

ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИИ И ИММУНОЛОГИИ

Под редакцией В. В. ЗВЕРЕВА, Е. В. БУДАНОВОЙ

УЧЕБНИК

Рекомендовано

*ГОУ ВПО «Московская медицинская академия имени И. М. Сеченова»
к использованию в образовательных учреждениях
среднего профессионального образования
в качестве учебника по предмету «Микробиология и иммунология»
по различным специальностям среднего медицинского
и фармацевтического образования*

*Регистрационный номер рецензии 636
от 10 февраля 2009 г. ФИРО*

6-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2013

УДК 579:578:577.27(075.32)

ББК 52.64:52.63:52.54я723

О-753

Авторы:

А. А. Воробьев, А. С. Быков, Е. П. Пашков, Ю. В. Несвижский, М. Н. Бойченко,
В. В. Зверев, А. Ю. Миронов, Д. Н. Нечаев, А. М. Рыбакова, Е. В. Буданова,
Н. В. Хорошко, Ю. С. Кривошеин

Рецензенты:

зам. директора по производственному обучению Медицинского колледжа
Управления делами Президента РФ, преподаватель высшей категории,
канд. мед. наук *Т. Л. Пуляевская*;
преподаватель высшей категории Московского медицинского колледжа № 1
г. Москвы *Т. В. Клюкина*

Основы микробиологии и иммунологии : учеб. для студ.
О-753 учреждений сред. проф. мед. образования / [А. А. Воробьев,
А. С. Быков, Е. П. Пашков и др.] ; под ред. В. В. Зверева,
Е. В. Будановой. — 6-е изд., стер. — М. : Издательский
центр «Академия», 2013. — 288 с.

ISBN 978-5-7695-9694-0

Книга состоит из двух частей, в которых рассмотрены общая микробиология и специальная микробиология. Описаны вопросы систематики, морфологии, физиологии, генетики бактерий, вирусов, грибов и простейших. Освещены проблемы экологической микробиологии, геномной инженерии и биотехнологии, представлено новое поколение лечебно-профилактических средств и диагностических методов. Изложены вопросы этиологии, эпидемиологии, патогенеза, иммунитета, лабораторной диагностики, специфической терапии и профилактики основных групп инфекционных болезней человека, вызываемых бактериями, вирусами, грибами и простейшими, а также госпитальных (внутрибольничных) инфекций.

Первые три издания выходили под названием «Основы микробиологии, вирусологии, иммунологии».

Учебник может быть использован при изучении общепрофессиональной дисциплины «Основы микробиологии и иммунологии» в соответствии с ФГОС СПО для специальностей 060101 «Лечебное дело», 060102 «Акушерское дело», 060501 «Сестринское дело», 060301 «Фармация».

Для студентов учреждений среднего профессионального медицинского образования.

УДК 579:578:577.27(075.32)

ББК 52.64:52.63:52.54я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Коллектив авторов, 2009

© Коллектив авторов, 2012, с изменениями

© Издательский центр «Академия», 2012

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

ISBN 978-5-7695-9694-0

ПРЕДИСЛОВИЕ

Микробиология занимает одно из важнейших мест в системе подготовки средних медицинских кадров. Она дает фундаментальные знания и практические навыки, необходимые студенту для освоения других теоретических и клинических дисциплин, а кроме того, сведения в области инфекционной патологии, которые будут использоваться в повседневной практической деятельности.

Микробиология — интегральная дисциплина, объединяющая ряд самостоятельных предметов, тесно связанных между собой, — бактериологию, вирусологию, микологию, протозоологию и иммунологию, поэтому их изучение следует проводить комплексно (в едином алгоритме).

За последние годы микробиология пополнилась новыми фундаментальными данными: были открыты и подробно изучены возбудители ранее неизвестных инфекционных заболеваний, разработаны принципиально отличающиеся от прежних методы их лабораторной диагностики, профилактики и специфической терапии. Появились новые направления науки, прародительницей которых является микробиология, — генная инженерия и биотехнология. Все это поставило нас перед необходимостью выпуска нового переработанного издания учебника.

Взяв за основу тезис о комплексном подходе в преподавании микробиологии, а также руководствуясь существующими программами, авторы подготовили учебник, который пригоден для обучения студентов различных специальностей в средних медицинских учебных заведениях.

