

Содержание

Предисловие к изданию на русском языке	7
Предисловие к изданию на английском языке	8
Благодарности	9
Список сокращений и условных обозначений	10

Часть 1

Введение	13
1 Обзор сердечно-сосудистой системы	14

Часть 2

Анатомия и гистология	17
2 Макроскопическая анатомия и гистология сердца	18
3 Анатомия сосудов	21
4 Гистология сосудов и ультраструктура гладкомышечных клеток	24

Часть 3

Кровь и жидкости организма	27
5 Компоненты крови	28
6 Эритропоэз, гемоглобин и анемия	31
7 Гемостаз	34
8 Тромбоз и антикоагулянты	37
9 Группы крови и гемотрансфузия	40

Часть 4

Физиология клеток	43
10 Мембранный потенциал, ионные каналы и насосы	44
11 Электрофизиология сердечной мышцы и происхождение сердечного сокращения	47
12 Электромеханическое сопряжение сердечной мышцы	50
13 Проводящая система сердца	53
14 Электрокардиограмма	56
15 Электромеханическое сопряжение гладкомышечных клеток	59

Часть 5

Форма и функция	63
16 Сердечный цикл	64
17 Контроль сердечного выброса	67
18 Гемодинамика	70
19 Артериальное давление и кровоток в артериях и артериолах	73
20 Микроциркуляторное русло, лимфатическая система и диапедез	76
21 Фильтрация жидкости в микроциркуляторном русле	79
22 Венозная система	82
23 Местный контроль кровотока	85
24 Регуляция сосудистой сети эндотелием	88
25 Малый круг кровообращения, кровообращение скелетных мышц и кровообращение плода	91
26 Коронарное кровообращение, кровообращение кожи и кровообращение головного мозга	94

Часть 6

Интеграция и регуляция 97

- 27 Сердечно-сосудистые рефлексy 98
- 28 Вегетативный контроль сердечно-сосудистой системы. . . 101
- 29 Контроль объема крови 104
- 30 Влияние физической нагрузки на сердечно-сосудистую систему 107
- 31 Шок и кровотечение 110

Часть 7

Анамнез, осмотр и обследование 113

- 32 Сбор анамнеза и осмотр в диагностике заболеваний сердечно-сосудистой системы 114
- 33 Визуализация сердца 117

Часть 8

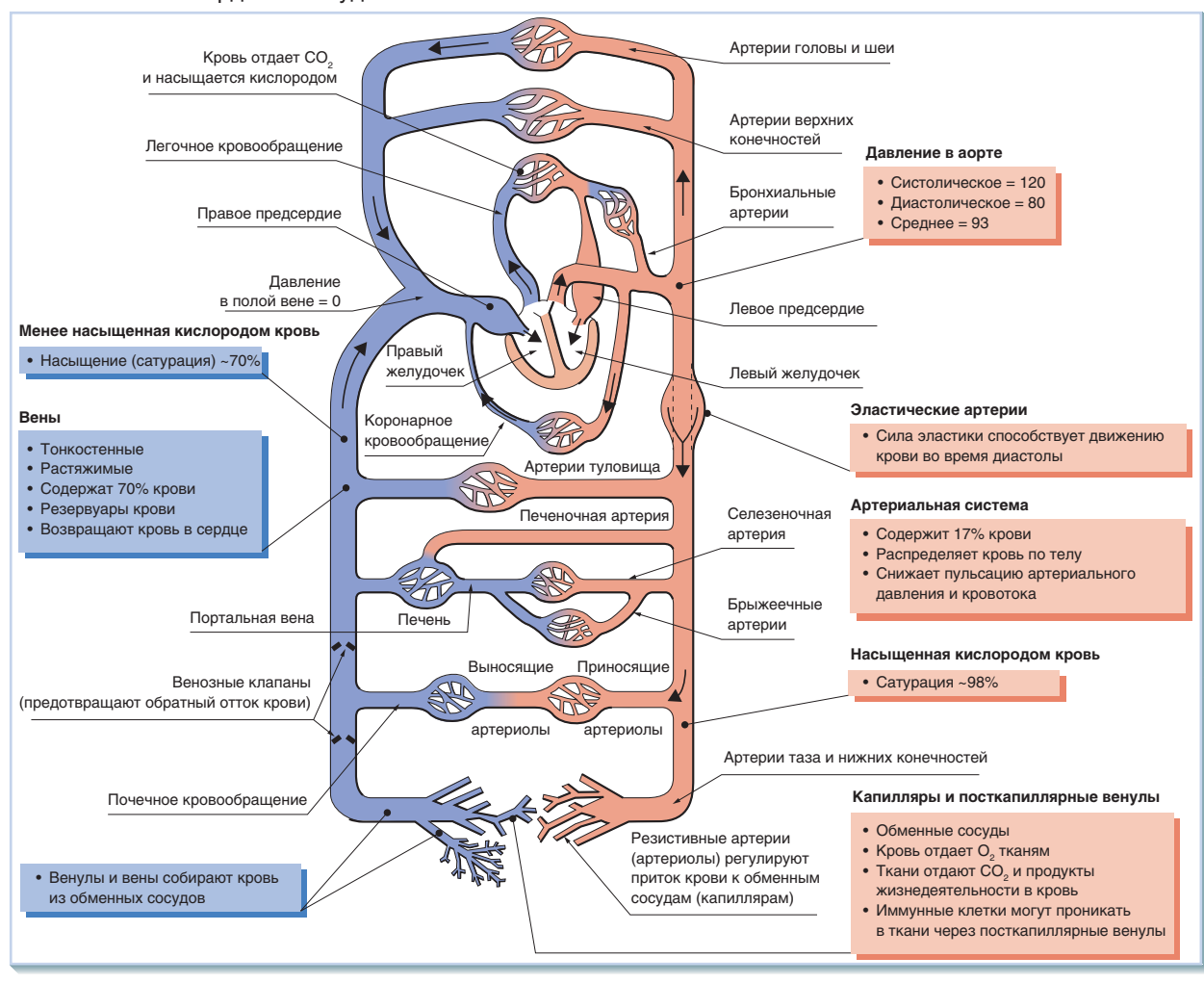
Патологические состояния и лекарственные препараты. 121

