

# **БОЛЕЗНИ СУСТАВОВ**

*Руководство для врачей*

Под редакцией В. И. Мазурова

Серия «Руководство для врачей»  
под общей редакцией С. И. Рябова

Санкт-Петербург  
СпецЛит  
2008

УДК 616.7  
Б79

Р е ц е н з е н т

*Федосеев Глеб Борисович* — член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной терапии СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова

**Болезни суставов** : руководство для врачей / под ред. В. И. Мазурова. — Б79 СПб. : СпецЛит, 2008. — 397 с. : ил.

ISBN 978-5-299-00352-9

В книге изложены морфофункциональные данные о суставах, методы обследования пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, этиология, патогенез, клиника, диагностика и дифференциальная диагностика, а также современные принципы лечения болезней суставов и позвоночника. Приведены инновационные технологии, используемые при обследовании пациентов с заболеваниями суставов, а также основные положения по диспансеризации и профилактике данной группы заболеваний.

Руководство предназначено для ревматологов, терапевтов, врачей общей практики (семейных врачей) и студентов медицинских вузов.

**УДК 616.7**

## АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

*Мазуров Вадим Иванович* — член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; заведующий кафедрой терапии № 1 им. Э. Э. Эйхвальда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Беляева Ирина Борисовна* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии № 1 им. Э. Э. Эйхвальда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Гайворонский Иван Васильевич* — лауреат Государственной премии РФ в области образования, доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова

*Зоткин Евгений Германович* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой сестринского дела и социальной работы Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Куницкая Наталья Александровна* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапии № 1 им. Э. Э. Эйхвальда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Лиля Александр Михайлович* — доктор медицинских наук, профессор кафедры терапии № 1 им. Э. Э. Эйхвальда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Одинцова Ирина Алексеевна* — доктор медицинских наук, профессор кафедры гистологии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова

*Онущенко Ирина Аркадьевна* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии № 1 им. Э. Э. Эйхвальда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Петрова Марианна Семеновна* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапии № 1 им. Э. Э. Эйхвальда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

*Шафигуллина Зульфия Рифкатовна* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры эндокринологии им. акад. В. Г. Баранова Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Условные сокращения</b> . . . . .	8
<b>Предисловие</b> . . . . .	10
<b>РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОСТЯХ И ИХ СОЕДИНЕНИЯХ.</b>	
<b>МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СУСТАВОВ</b> . . . . .	12
<b>Глава 1. Анатомо-физиологические сведения о костях и их соединениях</b> <i>(И. В. Гайворонский, И. А. Одинцова)</i> . . . . .	12
1.1. Виды костной ткани и ее строение . . . . .	12
1.2. Физиологическая и репаративная регенерация костной ткани . . . . .	14
1.3. Регуляция метаболических процессов в костной ткани . . . . .	15
1.4. Кость как орган . . . . .	16
1.5. Классификация костей . . . . .	20
1.6. Внешнее строение костей . . . . .	21
1.7. Внутреннее строение костей . . . . .	22
1.8. Химический состав кости и ее свойства . . . . .	23
1.9. Механические свойства кости . . . . .	24
1.10. Развитие костей . . . . .	25
1.11. Виды хрящевой ткани и ее строение . . . . .	27
1.12. Физиологическая и репаративная регенерация хрящевой ткани . . . . .	30
1.13. Регуляция метаболических процессов в хрящевой ткани . . . . .	31
1.14. Виды соединений костей . . . . .	32
1.15. Соединения костей туловища . . . . .	42
1.16. Соединения костей черепа . . . . .	50
1.17. Соединения костей верхней конечности . . . . .	52
1.18. Соединения костей нижней конечности . . . . .	60
<i>Литература</i> . . . . .	70
<b>Глава 2. Методы диагностики ревматических заболеваний</b> <i>(В. И. Мазуров, И. А. Онущенко)</i> . . . . .	71
2.1. Клинические методы исследования опорно-двигательного аппарата . . . . .	71
2.2. Методы лабораторной диагностики . . . . .	95
2.3. Инструментальные методы исследования . . . . .	105
<i>Литература</i> . . . . .	110
<b>РАЗДЕЛ 2. ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СУСТАВОВ</b> . . . . .	111
<b>Глава 3. Ревматоидный артрит</b> <i>(В. И. Мазуров, А. М. Лиля, И. Б. Беляева)</i> . . . . .	111
3.1. Классификация ревматоидного артрита . . . . .	114
3.2. Системные проявления ревматоидного артрита . . . . .	118
3.3. Диагностика ревматоидного артрита. Критерии диагностики . . . . .	123
3.4. Клиническая картина ревматоидного артрита . . . . .	131
3.5. Осложнения ревматоидного артрита . . . . .	132
3.6. Прогнозы и исходы ревматоидного артрита . . . . .	135
3.7. Дифференциальная диагностика ревматоидного артрита . . . . .	135
3.8. Лечение ревматоидного артрита . . . . .	137
<i>Литература</i> . . . . .	154

