

Микробиология и ее влияние (1 часть)



Содержание главы:

- 1.1 Что знали наши предки
- 1.2 Систематический подход
- 1.3 Типы микроорганизмов

Микроорганизмы встречаются практически по всей Земле – от кипящих источников до глубин подо льдом Антарктиды. Эти микроскопические существа (или микробы) существуют в огромных количествах. Большинство из них настолько малы, что их невозможно увидеть невооруженным глазом.

Большинство микроорганизмов безвредны для человека, а многие из них приносят пользу. Они играют ключевую роль в экосистемах планеты, составляя основу пищевых цепей. Люди используют микробы для производства биотоплива, лекарств и даже продуктов питания. Без микробов не существовало бы хлеба, сыра или пива. Наши тела наполнены микробами – только на коже триллионы.

Некоторые микробы жизненно важны для нашего существования, другие же могут вызывать болезни, которые делают нас больными или даже убивают.

Хотя наука о микробах достигла огромного прогресса, большая часть этого невидимого мира остается неисследованной. Микробиологи продолжают изучать, как микробы одновременно могут приносить пользу и угрожать человечеству.

Учебные цели

К концу этого раздела вы сможете:

- Описать, как наши предки улучшали пищу с помощью невидимых микробов.
- Объяснить, как в древности трактовали причины болезней и недугов до изобретения микроскопов.
- Перечислить ключевые события, связанные с рождением микробиологии.

Клинический случай

Часть 1

Кора, 41-летняя юрист и мать двоих детей, в последнее время жалуется на сильные головные боли, высокую температуру и скованность в шее. Её муж, сопровождающий Кору на прием к врачу, отмечает, что она периодически выглядит растерянной и чрезмерно сонной.

На основании этих симптомов врач предполагает, что у Кору может быть менингит — потенциально опасная инфекция тканей, окружающих головной и спинной мозг.

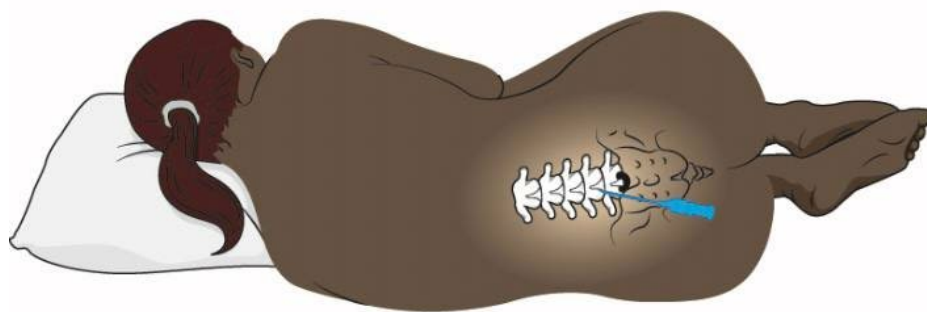
Менингит может иметь несколько причин. Его вызывают бактерии, грибы, вирусы, а иногда он становится реакцией на лекарства или воздействие тяжелых металлов. Хотя люди с вирусным менингитом обычно выздоравливают самостоятельно,

бактериальный и грибковый менингит могут быть весьма серьёзными и требуют лечения.

Врач Кору назначает пункцию поясничного отдела (спинномозговую) для взятия трёх образцов цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) из-вокруг спинного мозга (см. Рисунок 1.2). Пробы будут отправлены для анализа в три лаборатории: клинической химии, микробиологии и гематологии. Сначала образцы визуально смотрят, чтобы определить, является ли ЦСЖ аномально окрашенной или мутной; затем ЦСЖ будет исследована под микроскопом, чтобы увидеть содержит ли она нормальное количество красных и белых кровяных телец и проверить наличие каких-либо аномальных типов клеток. В лаборатории микробиологии пробу центрифугируют, чтобы сконцентрировать любые клетки в осадке; этот осадок наносят на предметное стекло и окрашивают по Граму. Окраска по Граму – это метод, используемый для различения двух разных типов бактерий (грамположительные и грамотрицательные).

Около 80% пациентов с бактериальным менингитом покажут наличие бактерий в их ЦСЖ с Граммовским окрашиваниемⁱ. Граммовская окраска Кору не показала бактерий, но ее врач решает на всякий случай назначить ей антибиотики. Часть образцов ЦСЖ будет выращена – помещена в специальные плоскости для выявления наличия бактерий или грибов. Росту микроорганизмов требуется некоторое время для воспроизведения в достаточном количестве, чтобы их можно было обнаружить и проанализировать.

- Какие типы микроорганизмов могут быть уничтожены антибиотической терапией?



(a)



(b)

Рисунок 1.2 (а) Используется поясничная пункция для отбора пробы цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) пациента для анализа. Игла вставляется между двумя позвонками в нижней части спины, в поясничной области. (b) ЦСЖ должна быть прозрачной, как в этом образце. Аномально мутная ЦСЖ может указывать на инфекцию, но необходимо провести дополнительное тестирование для подтверждения наличия микроорганизмов.

(изображение а: модификация работы Центров по контролю и профилактике заболеваний; изображение b: модификация работы Джеймса Хейлмана)

Сегодня большинство людей, даже те, кто мало знает о микробиологии, знакомы с понятием микробов или «микроорганизмов», и их ролью в здоровье человека. Школьники учат о бактериях, вирусах и других микроорганизмах, и многие даже рассматривают образцы под микроскопом. Но несколько сотен лет назад, до изобретения микроскопа, существование многих видов микробов было невозможно доказать. По определению, микроорганизмы или микробы – это очень мелкие организмы; многие типы микробов слишком малы для того, чтобы их увидеть без

