



**Al-Farabi Kazakh
National
University
Higher School of
Medicine**

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ И ИММУННАЯ СИСТЕМЫ

◆ PART I

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По итогам занятия вы сможете:

- Перечислить функции лимфатической системы;
 - Объяснить, как лимфа формируется и возвращается в кровоток;
 - Назвать основные клетки лимфатической системы и указать их функции;
 - Назвать и описать типы лимфатической ткани;
 - Описать структуру и функцию красного костного мозга, тимуса, лимфатических узлов, миндалин и селезенки.
-
-

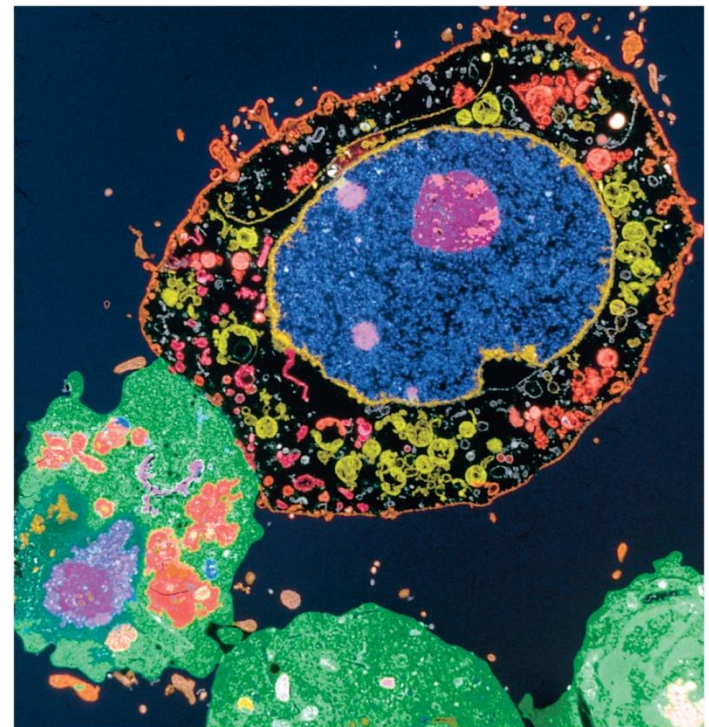


Лимфатическая и иммунная системы

- тело содержит в 10 000 раз больше бактериальных клеток, чем клеток человека
- некоторые полезные
- некоторые потенциально вызывающие заболевания

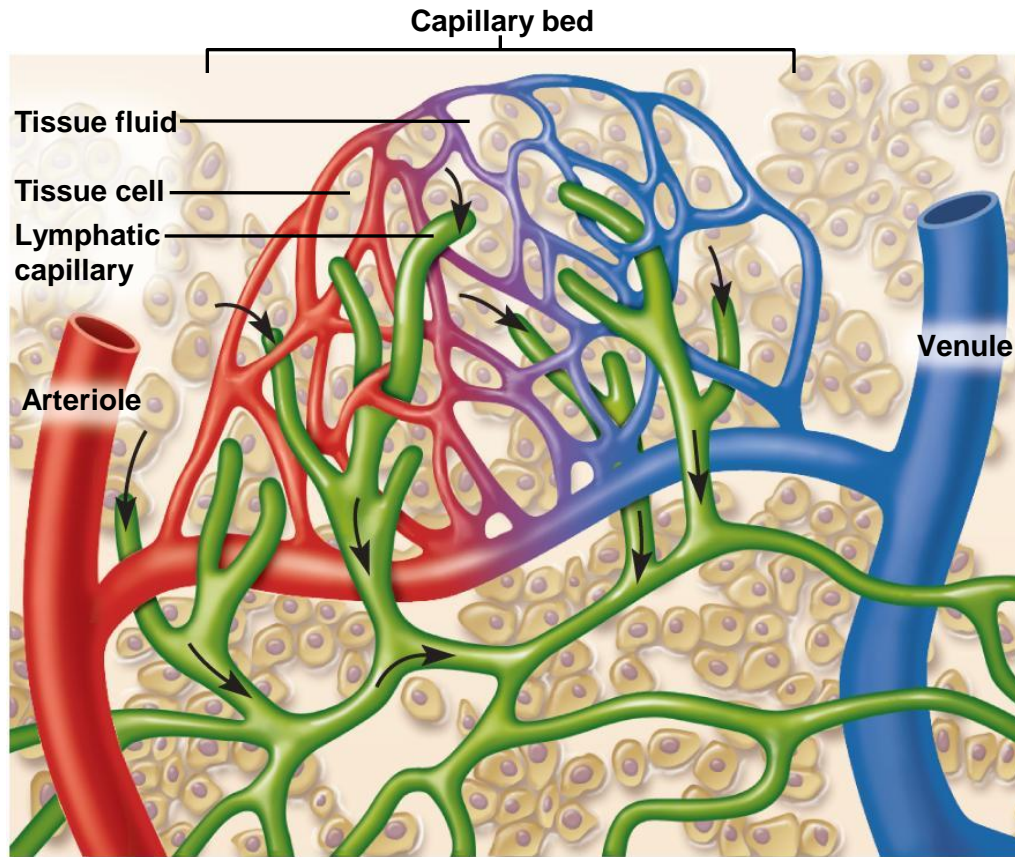
Иммунная система – не система органов, а популяция клеток, которые населяют все наши органы и защищают организм от возбудителей болезней