Весь материал в книге систематизирован и изложен в двух частях: «Общая микробиология» и «Специальная микробиология». Систематика и название микроорганизмов даны в соответствии с последними международными классификациями и номенклатурой. В части I «Общая микробиология» на основе фундаментальных данных и сведений, полученных мировой наукой в последние годы, описаны вопросы морфологии, физиологии, генетики бактерий, вирусов, грибов и простейших, инфекций и инфекционного процесса, химиотерапии и химиопрофилактики. Уделено внимание современным проблемам микробиологии — экологической микробиологии, генной инженерии и биотехнологии, новому поколению лечебно-профилактических средств (моноклональные антитела, вакцины, интерфероны, иммуномодуляторы

и др.) и диагностических методов (иммуноферментный анализ — ИФА, полимеразная цепная реакция — ПЦР и др.). Рассмотрены вопросы санитарной микробиологии.

В части II «Специальная микробиология» в краткой, но доступной форме изложены вопросы этиологии, эпидемиологии, патогенеза, лабораторной диагностики, специфической терапии и профилактики наиболее актуальных инфекций человека. Этот материал представлен в соответствии с эколого-эпидемиологической классификацией инфекционных болезней.

В главах, посвященных клинической микробиологии и иммунологии, раскрываются актуальные вопросы госпитальных (внутрибольничных) инфекций, иммунологического статуса организма, врожденных и приобретенных иммунодефицитов, в том числе СПИДа.

Кроме того, в новом издании учебника описаны возбудитель лепры, робовирусы и онкогенные вирусы.

Для студентов зубоучебного отделения в учебник включена глава «Микроорганизмы полости рта и их роль в развитии некоторых заболеваний».

Чтобы не перегружать учебник отдельными методическими тонкостями, в нем представлены лишь принципиальные схемы лабораторной диагностики заболеваний и постановки реакций.

Мы понимаем, что учебник не лишен недостатков, и будем благодарны и признательны читателям за критические замечания, отзывы и пожелания, высказанные в наш адрес.

Академик РАМН, профессор *А. А. Воробьев*
Академик РАМН, профессор *В. В. Зверев*

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

- АТФ — аденозинтрифосфат
БАВ — биологически активные вещества
ВИЧ — вирус иммунодефицита человека
ГЖХ — газожидкостная хроматография
ГЗТ — гиперчувствительность замедленного типа
ГНТ — гиперчувствительность немедленного типа
ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота
ЖКТ — желудочно-кишечный тракт
ЖСА — желточно-солевой агар
ИК — иммунный комплекс
ИФА — иммуноферментный анализ
ИЭМ — иммунная электронная микроскопия
КДЛ — клиничко-диагностические лаборатории
ЛПС — липополисахарид
ЛПУ — лечебно-профилактические учреждения
ЛФЦ — лазерная флюоресцентная диагностика
МПА — мясопептонный агар
МПБ — мясопептонный бульон
ОРВИ — острые респираторные вирусные инфекции
ПЦР — полимеразная цепная реакция
РА — реакция агглютинации
РГА — реакция гемагглютинации
РИА — радиоиммунный анализ
РИФ — реакция иммунофлюоресценции
РН — реакция нейтрализации
РНГА — реакция непрямой гемагглютинации
РПГА — реакция пассивной гемагглютинации
РРГ — реакция радиального гемолиза
РСК — реакция связывания комплемента
РТГА — реакция торможения гемагглютинации
СПИД — синдром приобретенного иммунодефицита
цАМФ — циклический аденозинмонофосфат
ЦПД — цитопатогенное действие
ЦПЭ — цитопатический эффект

Глава 1

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ И ИММУНОЛОГИИ

Медицинская микробиология и иммунология изучают свойства патогенных для человека микробов, механизмы развития инфекции, методы лабораторной диагностики, специфической терапии и профилактики инфекционных заболеваний человека.

1.1. Мир микробов. Общие сведения

Значительную часть биосферы Земли составляют организмы, относящиеся к микромиру, т. е. те, которые можно наблюдать только с помощью оптических приборов — микроскопов. К микромиру принадлежат бактерии, грибы, простейшие, вирусы, вироиды и прионы (табл. 1.1).