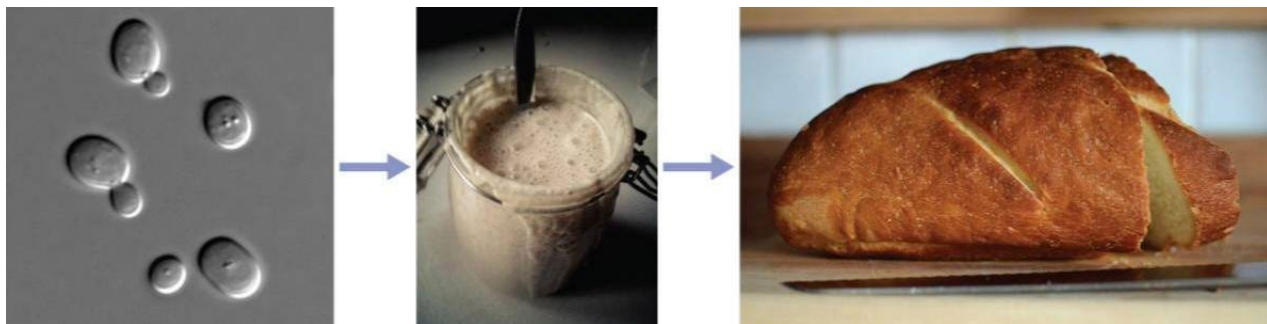
использования микроскопа, хотя некоторые паразиты и грибы видны невооруженным глазом.

Люди жили и использовали микроорганизмы гораздо дольше, чем они могли их видеть. Исторические данные свидетельствуют о том, что люди имели некоторое представление о микробной жизни с доисторических времён и использовали эти знания для разработки продуктов питания, а также для предотвращения и лечения заболеваний. В этом разделе мы рассмотрим некоторые исторические применения микробиологии, а также ранние начала микробиологии как науки.

Ферментированные продукты и напитки

Люди по всему миру наслаждаются ферментированными продуктами и напитками, такими как пиво, вино, хлеб, йогурт, сыр и маринованные овощи на протяжении всей записанной истории. Открытия на нескольких археологических площадках предполагают, что даже доисторические люди использовали ферментацию для сохранения и улучшения вкуса пищи. Археологи, изучающие глиняные кувшины из неолитической деревни в Китае, обнаружили, что люди изготавливали ферментированный напиток из риса, мёда и фруктов уже в 7000 году до н.э.ⁱⁱ

Производство этих продуктов и напитков требует микробной ферментации, процесса, при котором используются бактерии, плесень или дрожжи для преобразования сахаров (углеводов) в алкоголь, газы и органические кислоты (см. Рисунок 1.3). Вероятно, люди впервые узнали о ферментации случайно – возможно, выпив прокисшее молоко или старый виноградный сок, который начал бродить, - но позже они научились использовать силу ферментации для создания продуктов, таких как хлеб, сыр и вино.



Ферментация дрожжей вырабатывает этанол и CO₂.

Рисунок 1.3 Микроскопический вид *Saccharomyces cerevisiae*, дрожжей, отвечающих за подъем хлеба (слева). Дрожжи – это микроорганизм. Их клетки метаболизируют углеводы в муке (в середине) и вырабатывают углекислый газ, который заставляет хлеб подниматься (справа).

(среднее изображение: изменение работы Janus Sandsgaard; изображение справа: изменение работы «MDreibelbis»/Flickr)

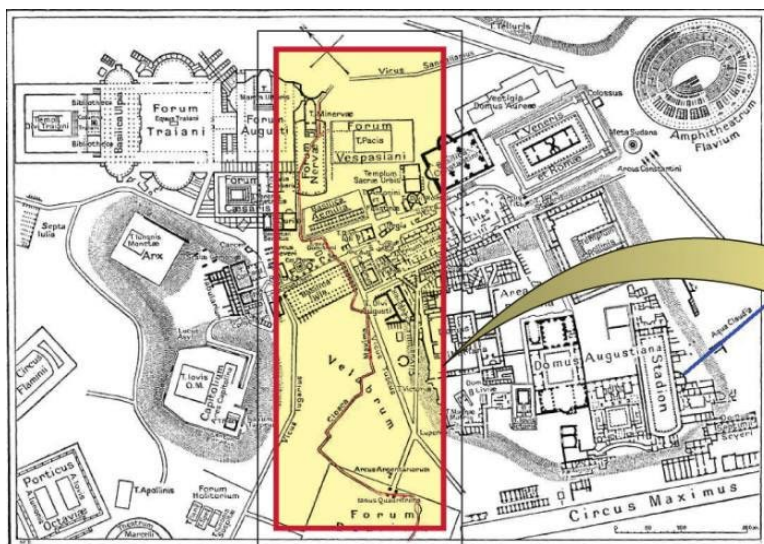
Ледяной человек и свидетельства раннего лечения

Доисторические люди имели очень ограниченные знания о причинах заболеваний, и различные культуры развивали разные убеждения и объяснения. Многие считали, что болезнь является наказанием за разгневание богов или просто результатом судьбы, но археологические находки предполагают, что доисторические люди пытались лечить болезни и инфекции. Одним из примеров этого является Цельский ледяной человек, также известный как Эци, 5300-летняя мумия, обнаруженная замороженной во льдах Цельтальских Альп на границе Австрии и Италии в 1991 году. Так как тело Эци было хорошо сохранено льдом, исследователи обнаружили, что он был заражен яйцами паразита *Trichuris trichiura*, который мог вызывать у него боли в животе и анемию. Также исследователи нашли свидетельства наличия *Borrelia burgdorferi*, бактерии, вызывающей болезнь Лаймаⁱⁱⁱ. Некоторые исследования считают, что Эци мог пытаться лечить свои инфекции с помощью древесного плода гриба *Fomitopsis betulinus*, который был обнаружен вместе с его вещами^{iv}. У этого гриба есть слабительные и антибиотические свойства. Эци также был покрыт татуировками, которые были сделаны путем нанесения разрезов на кожу, заполненных травами, и ему делали прижигание травами.^v Существует предположение, что это так же могло быть попыткой лечить его здоровье.

Ранние представления о болезнях, заражении и изоляции

Несколько древних цивилизаций, по-видимому, имели некоторое понимание того, что болезни могут передаваться способами, которые они не могли видеть. Это особенно очевидно в исторических попытках контролировать распространение болезней. Например, Библия упоминает о практике изоляции людей с проказой и другими болезнями, что предполагает, что люди понимали, что болезни могут передаваться. Несмотря на то, что проказа контагиозна, это также болезнь, которая прогрессирует медленно. Это означает, что люди вероятно уже распространили болезнь на других, когда их изолировали.