- особенно концентрируется в истинной системе органов - **лимфатической системе**
 - сеть органов и венподобных сосудов, которые восстанавливают жидкость
 - проверяют жидкость на наличие возбудителей болезней
 - активируют иммунные ответы
 - возвращают жидкость в кровоток



Лимфатическая и иммунная системы

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of The McGraw-Hill Companies, Inc.



(a)

- поддерживают баланс жидкости
- защищают организм от инфекций и болезней

Функции лимфатической системы

- **извлечение жидкости**
 - жидкость постоянно фильтруется из кровеносных капилляров в тканевые пространства
 - кровяные капилляры реабсорбируют 85%
 - 15% (2 - 4 л / день) воды и около половины белков плазмы попадают в лимфатическую систему и затем возвращаются в кровь
- **иммунитет**
 - избыток отфильтрованной жидкости поглощает инородные клетки и химические вещества из тканей
 - проходит через лимфатические узлы, где иммунные клетки защищают от инородных тел
 - активируют защитный иммунный ответ
- **поглощение липидов**
 - Млечные сосуды (пасочные или лимфатические) в тонкой кишке поглощают пищевые липиды, которые не поглощаются кровеносными капиллярами

Компоненты лимфатической системы

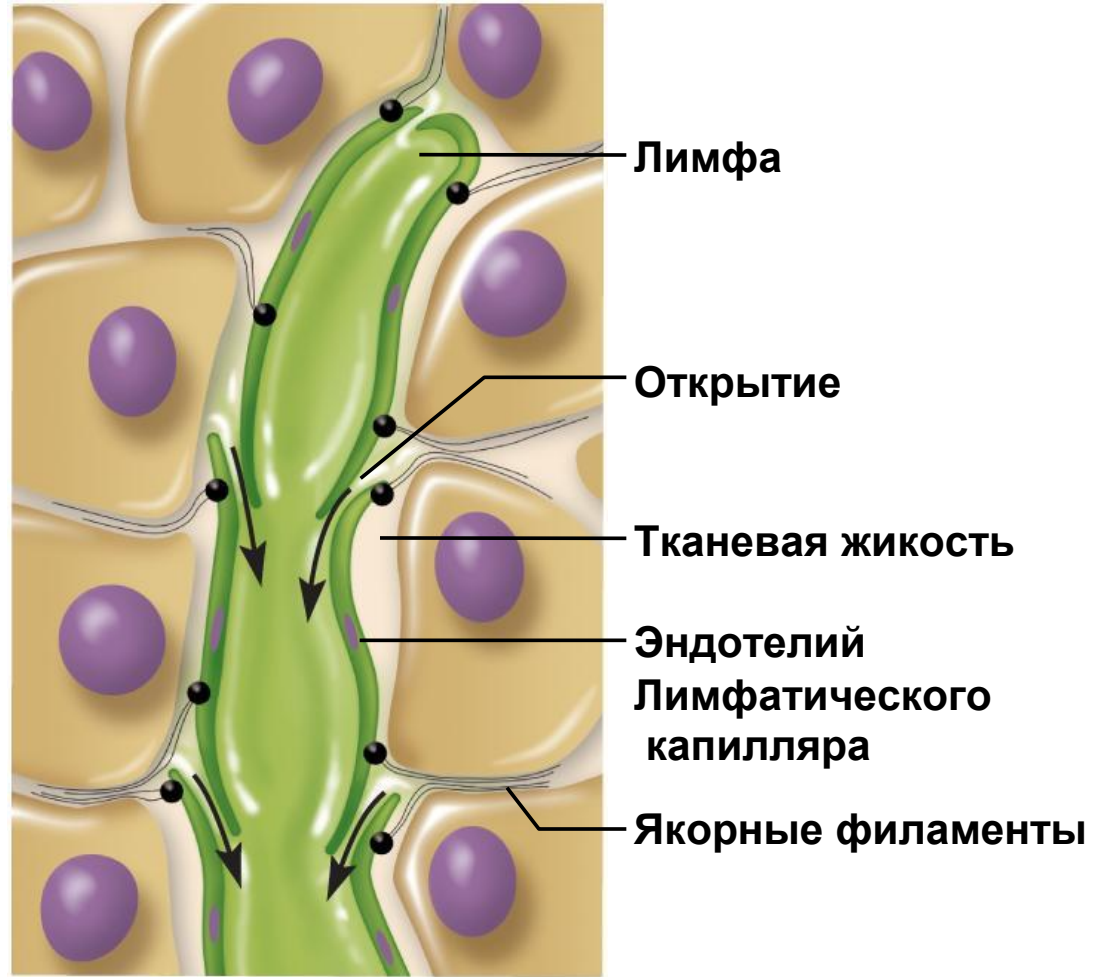
- Лимфа
 - извлеченная жидкость
- Лимфатические сосуды
