

---

# Оглавление

Предисловие к изданию на русском языке .....	12
Предисловие к изданию на английском языке .....	14
Вступление .....	17
Рецензенты .....	19
Список сокращений и условных обозначений .....	21
Глоссарий .....	24
<b>Глава 1. Основные концепции и стратегии профилактики .....</b>	<b>31</b>
1.1. Основы микробиологии .....	31
1.1.1. Виды микроорганизмов .....	31
1.2. Передача инфекций .....	35
1.2.1. Условия, необходимые для передачи инфекций .....	37
1.3. Стратегии профилактики и контроля .....	44
1.3.1. Стратегии мультимодальной профилактики .....	44
1.4. Внедрение и поддержка .....	50
1.5. Управление рисками .....	51
1.5.1. Контроль рисков .....	54
1.5.2. Мониторинг рисков .....	54
Ключевые ссылки и дополнительная литература .....	54
<b>Глава 2. Создание программ профилактики инфекций .....</b>	<b>57</b>
2.1. Бремя инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи .....	57
2.2. Влияние инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи .....	57
2.3. Ответственность медицинского учреждения .....	74
2.4. Организация программ профилактики инфекций и инфекционного контроля .....	78
2.4.1. Врач по профилактике инфекций и инфекционному контролю .....	79
2.4.2. Медицинская сестра по профилактике инфекций и инфекционному контролю .....	80
2.4.3. Группа по профилактике инфекций и инфекционному контролю .....	81
2.4.4. Медицинская сестра отделения, ответственная за профилактику инфекций и инфекционный контроль .....	83
2.4.5. Руководство по правилам и процедурам .....	83
Ключевые ссылки и дополнительная литература .....	86

<b>Глава 3. Эпидемиология и биостатистика</b> .....	88
3.1. Эпидемиология.....	88
3.1.1. Типы исследований .....	89
3.1.2. Измерение частоты заболеваний.....	93
3.1.3. Измерения связи .....	94
3.1.4. Искажения и ошибочные факторы .....	96
3.2. Биостатистика.....	99
3.2.1. Меры центральной тенденции .....	99
3.2.2. Меры дисперсии .....	99
3.2.3. Проверка гипотез .....	100
3.2.4. Тесты статистической значимости.....	100
3.2.5. Доверительные интервалы.....	101
3.2.6. Чувствительность и специфичность .....	102
3.2.7. Статистический контроль процессов.....	103
Ключевые ссылки и дополнительная литература.....	104
<b>Глава 4. Эпидемиологический надзор и борьба со вспышками</b> .....	105
4.1. Эпидемиологический надзор .....	105
4.1.1. Цели эпидемиологического надзора .....	105
4.1.2. Определение .....	106
4.1.3. Методы надзора.....	108
4.1.4. Сбор данных.....	112
4.1.5. Расчет показателей инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи.....	112
4.1.6. Типы наблюдения .....	113
4.1.7. Публичная отчетность об инфекциях, связанных с оказанием медицинской помощи.....	117
4.2. Управление вспышкой .....	118
4.2.1. Действительно ли это вспышка? .....	118
4.2.2. Расследование вспышек .....	120
4.2.3. Меры борьбы со вспышкой .....	124
4.2.4. Ретроспективные расследования .....	129
Ключевые ссылки и дополнительная литература.....	129
<b>Глава 5. Дезинфекция и стерилизация</b> .....	132
5.1. Введение.....	132
5.1.1. Стратегия обеззараживания .....	133
5.1.2. Образование и обучение .....	134
5.1.3. Установка и обслуживание .....	134
5.1.4. Арендруемые инструменты .....	135
5.2. Оценка риска контаминированных предметов.....	135
5.3. Одноразовые предметы .....	138
5.4. Транспортировка стерильных инструментов.....	138
5.5. Методы обеззараживания .....	139
5.5.1. Очистка.....	139
5.5.2. Дезинфекция .....	140

5.5.3. Высокотемпературная стерилизация .....	141
5.5.4. Стерилизация газом .....	143
5.5.5. Стерилизация оксидом этилена .....	144
5.5.6. Плазменная (низкотемпературная) стерилизация .....	144
5.5.7. Кипячение .....	145
5.6. Стерилизатор и обеззараживание предметов и оборудования .....	145
5.6.1. Типы паровых автоклавов .....	148
5.7. Хранение стерильных предметов .....	151
5.8. Химические дезинфицирующие средства и антисептики .....	161
5.8.1. Характеристики идеального дезинфицирующего средства .....	161
5.8.2. Дезинфицирующие и антисептические средства .....	161
5.8.3. Виды различных антисептиков и дезинфицирующих средств .....	165
5.9. Обеззараживание эндоскопов .....	175
5.9.1. Виды эндоскопов .....	176
5.9.2. Общая информация .....	177
5.9.3. Процесс обеззараживания .....	178
5.10. Расследование случаев инфицирования .....	182
Ключевые ссылки и дополнительная литература .....	182