Чистая вода и санитария – одни из самых важных элементов здорового общества. Самые ранние примеры городских санитарных систем исходят от древневосточных цивилизаций городов Долины Инда Мохенджо-Даро и Хараппа, расположенных в современном Пакистане. Построенные в 2500 году до н.э. (примерно 4500 лет назад), города имели сложные сети колодцев, бань и дренажных систем, которые отводили грязную воду и отходы. Примерно две тысячи лет спустя люди в древнегреческой цивилизации приписывали болезни плохому воздуху, *mal'aria*, который они называли «адские запахи». Они разработали гигиенические практики, исходя из этой идеи. В Риме они построили акведуки, которые приводили свежую воду в город, и гигантский канализационный коллектор, Клока Максима, который отводил отходы и грязную воду в реку Тибр (см. Рисунок 1.4). Некоторые исследователи считают, что эта инфраструктура помогла защитить римлян от эпидемий и болезней, передаваемых через воду.



(a)



(b)

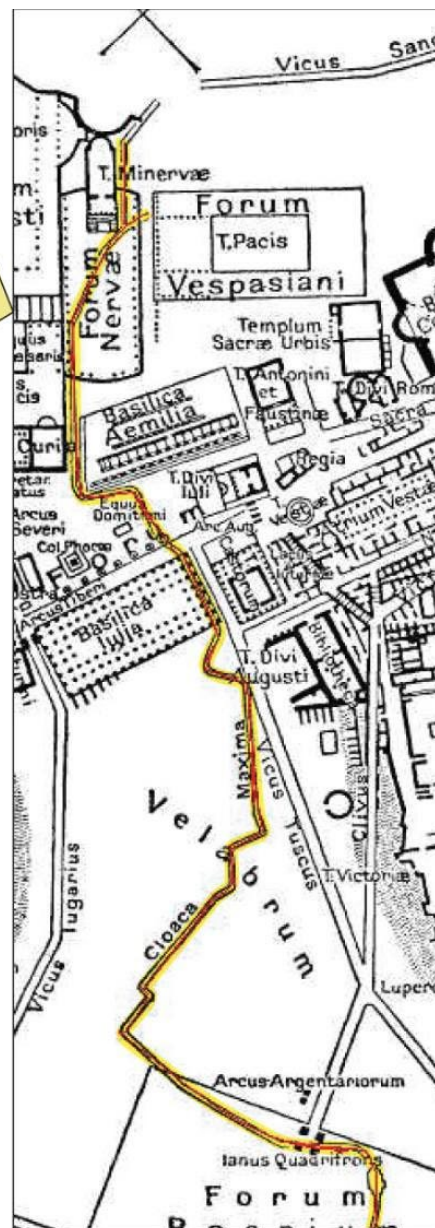


Рисунок 1.4. (а) Клока Максима или «Великий канализационный Коллектор» (показан красным), прокладывавал свой путь через древний Рим. Это было инженерное чудо, которое отводило отходы от города и в реку Тибр. (b) Эти древние туалеты впадали в Клоку Максиму.

Даже до изобретения микроскопа некоторые врачи, философы и учёные сделали большие шаги в понимании невидимых сил – того, что мы сейчас знаем как микробы – которые могут вызвать инфекцию, болезнь и смерть. Греческий врач Гиппократ (460-370 гг. до н.э.) считается «отцом западной медицины» (Рисунок 1.5). в отличие от многих предков и современников, он отвергал идею, что болезнь вызвана

сверхъестественными силами. Вместо этого, он полагал, что болезни имеют естественные причины, возникающие внутри пациентов или в их окружении. Считается, что Гиппократ и его наследники написали «Корпус Гиппократа», собрание текстов, которые составляют некоторые из старейших сохранившихся медицинских книг.^{vi} Гиппократу также часто приписывают авторство Клятвы Гиппократа, которую принимают новые врачи, чтобы поклясться в своей преданности диагностированию и лечению пациентов без причинения вреда.

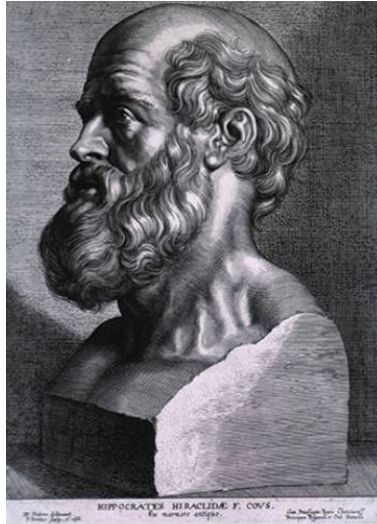
Хотя Гиппократ является отцом западной медицины, греческий философ и историк Фукидид (460-395 гг. до н.э.) считается отцом научной истории, потому что он выступал за доказательную аналитику на основе причинно-следственных связей (см. Рисунок 1.5). среди наиболее важных его вкладов – наблюдения касательно афинской чумы, унёсшей жизни трети населения Афин между 430 и 410 годами до н.э. Пережив эпидемию сам, Фукидид сделал важное наблюдение, что выжившие не заражались повторно болезнью, даже ухаживая за активно больными людьми.^{vii} Это наблюдение демонстрирует раннее понимание концепции иммунитета.