<b>Глава 4. Реактивный артрит (А. М. Ли́ла)</b> . . . . .	155
4.1. Клиническая картина реактивного артрита. Этиология и патогенез . . . . .	155
4.2. Классификация реактивного артрита . . . . .	158
4.3. Диагностика реактивного артрита . . . . .	160
4.4. Диагностические критерии реактивного артрита . . . . .	164
4.5. Дифференциальный диагноз реактивного артрита . . . . .	165
4.6. Лечение и прогноз реактивного артрита . . . . .	168
<i>Литература</i> . . . . .	173
<b>Глава 5. Артриты, связанные с инфекцией (В. И. Мазуров, Е. Г. Зоткин)</b> . . . . .	173
5.1. Вирусные артриты . . . . .	173
5.2. Острый септический артрит . . . . .	175
5.3. Болезнь Лайма . . . . .	184
<i>Литература</i> . . . . .	187
<b>Глава 6. Псориатический артрит (В. И. Мазуров, И. Б. Беляева)</b> . . . . .	188
6.1. Этиология и патогенез псориатического артрита . . . . .	188
6.2. Классификация псориатического артрита . . . . .	192
6.3. Клиническая картина псориатического артрита . . . . .	193
6.4. Критерии диагностики псориатического артрита . . . . .	197
6.5. Дифференциальный диагноз псориатического артрита . . . . .	201
6.6. Лечение псориатического артрита . . . . .	202
<i>Литература</i> . . . . .	205
<b>Глава 7. Идиопатический анкилозирующий спондилоартрит (болезнь Бехтерева) (В. И. Мазуров, И. Б. Беляева)</b> . . . . .	206
7.1. Этиология и патогенез анкилозирующего спондилоартрита . . . . .	206
7.2. Классификация анкилозирующего спондилоартрита (болезни Бехтерева) . . . . .	208
7.3. Клиническая картина анкилозирующего спондилоартрита . . . . .	209
7.4. Диагностика болезни Бехтерева. Критерии диагностики . . . . .	212
7.5. Дифференциальная диагностика . . . . .	217
7.6. Лечение и прогноз болезни Бехтерева . . . . .	219
<i>Литература</i> . . . . .	222
<b>Глава 8. Подагрический артрит (В. И. Мазуров, М. С. Петрова, Н. А. Куницкая)</b> . . . . .	223
8.1. Этиология и патогенез подагры . . . . .	223
8.2. Классификация подагры . . . . .	228
8.3. Клиническая картина подагры. Подагрический приступ . . . . .	228
8.4. Хронический подагрический артрит . . . . .	230
8.5. Диагностика подагрического артрита . . . . .	231
8.6. Висцеропатии . . . . .	233
8.7. Лечение подагры и прогноз . . . . .	236
<i>Литература</i> . . . . .	246
<b>РАЗДЕЛ 3. ОБМЕННО-ДИСТРОФИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СУСТАВОВ</b> . . . . .	247
<b>Глава 9. Остеоартроз (В. И. Мазуров, И. А. Онущенко, А. М. Ли́ла)</b> . . . . .	247
9.1. Этиология и патогенез остеоартроза . . . . .	247
9.2. Клиническая картина остеоартроза . . . . .	250
9.3. Диагностика остеоартроза и критерии диагноза . . . . .	253
9.4. Клинические проявления остеоартроза в отдельных суставах . . . . .	256
9.5. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника . . . . .	263
9.6. Лечение и прогноз остеоартроза . . . . .	271
<i>Литература</i> . . . . .	281

<b>Глава 10. Микрористаллические (метаболические) артриты</b> (М. С. Петрова) . . . . .	282
10.1. Болезнь отложения кристаллов пирофосфата кальция дигидрата . . . . .	282
10.2. Состояния, ассоциированные с хондрокальцинозом . . . . .	284
10.3. Диагностика и дифференциальный диагноз . . . . .	286
10.4. Лечение микрористаллических артритов и прогноз . . . . .	288
<i>Литература</i> . . . . .	289
<b>Глава 11. Остеохондропатии</b> (А. М. Лиля) . . . . .	289
11.1. Классификация остеохондропатий . . . . .	290
11.2. Этиология и патогенез остеохондропатий . . . . .	290
11.3. Остеохондропатия грудинного конца ключицы . . . . .	291
11.4. Остеохондропатия головки бедренной кости (болезнь Легга — Кальве — Пертеса) . . . . .	291
11.5. Остеохондропатия головки II—III плюсневой кости (болезнь Келера II) . . . . .	294
11.6. Остеохондропатия полулунной кости кисти (болезнь Кинбека) . . . . .	295
11.7. Остеохондропатия ладьевидной кости стопы (болезнь Келера I) . . . . .	296
11.8. Остеохондропатия позвоночника (юношеский кифоз, асептический некроз апофизов тел позвонков, болезнь Шейермана — Мау) . . . . .	296
11.9. Остеохондропатия бугристости большеберцовой кости (болезнь Осгуда — Шлаттера) . . . . .	298
11.10. Остеохондропатия бугра пяточной кости (болезнь Хаглунда — Шинца) . . . . .	299
11.11. Рассекающий остеохондроз суставных поверхностей (болезнь Кенига) . . . . .	300
<i>Литература</i> . . . . .	301
<b>РАЗДЕЛ 4. ВТОРИЧНЫЕ АРТРОПАТИИ</b> . . . . .	302
<b>Глава 12. Поражение суставов при диффузных заболеваниях соединительной ткани и системных васкулитах</b> (В. И. Мазуров, И. А. Онущенко) . . . . .	302
12.1. Поражение суставов при системной красной волчанке . . . . .	302
12.2. Поражение суставов при системной склеродермии . . . . .	305
12.3. Поражение суставов при дермато- и полимиозите . . . . .	307
12.4. Поражение суставов при болезни Шегрена . . . . .	308
12.5. Поражение суставов при системных васкулитах . . . . .	308
12.6. Поражения суставов и различные их проявления . . . . .	309
<i>Литература</i> . . . . .	309
<b>Глава 13. Поражения суставов при эндокринных заболеваниях</b> (З. Р. Шафигуллина) . . . . .	310
13.1. Поражения опорно-двигательного аппарата при сахарном диабете . . . . .	310
13.2. Изменения опорно-двигательного аппарата при заболеваниях щитовидной железы . . . . .	314
13.3. Изменения опорно-двигательного аппарата при заболеваниях паращитовидных желез . . . . .	316
13.4. Поражение опорно-двигательного аппарата при заболеваниях гипопаратиреоза . . . . .	318
13.5. Изменения костной системы при гиперкортицизме . . . . .	319
<i>Литература</i> . . . . .	320
<b>Глава 14. Поражение суставов при онкологических заболеваниях</b> (Е. Г. Зоткин) . . . . .	322
14.1. Паранеопластический синдром . . . . .	323