## **Глава 6. Практические аспекты профилактики инфекций и инфекционного контроля .....**

6.1. Изоляция как профилактическая мера .....	185
6.1.1. Типы профилактических мер .....	186
6.1.2. Общие принципы работы .....	231
6.2. Гигиена рук .....	236
6.2.1. Микрофлора рук .....	236
6.2.2. Обработка рук антисептиком на спиртовой основе .....	237
6.2.3. Мытье рук с мылом и водой .....	239
6.2.4. Рекомендации по обработке рук и оценка эффективности .....	240
6.2.5. Приверженность правилам гигиены рук .....	244
6.2.6. Мониторинг приверженности .....	247
6.2.7. Кожные реакции и уход за руками .....	248
6.3. Средства индивидуальной защиты .....	249
6.3.1. Перчатки .....	250
6.3.2. Фартуки и халаты .....	256
6.3.3. Защита для глаз и лица .....	259
6.4. Безопасные инъекции .....	265
6.4.1. Иглы и шприцы .....	266
6.4.2. Одно- и многодозовые флаконы для внутривенного введения .....	266
6.4.3. Инъекционное оборудование и рабочее место для подготовки инъекций .....	267
6.5. Профилактика инфекций на этапе строительства .....	269
6.5.1. Снос, строительство, ремонт .....	269
6.5.2. Общая больничная среда .....	270
6.5.3. Размещение пациентов .....	271
6.5.4. Оборудование для мытья рук .....	272

6.5.5. Проектирование изоляторов .....	273
6.5.6. Вентиляция и кондиционирование.....	275
6.5.7. Операционные .....	275
6.6. Профилактика передачи инфекции в постмортальном периоде .....	280
Ключевые ссылки и дополнительная литература.....	288

## **Глава 7. Профилактика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи .....**

помощи .....	293
7.1. Инфекции в области хирургического вмешательства.....	293
7.1.1. Источники микробного заражения .....	293
7.1.2. Факторы риска .....	294
7.1.3. Наблюдение за инфекциями в области хирургического вмешательства .....	297
7.1.4. Типы инфекций в области хирургического вмешательства .....	297
7.1.5. Оптимальный комплекс лечебных мероприятий .....	298
7.1.6. Общие профилактические меры .....	299
7.1.7. Стратегии предотвращения инфекций в области хирургического вмешательства .....	306
7.2. Инфекции, связанные с внутрисосудистым катетером .....	323
7.2.1. Введение .....	323
7.2.2. Источники инфекций .....	324
7.2.3. Патогенез.....	324
7.2.4. Определения и мониторинг.....	325
7.2.5. Диагностика катетер-ассоциированных инфекций кровотока .....	326
7.2.6. Комплекс профилактических и лечебных мероприятий .....	326
7.2.7. Общие стратегии профилактики .....	328
7.3. Катетер-ассоциированные инфекции мочевыводящих путей .....	335
7.3.1. Этиология.....	337
7.3.2. Патогенез.....	337
7.3.3. Диагностика и мониторинг катетер-ассоциированной инфекции мочевыводящих путей.....	338
7.3.4. Стратегии профилактики .....	339
7.3.5. Ведение пациентов с бактериурией и инфекциями .....	347
7.4. Внутрибольничные пневмонии .....	348
7.4.1. Определение и микробиологическая характеристика.....	348
7.4.2. Общие профилактические меры .....	350
7.4.3. Вентилятор-ассоциированная пневмония .....	352
Ключевые ссылки и дополнительная литература.....	358

## **Глава 8. Контроль микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью .....**

устойчивостью .....	364
8.1. Сложности при наличии микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью .....	364
8.1.1. Влияние бактерий, устойчивых к антибиотикотерапии, и сложности работы .....	364