- 34 Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний 122
- 35 β -Блокаторы, ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, блокаторы рецепторов ангиотензина и блокаторы кальциевых каналов 125
- 36 Гиперлипидемии 128
- 37 Атеросклероз 131
- 38 Механизмы развития первичной гипертензии 134
- 39 Лечение гипертензии 137
- 40 Стабильная, микроваскулярная и вазоспастическая стенокардия. 140
- 41 Фармакологическое лечение стабильной, микроваскулярной и вазоспастической стенокардии 143
- 42 Острые коронарные синдромы без подъема сегмента ST. 146
- 43 Коронарная реваскуляризация 149
- 44 Патофизиология острого инфаркта миокарда 152
- 45 Инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST. 155
- 46 Сердечная недостаточность 158
- 47 Лечение хронической сердечной недостаточности 161
- 48 Механизмы тахикардий 165
- 49 Фибрилляция предсердий 168
- 50 Другие суправентрикулярные аритмии 172
- 51 Желудочковые тахикардии и их немедикаментозное лечение 175
- 52 Медикаментозное лечение тахикардий 178
- 53 Нарушения в проводящей системе сердца и кардиостимуляция 181
- 54 Заболевания аортального клапана 184
- 55 Заболевания митрального клапана 187
- 56 Врожденные пороки сердца 190
- 57 Кардиомиопатии и каналопатии 193
- 58 Легочная гипертензия 196
- 59 Инсульт 199
- Рекомендуемая литература 203
- Источники иллюстраций 203
- Предметный указатель 204

1

Обзор сердечно-сосудистой системы

Рис. 1.1. Схема сердечно-сосудистой системы



Сердечно-сосудистая система состоит из сердца, кровеносных сосудов и крови. Говоря простым языком, ее основные функции:

- 1) распределение O₂ и питательных веществ (например, глюкозы, аминокислот) по всем тканям организма;
- 2) транспортировка CO₂ и продуктов обмена (например, мочевины) из тканей в выделительные органы и легкие;
- 3) распределение воды, электролитов и гормонов по организму;
- 4) содействие инфраструктуре иммунной системы;
- 5) терморегуляция.

Кровь состоит из **плазмы**, водного раствора, содержащего электролиты, белки и другие молекулы, в которых **клетки** находятся во взвешенном состоянии. Клетки составляют 40–45% объема крови и в основном представлены **эритроцитами**, но также **лейкоцитами** и **тромбоцитами**.

Объем крови «среднего» мужчины весом 70 кг составляет примерно 5,5 л.

На рис. 1.1 схематично изображена сердечно-сосудистая система.

Сердце, мышечный насос, разделенный на левый и правый отделы, заставляет кровь перемещаться по всей сердечно-сосудистой системе. Каждый отдел сердца имеет две камеры, **предсердие** и **желудочек**, состоящие в основном из клеточной мышцы (кардиомиоцитов). Тонкостенные предсердия служат для заполнения или «заправки» толстостенных желудочков, которые при заполнении сильно сжимаются, создавая напор, выталкивающий кровь в сосуды. Кровь входит и выходит из каждой камеры сердца через отдельные односторонние клапаны, которые открываются и закрываются реципрокно (то есть один клапан закрывается до открытия другого), чтобы гарантировать, что кровоток является односторонним.

Рассмотрим ток крови, начиная с ее выхода из левого желудочка (ЛЖ).

Во время сокращения желудочков давление внутри левого желудочка возрастает с 0 до 120 мм рт.ст. (атмосферное давление = 0). По мере увеличения давления открывается аортальный клапан, и кровь выталкивается в **аорту**, первую и самую большую артерию **большого круга кровообращения**. Этот период сокращения желудочков называют **систолой**. Максимальное давление во время систолы называют **систолическим давлением**. Оно служит как для продвижения крови через аорту, так и для растяжения аорты, которая довольно эластична. Затем аортальный клапан закрывается, а левый желудочек расслабляется, чтобы наполниться кровью из левого предсердия (ЛП) через митральный клапан. Период расслабления называют **диастолой**. Во время диастолы кровоток и давление в аорте уменьшаются, но не падают до нуля, потому что *эластическая тяга* аорты продолжает оказывать **диастолическое давление** на кровь, которое постепенно падает до минимального уровня, составляющего примерно 80 мм рт.ст. Разницу между систолическим и диастолическим давлением называют **пульсовым давлением**. **Среднее артериальное давление** (срАД) — это усредненное давление за весь сердечный цикл. Поскольку 60% сердечного цикла составляет диастола, срАД приблизительно равно диастолическому давлению + одна треть пульсового давления, а не среднему арифметическому систолического и диастолического давлений.