Микробы живут, размножаются и осуществляют свои функции в благоприятных для них экологических условиях. Они оказы-

Таблица 1.1

Мир микробов

Представители	Уровень организации	Размер, мкм	Число генов	Распространение в природе
<i>Доклеточные</i>				
Прионы (инфекционные белки)	Макромолекулы	0,1—0,3	1 (хозяина)	Только в живом организме (внутриклеточные паразиты)
Вироиды (инфекционные РНК)	Макромолекулы	1—100	До 100	
Вирусы	Частицы	0,02—0,4	До 100	
<i>Клеточные</i>				
Бактерии	Прокариоты	1—10	До 5 000	В живой и неживой природе
Грибы	Эукариоты	1—30	До 5 000	
Простейшие	Эукариоты	10—50	До 10 000	

вают существенное влияние на неживую и живую природу, обеспечивая круговорот веществ и энергии в природе, плодородие почв, поддержание газового состава атмосферы и других природных процессов. Часть микробов болезнетворны (*патогенные*) для человека, животных, птиц, насекомых и растений. Большинство же из них — *непатогенные*, их называют сапрофитами.

Некоторые непатогенные микробы при определенных условиях (ослабленный организм, попадание в необычные для них места обитания) вызывают болезни. Такие микробы называют *условно-патогенными*.

1.2. Микробиология — наука о микробах

Микробиология (от греч. *micros* — малый, *bios* — жизнь, *logos* — учение) — наука о строении, биологии, экологии микробов — мельчайших форм жизни растительного и животного происхождения, невидимых невооруженным глазом.

Различают общую и частную микробиологию. Общая микробиология изучает строение, физиологию, биохимию, генетику, экологию и эволюцию микробов. Частная (или специальная) микробиология делится на медицинскую, ветеринарную, сельскохозяйственную, морскую, космическую, техническую.

В соответствии с объектами исследования микробиология подразделяется на ряд дисциплин: бактериологию, микологию, вирусологию, протозоологию, изучающие соответственно бактерии, грибы, вирусы и простейшие.

Основной задачей *медицинской микробиологии* является изучение свойств патогенных для человека микробов, механизмов развития инфекции, методов лабораторной диагностики, специфической терапии и профилактики инфекционных заболеваний человека.

В недрах микробиологии родилась самостоятельная наука — *иммунология*.

1.3. Иммунология — наука об иммунитете

Иммунитет — способ защиты организма от генетически чужеродных веществ живой и неживой природы с целью сохранения структурной и функциональной целостности организма и его биологической индивидуальности (гомеостаза).

Чужеродные вещества (*антигены*) генетически отличаются от структур собственного организма. Антигенами являются микробы (бактерии, вирусы, грибы, простейшие), макромолекулы растительного и животного происхождения (белки, нуклеиновые

кислоты, полисахариды и их комплексы), а также чужеродные клетки (клетки злокачественных опухолей, клетки и ткани другого человека или животных). Защиту от антигенов осуществляет иммунная система организма, основной функцией которой является распознавание антигена и его уничтожение (нейтрализация, обезвреживание). Эту функцию иммунная система выполняет благодаря комплексу специфических и неспецифических реакций.

Иммунитет изучает самостоятельная фундаментальная наука *иммунология*. В иммунологии используются методы молекулярной биологии, генетики, физико-химические, биохимические, гистологические и др.

1.4. История развития микробиологии и иммунологии

Исторический путь развития древнейшей науки микробиологии можно разбить на пять этапов, в зависимости от уровня и методов познания мира микробов: эвристический, морфологический, физиологический, иммунологический и молекулярно-генетический.

Эвристический этап связан с неожиданными находками и догадками (*эврика* — неожиданная находка) о существовании на Земле невидимых живых существ, вызывающих болезни.

Микробы существовали на нашей планете задолго до появления животных и человека. Древние мыслители и ученые догадывались о наличии микробов. Еще в III—IV вв. до н.э. основоположник античной медицины Гиппократ (ок. 460 — ок. 370 гг. до н.э.) считал, что болезни человека вызываются какими-то невидимыми частицами, которые он называл миазмами, выделяемыми в болотистых и других местностях. Ибн Сина (Авиценна) (980—1037) писал в «Каноне врачебной науки» о том, что причиной чумы, оспы и других болезней являются невидимые простым глазом мельчайшие живые существа, передающиеся через воду и воздух.

Первым человеком, который наблюдал и описал микробы, был голландец Антони ван Левенгук (1632—1723). Он сконструировал и изготовил микроскоп, увеличивавший предметы в 300 раз. Рассматривая с его помощью налет с зубов, кровь, слюну, сперму человека, а также пищевые продукты и другие предметы, А. Левенгук выявил в них живые микроскопические существа, различавшиеся по форме и размерам, которые назвал *анималькулюсами* («живые зверьки»).