8.1.2. Факторы, способствующие появлению и распространению микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью .....	365
8.1.3. Типы устойчивости к антибиотикам .....	366
8.2. Рациональное использование антибиотиков .....	368
8.2.1. Стратегии содействия правильному использованию .....	369
8.3. Меры по профилактике и борьбе с микроорганизмами с множественной лекарственной устойчивостью .....	372
8.3.1. Меры профилактики и контроля инфекций .....	373
8.4. Метициллинрезистентный золотистый стафилококк и иные устойчивые к метициллину микроорганизмы .....	380
8.4.1. Метициллинрезистентный золотистый стафилококк, распространенный в местах проживания .....	381
8.4.2. Лабораторные исследования .....	382
8.4.3. Меры контроля .....	382
8.4.4. Скрининговые исследования .....	383
8.4.5. Медицинские работники .....	383
8.4.6. Хирургические операции .....	383
8.4.7. Скорая медицинская помощь .....	385
8.4.8. Противомикробная терапия носителей метициллинрезистентного золотистого стафилококка .....	386
8.5. Ванкомицинрезистентный энтерококк .....	387
8.6. Грамотрицательные бактерии с множественной лекарственной устойчивостью .....	389
8.6.1. $\beta$ -Лактамазы расширенного спектра действия .....	389
8.6.2. Карбапенемрезистентные энтеробактерии .....	389
8.6.3. Неферментирующие грамотрицательные бактерии .....	392
Ключевые ссылки и дополнительная литература .....	394
<b>Глава 9. Отдельные возбудители .....</b>	<b>398</b>
9.1. Вирусные инфекции, передающиеся преимущественно через кровь .....	398
9.1.1. Меры профилактики для защиты от вирусов, передающихся через кровь .....	399
9.1.2. Меры профилактики при хирургических вмешательствах .....	400
9.1.3. Гепатит В .....	402
9.1.4. Гепатит С .....	406
9.1.5. Гепатит D .....	407
9.1.6. ВИЧ-инфекция .....	408
9.2. Туберкулез .....	411
9.2.1. Диагностика .....	414
9.2.2. Риск заражения .....	416
9.2.3. Борьба с туберкулезом .....	419
9.2.4. Отслеживание контактов .....	420
9.3. <i>Clostridium difficile</i> -ассоциированная инфекция .....	422
9.3.1. Лабораторная диагностика .....	423
9.3.2. Меры профилактики и инфекционного контроля .....	425

9.3.3. Тактика ведения пациентов.....	428
9.4. Инфекции желудочно-кишечного тракта .....	429
9.4.1. Вирусный гастроэнтерит .....	441
9.4.2. Ротавирус.....	443
9.4.3. Норовирус .....	443
9.4.4. Меры инфекционного контроля при вирусном гастроэнтерите ...	444
9.5. Респираторные вирусные инфекции.....	447
9.5.1. Грипп .....	447
9.5.2. Респираторно-синцитиальный вирус .....	449
9.5.3. Коронавирус.....	451
9.6. Болезнь легионеров .....	453
9.6.1. Меры профилактики и инфекционного контроля .....	455
9.6.2. Эпидемиологический надзор и информирование о выявлении случая.....	457
9.7. Менингококковые инфекции .....	457
9.8. Ветряная оспа и опоясывающий лишай .....	461
9.8.1. Работа с контактными лицами .....	463
9.8.2. Иммунизация .....	465
9.9. Вирусные геморрагические лихорадки.....	466
9.9.1. Лихорадка Ласса.....	467
9.9.2. Лихорадка Эбола .....	467
9.9.3. Лихорадка Марбург.....	468
9.9.4. Крым-Конго геморрагическая лихорадка.....	469
9.9.5. Диагностика .....	470
9.9.6. Профилактика инфекций и инфекционный контроль .....	470
9.10. Прионные болезни .....	474
9.10.1. Хирургические вмешательства .....	475
9.10.2. Меры профилактики и инфекционный контроль.....	476
9.11. Чесотка и педикулез .....	479
9.11.1. Чесотка .....	479
9.11.2. Педикулез .....	481
9.11.3. Блохи.....	482
Ключевые ссылки и дополнительная литература.....	483
<b>Глава 10. Вспомогательные меры.....</b>	<b>488</b>
10.1. Отдел гигиены труда .....	488
10.1.1. Роль отдела гигиены труда .....	488
10.1.2. Оценка перед приемом на работу .....	489
10.1.3. Ответственность медицинских работников .....	489
10.1.4. Образование и обучение .....	500
10.1.5. Иммунизация .....	501
10.1.6. Ведение пациентов с травмами, нанесенными острыми предметами, и контактом с кровью и биологическими жидкостями .....	503
10.1.7. Постконтактная профилактика .....	505

---

10.1.8. Медицинские работники, инфицированные вирусами, передающимися через кровь.....	506
10.1.9. Защита от туберкулеза.....	507
10.1.10. Беременные медицинские работники.....	508
10.2. Уборка.....	511
10.2.1. Самостоятельно дезинфицирующиеся поверхности.....	522
10.2.2. Бесконтактные методы дезинфекции помещений.....	522
10.2.3. Критерии чистоты.....	524
10.2.4. Удаление потенциально контаминированных жидкостей.....	525
10.3. Медицинские отходы.....	526
10.3.1. Категории медицинских отходов.....	527
10.3.2. Утилизация отходов.....	527
10.3.3. Безопасное обращение с медицинскими отходами.....	528
10.3.4. Уничтожение медицинских отходов.....	530
10.3.5. Безопасное использование, обращение и утилизация острых предметов.....	531
10.4. Услуги кухни и кейтеринга.....	535
10.4.1. Общие меры.....	537
10.5. Постельное белье и услуги прачечной.....	541
10.5.1. Общие факторы.....	542
10.5.2. Процесс стирки.....	543
10.6. Борьба с вредителями.....	545
Ключевые ссылки и дополнительная литература.....	546

---

# Предисловие к изданию на русском языке

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (ИСМП), являются одной из наиболее актуальных проблем для систем здравоохранения всех стран. По современным оценкам ВОЗ, из каждых 100 пациентов в больницах неотложной помощи 7 пациентов в странах с высоким уровнем дохода и 15 пациентов в странах с низким и средним уровнем дохода заразятся по крайней мере одной инфекцией во время пребывания в больнице. В среднем 1 из каждых 10 пациентов умирает от ИСМП.