 - Транспортируют лимфу
- Лимфатические ткани
 - состоят из скоплений лимфоцитов и макрофагов, которые заселяют многие органы в организме
- Лимфатические органы
 - защитные клетки особенно сосредоточены в этих органах
 - отделены от окружающих органов соединительнотканными капсулами

Лимфатические и лимфатические капилляры

- лимфа
 - прозрачная бесцветная жидкость, похожая на плазму, но намного меньше белка
 - внеклеточная жидкость втягивается в лимфатические капилляры
- лимфатические капилляры (терминальные лимфатические сосуды)
 - проникают почти в каждую ткань тела
 - отсутствуют в центральной нервной системе, хряще, роговице, кости и костном мозге
 - мешочки тонких эндотелиальных клеток, которые слабо перекрывают друг друга
 - закрыты на одном конце
 - клетки, связанные с окружающей тканью белковыми нитями
 - промежутки между клетками достаточно велики, чтобы позволить бактериям и клеткам проникать в лимфатический капилляр
 - Эндотелий создает клапано-подобные клапаны, которые открываются при высоком давлении тканевой жидкости и закрываются при низком давлении

Лимфатический капилляр

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(b)

◆ Применить, что знаете

- ◆ Почему метастазирующие раковые клетки легче попадают в лимфатическую систему, чем в кровотоки?