14.2. Ревматические заболевания, ассоциированные со злокачественными заболеваниями . . . . .	327
<i>Литература</i> . . . . .	327
<b>Глава 15. Остеопороз (В. И. Мазуров, Е. Г. Зоткин)</b> . . . . .	328
15.1. Факторы риска остеопороза . . . . .	329
15.2. Классификация остеопороза . . . . .	331
15.3. Формулировки диагноза остеопороза . . . . .	332
15.4. Клиническая картина остеопороза . . . . .	332
15.5. Диагностика остеопороза . . . . .	334
15.6. Профилактика остеопороза . . . . .	337
15.7. Лечение остеопороза . . . . .	342
<i>Литература</i> . . . . .	350
<b>Глава 16. Диспансеризация и медико-социальная экспертиза больных с заболеваниями суставов (В. И. Мазуров, А. М. Лиля, Ю. А. Тынянов)</b> . . . . .	350
16.1. Диспансеризация ревматологических больных . . . . .	350
16.2. Экспертиза временной нетрудоспособности и медико-социальная экспертиза ревматологических больных . . . . .	354
<i>Литература</i> . . . . .	365
<b>Приложения</b> . . . . .	366
1. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) . . . . .	366
2. Суммарный индекс Лекена . . . . .	388
Индекс тяжести для коксартроза . . . . .	388
Индекс тяжести для гонартроза . . . . .	389
3. Метод Ларсена — Дейла . . . . .	390
Суставы и степень их повреждения . . . . .	390
Периодичность обследования пациентов с ревматоидным артритом . . . . .	390
4. Анкета оценки здоровья (HAQ). Функциональный индекс (FDI) . . . . .	391
5. Оценка рентгенологического прогрессирования суставной деструкции. Модифицированный метод Шарпа . . . . .	393
6. DAS-28 (индекс активности болезни по 28 суставам) . . . . .	394

## УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АВ	— атриовентрикулярный
АКЛ	— антитела к кардиолипину
АКТГ	— адренокортикотропный гормон
АНА	— антинуклеарные антитела
АНЦА	— антинейтрофильные цитоплазматические антитела
АРА	— Американская ревматологическая ассоциация
АС	— анкилозирующий спондилоартрит
АСЛ	— антистрептолизин
АТ	— антитела
АФЛ	— антитела к фосфолипидам
АХВ	— анемия хронического воспаления
ББ	— болезнь Бехтерева
БКПД	— болезнь отложения кристаллов кальция пирофосфата дигидрата
ВА	— волчаночный антикоагулянт
в/в	— внутривенно
в/м	— внутримышечно
ВОЗ	— Всемирная организация здравоохранения
ВУТ	— временная утрата трудоспособности
ВЧС	— височно-челюстной сустав
ВЭБ	— вирус Эпштейна — Барр
ГВ	— геморрагический васкулит
ГГФТ	— гипоксантингуанинфосфорибозилтрансфераза
ГКС	— глюкокортикостероиды
ГКТ	— глюкокортикостероидная терапия
ДБСТ	— диффузные болезни соединительной ткани
ДДТ	— диадинамические токи
ДМ	— дерматомиозит
ДМВ-терапия	— дециметрово-волновая терапия
ДМФС	— дистальные межфаланговые суставы
ЗГТ	— заместительная гормональная терапия
ИКК	— иммунокомпетентные клетки
ИЛ	— интерлейкин
ИФН	— интерферон
КК	— креатинкиназа
Кон-А	— конканавалин
КСФ-ГМ	— колониестимулирующий фактор грануломоноцитарный
КТ	— компьютерная томография
ЛПС	— липополисахариды
ЛФК	— лечебная физкультура
МДС	— миелодиспластический синдром
МКАТ	— моноклональные антитела
МПКТ	— минеральная плотность костной ткани
МТ	— метатрексат
МФС	— межфаланговый сустав
НЛ	— неходжкинская лимфома