В России ИСМП также представляют серьезную проблему, в связи с чем их распространение включено в перечень основных биологических угроз (опасностей). Для оптимизации мероприятий по профилактике ИСМП, а также внедрения новых методов и подходов, подтвердивших свою эффективность с позиций доказательной медицины, необходимо знать и учитывать зарубежный опыт в данной области. Одним из способов изучения зарубежного опыта является перевод на русский язык иностранных руководств, монографий, справочников и других источников литературы по этой теме, в первую очередь широко известных и регулярно обновляемых.

Ярким примером такого иностранного источника является руководство Низама Дамани «Профилактика и контроль инфекционных заболеваний». Первое издание руководства было опубликовано в 1997 г. Второе и третье издания, вышедшие в 2003 и 2012 гг. соответственно, были переведены на разные иностранные языки и получили широкую известность. Представленное четвертое издание руководства, опубликованное в 2019 г., переведено на русский язык впервые и содержит актуализированные главы из предыдущих изданий, а также новую главу о профилактике инфекций в медицинских учреждениях с долгосрочным пребыванием пациентов.

При подготовке русскоязычного издания возникла необходимость, с одной стороны, максимально сохранить оригинальность авторского изложения текста, а с другой — адаптировать исходный текст с учетом принятой в России терминологии и используемых подходов, в том числе к единицам измерения концентрации веществ в растворах.

В русскоязычном издании сохранен в оригинальном виде термин «комиссия по профилактике инфекций и инфекционному контролю» [сокр. «комиссия по ПИИК», реже — «группа по ПИИК»; в оригинале — Infection prevention and control committee (IPC committee) или Infection prevention and control team (IPC team)], т.е. группа специалистов из числа сотрудников медицинской

организации со средним и высшим медицинским образованием, которые назначены ответственными за профилактику ИСМП, установление причин и условий возникновения единичных или групповых случаев ИСМП, а также локализацию и ликвидацию эпидемических очагов.

Необходимо отметить также, что термины «патогенность» (англ. pathogenicity) и «вирулентность» (англ. virulence) в оригинальном издании руководства рассматриваются как синонимы, означающие способность микроорганизма вызывать заболевание, тогда как в российской литературе под вирулентностью понимается степень (т.е. количественная мера) патогенности определенного штамма возбудителя.

Вместе с тем в процессе редактирования в оригинальный текст вносились некоторые изменения. Например, в руководстве для обозначения концентрации вещества в растворе используется единица измерения ppm (англ. parts per million), т.е. миллионная доля вещества ( $1 \times 10^{-6}$ ), соответствующая 0,0001%. Именно поэтому для более быстрого и правильного восприятия читателем концентрации веществ дополнительно в тексте указывалась концентрация в процентах: «10 000 ppm (1%)» или «0,1% раствор гипохлорита (1000 ppm)».

Используемые в авторском тексте термины «капельная передача возбудителя инфекции» (англ. droplet transmission) и «воздушная передача» (т.е. посредством аэрозоля) возбудителя инфекции (англ. airborne transmission) объединялись в случаях, где это необходимо, в общепринятый в России термин «воздушно-капельный путь передачи».

В книге встречается термин «инфицированный/колонизированный пациент» (англ. infected/colonized patient), отражающий роль пациента как источника инфекции вне зависимости от клинических проявлений заболевания. Поскольку термин «колонизированный пациент» не является общепринятым в России, а колонизация с клинической точки зрения отражает бессимптомную форму инфекции, то словосочетание «инфицированный/колонизированный пациент» заменялось на «инфицированный пациент».

Обновленное руководство Низама Дамани представляет практический интерес не только для врачей разных специальностей, оказывающих медицинскую помощь пациентам в стационарных и амбулаторных условиях, но и для специалистов со средним профессиональным медицинским образованием, а также младшего медицинского персонала.

*Пименов Николай Николаевич,  
Чуланов Владимир Петрович*

---

## Предисловие к изданию на английском языке

Недавние вспышки инфекционных заболеваний, вызвавшие общественный резонанс и сопровождавшиеся трагически высокой смертностью, такие как лихорадка Эбола в Центральной и Западной Африке, тяжелый острый респираторный синдром в Азии и Северной Америке и ближневосточный респираторный синдром в Азии и на Ближнем Востоке, были вызваны передачей возбудителя в медицинских учреждениях и в местах проживания большого количества людей. Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, возникают, когда пациенты или медицинские работники становятся инфицированными в результате оказания медицинской помощи. Как правило, заражение происходит потому, что начальные симптомы инфекции, вызвавшей вспышку, напоминают симптомы других распространенных инфекций. Например, лихорадка и миалгия возникают при многих инфекциях: от простой простуды до малярии и пневмонии.