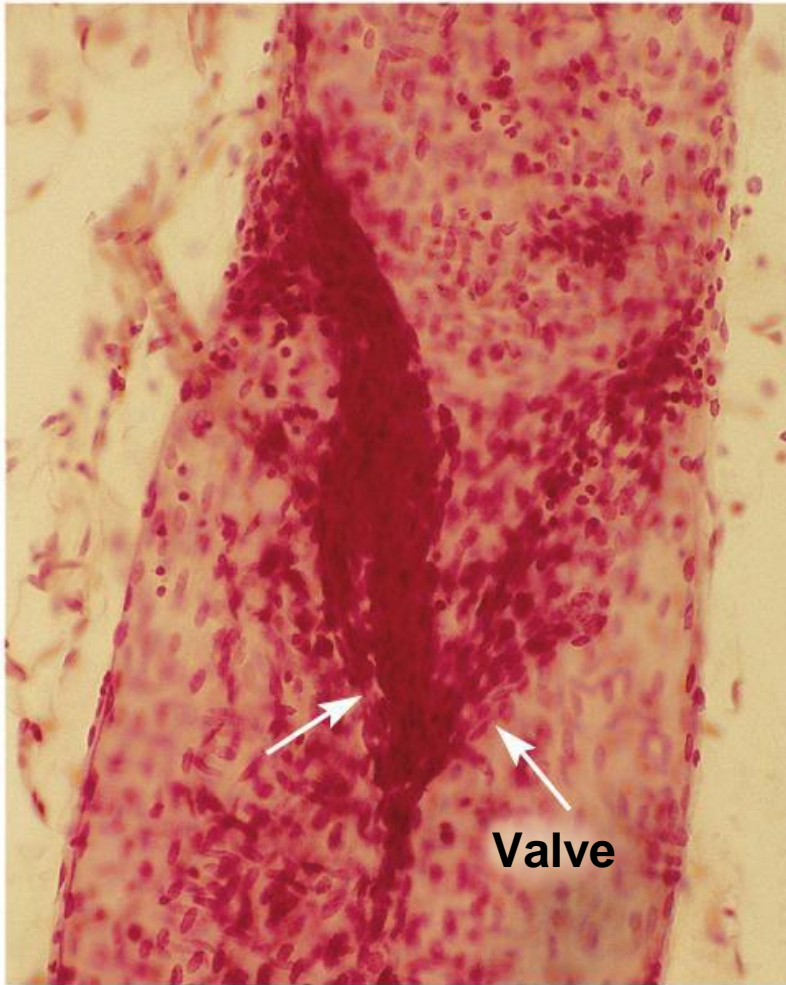
Лимфатические сосуды

- большие, состоящие из трех слоев
 - внутренняя оболочка: эндотелий и клапаны
 - Средний слой: эластичные волокна, гладкие мышцы
 - Адвентиция: тонкий наружный слой
- сходятся в большие сосуды