Марк Теренций Варрон (116-27 гг. до н.э.) был плодовитым римским писателем, первым предложившим концепцию, согласно которой вещи, которые мы не можем видеть (то, что мы теперь называем микроорганизмами), могут вызывать болезни (см. Рисунок 1.5). В «О земледелии» («Res Rusticae»), опубликованной в 36 году до н.э., он заявил, что «также следует принимать меры предосторожности вблизи болотных участков... потому что вокруг растут мельчайшие создания [animalia minuta], которые невидимы глазу, но которые летают в воздухе и попадают в тело через рот и нос, вызывая тяжелые заболевания».^{viii}

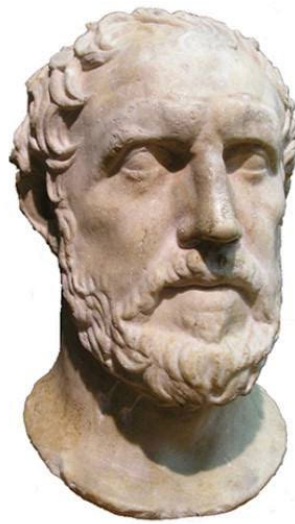
Спустя столетия исламские ученые, в основном в Персии, развили знания, полученные от Гиппократа, а также знания китайской и индийской медицины. Выдающимся среди них был Абу Бакр ар-Рази, обычно известный как ар-Рази или под его латинизированным именем Разес. Он разработал ряд экспериментальных методов для проверки различных аспектов медицины. Например, для выбора местоположения для больницы ар-рази подвешивал сырое мясо вокруг города и размещал медицинское учреждение там, где мясо дольше оставалось неиспорченным. Он также первым отличил корь от оспы и предпринял эксперименты для определения того, какие из доступных лечений были наиболее эффективны для каждого из них. Несмотря на то, что у ар-Рази не было технологий понимания роли микробов, его усилия по выявлению причин болезней, а не сосредоточению внимания на симптомах, были высоко влиятельны.

Исламские врачи создали один из самых важных медицинских текстов в истории, «Канон медицины» (араб. «аль-Канун фи ат-Тибб»). Он был составлен в 1025 году врачом и философом Ибн Синой (часто упоминаемый как Авиценна), энциклопедия содержала детальные описания частей тела, подробный перечень более чем 800

лекарственных средств, а также патологии нескольких заболеваний, структурированных по частям тела или здоровьесберегающим событиям. В своем труде Ибн Синай описал механизмы заражения, указывал на то, что организмы могут быть инфицированы чужеродными веществами, и что болезни могут передаваться через дыхание. Ему также приписывают развитие практики изоляции больных людей, заложив тем самым основы для исторических и современных методов карантина. «Канон» был переведен на многие языки и стал основным ресурсом для преподавания медицины во всем мире, в эпоху Возрождения и далее.



(a)



(b)



(c)

Рисунок 1.5 (a) Гиппократ, «отец западной медицины», считал, что заболевания имеют естественные, а не сверхъестественные причины. (b) Историк Фукидид отмечал, что выжившие от афинской чумы впоследствии становились иммунными к инфекции. (c) Марк Теренций Варрон предположил, что болезнь может быть вызвана «некими крошечными существами... которые не видны глазу.» (изображение (c) модификация работы Алессандро Антонелли)

Рождение микробиологии

Хотя древние могли и подозревать о существовании невидимых «крохотных существ», подтверждено их существование было только после изобретения микроскопа. Хотя и не ясно, кто точно изобрел микроскоп, нидерландский торговец тканями Антони ван Левенгук (1632-1723гг.) был первым, кто разработал линзу, достаточно мощную, чтобы увидеть микробы. В 1675 году, используя простой, но мощный микроскоп, Левенгук сумел наблюдать одноклеточные организмы, которые он описал как «анималкулы» или «крошечных зверушек», плавающих в капле дождевой воды. Благодаря его рисункам этих мелких организмов, мы теперь знаем, что он наблюдал

бактерии и простейшие. (Мы рассмотрим вклад Левенгука в микроскопию более подробно в разделе «Как мы видим невидимый мир».)

Через почти 200 лет после того, как Ван Левенгук впервые увидел микробы, «Золотой век микробиологии» породил множество новых открытий между 1857 и 1914 годами. Двое знаменитых микробиологов, Луи Пастер и Роберт Кох, были особенно активны в продвижении нашего понимания невидимого мира микробов. Пастер, французский химик, показал, что отдельные штаммы микробов обладают уникальными свойствами и продемонстрировал, что брожение вызвано микроорганизмами. Он также изобрел пастеризацию, процесс, используемый для убийства микроорганизмов, ответственных за порчу продуктов, и разработал вакцины для лечения заболеваний, в том числе бешенства у животных и людей. Кох, немецкий врач, был первым, кто продемонстрировал связь между одним изолированным микробом и известным человеческим заболеванием. Например, он открыл бактерии, вызывающие сибирскую язву (*Bacillus anthracis*), холеру (*Vibrio cholerae*) и туберкулез (*Mycobacterium tuberculosis*).^{ix} Мы обсудим этих и других знаменитых микробиологов в последующих главах.

Микро связи

Набор инструментов микробиологии

Поскольку отдельные микробы обычно слишком малы, чтобы их можно было увидеть невооруженным глазом, наука микробиологии зависит от технологий, которые могут искусственно усилить возможности наших естественных чувств восприятия. Ранние микробиологи вроде Пастера и Коха имели в своем распоряжении меньше инструментов, чем найдены в современных лабораториях, что делает их открытия и нововведения гораздо более впечатляющими. Более поздние главы этого текста исследуют множество применений технологии более глубоко, но пока здесь представлен краткий обзор некоторых основных инструментов микробиологической лаборатории.

- **Микроскопы** создают увеличенные изображения микроорганизмов, клеток человека и тканей, а также многих других типов образцов, слишком мелких, чтобы их можно было увидеть невооружённым глазом.
- **Красители и пигменты** используются для придания цвета микробам, чтобы их было лучше видно под микроскопом. Некоторые красители можно использовать на живых микробах, в то время как другие требуют закрепления образцов с помощью химикатов или тепла для окрашивания. Некоторые красители работают только на определённых типах микробов из-за различий в их клеточном составе.

- **Питательные среды** используются для выращивания микроорганизмов в лабораторных условиях. Некоторые среды жидкие; другие более твёрдые или гелеобразные. Питательная среда обеспечивает питательные вещества, включая воду, различные соли, источник углерода (например, глюкозу) и источник азота и аминокислот (например, экстракт дрожжей), так что микроорганизмы могут расти и размножаться. Ингредиенты в питательной среде могут быть модифицированы для выращивания уникальных типов микроорганизмов.
- **Блюдце Петри** – это плоское блюдце, которое обычно имеет 10-11 сантиметров в диаметре и 1-1,5 сантиметров в высоте. Блюдца Петри сделаны из пластика или стекла и используются для содержания питательных сред. Пробирки представляют собой пластиковые или стеклянные трубы с закругленными днищами и открытым верхом. Их можно использовать для выращивания микробов в бульоне или полутвердых или твердых питательных средах.
- **Горелка Бунзена** – это металлический аппарат, создающий пламя, которое может использоваться для стерилизации предметов оборудования. Резиновая трубка подает газ (топливо) к горелке. Во многих лабораториях горелки Бунзена постепенно вытесняются в пользу инфракрасных **микроинсинераторов**, которые служат аналогичной цели без риска открытого пламени.
- **Петлевой инокулятор** – это ручной инструмент, который заканчивается небольшой проволочной петлей. Петля может использоваться для проведения мазков микроорганизмов на анар в блюдце Петри или для их переноса из одной пробирки в другую. До каждого использования инокуляционную петлю необходимо стерилизовать, чтобы культуры не остались загрязнены.