С момента открытия микробов начался **морфологический период** в развитии микробиологии, который продолжается и до наших дней, поскольку наука открывает все новые микроорганизмы.



А. Левенгук



Р. Кох

Открытие микробов и доказательство их патогенности для человека связано с именами таких известных ученых и врачей, как Д. С. Самойлович (1744—1805), Э. Дженнер (1749—1823), Р. Кох (1843—1910), И. И. Мечников (1845—1916), Н. Ф. Гамалея (1859—1949) и многих других. За это время открыто и описано более 2 000 видов бактерий и грибов — возбудителей болезней человека.

Выдающимся открытием в микробиологии было обнаружение Д. И. Ивановским (1864—1920) в 1892 г. вирусов — нового царства микробов, не имеющих клеточного строения, паразитирующих только внутри клеток человека, животных, растений и бактерий. Так возникла новая наука — *вирусология*, основоположником которой по праву считается Д. И. Ивановский. К настоящему времени уже обнаружено более 1 000 вирусов, вызывающих болезни у человека, и огромное число вирусов, поражающих животных, растения и бактерии.

В конце XIX в. было доказано, что причиной болезней человека и животных могут быть не только бактерии, но и простейшие: амёбы, лейшмании, плазмодии малярии и др. Эти открытия послужили основой для создания науки *протозоологии* — учения о болезнях, вызываемых простейшими. Основоположниками протозоологии были русские исследователи Ф. А. Леш (1840—1903), выявивший возбудителя амёбиаза, П. Ф. Боровский (1863—1932), изучивший лейшманиоз, и французский врач А. Лаверан (1845—1922), описавший возбудителя малярии.

Открытие возбудителей болезней сопровождалось изучением их биологических свойств, разработкой номенклатуры и классификации. Данный этап в развитии микробиологии можно назвать **физиологическим**. В этот период у микробов были изучены обмен веществ, дыхание, рост и размножение, разработаны принципы их культивирования на питательных средах и т. д.

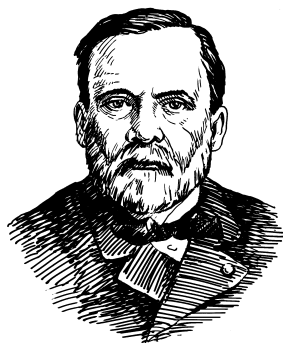
Огромное значение для развития микробиологии в конце XIX в. имели открытия французского ученого Луи Пастера (1822—1895).



И. И. Мечников



Д. И. Ивановский



Л. Пастер

В своих работах он обосновал этиологическую роль микробов в возникновении болезней, расшифровал ферментативную природу брожения, опроверг положение о самозарождении бактерий, заложил основы дезинфекции и стерилизации, а также разработал принципы вакцинации и создания *вакцин*, которые не потеряли своей актуальности и в наши дни. С открытий Л. Пастера начинается четвертый, **иммунологический**, период в развитии микробиологии, и этого ученого можно считать основоположником не только микробиологии и иммунологии, но и *иммунобиотехнологии*.

Развитие иммунологии в конце XIX — начале XX в. связано с именами двух выдающихся ученых — И. И. Мечникова (1845—1916) и П. Эрлиха (1854—1915).

Российский биолог и патолог И. И. Мечников разработал фагоцитарную теорию иммунитета, заложил основы клеточной иммунологии. Немецкий врач, бактериолог и биохимик П. Эрлих создал гуморальную теорию иммунитета, объяснявшую механизмы защиты с помощью антител. За эти открытия в 1908 г. им была присуждена Нобелевская премия.

В это же время ученые интенсивно занимались поиском химических противобактериальных препаратов. Основателем этого направления был П. Эрлих, искавший «волшебную пулю» против микробов. Им был создан препарат «Сальварсан» (препарат 606), губительно действующий на трепонемы — возбудителя сифилиса. Это направление химиотерапии и химиопрофилактики интенсивно развивается и в настоящее время, имеет множество достижений, венцом которых является создание антибиотиков, открытых английским врачом А. Флемингом (1881—1955).