*Каковы будут последствия,
если этих клапанов не существовало бы?*

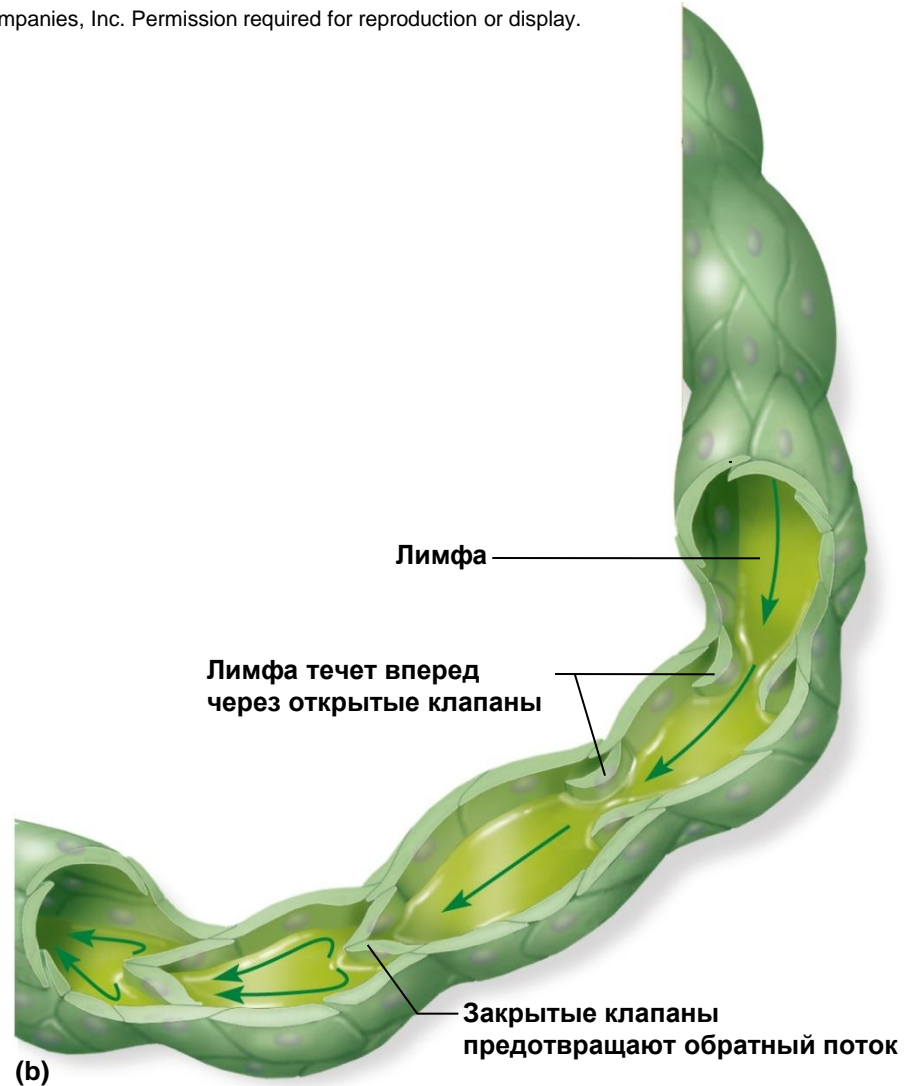
Клапан в лимфатическом сосуде

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a)

© The McGraw-Hill Companies, Inc./Dennis Strete, photographer



(b)

Маршрут Лимфооттока

- лимфатические капилляры
- **Собирающие лимфатические сосуды:** проходят через множество лимфатических узлов
- **шесть лимфатических стволов:** дренируют основные части тела
- **два коллекторных канала:**
- **правый лимфатический проток** - получает лимфу от правой руки, правой стороны головы и грудной клетки; впадает в правую подключичную вену
- **грудной проток** - больше и длиннее, начинается в виде выдающегося мешка на животе, называемого **cysterna Chyli**;- цистерна грудного протока - получает лимфу ниже диафрагмы, от левой руки, левой стороны головы, шеи и грудной клетки; впадает в левую подключичную вену
- **подключичные вены**