Наука таксономии

Таксономия – это классификация, описание, идентификация и наименование живых организмов. Классификация – это практика организации организмов в различные группы на основе их общих характеристик. Самым известным ранним таксономистом был шведский ботаник, зоолог и врач по имени Карл Линней (1701-1778гг). В 1735 году Линней опубликовал «Systema Naturae», брошюру из 11 страниц, в которой он предложил линеевскую таксономию, систему категоризации и наименования организмов с использованием стандартного формата, что позволило ученым обсуждать организмы, используя согласованную терминологию. Он продолжил дополнять и пересматривать книгу, которая выросла в несколько томов.

В своей таксономии Линней разделил естественный мир на три царства: животные, растения и минералы (минеральное царство позже было отменено). Внутри животного и растительного царств он группировал организмы, используя иерархию увеличивающихся по специфичности уровней и подуровней на основе их сходства.

Названия уровней в первоначальной таксономии Линнея были: царство, класс, отряд, семейство, род и вид. Вид был и остается наиболее специфической и основной таксономической единицей.

Эволюционирующие деревья жизни (филогении)

С развитием технологий другие ученые постепенно совершенствовали систему Линнея и в конечном итоге создали новые системы для классификации организмов. В 1800-х годах возник интерес к разработке таксономий, которые учитывали бы эволюционные отношения, или филогении, всех различных видов организмов на Земле. Один из способов изображения этих отношений – это через диаграмму, называемую филогенетическое дерево (или дерево жизни). На этих диаграммах группы организмов упорядочены по степени их предполагаемого родства. В ранних филогенетических деревьях родство организмов определялось исходя из видимых сходств, таких как наличие или отсутствие волос или количество конечностей. Теперь анализ стал более сложным. Сегодня филогенетический анализ включает генетическое, биохимическое и эмбриологическое сравнение, о котором будет рассказано далее в этой главе.

Дерево жизни Линнея содержало всего две основные ветви для всего живого: животные и растительные царства. В 1866 году Эрнст Геккель, немецкий биолог, философ и врач, предложил еще одно царство, Протисты, для одноклеточных организмов. Позже он предложил четвертое царство, Монера, для одноклеточных организмов, клетки которых лишены ядер, вроде бактерий.

Почти 100 лет спустя, в 1969 году, американский эколог Роберт Уиттакер (1920-1980гг.) предложил добавить другое царство – грибы (Fungi) – в своё древо жизни. Дерево Уиттакера также содержало уровень категоризации выше царственного – империю или надцарство – чтобы различать организмы, которые имеют мембраносвязанные ядра в своих клетках (эукариоты) и те, которые не имеют (прокариоты). Империя Эукариота содержала остальные четыре царства: Грибы, Протисты, Растения и Животные. Пятицарственная система Уиттакера считалась стандартной филогенией на протяжении многих лет.

Клинический случай

Часть 2

Антибиотики специально разработаны для уничтожения или подавления роста бактерий. Но после нескольких дней приема антибиотиков Кора не показывает признаков улучшения. Кроме того, ее образцы ЦСЖ вернулись из лаборатории с отрицательным результатом. Так как бактерии или грибы не были выделены из образца ЦСЖ Кору, её врач исключает бактериальный и грибковый менингит. Вирусный менингит все ещё остается возможным.

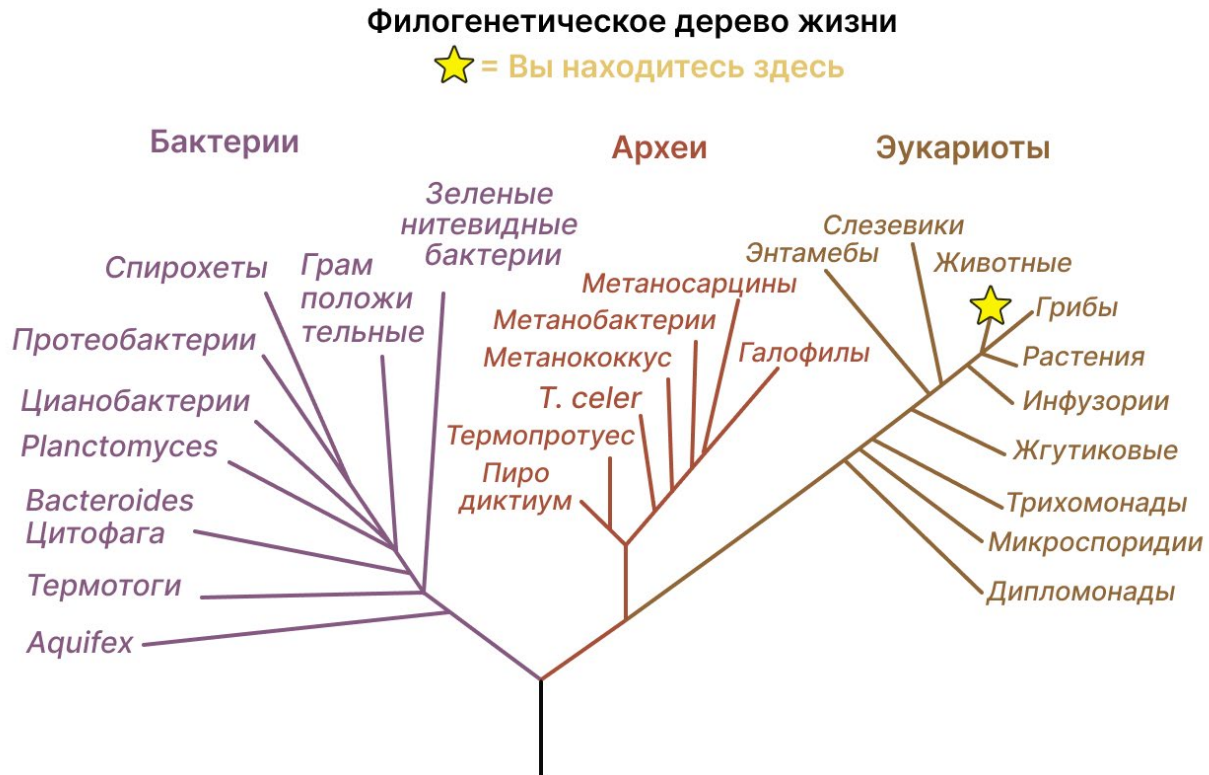
Тем не менее, сейчас Кора сообщает о новых тревожных симптомах. Она начинает испытывать трудности с ходьбой. Мышечная жесткость теперь распространяется с её шеи на остальное тело, и её конечности иногда совершают непроизвольные подергивания. Кроме того, когнитивные симптомы Кору ухудшаются. В этот момент врач Кору становится очень обеспокоенным и назначает дополнительные анализы образцов ЦСЖ.