Инфицированные пациенты и медицинские работники непреднамеренно передают инфекцию другим пациентам, членам семьи и близким, а дальше инфекция распространяется в местах скопления и проживания большого количества людей. Передача в медицинских учреждениях в основном происходит из-за несоблюдения основных стандартных мер по профилактике инфекций и инфекционному контролю, таких как гигиена рук (ГР), несоблюдение правил использования средств индивидуальной защиты, недостаточная очистка, дезинфекция или стерилизация предметов и оборудования многократного использования, а также несоблюдение режима уборки и дезинфекции в медицинских учреждениях.

Кроме того, бывают случаи скрытой передачи, вызываемые как пациентами с бессимптомным течением инфекции, так и медицинскими работниками, являющимися носителями различных инфекционных агентов или микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью. Инфекции, вызванные микроорганизмами с множественной лекарственной устойчивостью, могут привести к неэффективности лечения и смерти среди пациентов, госпитализированных в различные отделения — от неонатального до хирургического, а также среди пациентов, которые посещают амбулаторные отделения в медицинских учреждениях. По оценкам ВОЗ, более 1,4 млн пациентов во всем мире инфицируются в медицинских учреждениях.

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, распространены во всех странах, независимо от уровня их развития. Центры по профилактике и контролю заболеваний США подсчитали, что в 2009 г. в медицинских учреждениях заразились от 1,7 до 2 млн пациентов, и почти 90 тыс. из них умерли. Европейский центр по контролю и профилактике заболеваний оценил в 2013 г., что в любой день в среднем из 80 тыс. пациентов в Европейском союзе имел место по крайней мере один случай инфекции, связанной с оказанием медицинской помощи, и минимум 37 тыс. человек умерли. Во время вспышки лихорадки Эбола в Западной Африке в 2014–2015 гг. примерно 900 из 28 500 человек, инфицированных вирусом Эбола, были медицинскими работниками, что составило примерно 5% всех смертей от лихорадки Эбола, а во время вспышки тяжелого острого респираторного синдрома в 2003 г. было подсчитано, что чуть менее 50% всех инфицированных были медицинскими работниками, которые затем неосознанно стали распространителями инфекции среди пациентов, знакомых, соседей и членов семей.

Общие прямые расходы на лечение инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в США, оцениваются в 28–45 млрд долларов в год. Кроме того, значительны косвенные расходы, связанные с отсутствием людей на рабочем месте или их смертью. Вспышки также влияют на экономику. По оценкам, ВВП трех западноафриканских стран: Гвинеи, Либерии и Сьерра-Леоне — снизился на 24% в период, когда произошла вспышка. Дополнительные потери в виде гибели населения происходили, когда медицинские учреждения переставали функционировать или их избегали пациенты с другими инфекциями. Было подсчитано, что только из-за малярии умерло 10 тыс. человек. Когда определенные медицинские учреждения в промышленно развитых странах имеют негативную репутацию из-за инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, пациенты также могут отказываться от посещения конкретных учреждений на фоне потери доверия к данным организациям, что, безусловно, сопровождается финансовыми потерями для учреждений здравоохранения.

Профилактика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, несомненно, является основным приоритетом для систем здравоохранения всех стран. В книге «Профилактика и контроль инфекционных заболеваний» изложены основные концепции профилактики инфекций и инфекционного контроля в медицинских учреждениях по всему миру. В нем также представлены практические рекомендации с четкими иллюстрациями по таким мероприятиям, как сортировка и изоляция пациентов с новыми и неизученными инфекциями, а также пациентов, которые обращаются ежедневно. В руководстве также содержатся пошаговые инструкции для осуществления мероприятий по профилактике инфекций и инфекционному контролю, таких как эффективная ГР, использование средств индивидуальной защиты, безопасные методы осуществления инъекций и борьба с микроорганизмами с множественной лекарственной устойчивостью. Другие практические рекомендации в книге включают проектирование зданий здравоохранения для предотвращения передачи инфекции пациентам от умерших, обеззараживание

медицинских изделий, освещение вопросов инфекционной безопасности при работе с оборудованием многократного использования. Кроме того, представлены специальные руководства по профилактике и контролю распространенных инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи пациентам, находящимся на аппаратах искусственной вентиляции легких, пациентам, перенесшим хирургические процедуры, и пациентам, у которых имеются постоянные медицинские устройства, например внутрисосудистые и/или мочевые катетеры. Одной из сильных сторон издания является перечисление практик по профилактике инфекций и инфекционному контролю, которые либо не требуют затрат, либо требуют небольших затрат на реализацию, либо тех, которые являются небезопасными на основании последних опубликованных данных. И наконец, в руководстве представлены практические советы по рациональному использованию антибиотиков для замедления формирования у микроорганизмов устойчивости к противомикробным препаратам, что является приоритетом в медицинских учреждениях во всем мире.

