

Р.М.Хаитов,  
Г.А.Игнатъева, И.Г.Сидорович

# ИММУНОЛОГИЯ

Учебная  
литература  
для студентов  
медицинских  
вузов

Учебная литература  
для студентов медицинских вузов

Р.М.Хаитов,  
Г.А.Игнатьева, И.Г.Сидорович

# ИММУНОЛОГИЯ

Издание второе, переработанное и дополненное

Рекомендован Департаментом образовательных  
медицинских учреждений и кадровой политики  
Министерства здравоохранения Российской  
Федерации в качестве учебника для студентов  
медицинских вузов



Москва  
"Медицина"  
2002

УДК 616-092:612.017.1(075.8)

ББК 52.5

X19

Рецензенты:

**В.Н.Ярыгин** — профессор, академик РАМН, ректор Российского государственного медицинского университета;

**В.А.Черешнев** — академик РАН, председатель Уральского отделения РАН.

**Хаитов Р.М., Игнатъева Г.А., Сидорович И.Г.**

X19 Иммунология: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2002. — 536 с.: ил. (Учеб. лит. Для студ. медвузов.) ISBN 5-225-04771-8

В учебнике рассмотрены практически все аспекты строения и функционирования иммунной системы в норме и при патологии. Кроме фактической информации, приведены теоретические концепции, которые, по мнению и опыту авторов, а также рецензентов, будут способствовать формированию правильных представлений о строении и функционировании иммунной системы, а также о возможностях и ограничениях врачебного вмешательства в иммунную систему.

ББК 52.5

ISBN 5-225-04771-8

© Р.М.Хаитов, Г.А.Игнатъева,  
И.Г.Сидорович, 2002

*Все права авторов защищены. Ни одна часть этого издания не может быть занесена в память компьютера либо воспроизведена любым способом без предварительного письменного разрешения издателя.*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию . . . . .	9
Предисловие к первому изданию . . . . .	11
<b>Часть I. Структура и функции иммунной системы . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Глава 1. Определение биологического явления “иммунитет” . . . . .</b>	<b>17</b>
1.1. Введение в предмет . . . . .	17
1.2. История иммунологии . . . . .	21
1.3. Определение понятия “иммунитет” . . . . .	47
1.3.1. Резистентность к инфекциям и продуктам повреждения тканей. Физиологические за- щитные системы организма. Место имму- нитета . . . . .	50
1.3.2. Антигены . . . . .	55
1.3.3. Определение иммунитета. “Формула” иммун- ного ответа . . . . .	57
<b>Глава 2. Анатомия и цитология иммунной системы . . . . .</b>	<b>60</b>
2.1. Органы, ткани и клетки иммунной системы . . . . .	60
2.2. Тимус . . . . .	67
2.3. Лимфатические узлы . . . . .	70
2.4. Селезенка . . . . .	71
2.5. Печень . . . . .	72
2.6. Неинкапсулированная лимфоидная ткань слизи- стых оболочек. Иммунные подсистемы слизистых оболочек, кожи и других тканей . . . . .	75
<b>Глава 3. Доиммунные биологические механизмы резистентности к инфекциям . . . . .</b>	<b>77</b>
3.1. Рецепторы распознавания “чужого” — первичные рецепторы для патогенов — PRR и TOLL . . . . .	77
3.2. Система комплемента . . . . .	85
3.3. Белки острой фазы (С-реактивный протеин, ман- нансвязывающий лектин, сурфактанты) — раство- римые рецепторы для патогенов . . . . .	94
3.4. Фагоцитоз . . . . .	96
3.5. Эндогенные пептиды-антибиотики . . . . .	103
3.6. Интерфероны I типа . . . . .	104
<b>Глава 4. Антитела. В-лимфоциты . . . . .</b>	<b>109</b>
4.1. Антитела . . . . .	110
4.2. Структура молекул иммуноглобулинов . . . . .	111