Начиная с 40—50-х гг. XX в. микробиология и иммунология вступили в **молекулярно-генетический** этап развития. Этот этап характеризуется расцветом молекулярной биологии, доказавшей универсальность генетического кода человека, животных, расте-

ний и бактерий, расшифровавшей на микробных моделях молекулярные механизмы биологических процессов, химическую структуру и синтез жизненно важных биологически активных веществ (гормоны, ферменты и др.). Расшифрованы, клонированы и синтезированы отдельные гены, созданы рекомбинантные ДНК, получены генно-инженерным способом сложные биологически активные соединения, используемые в медицине и народном хозяйстве.

Микробиология и иммунология относятся к общемедицинским наукам, они находятся на стыке фундаментальных, теоретических и клинических дисциплин, поэтому знание их необходимо каждому медицинскому работнику независимо от его специальности.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о микробиологии как науке. Перечислите основные задачи микробиологии.
2. Расскажите об иммунологии как науке. Каковы основные задачи и направления развития иммунологии?
3. Перечислите основные этапы развития микробиологии. Назовите имена отечественных и зарубежных ученых, внесших заметный вклад в развитие микробиологии и иммунологии.
4. Дайте определение понятия «микроб». Можно ли утверждать, что термины «микроб» и «микроорганизм» являются синонимами? Перечислите доклеточные и клеточные микробы.
5. Сравните понятия: патогенные, условно-патогенные и непатогенные микроорганизмы.

КЛАССИФИКАЦИЯ И МОРФОЛОГИЯ МИКРОБОВ

Микробы (бактерии, грибы, простейшие, вирусы) систематизированы по их сходству, различиям и взаимоотношениям между собой. Этим занимается специальная наука — систематика микроорганизмов.

2.1. Систематика и номенклатура микробов

Систематика микробов включает в себя классификацию и таксономию. *Классификация* — раздел систематики, распределяющий микробов по таксономическим категориям — таксонам (от греч. *taxis* — расположение, порядок) на основе сходства однородных признаков. В основу *таксономии* микроорганизмов положены их морфологические, физиологические, биохимические и молекулярно-биологические свойства. Чем больше сведений имеется о микроорганизмах, тем точнее их можно отнести к соответствующей таксономической категории. Различают следующие основные таксономические категории: *царство, отдел, класс, порядок, семейство, род, вид*.

Выделяют отдельные царства микробов: *прокариоты* (бактерии), *Vira* (вирусы), *Fungi* (грибы) и *Protozoa* (простейшие). Грибы и простейшие являются эукариотами.

Одной из основных таксономических категорий является вид (*species*). *Вид* — это совокупность особей, имеющих общее происхождение, близких между собой по генетическим, морфологическим и физиологическим признакам, приспособленных к определенной среде обитания, обладающих сходным обменом веществ и характером межвидовых отношений.

Номенклатура — это система названий таксономических категорий в соответствии с международными правилами.

В микробиологии, как и в биологии, для обозначения вида бактерий принята двойная (бинарная) номенклатура, которая характеризуется тем, что каждый микроб имеет родовое и видовое название. Родовое название пишется с прописной буквы, видовое — со строчной. Например, возбудитель сифилиса — *Treponema pallidum*, золотистый стафилококк — *Staphylococcus aureus*. При повторном написании вида родовое название сокращается до начальной буквы, например, *T. pallidum*, *S. aureus*.

Если при изучении бактерий обнаруживают отклонения от типичных видовых свойств, то такую культуру рассматривают как *подвид*. Кроме того, различают *типы* (варианты) бактерий, т.е. внутривидовые подразделения, которые основаны на отличии особей по каким-либо небольшим наследственным свойствам: антигенным — *серовар* (син. серотип), морфологическим — *морфовар*, биохимическим — *хемовар*, биологическим — *биовар*, чувствительности к бактериофагам — *фаговар* и др.

Совокупность однородных микроорганизмов, выросших на питательной среде, обладающих сходными морфологическими, тинкториальными (отношение к красителям), культуральными, биохимическими и антигенными свойствами, называется *чистой культурой*. Чистая культура микроорганизмов, выделенных из определенного источника и отличающихся от других представителей вида, называется *штаммом*. Близким к штамму является понятие *клона*. Клон представляет собой совокупность особей, выращенных из одной микробной клетки.

Американский микробиолог Д. Берги (1938—1999) выпустил первый международный определитель бактерий. Последующие издания определителя под названием «Bergey's Manual of Determinative Bacteriology» подготовлены Международным комитетом по систематике бактерий. В них детально и полно приводятся последние на время издания сведения о микроорганизмах, их таксономии, номенклатуре и принципах идентификации, дана экологическая характеристика (место обитания, экологические ниши) и другие свойства. В связи с постоянным появлением новых сведений о свойствах микробов каждое очередное издание определителя отличается от предыдущего.

