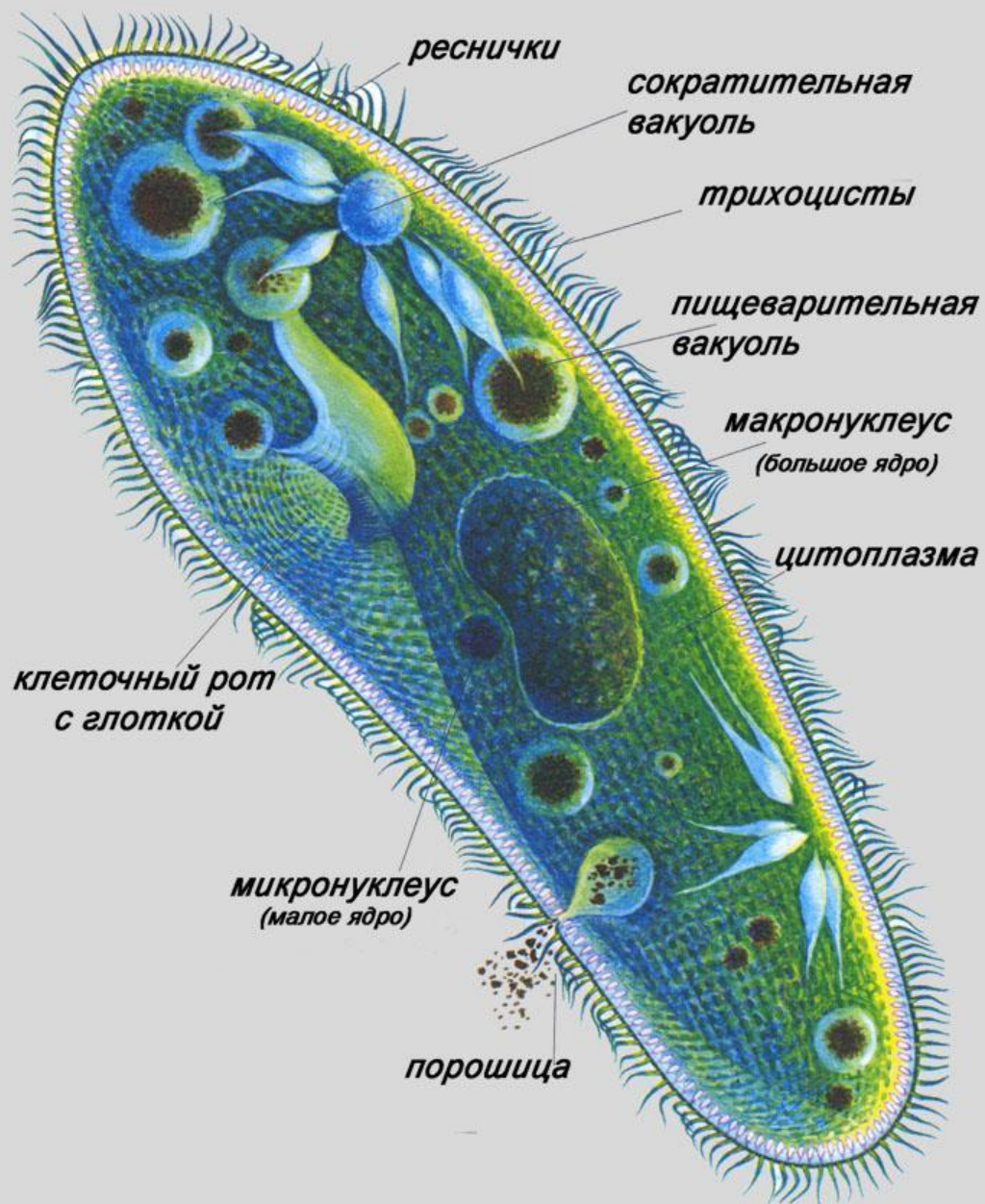


Рис. 47. Цикл развития малярийного плазмодия рода *Plasmodium* (ориг. схема Е. М. Хейсина):