4.3.	Биохимические свойства иммуноглобулинов . . . . .	113
4.4.	Гены иммуноглобулинов . . . . .	118
4.5.	Изотипы, аллотипы и идиотипы иммуноглобулинов	127
4.6.	Дифференцировка В-лимфоцитов . . . . .	129
4.7.	Рецептор В-лимфоцитов для антигена . . . . .	132
4.8.	Стадии лимфопоэза В-лимфоцитов . . . . .	135
4.9.	Конститутивные иммуноглобулины (нормальные антитела) . . . . .	143
<b>Глава 5.</b>	<b>Т-лимфоциты. Главный комплекс гистосовместимости</b>	<b>145</b>
5.1.	Дифференцировка Т-лимфоцитов . . . . .	145
5.2.	Строение рецептора Т-лимфоцитов для антигена (TCR) . . . . .	146
5.3.	Гены $\alpha$ - и $\beta$ -цепей рецепторов Т-лимфоцитов для антигена . . . . .	149
5.4.	Корецепторные молекулы Т-лимфоцитов — CD4 и CD8 . . . . .	152
5.5.	Дифференцировка Т-лимфоцитов в тимусе. Позитивная и негативная селекция тимоцитов . . . . .	153
5.6.	Главный комплекс гистосовместимости . . . . .	162
5.7.	Механизмы образования комплексов пептидов-антигенов с молекулами главного комплекса гистосовместимости . . . . .	168
5.8.	Суперантигены . . . . .	173
5.9.	Генетический полиморфизм главного комплекса гистосовместимости . . . . .	173
5.10.	Антигенпредставляющие молекулы “не-MHC” — CD1 . . . . .	176
5.11.	Т-лимфоциты с рецептором $\gamma\delta$ для антигена ( $T\gamma\delta$ )	177
5.12.	Субпопуляции нормальных киллеров . . . . .	179
<b>Глава 6.</b>	<b>Активация и ингибция лимфоцитов (возбуждение и торможение иммунной системы). Механизмы проведения сигналов внутрь клетки . . . . .</b>	<b>183</b>
6.1.	Общие молекулярные механизмы проведения сигналов внутрь клетки . . . . .	183
6.1.1.	Проведение сигналов с рецепторов лимфоцитов для антигенов — TCR и BCR . . . . .	186
6.1.2.	Проведение сигналов с TOLL-подобных рецепторов, распознающих продукты микробных патогенов . . . . .	193
6.1.3.	Проведение сигналов с рецепторов семейства 7-членных трансмембранных “гармошек”	194
6.1.4.	Проведение сигналов от рецепторов к цитокинам . . . . .	196
6.2.	Ингибирующие рецепторы . . . . .	197
6.3.	Апоптоз — программируемая гибель клетки . . . . .	201
<b>Глава 7.</b>	<b>Иммунный ответ . . . . .</b>	<b>208</b>
7.1.	Определение иммунного ответа. Этапы иммунного ответа . . . . .	208
7.2.	Иммунологическая память . . . . .	214

7.3.	Взаимодействия клеток в иммунном ответе . . . . .	218
7.3.1.	Молекулы межклеточной адгезии . . . . .	219
7.3.2.	Антигенпредставляющие клетки. Дендритные клетки . . . . .	225
7.3.3.	Цитокины . . . . .	229
7.3.3.1.	Хемокины . . . . .	237
7.3.3.2.	Рецепторы для цитокинов . . . . .	240
7.3.3.3.	Биологические свойства пар цитокинов — клетка-мишень . . . . .	243
7.3.4.	Взаимодействие Т- и В-лимфоцитов . . . . .	259
7.4.	Тимуснезависимые антигены . . . . .	263
7.5.	Субпопуляции иммунных $T_{\alpha\beta}$ -лимфоцитов. Иммунное отклонение $CD4^+$ Т-лимфоцитов . . . . .	264
7.5.1.	История вопроса. Определения . . . . .	264
7.5.2.	Факторы, определяющие терминальную дифференцировку иммунных $T_4$ -лимфоцитов (иммунное отклонение) . . . . .	268
7.6.	Супрессия иммунного ответа . . . . .	271
7.7.	Иммунологическая толерантность . . . . .	276
7.8.	Отторжение трансплантата . . . . .	279
7.9.	Иммунная система и опухоли . . . . .	283
<b>Глава 8.</b>	<b>Эффекторные механизмы иммунитета . . . . .</b>	<b>287</b>
8.1.	Антителозависимые механизмы защиты от патогена . . . . .	291
8.1.1.	Fc-рецепторы . . . . .	292
8.1.2.	Антителозависимая клеточная цитотоксичность (АЗКЦТ) . . . . .	294
8.1.3.	Сосудистые и миоконстрикторные реакции, опосредованные медиаторами тучных клеток и базофилов. Гиперчувствительность немедленного типа . . . . .	295
8.1.4.	Реликтовые свойства антител . . . . .	300
8.2.	Т-лимфоцитзависимые (антителонезависимые) эффекторные механизмы иммунитета . . . . .	302
8.2.1.	Цитотоксические Т-лимфоциты — перфорингранзимовые киллеры . . . . .	302
8.2.2.	Другие механизмы лимфоцитарной цитотоксичности . . . . .	304
8.2.3.	Гиперчувствительность замедленного типа . . . . .	305
8.2.4.	Эффекторные механизмы работы нормальных киллеров . . . . .	309
<b>Глава 9.</b>	<b>Взаимосвязи иммунной системы с нервной и эндокринной системами . . . . .</b>	<b>315</b>
<b>Часть II.</b>	<b>Иммунная система и патология . . . . .</b>	<b>320</b>
<b>Глава 10.</b>	<b>Классификация патологических процессов с участием иммунной системы . . . . .</b>	<b>320</b>