Бактерии являются *прокариотами*, т.е. доядерными организмами. У них имеется примитивное ядро без оболочки, ядрышка и гистонов, а в цитоплазме отсутствуют высокоорганизованные органеллы (митохондрии, аппарат Гольджи, лизосомы).

По строению клеточной стенки и по способности окрашиваться по методу Грама (см. с. 17) различают: бактерии с тонкой клеточной стенкой — *грамотрицательные*; бактерии с толстой клеточной стенкой — *грамположительные*; бактерии без клеточной стенки — *микоплазмы* и *уреоплазмы*.

К тонкостенным, грамотрицательным, бактериям относят извитые формы (спирохеты и спириллы), разнообразные палочковидные и шаровидные (кишечные палочки, гонококки, менингококки, а также риккетсии и хламидии и др.).

К толстостенным, грамположительным, бактериям относят большинство шаровидных бактерий (стафилококки, стрептококки и др.), а также разнообразные палочковидные бактерии, булабовидные бактерии (коринебактерии), микобактерии, бифидобактерии и актиномицеты.

2.2. Морфология и ультраструктура бактерий

Формы бактерий

Различают несколько основных форм бактерий — кокковидные (шаровидные), палочковидные, извитые и ветвящиеся (рис. 2.1).

Кокковидные бактерии (кокки) — шаровидные клетки размером 0,5—1,0 мкм, которые в зависимости от взаимного расположения делятся на микрококки, диплококки, стрептококки, сарцины и стафилококки.

Микрококки — это отдельно расположенные клетки. **Диплококки** — это парные кокки (пневмококк, гонококк, менингококк). Пневмококк (возбудитель пневмонии) имеет с противоположных сторон ланцетовидную форму, а гонококк (возбудитель гонореи) и менингококк (возбудитель эпидемического менингита) — форму кофейных зерен. **Стрептококки** — клетки округлой или вытянутой формы, составляющие цепочку. **Сарцины** имеют вид симметричных пакетов из восьми и более кокков. **Стафилококки** — кокки, расположенные в виде грозди винограда. Такое расположение клеток характерно для чистой культуры после выращивания на питательной среде, а в мазках из материала от больного возможно расположение в виде единичных кокков.

Палочковидные бактерии (палочки) различаются по размерам, форме концов клетки и взаимному расположению клеток. Длина клеток варьирует от 1,0 до 10,0 мкм, толщина — от 0,5 до 2,0 мкм. К наиболее мелким палочковидным бактериям относятся *риккетсии* — облигатные внутриклеточные паразиты.

По форме палочковидные бактерии бывают короткими (туляремийная), длинными (сибирязвенная), с закругленными (большинство палочек), заостренными (фузобактерии) или утолщенными (коринебактерии) концами.

Большинство бактерий этой группы представляет собой прямые клетки, однако к палочковидным относятся также *вибрионы* — изогнутые палочки, напоминающие запятую (холерный вибрион, водные вибрионы).

К извитым формам бактерий относятся спирали и спирохеты.

Спириллы — бактерии, имеющие изгибы с одним или несколькими оборотами спирали; их форма постоянна (ригидна).

Спирохеты — тонкие, длинные, извитые, бактерии штопорообразной формы, способные к движению вследствие сокращения специальных микроструктур — миофибрилл. Спирохеты представлены тремя родами: *Treponema*, *Borrelia*, *Leptospira*. Патогенными для человека среди них являются *T. pallidum* — возбудитель сифилиса, *B. recurrentis* — возбудитель возвратного тифа, *L. interrogans* — возбудитель лептоспироза и некоторые другие.