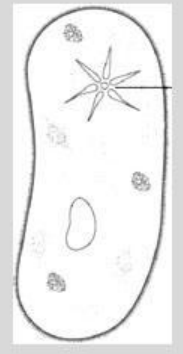
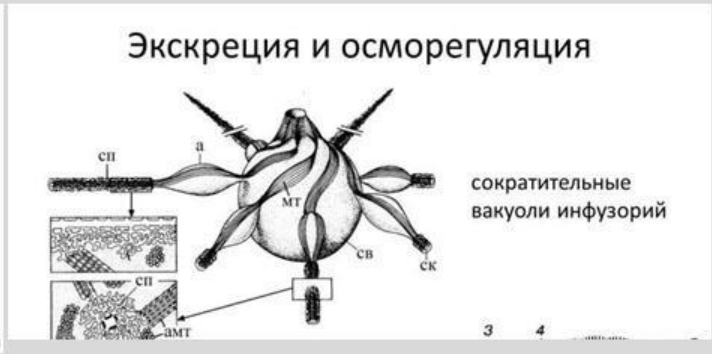
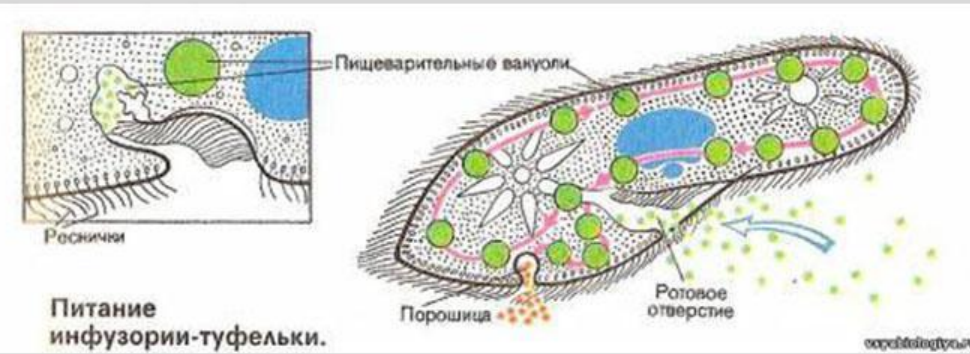
1 — спорозонты, 2—4 — шизогония в печени (2 — спорозонт, внедрившийся в печеночную клетку, 3 — растущий шизонт с многочисленными ядрами, 4 — шизонт, распадающийся на мерозонты), 5—10 — эритроцитарная шизогония (5 — молодой шизонт в форме кольца, 6 — растущий шизонт с псевдоподиями, 7—8 — деление ядер внутри развивающегося шизонта, 9—10 — распад шизонта на мерозонты и выход их на эритроциты, кроме мерозонтов, видны зерна пигмента), 11 — молодой макрогамонт, 11а — молодой микрогамонт, 12 — зрелый макрогамонт, 12а — зрелый микрогамонт, 13 — макрогамета, 14 — микрогамонт, 15 — образование микрогамета (флагелляция), 16 — копуляция, 17 — зигота, 18 — подвижная зигота (оокинета), 19 — проникновение оокинеты сквозь стенку кишечника комара, 20 — превращение оокинеты в ооцисту на наружной стенке кишечника комара, 21, 22 — растущая ооциста с делящимися ядрами, 23 — зрелая ооциста со спорозонтами и остаточным телом, 24 — спорозонты, покидающие ооцисту, 25 — спорозонты в слюнной железе комара



У инфузорий имеются особые органоиды приема пищи, представленные, например, у парамеций перистомом, ротовой воронкой, цитостомом, пищеварительной зоной цитоплазмы и цитопроктom.

Строение околоротовой цилиатуры крайне разнообразно и связано с характером питания. У парамеций околоротовая цилиатура представлена мембранеллами. На дне ротовой воронки находится цитостом. У всех простейших, имеющих пелликулу, цитостом представляет собой участок покровов клетки, где имеется только плазмалемма. Пищевые частицы поглощаются за счет фагоцитоза. Пищеварительные вакуоли прodelывают в центральной определенной путь в эндоплазме. В разных участках клетки на вакуоли действуют определенные комплексы ферментов (разные стадии переваривания пищи связаны с разными участками клетки). Непереваренные остатки пищи выводятся через цитопрокт (порошицу). В области цитопракта прерваны пелликула и кортекс, и эндоплазма соприкасается с плазмалеммой.

Сократительные вакуоли (основная функция осморегуляция; добавочные – выделительная, дыхательная) имеют хорошо развитые радиальные каналы и центральную камеру. Жидкость сначала заполняет радиальные каналы и, после их систолы) переходит в центральную камеру, ограничена от внешней среды мембранной диафрагмой. Эта диафрагма обеспечивает выделение жидкости во внешнюю среду. У крупных инфузорий может быть несколько сократительных вакуолей.