Кровь течет из аорты в **основные артерии**, каждая из которых снабжает кровью какой-либо орган или область тела. Эти артерии разветвляются на более мелкие **мышечные артерии**, которые в итоге дают начало **артериолам** — артериям диаметром менее 100 мкм. Кровь поступает в артериолы при среднем давлении около 60–70 мм рт.ст.

Стенки артерий и артериол образованы расположенными по окружности слоями **гладкомышечных клеток**. Просвет всей сосудистой системы выстлан одним слоем **эндотелиальных клеток**. Эти клетки выделяют вазоактивные вещества и служат барьером, ограничивая и контролируя движение жидкости, молекул и клеток в сосудистую сеть и из нее.

Артериолы ведут к мельчайшим сосудам — **капиллярам**, которые образуют плотную сеть во всех тканях тела. Стенка капилляров представлена слоем перекрывающихся эндотелиальных клеток и не содержит гладкомышечных клеток. Давление в капиллярах колеблется от примерно 25 мм рт.ст. на артериальной стороне до 15 мм рт.ст. на венозной стороне. Капилляры собираются в маленькие **венулы**, которые также имеют тонкие стенки, состоящие в основном из эндотелиальных клеток. Веноулы сливаются в более крупные веноулы, в стенке которых увеличивается содержание гладкомышечных клеток по мере их расширения. Затем они

сходятся в **вены**, которые постепенно соединяются, давая начало **верхней и нижней полым венам**, по которым кровь возвращается в правую часть сердца. Вены имеют больший диаметр, чем артерии, и поэтому оказывают относительно небольшое сопротивление кровотоку. Таким образом, небольшого градиента давления между веноулами (15 мм рт.ст.) и полыми венами (0 мм рт.ст.) достаточно для возврата крови к сердцу.

Кровь из полых вен попадает в **правое предсердие**, а затем в **правый желудочек** (ПЖ) через **трехстворчатый клапан**. Правый желудочек, сокращаясь одновременно с левым желудочком, изгоняет кровь через легочный клапан в легочную артерию (ЛА), которая постепенно разделяется на артерии, артериолы и капилляры **малого круга кровообращения**. Малый круг кровообращения короче, и давление в нем гораздо ниже, чем в большом круге: систолическое и диастолическое давление составляет примерно 25 и 10 мм рт.ст. соответственно. Сеть легочных капилляров в легких окружает альвеолы, обеспечивая обмен CO_2 на O_2 . Насыщенная кислородом кровь поступает в легочные веноулы и вены, а затем в **левое предсердие** и **левый желудочек**. Так начинается следующий систолический цикл.

Выброс из правого желудочка немного ниже, чем из левого желудочка. Это связано с тем, что 1–2% крови из системного кровотока никогда не достигает правого предсердия, попадая в левую часть сердца через бронхиальное кровообращение (см. рис. 1.1), а небольшая часть крови из коронарного кровотока проходит через тебевиевы отверстия (см. главу 2).

Функции кровеносных сосудов

Сосуды каждого типа помимо того, что являются проводником крови, выполняют важные функции.

Система разветвления эластических и мышечных артерий постепенно снижает пульсацию артериального давления (АД) и кровотока, вызываемую прерывистыми сокращениями желудочков.

Мельчайшие артерии и артериолы играют решающую роль в регуляции количества крови, притекающей к тканям путем расширения или сужения. Эта функция регулируется симпатической нервной системой и факторами, локально вырабатываемыми в тканях. Эти сосуды называют **резистивными артериями**, потому что их сужение препятствует току крови.

Капилляры и мелкие веноулы — это **обменные сосуды**. Через их стенки газы, жидкости и молекулы переносятся между кровью и тканями. Лейкоциты также могут проходить через стенки веноул, чтобы бороться с инфекцией в тканях.

Веноулы могут сжиматься, оказывая сопротивление кровотоку, а соотношение сопротивления артериол и веноул оказывает важное влияние на

движение жидкости между капиллярами и тканями, тем самым влияя на объем крови.

Вены тонкостенные и очень *растяжимые*, поэтому они содержат около 70% крови. Артерии содержат всего 17% общего объема крови. Таким образом, вены и венулы служат объемными резервуарами, которые могут перемещать кровь

из периферического кровообращения в сердце и артерии путем сужения. При этом они могут помочь увеличить **сердечный выброс** (СВ) (объем крови, перекачиваемой сердцем за единицу времени), а также поддерживать давление крови и перфузию тканей основных органов в случае **кровотечения** (кровопотери).