Роль генетики в современной таксономии

Деревья Геккеля и Уиттакера представили гипотезы о филогении различных организмов на основе непосредственно наблюдаемых характеристик. Но появление молекулярной генетики в конце XX века выявило другие способы организации филогенетических деревьев. Генетические методы позволяют стандартизированно сравнить все живые организмы без опоры на наблюдаемые характеристики, которые зачастую могут быть субъективными. Современная таксономия в значительной степени основывается на сравнении нуклеиновых кислот (дезоксирибонуклеиновая кислота [ДНК] или рибонуклеиновая кислота [РНК]) или белков различных организмов. Чем более похожи нуклеиновые кислоты и белки между двумя организмами, тем более тесно они считаются родственными.

В 1970-х годах американский микробиолог Карл Вёзе открыл то, что казалось «живой записью» эволюции организмов. Он и его коллега Джордж Фокс создали генетическое дерево жизни на основе сходств и различий, которые они наблюдали в генах, кодирующих малые субъединицы рибосомальной РНК (rRNA) различных организмов. В процессе они обнаружили, что определенный тип бактерий, названных архебактериями (теперь известными просто как археи), существенно отличаются от других бактерий и эукариотов по своему гену малых субъединиц rRNA. Чтобы учесть это различие, они создали дерево с тремя доменами на уровне выше царства: Археи, Бактерии и Эукариоты. Анализ генных последовательностей малых субъединиц rRNA предполагает, что археи, бактрени и эукариоты произошли от общего предкового

клеточного типа. Дерево искажено, чтобы показать более тесную эволюционную связь между Археями и Эукариотами, чем у них с Бактериями.



Ученые продолжают использовать анализ РНК, ДНК и белков для определения родственных связей организмов. Одно интересное и усложняющее открытие – это горизонтальный перенос генов, когда ген одного вида поглощается геном другого организма. Горизонтальный перенос генов особенно часто встречается у микроорганизмов и может затруднить определение эволюционного родства организмов. Следовательно, некоторые ученые теперь мыслят в терминах «смысла жизни», а не «дерева жизни».

Название микробов

При разработке своей таксономии Линней использовал систему **биномиальной номенклатуры**, двухсловную систему наименования для идентификации организмов по роду и видовому эпитету. Например, современные люди относятся к роду *Номо* и имеют видовой эпитет *sapiens*, так что их научное название по биномиальной номенклатуре – *Номо sapiens*. В биномиальной номенклатуре часть с названием рода всегда пишется с заглавной буквы; следом идет видовой эпитет, который не пишется с заглавной буквы. Оба названия выделяются курсивом. Когда говорят о виде людей, используется биномиальная номенклатура – *Номо sapiens*.

В XVIII-XX веках таксономические названия обычно происходили от латыни, поскольку это был общий язык ученых, когда были созданы таксономические системы. Сегодня новооткрытым организмам могут быть даны названия, происходящие от латыни, греческого или английского языков. Иногда эти названия отражают какую-либо отличительную черту организма; в других случаях микроорганизмы называют в честь ученых, которые их открыли. Археон *Haloquadratum walsbyi* является примером обеих схем наименования. Род *Haloquadratum* описывает среду обитания микроорганизма (halo происходит от греческого слова «соль»), а также расположение его квадратных клеток, которые упорядочены в квадратные кластеры из четырех клеток (quadratum по-латыни означает «четырёхугольник»). Вид *walsbyi* назван в честь Энтони Эдварда Волсби, микробиолога, который открыл *Haloquadratum walsbyi* в 1980 году. Хотя казалось бы проще дать организму описательное имя, типа красноголового дятла – мы можем представить, как это может стать проблематичным. Что произойдет, когда будет обнаружен другой вид дятлов с красной головой? Систематическая номенклатура, которую используют ученые, устраняет эту потенциальную проблему, назначая каждому организму единственное уникальное двухсловное название, которое признается учеными всего мира.

Микро связи

Одно имя, разные штаммы

В рамках одного вида микроорганизмов могут быть несколько подтипов, называемых, штаммами. Хотя разные штаммы могут быть почти идентичны генетически, они могут иметь различные свойства. Бактерия *Escherichia coli* печально известна тем, что вызывает пищевое отравление и диарею. Однако на самом деле существуют множество разных штаммов *E.coli*, и они сильно различаются по своей способности вызывать заболевания.

Один патогенный (вызывающий болезни) штамм, о котором вы могли слышать, - это *E.coli* O157:H7. У людей инфекция *E.coli* O157:H7 может вызывать брюшные спазмы и диарею. Инфекция обычно происходит из-за загрязненной воды или пищи, особенно сырых овощей и недоваренного мяса. В 1990-х годах было несколько крупных вспышек *E.coli* O157:H7, которые, как полагают, произошли из-за недогоотовленных гамбургеров.