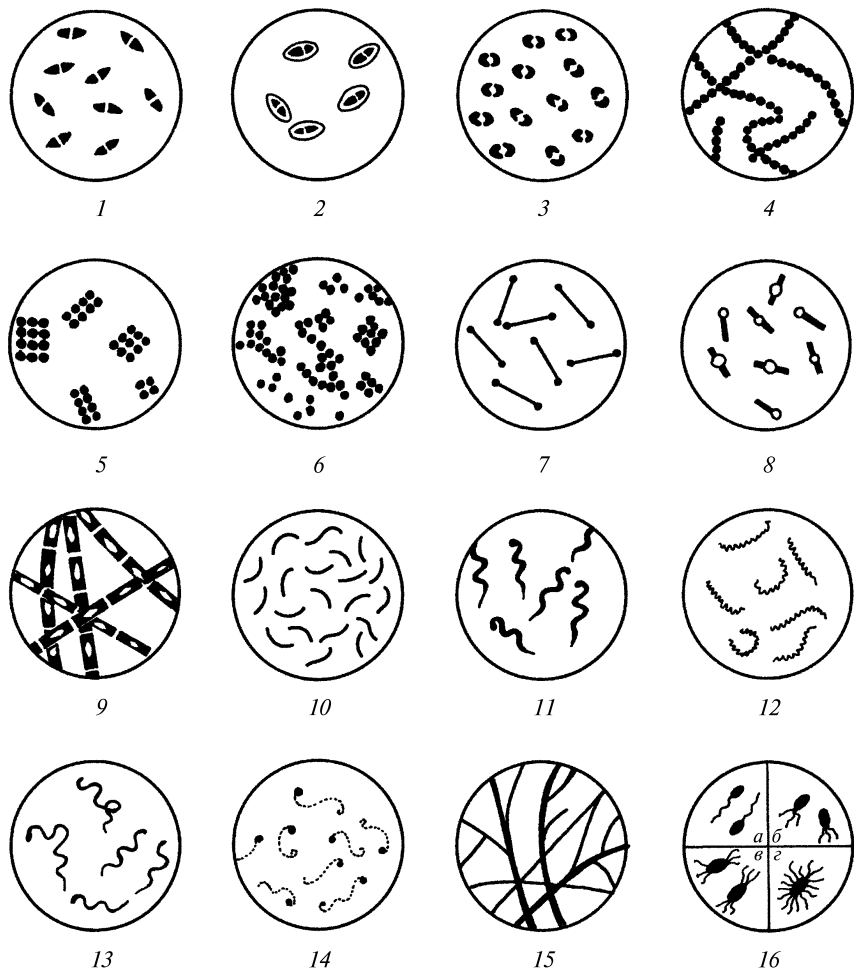


Рис. 2.1. Основные формы бактерий:

1 — пневмококки; 2 — капсула пневмококков; 3 — гонококки; 4 — стрептококки; 5 — сарцины; 6 — стафилококки; 7 — коринебактерии дифтерии; 8 — клостридии; 9 — бациллы; 10 — вибрионы; 11 — спирали; 12 — трепонема; 13 — боррелии; 14 — лептоспиры; 15 — актиномицеты; 16 — расположение жгутиков: а — монотрих; б — лопотрих; в — амфитрих; г — перитрих

К **ветвящимся формам** относятся **актиномицеты**, а также некоторые другие разновидности бактерий (**нокардии**, **бифидобактерии** и др.). Морфологической особенностью актиномицетов является их способность образовывать **мицелий** — нитевидные, переплетающиеся между собой клетки (гифы), напоминающие клетки плесневых грибов (см. подразд. 2.3), и наличие спор, служащих

для размножения. Бифидобактерии, которые также можно отнести к группе ветвящихся бактерий, представляют собой длинные слегка изогнутые палочки с утолщениями и разветвлением (бифуркацией) на одном или двух концах. В микропрепарате они часто расположены в виде латинских букв V или X или образуют скопления, напоминающие китайские иероглифы. Бифидобактерии являются представителями нормальной микрофлоры человека, играют важную роль в его защите от гнилостных бактерий и в поддержании иммунитета. Эти микроорганизмы также содержатся в некоторых кисломолочных диетических продуктах.

Структура бактериальной клетки

Структура бактериальной клетки хорошо изучена с помощью электронной микроскопии. Бактериальная клетка (рис. 2.2) состоит из оболочки, наружный слой которой называется клеточной стенкой, а внутренний — цитоплазматической мембраной, а также цитоплазмы с рибосомами и нуклеоида. У бактерий также могут обнаруживаться дополнительные структуры: капсула, микрокапсула, слизь, жгутики, пили, плазмиды. Некоторые бактерии в неблагоприятных условиях способны образовывать споры.