---

---

НПВП	– нестероидные противовоспалительные препараты
НЯК	– неспецифический язвенный колит
ОА	– остеоартроз
ОРЛ	– острая ревматическая лихорадка
ПГ	– простагландин
ПГн	– протеогликаны
ПМ	– полимиозит
ПТГ	– паратиреоидный гормон
ПУВА	– пувален-ультрафиолетовое облучение А-спектра
ПЦР	– полимеразная цепная реакция
РА	– ревматоидный артрит
РБТЛ	– реакция бласттрансформации лимфоцитов
РеА	– реактивный артрит
РНГА	– реакция непрямо́й гемагглютинации
РСК	– реакция связывания комплемента
РТМЛ	– реакция торможения миграции лейкоцитов
РФ	– ревматоидный фактор
СВ	– системный васкулит
СЖ	– синовиальная жидкость
СЗСТ	– системное заболевание соединительной ткани
СИ	– суставной индекс
СКВ	– системная красная волчанка
СМТ	– синусоидальные модулированные токи
СОЭ	– скорость оседания эритроцитов
СР	– синдром Рейно
СРБ	– С-реактивный белок
ССД	– системная склеродермия
СТГ	– соматотропный гормон
Т <sub>3</sub>	– трийодтиронин
ТФР	– трансформирующий фактор роста
УП	– узелковый периартериит
УФО	– ультрафиолетовое облучение
ФГА	– фитогемагглютинин
ФК	– функциональный класс
ФНО	– фактор некроза опухоли
ФНС	– функциональная недостаточность суставов
ФР	– фактор роста
ФТ	– физиотерапия
ХПН	– хроническая почечная недостаточность
ЦИК	– циркулирующие иммунные комплексы
ЦНС	– центральная нервная система
ЦОГ	– циклооксигеназа
ЦФ	– циклофосфан
ЦЦП	– циклический цитруллинсодержащий пептид
ЭКГ	– электрокардиография (электрокардиограмма)
ЭКМОК	– экстракорпоральные методы очистки крови
ЭМП УВЧ	– электромагнитное поле ультравысокой частоты
ЮРА	– ювенильный ревматоидный артрит
ЯМРТ	– ядерно-магнитно-резонансная томография
Ig	– иммуноглобулин
TGF	– см. ТФР

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Подготовленный авторским коллективом очередной том многотомного руководства для врачей посвящен большой группе первичных и вторичных артропатий, часто встречающихся в практической работе ревматологов, ортопедов, терапевтов и врачей общей практики.

Поводом для подготовки данного тома явились определенные изменения представлений о патогенезе целого ряда заболеваний суставов и околосуставных мягких тканей, трудности их диагностики, особенно на начальной стадии формирования патологического процесса, недостаточная информированность широкого круга терапевтов о новых рабочих классификациях отдельных нозологических форм, а также отсутствие систематизации в выборе тактики лечения больных с учетом нарастающего потока современных лекарственных средств, имеющих свои особенности, которые следует учитывать при назначении совместно с препаратами других фармакологических групп.

В представленном томе первый раздел содержит достаточно обширный материал о морфологических и физиологических свойствах костной и хрящевой тканей, а также связочном и мышечном аппарате суставов. Подробно рассмотрены классификация костей, этапы их развития, химический состав, механические свойства, а также виды их соединения. Нашли свое отражение сведения о химических и механических свойствах, а также метаболизме хрящевой ткани.

Книга содержит подробное описание методов физикального, лабораторного и инструментального обследования ревматологических больных. Особое внимание уделено диагностическим возможностям инновационных технологий, включая магнитно-резонансную томографию с контрастированием, рентгеновскую компьютерную томографию и сонографическое исследование суставов, а также целый ряд иммунологических тестов.

Второй и третий разделы настоящего руководства содержат главы, в которых приводятся современные классификации, а также данные об эпидемиологии, этиопатогенезе, диагностике и принципах лечения наиболее часто встречающихся воспалительных и обменно-дистрофических заболеваний суставов. На основании собственного опыта авторы представляют алгоритмы лечения больных, обосновывают возможности применения противовоспалительных и базисных средств в комплексной терапии болезней суставов, освещают показания и противопоказания к их назначению, а также осложнения и побочные эффекты рассматриваемых групп фармакологических препаратов.

Четвертый раздел тома содержит главы, характеризующие особенности поражения суставов при остеопорозе, инфекционных и эндокринных заболеваниях, а также при патологии почек и злокачественных новообразованиях. Следует отметить, что данные вопросы в учебно-методической литературе последних лет были представлены явно недостаточно.