Хотя *E.coli* O157:H7 и некоторые другие штаммы имеют плохую репутацию, *E.coli* также можно назвать полезной бактерией. Различные штаммы *E.coli*, встречающиеся естественно в нашем кишечнике, помогают нам расщеплять еду, предоставлять необходимые химикаты и бороться с патогенными микробами.

Единицы измерения длины, часто используемые в микробиологии		
Метрическая единица	Значение префикса	Метрический эквивалент
метр (м)	-	1 м = 10 ⁰ м
дециметр (дм)	1/10	1 дм = 0.1 м = 10 ⁻¹ м
сантиметр (см)	1/100	1 см = 0.01 м = 10 ⁻² м
миллиметр (мм)	1/1000	1 мм = 0.001 м = 10 ⁻³ м
микрометр (мкм)	1/1,000,000	1 мкм = 0.000001 м = 10 ⁻⁶ м
нанометр (нм)	1/1,000,000,000	1 нм = 0.000000001 м = 10 ⁻⁹ м

Микроорганизмы отличаются друг от друга не только размером, но и структурой, средой обитания, метаболизмом и многими другими характеристиками. Хотя мы обычно думаем о микроорганизмах как о одноклеточных, существуют также многоклеточные организмы, которые слишком малы, чтобы их можно было увидеть без микроскопа. Некоторые микробы, такие как вирусы, даже **ациеллюлярны** (не состоят из клеток).

Микроорганизмы встречаются в каждом из трех доменов жизни: Археи, Бактерии и Эукария. Микробы в доменах Бактерии и Археи являются прокариотами (их клетки не имеют ядра), в то время как микробы в домене Эукария – эукариоты (их клетки имеют ядро). Некоторые микроорганизмы, такие как вирусы, не попадают ни в один из трёх

доменов жизни. В этом разделе мы кратко представим каждую из широких групп микробов. В последующих главах будет более подробно рассмотрено многообразие видов в каждой группе.

Прокариотические микроорганизмы

Бактерии обнаруживаются почти в каждой среде обитания на Земле, в том числе на человеке и внутри его. Большинство бактерий безвредны или полезны, но некоторые являются **патогенами**, вызывающими заболевания у людей и других животных. Бактерии прокариоты не содержат генетический материал (ДНК) в настоящем ядре.

У большинства бактерий есть клеточные стенки, содержащие пептидогликан. Они обладают широким диапазоном метаболических возможностей и могут расти в различных средах, используя разные комбинации питательных веществ. Некоторые бактерии фотосинтетические, такие как кислородные цианобактерии и анаэробные зелёные серные и зелёные несерные бактерии; эти бактерии используют энергию, полученную от солнечного света, и фиксируют углекислый газ для роста. Другие типы бактерий являются непигментными, получая свою энергию из органических или неорганических соединений в своей среде.

Археи также являются одноклеточными прокариотическими организмами. Археи и бактерии имеют различные эволюционные истории, а также значительные различия в генетике, метаболических путях и составе их клеточных стенок и мембран. В отличие от большинства бактерий, клеточные стенки архей не содержат пептидогликан, но часто они состоят из подобного вещества, называемого псевдопептидогликаном. Как и бактерии, археи обнаруживаются практически в любой среде обитания на Земле, даже экстремальные условия, которые очень холодные, очень горячие, очень щелочные или очень кислые. Некоторые археи живут в человеческом теле, но ни один из них не был признан патогеном для человека.

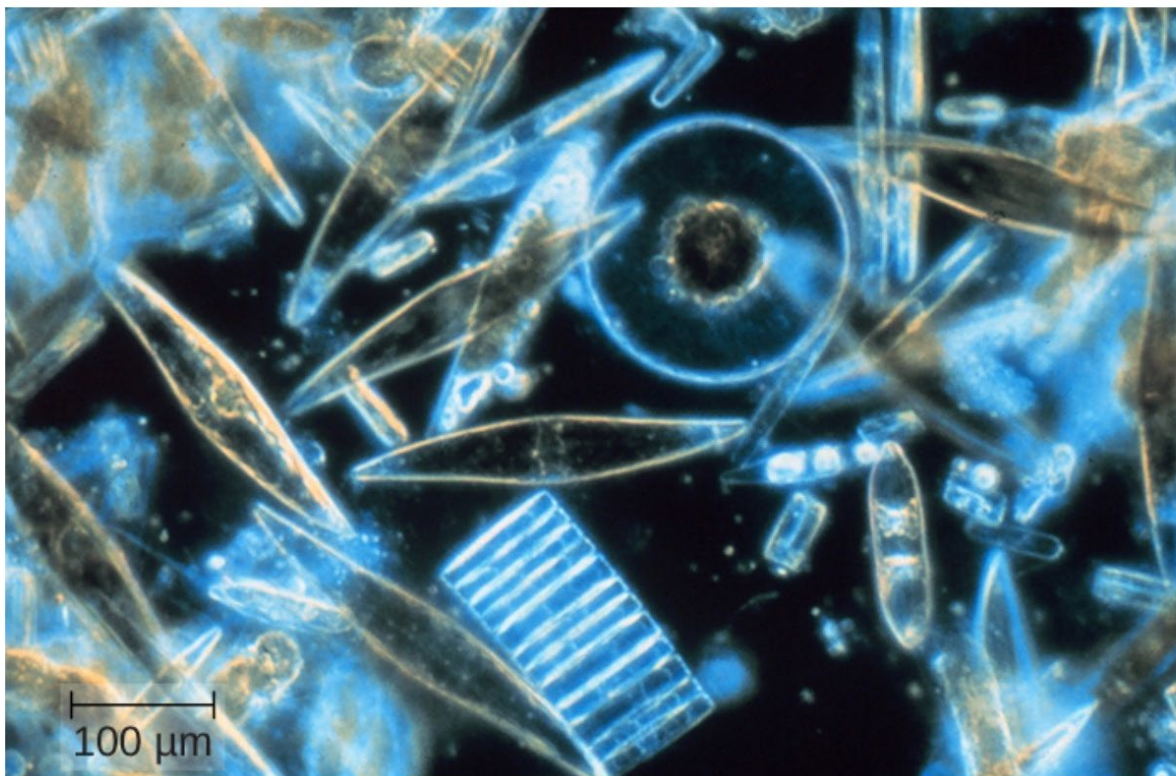
Эукариотические микроорганизмы

Домен Eukarya содержит все эукариоты, включая одноклеточные или многоклеточные эукариоты, такие как простейшие, грибы, растения и животные. Основное определяющее свойство эукариот – это наличие в их клетках ядра.