*Дэвид Л. Хейман, MD  
Professor, Infectious Disease Epidemiology,  
London School of Hygiene and Tropical Medicine, and  
Senior Fellow and Head,  
Centre on Global Health Security  
Chatham House, London, UK*

---

## Глава 1

# Основные концепции и стратегии профилактики

В XIX веке люди утратили страх перед Господом  
и приобрели страх перед микробами.

*Автор неизвестен*

---

### 1.1. Основы микробиологии

Микроорганизмы — это простейшая форма жизни, возникшая более трех миллиардов лет назад. Микроорганизмы, возможно, являются наиболее адаптируемыми организмами, которые населяют почти каждый уголок земного шара и находятся в каждом человеческом теле. *Подавляющее большинство микроорганизмов безвредны, и «процент болезнетворных микроорганизмов (патогенов) намного, намного меньше, чем процент людей, совершающих убийства первой степени»* (Ingraham, 2010).

#### 1.1.1. Виды микроорганизмов

##### Прокариотические организмы

К ним относятся бактерии, представляющие собой простые и в значительной степени самодостаточные одноклеточные организмы, не имеющие ядер или внутренних разделяющих мембран, но обычно способные к самостоятельной жизни. Однако некоторые роды, например *Rickettsia* и *Chlamydia*, не способны к самостоятельной жизни и поэтому называются «атипичными бактериями». Последняя группа микроорганизмов представляет собой облигатные внутриклеточные патогены, которым для роста и размножения требуется присутствие жизнеспособных эукариотических клеток-хозяев.

**Бактерии** имеют ширину 0,5–1 мкм, длину 0,5–8 мкм, различаются по форме и размеру и видны под световым микроскопом. У разных бактерий разные ростовые характеристики. Строго аэробным бактериям для роста и развития необходим кислород; строго анаэробные бактерии не могут расти и развиваться в присутствии кислорода, в то время как факультативные анаэробные бактерии могут расти в присутствии или в отсутствие кислорода. Некоторые бактерии привередливы и для роста предъявляют особые требования к питанию или другим условиям окружающей среды. Метод окрашивания, разработанный Гансом Кристианом Грамом в 1884 г., позволяет дифференцировать

бактерии на грамположительные и грамотрицательные. Структурные различия между грамположительными и грамотрицательными бактериями заключаются в том, что клеточная стенка грамположительных бактерий состоит в основном из пептидогликанового слоя, в то время как грамотрицательные бактерии имеют в своей структуре мембрану в дополнение к пептидогликановому слою.

**Вирусы** слишком малы, чтобы их можно было увидеть в обычный световой микроскоп, но их можно увидеть под электронным микроскопом. Они различаются по форме и структуре, и многие виды имеют отличительные морфологические характеристики, которые обычно подразделяются на вирусы ДНК-содержащие и РНК-содержащие. Есть некоторые различия между вирусными и бактериальными инфекциями, то есть все вирусы намного меньше по размеру и *не способны к независимому выживанию*, и в результате им для роста и размножения требуются клетки-хозяева. Многие инфекционные вирусные заболевания обеспечивают относительно высокую степень иммунитета после заражения. Некоторые вирусные инфекции требуют лечения противовирусными средствами, поскольку лечение антибиотиками, которые используются для лечения бактериальных инфекций, *неэффективно*.

### Эукариотические организмы

Эти организмы имеют сложную клеточную структуру, подобную таковой у людей и животных. В их клетках есть ядра и митохондрии, они в значительной степени самодостаточны и способны к независимой жизни. К ним относятся *грибы*, которые существуют либо в форме плесневых грибов, размножающихся посредством трубчатых ветвящихся нитей (например, *Aspergillus spp.*), либо дрожжей (например, *Candida spp.*), которые имеют овальную или сферическую форму и размножаются путем почкования, а также через паразитов (например, гельминтов и простейших), которые больше по размеру и варьируют от нескольких миллиметров до нескольких метров. *Простейшие* также являются одноклеточными организмами, могут перемещаться самостоятельно, и по размеру они крупнее бактерий (например, *Toxoplasma gondii*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*).

### Прионы

**Прионы** — это инфекционные агенты, состоящие в основном из белка. Прионная болезнь вызывается накоплением в головном мозге аберрантной формы прионного белка. У людей прионные заболевания включают куру, спорадические, семейные, ятрогенные формы болезни Крейтцфельда—Якоба (БКЯ), а у животных — губчатую энцефалопатию крупного рогатого скота (коровье бешенство), чесотку у овец или коз и т.д.