В приложении к руководству содержатся материалы, во многом объективирующие клинические проявления заболеваний суставов и оказывающие по-

---

---

мощь читателю в более глубоком понимании клинических проявлений данных форм патологии (различные показатели и индексы, характеризующие суставной синдром, функциональные возможности суставов и определяющие качество жизни больных с артропатиями).

Понятно, что ревматические заболевания не ограничиваются только артропатиями и включают большое число других нозологических форм, к которым относятся диффузные болезни соединительной ткани, ревматическая лихорадка, системные васкулиты и васкулопатии. В связи со значительным объемом материала по данной проблеме он представлен в отдельном томе руководства по внутренним болезням — «Диффузные заболевания соединительной ткани».

Авторы надеются, что настоящее руководство будет полезным врачам при прохождении курсов усовершенствования по терапии и другим терапевтическим специальностям, а также ординаторам, интернам и студентам старших курсов медицинских вузов.

Член-корреспондент РАМН,  
заслуженный деятель науки РФ,  
профессор *В. И. Мазуров*

# РАЗДЕЛ I

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОСТЯХ И ИХ СОЕДИНЕНИЯХ. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СУСТАВОВ

---

### Глава 1. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О КОСТЯХ И ИХ СОЕДИНЕНИЯХ

#### 1.1. ВИДЫ КОСТНОЙ ТКАНИ И ЕЕ СТРОЕНИЕ

Костная ткань представляет собой весьма совершенную специализированную разновидность тканей внутренней среды. В этой системе гармонично сочетаются такие противоположные свойства, как механическая прочность и функциональная пластичность, процессы новообразования и разрушения.

Костная ткань состоит из клеток и межклеточного вещества, которые характеризуются определенной гистоархитектоникой. Основные клетки костной ткани — это остеобласты, остециты и остеокласты.

*Остеобласты* имеют овальную или кубическую форму. Крупное светлое ядро располагается не в центре, оно несколько смещено к периферии цитоплазмы. Часто в ядре обнаруживается несколько ядрышек, что свидетельствует о высокой синтетической активности клетки. Электронно-микроскопические исследования показали, что значительная часть цитоплазмы остеобласта заполнена многочисленными рибосомами и полисомами, канальцами гранулярной эндоплазматической сети, комплексом Гольджи, митохондриями, а также особыми матриксными пузырьками. Остеобласты обладают пролиферативной активностью, являются продуцентами межклеточного вещества и играют основную роль в минерализации костного матрикса. Они синтезируют и секретируют такие химические соединения, как щелочная фосфатаза, коллагены, остеонектин, остеопонтин, остеокальцин, костные морфогенетические белки и др. В матриксных пузырьках остеобластов содержатся многочисленные ферменты, которые, выделяясь за пределы клетки, инициируют процессы минерализации кости.

Синтезируемый остеобластами органический матрикс костной ткани состоит преимущественно (90–95 %) из коллагена I типа, коллагенов III–V и других типов, а также из неколлагеновых белков (остеокальцин, остеопонтин, остеонектин, фосфопротеины, костные морфогенетические белки) и гликозаминогликановых субстанций. Белки неколлагеновой природы обладают свойствами регуляторов минерализации, остеоиндуктивных веществ, митогенных факторов, регуляторов скорости образования коллагеновых фибрилл. Тромбоспондин способствует адгезии остеобластов к поднадкостничному остеоиду кости человека. Остеокальцин считается потенциальным индикатором функции этих клеток.

Ультраструктура остеобластов свидетельствует о том, что их функциональная активность различна. Наряду с функционально активными остеобластами, обладающими высокой синтетической активностью, имеются неактивные клет-

ки. Чаще всего они локализируются на периферии кости со стороны костномозгового канала и входят в состав надкостницы. Строение таких клеток отличается малым содержанием органелл в цитоплазме.

*Остеоциты* являются более дифференцированными клетками, чем остеобласты. Они имеют отростчатую форму. Отростки остеоцитов располагаются в канальцах, пронизывающих минерализованный костный матрикс в различных направлениях. Уп্লощенные тела остеоцитов находятся в специальных полостях — лакунах — и со всех сторон окружены минерализованным костным матриксом. Значительную часть цитоплазмы остеоцита занимает овоидное ядро. Органеллы синтеза в цитоплазме развиты слабо: имеются немногочисленные полисомы, короткие каналы эндоплазматической сети, единичные митохондрии. В связи с тем что каналы соседних лакун анастомозируют друг с другом, отростки остеоцитов связаны между собой при помощи специализированных щелевых контактов. В небольшом пространстве вокруг тел и отростков остеоцитов циркулирует тканевая жидкость, содержащая определенную концентрацию  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ , могут содержаться неминерализованные или частично минерализованные коллагеновые фибриллы. Функция остеоцитов заключается в сохранении целостности костного матрикса за счет участия в регуляции минерализации костной ткани и обеспечения ответа на механические стимулы. В настоящее время накапливается все больше данных о том, что эти клетки принимают активное участие в метаболических процессах, протекающих в межклеточном веществе кости, в поддержании постоянства ионного баланса в организме. Функциональная активность остеоцитов в значительной мере зависит от стадии их жизненного цикла и действия гормональных и цитокиновых факторов.