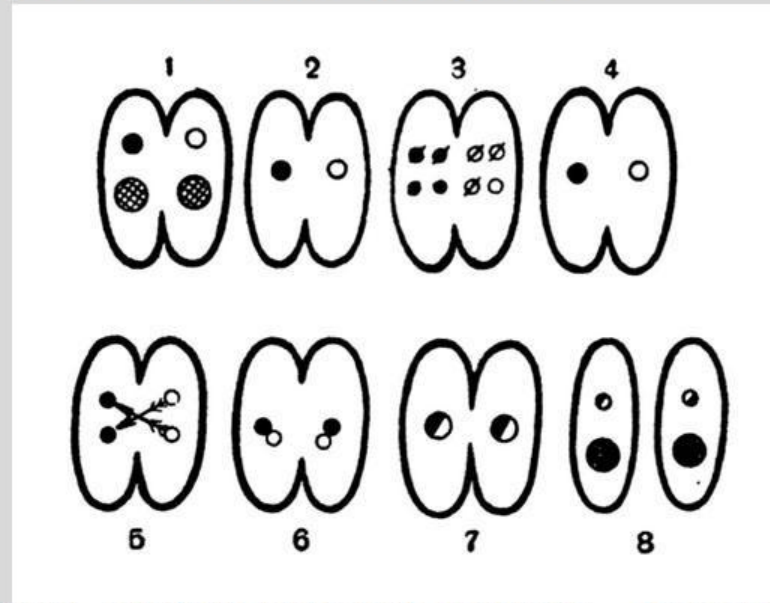
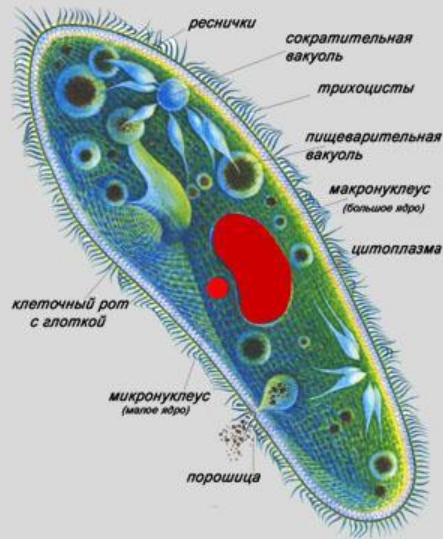


Сократительные вакуоли (основная функция осморегуляция; добавочные – выделительная, дыхательная) имеют хорошо развитые радиальные каналы и центральную камеру. Жидкость сначала заполняет радиальные каналы и, после их систолы) переходит в центральную камеру, ограничена от внешней среды мембранной диафрагмой. Эта диафрагма обеспечивает выделение жидкости во внешнюю среду. У крупных инфузорий может быть несколько сократительных вакуолей.

Для инфузорий характерен ядерный дуализм. Имеется вегетативное полиплоидное ядро – макронуклеус и генеративное диплоидное - микронуклеус.

Макронуклеус в вегетативной жизни клетки активен. ДНК макронуклеуса организована не в форме целых хромосом, а в виде коротких фрагментов, но эти фрагменты представлены миллионами копий.

Бесполое размножение проходит путем поперечного бинарного деления (монотомией). Для некоторых видов (преимущественно для Suctiria) характерно почкование.



Для инфузорий (и только для них) характерен особый половой процесс - конъюгация, в ходе которой осуществляется обмен генетической информацией, но не происходит образования новых особей.

В ходе конъюгации две инфузории соединяются попарно цитоплазматическим мостиком (1). В каждой клетке происходит разборка старого макронуклеуса (2). Микронуклеус проходит двухступенчатый мейоз (3), в результате чего в каждой клетке формируется 4 гаплоидных ядра. Три из них резорбируются (3,4), а оставшееся делится митотически еще раз, так что в каждой клетке теперь находятся два ядра - пронуклеуса (5). Один из пронуклеусов (стационарное ядро) остается в клетке, другой (мигрирующее ядро) переходит по упомянутому ранее мостику в цитоплазму партнера (5,6). После этого цитоплазматический мостик разрушается, а пронуклеусы сливаются (7). В каждой из клеток формируется диплоидное ядро - синкарион (соответствует ядру зиготы). Два эконъюганта возвращаются к самостоятельной жизни (8). В дальнейшем в серии специальных делений и сложного процесса созревания макронуклеуса в каждой клетке восстанавливается типичный набор ядер (8).