### Микробиота человека

Как люди, мы разделяем наше индивидуальное человеческое пространство с невероятным множеством «дружественных» комменсальных бактерий (микробиота человека). В 2001 г. термин «микробиом» был введен Ледербергом

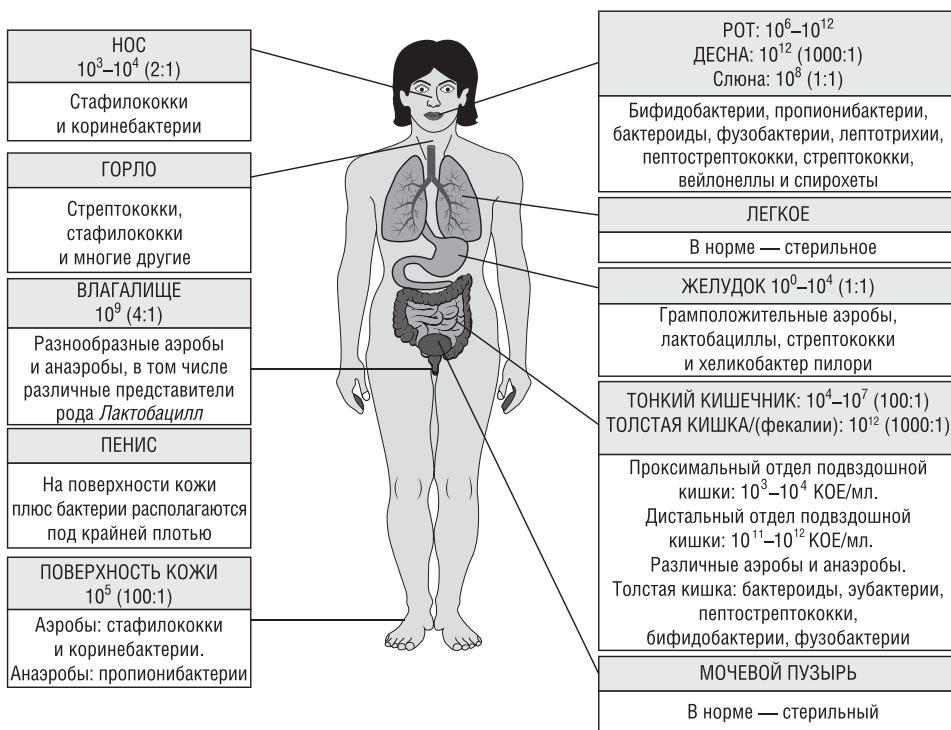
для обозначения экологического сообщества комменсальных, симбиотических и патогенных микроорганизмов (Lederberg, 2001). В течение многих лет наука полагалась на традиционные методы культивирования, чтобы понять разнообразие микроорганизмов. Достижения в технологии секвенирования выявили сложность и разнообразие микроорганизмов, составляющих наш микробиом. Микробиота человека состоит из более чем 100 трлн микробных клеток, находящихся у каждого человека в разных частях тела (рис. 1.1). Эти бактерии покрывают нашу кожу и обитают в полостях нашего тела и кишечнике (вставка 1.1). Микробиота человека не только способствует поддержанию здоровья человека, она также необходима для нашего выживания, потому что помогает нам усваивать пищу, чтобы получить доступ к ее питательной ценности. Кроме того, данные микроорганизмы также действуют как *защитный барьер*, препятствуя появлению патогенных микроорганизмов, — этот защитный механизм называется *устойчивостью к колонизации*. Классическим примером является ситуация, когда человеку прописывают антибиотик, нарушающий нормальную здоровую микробиоту кишечника, которая действует как защитный барьер, позволяя *Clostridium difficile* и другим кишечным патогенам вызывать заболевания, проявляющиеся диареей. Кроме того, важно подчеркнуть, что микробиота, присутствующая в кишечнике человека, особенно сложна и может влиять на здоровье человека. Исследования установили, что различные колонии микроорганизмов, обнаруженные в кишечнике, ассоциированы с различными заболеваниями, включая заболевания желудочно-кишечного тракта, неврологические, кардиоваскулярные, респираторные, а также метаболический синдром, заболевания печени, ожирение, диабет и аллергии (Lynch, 2016; Wang, 2017).

**Вставка 1.1.** Интерпретация результата бактериологического исследования

Важно отметить, что из-за присутствия микрофлоры на различных участках тела результат бактериологического исследования необходимо интерпретировать при наличии клинических признаков и симптомов инфекции. Команда клиницистов должна оценить значимость положительного результата бактериологического исследования, чтобы избежать ненужного использования антибиотиков.