*Остеокласты* — это крупные многоядерные клетки с резко оксифильной цитоплазмой. Они являются частью фагоцитарно-макрофагальной системы организма, производными моноцитов крови. На периферии клетки определяется гофрированная щеточная каемка. В цитоплазме обнаруживается много рибосом и полисом, митохондрий, канальцев эндоплазматической сети, хорошо развит комплекс Гольджи. Отличительной особенностью ультраструктуры остеокластов является наличие большого количества лизосом, фагосом, вакуолей и везикул. Остеокласты обладают способностью создавать локально у своей поверхности кислую среду в результате интенсивно идущих в этих клетках процессов гликолиза. Кислая среда в области непосредственного контакта цитоплазмы остеокластов и межклеточного вещества способствует растворению минеральных солей и создает оптимальные условия для действия протеолитических и ряда других ферментов лизосом. Цитохимическим маркером остеокластов служит активность изофермента кислой фосфатазы, который называется кислой нитрофенилфосфатазой. Функции остеокластов заключаются в резорбции (разрушении) костной ткани и участии в процессе ремодуляции костных структур в ходе эмбрионального и постнатального развития.

Межклеточное вещество костных тканей состоит из органического и неорганического компонентов. Органические соединения представлены коллагенами I, III, IV, V, IX, XIII типов (около 95 %), неколлагеновыми белками (костные морфогенетические белки, остеокальцин, остеопонтин, тромбоспондин, костный сиалопротеин и др.), гликозаминогликанами и протеогликанами. Неорганическая часть костного матрикса представлена кристаллами гидроксипатита, содержа-

щими в большом количестве ионы кальция и фосфора; в значительно меньшем количестве в его состав входят соли магния, калия, фториды, бикарбонаты.

Межклеточное вещество кости постоянно обновляется. Разрушение старого межклеточного вещества представляет собой достаточно сложный и еще не ясный во многих деталях процесс, в котором принимают участие все типы клеток костной ткани и ряд гуморальных факторов, но особенно заметную и важную роль играют остеокласты.

**Типы костной ткани.** В зависимости от микроскопического строения различают две основные разновидности костной ткани — ретикулофиброзную (губоволокнистую) и пластинчатую.

*Ретикулофиброзная костная ткань* широко представлена в эмбриогенезе и раннем постнатальном гистогенезе костей скелета, а у взрослых встречается в местах прикрепления сухожилий к костям, по линии зарастания черепных швов, а также в области переломов. Как в эмбриогенезе, так и при регенерации ретикулофиброзная костная ткань с течением времени всегда замещается пластинчатой. Характерным в строении ретикулофиброзной костной ткани является неупорядоченное, диффузное расположение костных клеток в межклеточном веществе. Мощные пучки коллагеновых волокон слабо минерализованы и идут в различных направлениях. Плотность расположения остеоцитов в ретикулофиброзной костной ткани более высокая, чем в пластинчатой, и они не имеют определенной ориентации по отношению к коллагеновым (оссеиновым) волокнам.

*Пластинчатая костная ткань* является основной тканью в составе практически всех костей человека. В этой разновидности костной ткани минерализованное межклеточное вещество образует особые костные пластинки толщиной 5–7 мкм. Каждая костная пластинка представляет собой совокупность близко расположенных друг к другу параллельных коллагеновых волокон, пропитанных кристаллами гидроксиапатита. В соседних пластинках волокна располагаются под разными углами, что придает кости дополнительную прочность. Между костными пластинками в лакунах упорядоченно лежат костные клетки — остеоциты. Отростки остеоцитов по костным каналцам проникают в окружающие их пластинки, вступая в межклеточные контакты с другими костными клетками. Различают три системы костных пластинок: окружающие (генеральные, бывают наружными и внутренними), концентрические (входят в структуру остеона), вставочные (представляют собой остатки разрушающихся остеонов).

В составе кости различают компактное и губчатое вещество. Оба они образованы пластинчатой костной тканью. Особенности гистоархитектоники пластинчатой кости будут представлены далее при описании кости как органа.

## 1.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И РЕПАРАТИВНАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ

Одним из проявлений физиологической регенерации является рост трубчатых костей в длину. Он обычно заканчивается к 22–25 годам жизни. До этого времени функционирует так называемая метаэпифизарная пластинка роста, расположенная между эпифизом и диафизом. В этой пластинке различают несколько зон. Пограничная зона расположена ближе всего к костной ткани эпифиза, ее называют еще зоной покоящегося хряща. Далее расположена зона пролиферирующего молодого хряща (зона столбчатых клеток). Здесь образуются новые хондробласты для замены тех хрящевых клеток, которые отмирают у диафизарной поверхности пластинки. Следующая зона метаэпифизарной пластинки на-

зывается зоной созревающего хряща, или пузырчатых клеток. Она характеризуется разрушением хондроцитов с последующим эндохондральным окостенением. Выделяют еще зону обызвествления хряща, которая непосредственно граничит с костной тканью диафиза. В нее проникают капилляры и остеогенные клетки. Последние превращаются в остеобласты, образующие на диафизарной стороне метаэпифизарной пластинки костные перекладины. Таким образом, интерстициальный рост хряща на эпифизарной стороне метаэпифизарной пластинки отодвигает эпифиз от диафиза, но метаэпифизарная пластинка не увеличивается в толщине, так как со стороны диафиза она постоянно подвергается резорбции и замещается костной тканью.