Протисты

Протисты – это неформальная группировка эукариотов, которые не являются ни растениями, ни животными, ни грибами. Некоторые водоросли являются протистами, а другие – бактериями; все простейшие являются примерами протистов.

Водоросли (в ед. числе: водоросль) в основном состоят из протистов, которые могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными, и сильно различаются по размеру, внешности и местообитанию. Все протисты водоросли окружены клеточными стенками целлюлозы, типа углевода. Водоросли – это фотосинтезирующие организмы, которые извлекают энергию от солнца и выделяют кислород в окружающую среду. Цианобактерии, тип бактерий, также считаются водораслями, но эти организмы являются бактериальными прокариотами, следовательно, имеют клеточные стенки на основе пептидогликана, в отличие от целлюлозных клеточных стенок водорослевых протистов. Поскольку другие организмы могут использовать отходы всех водорослей в качестве энергии, водоросли являются важными частями многих экосистем. Многие потребительские продукты содержат ингредиенты, получаемые из водорослей, такие как каррагенан или альгиновая кислота, которые встречаются в некоторых марках напитков, мороженого, заправки для салата, помады и зубной пасты. Производное от водорослей также играет важную роль в микробиологической лаборатории. Агар, гелевидная форма водорослей, может быть смешана с питательными веществами и использована для выращивания микроорганизмов в чашке Петри. Водоросли также разрабатываются как потенциальный источник биотоплива.



Протозоа – это простейшие, которые являются основой многих пищевых цепей, поскольку обеспечивают питательными веществами другие организмы. Протозоа очень разнообразны. Некоторые протозоа передвигаются с помощью волосковидных структур, напоминающих бичевые, называемых жгутиками. Другие вытягивают часть своей клеточной мембраны и цитоплазмы, чтобы толкать себя вперед. Эти цитоплазмические выросты называются псевдоподиями («ложные ноги»). Некоторые протозоа фотосинтезируют; другие питаются органическими веществами. Некоторые являются свободноживущими, в то время как другие паразитические, выживают, вытягивая питательные вещества из организма-хозяина. Большинство протозоев не являются вредными, однако некоторые из них являются патогенами, которые могут вызвать заболевания у животных или людей.

Грибы

Грибы также являются эукариотами. Некоторые многоклеточные грибы похожи на растения, но на самом деле они сильно отличаются. Грибы не фотосинтезируют, и их клеточные стенки обычно состоят из хитина, а не из целлюлозы.

Одноклеточные грибы – дрожжи – включены в изучение микробиологии. Известно более 1000 различных видов дрожжей. Они встречаются во многих различных средах, от глубокого моря до человеческого пупка. Некоторые дрожжи имеют полезные свойства, такие как способность вызывать подъем хлеба и ферментацию напитков; но дрожжи также могут портить пищу. Некоторые даже вызывают болезни, такие как вагинальные инфекции.

Микробиология как область исследования

Микробиология – это широкий термин, который включает в себя изучение всех различных типов микроорганизмов. Но на практике микробиологи обычно специализируются в одной из нескольких подобластей. Например, бактериология – это изучение бактерий; микология – это изучение грибов; протозоология – это изучение простейших; паразитология – это изучение гельминтов и других паразитов; вирусология – это изучение вирусов.

Иммунология, изучение иммунной системы, часто включается в изучение микробиологии, поскольку взаимодействия между хозяином и патогеном центральны для нашего понимания процессов инфекционных заболеваний. Микробиологи также могут специализироваться в определенных областях микробиологии, таких как клиническая микробиология, экологическая микробиология, прикладная микробиология или микробиология пищевых продуктов.

В этом учебнике мы впервые очередь сосредоточены на клинических применениях микробиологии, но поскольку различные подобласти микробиологии тесно переплетены, мы часто будем обсуждать применения, которые не строго клинические.

-
- ⁱ Rebecca Buxton, «Исследование грам-окрашенных образцов спинномозговой жидкости – Бактериальный менингит». Американское общество микробиологии, 2007.
<http://www.microbelibrary.org/library/gram-stain/3065-examination-of-gram-stains-of-spinal-fluid-bacterial-meningitis>
 - ⁱⁱ Р.Е. McGovern и др., «Броженные напитки доисторического и раннего исторического Китая». Труды Национальной академии наук Соединенных Штатов Америки, №51(2004):17593-17598.
doi:10.1073/pnas.0407921102.
 - ⁱⁱⁱ A. Keller и др., «Новые познания в генофонде и фенотипе Тирольского «ледяного человека» на основе полноценного секвенирования генома». Nature Communications, 3 (2012): 698.
doi:10.1038/ncomms1701.
 - ^{iv} L. Capasso, «5300 лет назад: ледяной человек использовал натуральные слабительные средства и антибиотики». The Lancet, 352 №9134 (1998): 1864. doi:10.1016/S0140-6736(05)79939-6.
 - ^v L. Capasso, «5300 лет назад: ледяной человек использовал натуральные слабительные средства и антибиотики». The Lancet, 352 №9134 (1998): 1864. doi:10.1016/S0140-6736(05)79939-6.
 - ^{vi} G. Pappas и др., «Инфекционные болезни в эпоху Гиппократов». International Journal of Infectious Diseases 12 (2008) 4:347-350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2007.11.003>
 - ^{vii} Thucydides, «История Пелопоннесской войны. Вторая книга. 431 г. до н.э». Перевод Ричарда Кроули. <http://classics.mit.edu/Thucydides/pelopwar.2.second>.
 - ^{viii} Plinio Prioreschi, «История медицины: Римская медицина». Lewiston, NY: Edwin Mellen Press, 1998: с. 215.
 - ^{ix} S.M. Blevins and M.S. Bronze, «Роберт Кох и 'золотой век' бактериологии». International Journal