Клеточная стенка — прочная, упругая структура, придающая бактерии определенную форму и вместе с подлежащей цитоплазматической мембраной «сдерживающая» высокое осмотическое

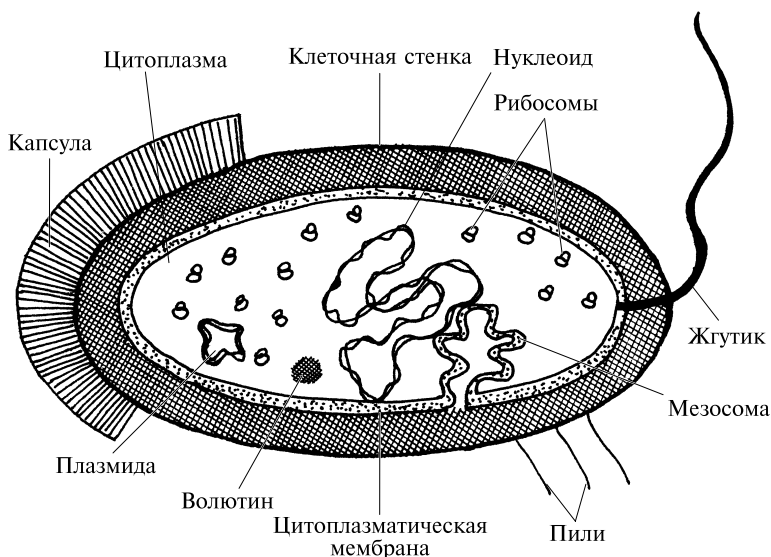


Рис. 2.2. Строение бактериальной клетки

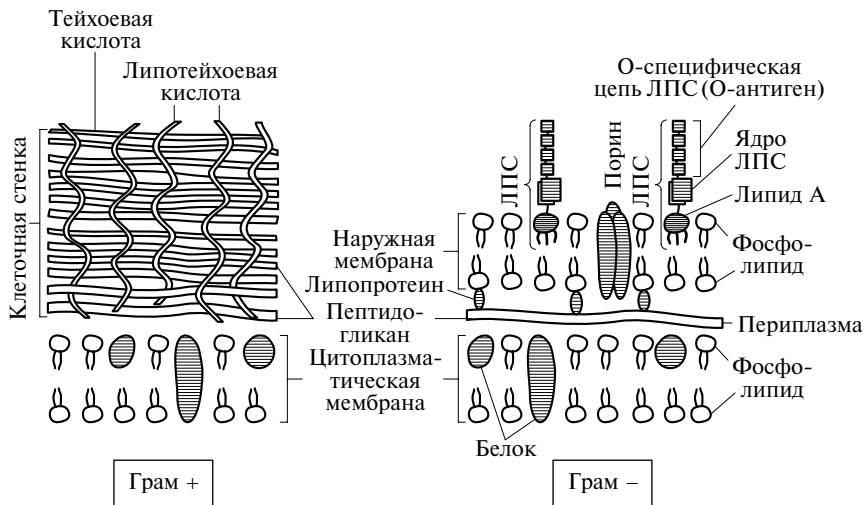


Рис. 2.3. Строение клеточной стенки грамположительных (грам+) и грамотрицательных (грам-) бактерий

давление в бактериальной клетке. Она защищает клетку от воздействия вредных факторов внешней среды, участвует в процессе ее деления и транспорте метаболитов.

Наиболее толстая клеточная стенка у грамположительных бактерий (до 50—60 нм); у грамотрицательных бактерий она составляет 15—20 нм.

Основным компонентом клеточной стенки грамположительных бактерий является многослойный *пептидогликан* (муреин, мукопептид), составляющий 40—90 % ее массы (рис. 2.3). В клеточной стенке грамположительных бактерий содержится также небольшое количество полисахаридов, липидов, белков. У грамотрицательных бактерий количество пептидогликана в клеточной стенке составляет 5—20 %, имеются липополисахарид (ЛПС), липиды и фосфолипиды.

Способность грамположительных бактерий при окраске по Граму удерживать краситель генциановый фиолетовый в комплексе с йодом (сине-фиолетовая окраска бактерий) связана со свойством многослойного пептидогликана взаимодействовать с красителем. Кроме того, последующая обработка мазка бактерий спиртом вызывает сужение пор в пептидогликане и задержку красителя в клеточной стенке. Грамотрицательные бактерии, стенки которых содержат меньшее количество пептидогликана, после воздействия спиртом утрачивают краситель, обесцвечиваются и при последующей обработке фуксином (или сафранином) окрашиваются в красный цвет.