У взрослого человека сохраняются камбиальные остеогенные клетки, которые при необходимости могут служить источником регенерации костной ткани. Клетка-родоначальница — это стволовая стромальная клетка. Она находится в костном мозге. Остеогенный путь дифференцировки стволовой стромальной клетки сопровождается пролиферацией, миграцией и последовательным образованием камбиальных клеток (полипотентных периваскулоцитов, преостеобластов, остеобластов). Периваскулярные клетки (периваскулоциты) лежат по ходу кровеносных сосудов периоста (надкостницы), эндоста и в каналах остеонов. Преостеобласты локализуются, главным образом, в периосте и эндосте и обладают высокой пролиферативной активностью. Остеобласты способны к делению, активному синтезу межклеточного вещества и дальнейшей дифференцировке в зрелые клетки костной ткани — остеоциты.

В случае перелома репарация происходит путем образования новой костной ткани между отломками. Вначале возникает костная мозоль, состоящая из ретикулофиброзной костной ткани. Источником развития костной мозоли служат камбиальные остеогенные клетки. В наружных частях костной мозоли наряду с остеогенными клетками пролиферируют и эндотелиоциты кровеносных капилляров. По мере перестройки костной мозоли происходят ремоделирование кости и формирование новых остеонов. Постепенно ретикулофиброзная костная ткань сменяется пластинчатой.

Процессы внутренней перестройки костной мозоли в области перелома кости с превращением ретикулофиброзной костной ткани в пластинчатую продолжаются иногда несколько месяцев. Наконец, в месте перелома обычно происходит полное восстановление конфигурации и архитектоники кости. Тесное соприкосновение и жесткая фиксация отломков кости ускоряют процесс регенерации.

Механизмы физиологической и репаративной регенерации качественно схожи и осуществляются за счет одних и тех же клеточных источников. Подробное описание последовательности процессов, происходящих при заживлении костных переломов и ремоделировании костей, можно найти в ряде руководств и монографий по травматологии (Брюсов П. Г. [и др.], 1996; Гололобов В. Г., 2001; Гололобов В. Г. [и др.], 2003; Ревелл П., 1993).

### 1.3. РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОСТНОЙ ТКАНИ

Характерной особенностью костной ткани является постоянное сосуществование в ней процессов новообразования и разрушения, гармоничное сочетание которых является необходимым условием формирования кости. Уже с момента возникновения в ней выделяются участки, где идет интенсивный аппозицион-

ный рост костных перекладин, и зоны, где происходит разрушение ранее образовавшейся костной ткани.

В молодом возрасте уменьшение объема костной ткани незначительно и достигает 0,4 % в год. У женщин с возрастом наблюдается более высокая потеря костной ткани, чем у мужчин. В периосте с увеличением возраста снижается или не определяется пролиферативная активность клеток остеогенного слоя надкостницы. После полового созревания снижается пролиферация клеток в метаэпифизарной хрящевой пластинке при продолжающемся эндохондральном остеогенезе. В результате хрящевая пластинка истончается, в дальнейшем происходит полное ее замещение костной тканью. Уменьшается плотность расположения остеобластов на поверхности кости и количество зрелых остеоцитов. Последние местами разрушаются, и в составе костной ткани отмечаются лакуны, лишенные остеоцитов. В связи со снижением биосинтетических процессов в клетках кости нарушается процесс периостального костеобразования, минерализации пластинок остеонов, а также происходит активизация резорбционных процессов, что приводит к возрастному остеопорозу и снижению механической прочности кости.

Метаболические процессы, происходящие в костных тканях, находятся под влиянием множества факторов. Среди них половые гормоны, гормоны щитовидной железы, паратиреоидный гормон (ПТГ), витамин D, простагландины и др.

Дифференцировка остеогенных клеток ингибируется трийодтиронином ( $T_3$ ). Имеются данные о том, что этот же гормон активирует синтетическую активность остеобластов по выработке межклеточного вещества. ПТГ ускоряет резорбцию костной ткани. Фактор стволовых клеток, интерлейкины (ИЛ-1, ИЛ-3, ИЛ-6, ИЛ-11), простагландины, кальцитриол стимулируют деятельность остеобластов. На пролиферацию и дифференцировку клеток костной ткани оказывают влияние различные цитокины и факторы роста. Например, колониестимулирующие факторы (КСФ) и фактор некроза опухоли (ФНО) повышают функциональную активность остеокластов. Кальцитонин, эстрогены, ИЛ-4, ИЛ-13, трансформирующий фактор роста (ТФР) ингибируют активность остеокластов. Большинство цитокинов вырабатываются моноцитами, лимфоцитами, тканевыми базофилами, то есть клетками гематогенного генеза. И сами клетки костной ткани могут осуществлять аутокринную регуляцию метаболических процессов, происходящих в кости. Имеются указания на то, что остеобласты, остеоциты и остеокласты являются продуцентами ряда факторов роста, которые индуцируют дифференцировку периваскулоцитов и преостеобластов и стимулируют функциональную активность остеобластов и остеоцитов.