<b>Глава 11. Первичные (врожденные) иммунодефициты</b> . . . . .	327
11.1. Первичные иммунодефициты с дефектами иммуноглобулинов . . . . .	332
11.2. Первичные иммунодефициты с дефектами Т-лимфоцитов . . . . .	336
11.3. Заболевания с дефектами фагоцитов . . . . .	342
11.4. Дефекты растворимых белков сыворотки крови (маннозосвязывающего протеина и комплемента)	344
<b>Глава 12. Вторичные иммунодефициты</b> . . . . .	347
12.1. Этиологические факторы . . . . .	348
12.2. Синдром хронической усталости . . . . .	349
12.3. Синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД), вызванный ретровирусами иммунодефицита человека (ВИЧ) . . . . .	350
12.3.1. Этиология . . . . .	352
12.3.2. Клиническая картина . . . . .	356
12.3.3. Лабораторная диагностика . . . . .	361
12.3.4. Лечение . . . . .	363
<b>Глава 13. Аутоиммунные болезни и болезни с синдромами иммунного воспаления</b> . . . . .	372
13.1. Этиология и патогенез . . . . .	372
13.2. Заболевания эндокринных желез . . . . .	379
13.3. Заболевания желудочно-кишечного тракта . . . . .	381
13.3.1. Гастрит и пернициозная анемия . . . . .	381
13.3.2. Целиакия . . . . .	381
13.3.3. Воспалительные заболевания кишечника (Inflammatory bowel disease) . . . . .	382
13.3.4. Гепатиты . . . . .	383
13.3.5. Аутоиммунные заболевания печени . . . . .	388
13.4. Заболевания крови . . . . .	391
13.5. Заболевания нервной системы с компонентом иммунного воспаления . . . . .	398
13.6. Первичные системные васкулиты . . . . .	401
<b>Глава 14. Аллергические болезни</b> . . . . .	408
14.1. Определение терминов . . . . .	408
14.2. Аллергены . . . . .	410
14.3. Замедленные реакции гиперчувствительности . . . . .	411
14.4. Эпидемиология аллергических болезней . . . . .	411
14.5. Аллергический ринит . . . . .	415
14.6. Бронхиальная астма . . . . .	416
14.7. Атопический дерматит . . . . .	423
14.8. Системная анафилаксия . . . . .	424
14.9. Пищевая аллергия . . . . .	426
14.10. Крапивница и ангиоэдема . . . . .	429
14.11. Аллергические и неаллергические реакции на медикаменты . . . . .	433
<b>Глава 15. Иммуотропная терапия и ее принципы</b> . . . . .	441
15.1. Заместительная терапия . . . . .	441

15.2. Иммунодепрессивная терапия . . . . .	443
15.3. Вакцинация . . . . .	446
15.4. Иммуностимулирующая терапия . . . . .	449
Послесловие . . . . .	450
<b>Приложение. Избранные методы исследования в иммунологии. . .</b>	<b>456</b>
I. Клонирование . . . . .	456
I.1. Клонирование животных . . . . .	456
I.1.1. Инбредные линии мышей . . . . .	456
I.1.2. Клонирование путем пересадки ядра соматической клетки в яйцеклетку . . . . .	457
I.2. Клонирование клеток . . . . .	458
I.3. Клонирование генов. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) . . . . .	459
I.4. Трансгенные мыши. . . . .	462
I.5. Генетический нокаут (knock-out), или направленный мутагенез. . . . .	462
II. Методы иммуноанализов . . . . .	466
II.1. Прямые иммуноанализы . . . . .	469
II.2. Непрямые иммуноанализы . . . . .	471
II.3. Метод ELISPOT . . . . .	474
Таблица CD-маркеров . . . . .	476
Содержание иммуноглобулинов в периферической крови здоровых людей разных возрастов . . . . .	511
Цитологическая формула крови в норме. . . . .	512
Содержание лимфоцитов с разными мембранными маркерами в периферической крови здоровых взрослых людей . . . . .	512
Содержание Т-, В- и NK-лимфоцитов у детей разного возраста . . . . .	514
Краткий словарь терминов . . . . .	515
Рекомендуемая литература. . . . .	526
Предметный указатель. . . . .	528