*Необходимо лечить пациента, а не положительный результат бактериологического исследования!*

На момент *рождения* мы свободны от микроорганизмов. Именно во время родов на ребенка попадают представители микрофлоры матери, которые могут содержать до 10 млн микроорганизмов на каплю вагинального секрета. После рождения первый крик становится причиной попадания других микроорганизмов в дыхательный тракт. Кроме того, если роды осуществляются в больнице, новорожденный получит дополнительные микроорганизмы от рук, предметов, оборудования и общей среды больницы. Например, кожа новорожденного колонизируется в течение 2 ч почти на всех участках, полость рта и прямая кишка — в течение 72 ч, а влагалище — в течение 4 сут.



**Рис. 1.1.** Распределение и количество колониеобразующих единиц бактерий на разных участках тела (в скобках указано соотношение аэробных и анаэробных бактерий)

**Кожа** — это плотная сухая оболочка, защищающая тело от внешней среды. Она имеет кислую среду с рН около 5,5 и температурным диапазоном от 26 до 35 °С. На открытых поверхностях более низкая влажность, а на закрытых участках, таких как пах, подмышечные впадины и межпальцевые участки ног, — более высокая. Во внешних слоях поверхности кожи (роговой слой) имеется много кислорода, но его нет под поверхностью волосяных фолликулов, где бактерии существуют в виде микроколоний. Кожа также богата белком и выделяет маслянистое жировое вещество, а ее поверхность покрыта слущенными клетками, которые ежедневно отшелушиваются. Было подсчитано, что люди теряют от 30 до 40 тыс. клеток кожи каждый час, а в течение 24 ч человек теряет до 1 млн клеток кожи! Кожная среда позволяет протеолитическим (расщепляют белки), липофильным (растворяются в липидах или маслах), ацидофильным (предпочитают кислую среду) колонизировать кожу в аэробных или анаэробных условиях (с кислородом или без него). Виды микроорганизмов, которые лучше всего сосуществуют с окружающей средой и входят в состав кожной флоры, — это *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, коринебактерии (дифтероиды) и *Propionibacterium spp.*

**Полость рта** постоянно омывается слюной, которая поддерживает относительно нейтральный рН (рН 7), за исключением тех случаев, когда употребляют в пищу продукты с высоким содержанием сахарозы. Тогда рН полости

рта может снизиться до 4–5. Микрофлора полости рта состоит из более чем 200 видов бактерий. Верхняя часть *желудочно-кишечного тракта* (пищевод, желудок и верхняя часть тонкой кишки) в основном свободна от микроорганизмов из-за кислотности желудка и моторики кишечника. Однако концентрация микроорганизмов в содержимом кишечного тракта увеличивается с уровня  $10^2$  колониеобразующих единиц (КОЕ) на мл в верхнем отделе тонкой кишки до  $10^{12}$  КОЕ на мл (1 трлн/г) в нижнем отделе толстой кишки. Резидентная флора кишечника находится в состоянии постоянного изменения. На это влияют не только возраст и гормоны, но также диета и гигиена.

Во *влагалище* отсутствуют волосяные фолликулы или железы. Микрофлора влагалищной среды характеризуется  $10^8$ – $10^9$  микроорганизмов на 1 г секрета. Она в основном состоит из различных штаммов лактобацилл, которые являются продуцентами кислоты и поэтому создают защитную кислотную среду (рН 4–6). Характеристики микрофлоры влагалища меняются не только на протяжении репродуктивного периода жизни женщины, но и во время менструального цикла. Концентрация анаэробов остается постоянной на протяжении менструального цикла, но общее количество аэробных и факультативных организмов снижается в 100 раз в течение недели, предшествующей менструации. Во время менструации, когда кровь течет по кислым поверхностям слизистой оболочки влагалища и вульвы, рН влагалища увеличивается, становясь более нейтральным или щелочным. Это позволяет *Escherichia coli* и другой нормальной микрофлоре кишечника эффективно расти в большом количестве в свode влагалища.

---

## 1.2. Передача инфекций

Инфицирование может произойти либо (1) *эндогенным путем*, когда источником микроорганизмов является собственная микрофлора пациента (например, из кишечника из-за повреждения барьеров слизистой оболочки, вызванного, например, химиотерапией у онкологических пациентов), либо (2) *экзогенным путем*, когда микроорганизмы попадают из внешней среды (например, через руки медицинских работников, предметы, оборудование). Важно отметить, что для возникновения инфекции необходимо, чтобы возбудитель прикрепился к рецептору и проник в организм (соответствие по типу «ключ–замок»). Для большинства инфекций передача происходит, когда *восприимчивый организм* подвергается воздействию микроорганизмов. Кроме того, важно помнить, что любое воздействие микроорганизмов не обязательно приводит к инфицированию: рис. 1.2 суммирует возможные результаты после воздействия микроорганизмов. Риск и вероятность заражения зависят от различных факторов, которые кратко изложены ниже.

$$\text{Риск заражения} = \frac{\text{Количество микроорганизмов} \times \text{Характеристики вирулентности} \times \text{Продолжительность воздействия}}{\text{Чувствительность организма (иммунный статус организма)}}.$$