Помимо химических факторов, воздействие на метаболизм костной ткани оказывают и физические факторы. Так, например, повышенное парциальное давление кислорода, высокая степень оксигенации благотворно влияют на скорость физиологических процессов в костной ткани.

#### 1.4. КОСТЬ КАК ОРГАН

*Кость (os)* — это орган, являющийся компонентом системы органов опоры и движения, имеющий типичную форму и строение, характерную архитектуру сосудов и нервов, построенный преимущественно из костной ткани, покрытый снаружи надкостницей (*periosteum*) и содержащий внутри костный мозг (*medulla osseum*).



Каждая кость имеет определенную форму, величину и положение в теле человека. На формообразование костей существенное влияние оказывают условия, в которых кости развиваются, и функциональные нагрузки, которые кости испытывают в процессе жизнедеятельности организма. Каждой кости свойственно определенное число источников кровоснабжения (артерий), наличие определенных мест их локализации и характерная внутриорганный архитектоника сосудов. Указанные особенности распространяются и на нервы, иннервирующие данную кость.

В состав каждой кости входят несколько тканей, находящихся в определенных соотношениях, но, безусловно, основной является пластинчатая костная ткань. Рассмотрим ее строение на примере диафиза длинной трубчатой кости.

Основную часть диафиза трубчатой кости, расположенную между наружными и внутренними окружающими пластинками, составляют остеоны и вставочные пластинки (остаточные остеоны). Остеон, или гаверсова система, является структурно-функциональной единицей кости. Остеоны можно рассмотреть на шлифах или гистологических препаратах (рис. 1.1).

Остеон представлен концентрически расположенными костными пластинками (гаверсовыми), которые в виде цилиндров разного диаметра, вложенных друг в друга, окружают гаверсов канал. В последнем проходят кровеносные сосуды и нервы. Остеоны большей частью располагаются параллельно длиннику кости, многократно анастомозируя между собой. Количество остеонов индивидуально для каждой кости, у бедренной кости оно составляет 1,8 на 1 мм<sup>2</sup>. При этом на долю гаверсова канала приходится 0,2–0,3 мм<sup>2</sup>. Между остеонами располагаются вставочные, или промежуточные, пластинки, которые идут во всех направлениях. Вставочные пластинки представляют собой оставшиеся части подвергшихся разрушению старых остеонов. В костях постоянно происходят процессы новообразования и разрушения остеонов.

Снаружи кость окружают несколько слоев генеральных, или общих, пластинок, которые располагаются непосредственно под надкостницей (периостом). Через них проходят прободающие каналы (фолькмановские), которые содержат кровеносные сосуды того же названия. На границе с костномозговой полостью в трубчатых костях находится слой внутренних окружающих пластинок. Они пронизаны многочисленными каналами, расширяющимися в ячейки. Костномозговая полость выстлана эндостом, который представляет собой тонкий соединительнотканый слой, включающий уплощенные неактивные остеогенные клетки.

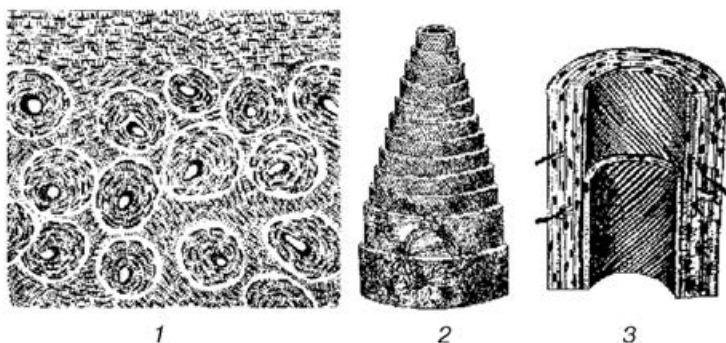


Рис. 1.1. Внутреннее строение кости:

1 — костная ткань; 2 — остеон (реконструкция); 3 — продольный срез остеона

## **БОЛЕЗНИ СУСТАВОВ**

*Руководство для врачей*

Под редакцией В. И. Мазурова

Серия «Руководство для врачей»  
под общей редакцией С. И. Рябова

Подписано в печать 05.06.2008. Формат 70 × 100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Усл. печ. л. 32,5 + 0,65 цв. вкл. Печ. л. 25 + 0,5 цв. вкл.  
Тираж 2000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».  
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29,  
тел./факс: (812) 251-66-54, 251-16-94,  
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано с диапозитивов  
в ГУП «Типография „Наука“»  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-299-00352-9



9 785299 003529



Рис. 1. Ревматоидный артрит. Синовит пястно-фаланговых суставов левой кисти.  
Ульнарная девиация кистей



Рис. 2. Ревматоидный артрит. Множественные подвывихи и анкилозы суставов пальцев стоп