Цикл жидкости

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

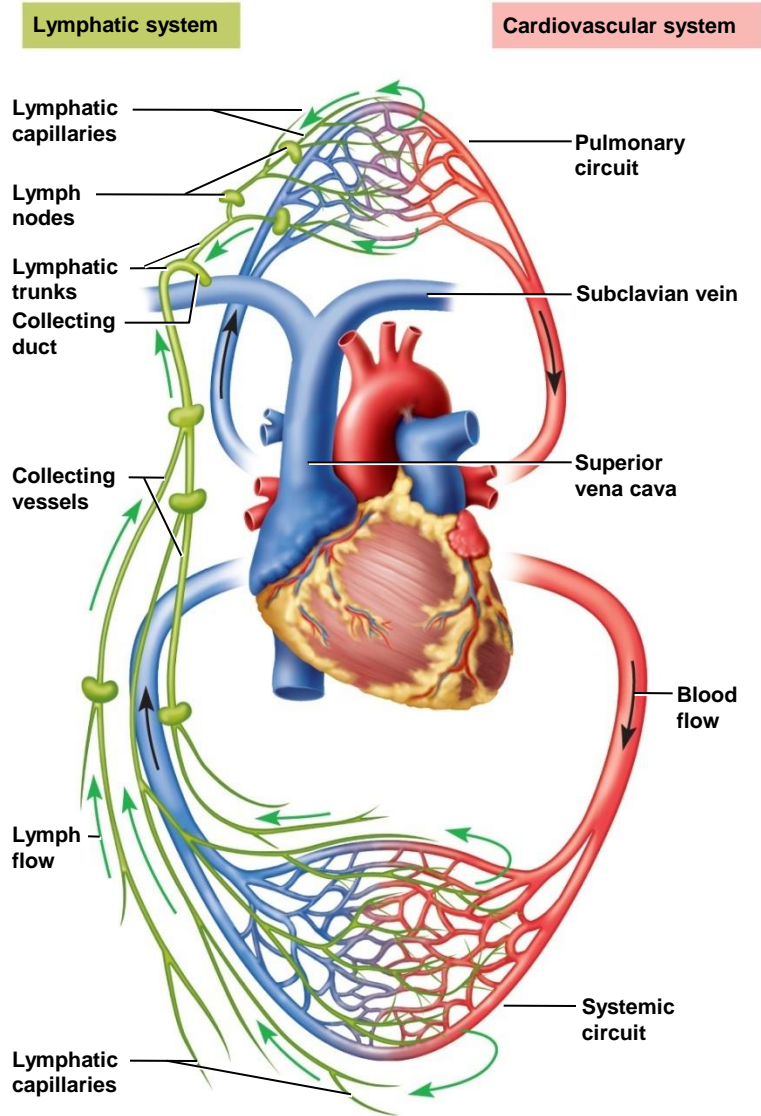


Figure 21.5

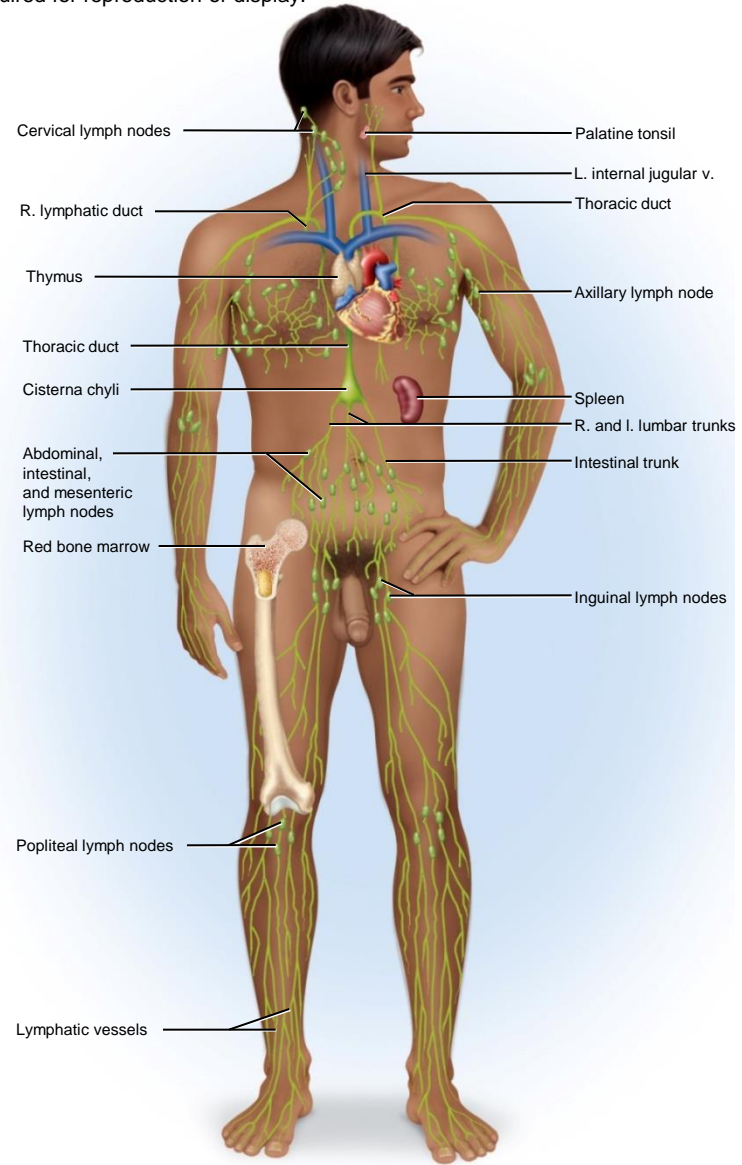


Figure 21.1

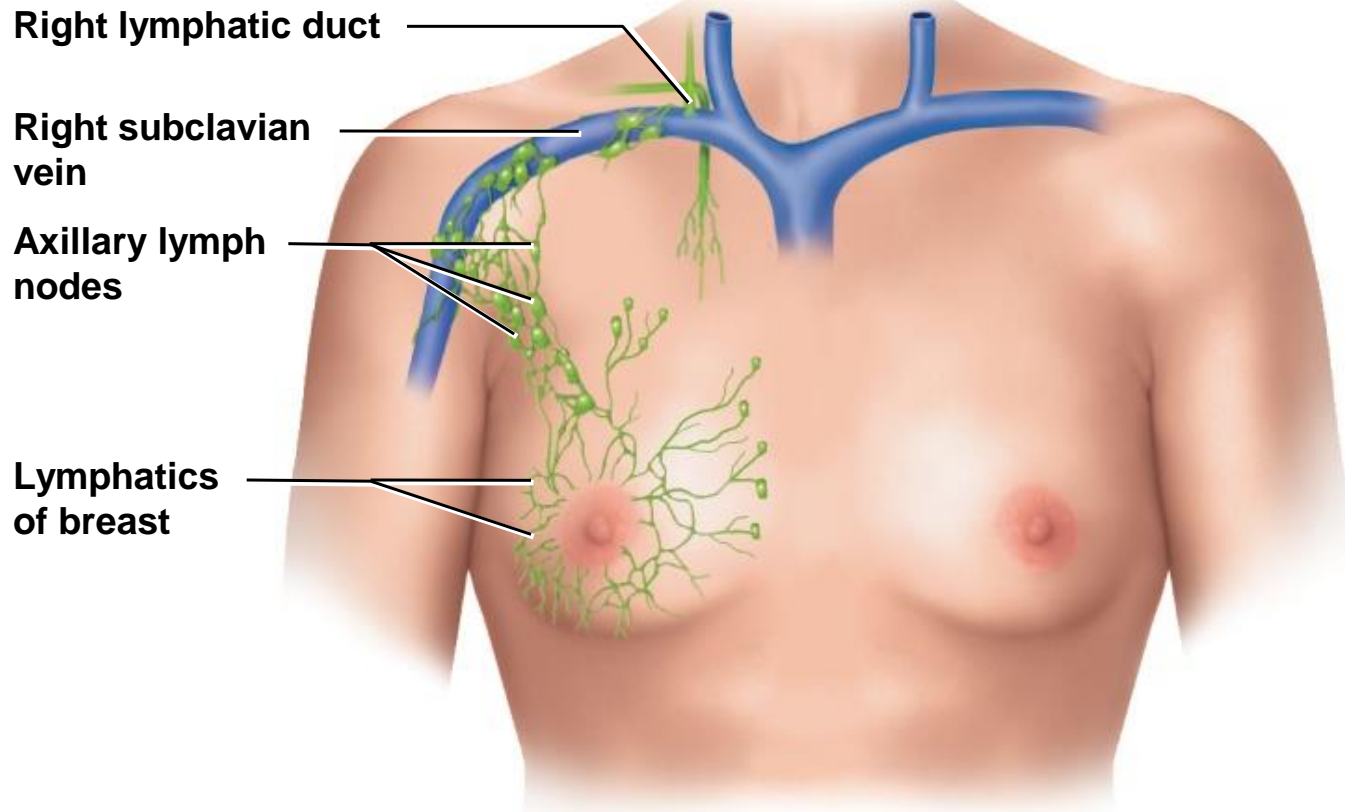
◆ ►►► **ПРИМЕНИТЬ ТО, ЧТО ВЫ
ЗНАЕТЕ**

- ◆ Определите два преимущества в том случае, когда лимфатические капилляры забирают тканевую жидкость, которая не восстанавливается кровеносными капиллярами.

Лимфодренаж молочной и подмышечной областей

Почему подмышечные лимфатические узлы часто подвергаются биопсии при подозрении на рак молочной железы?

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

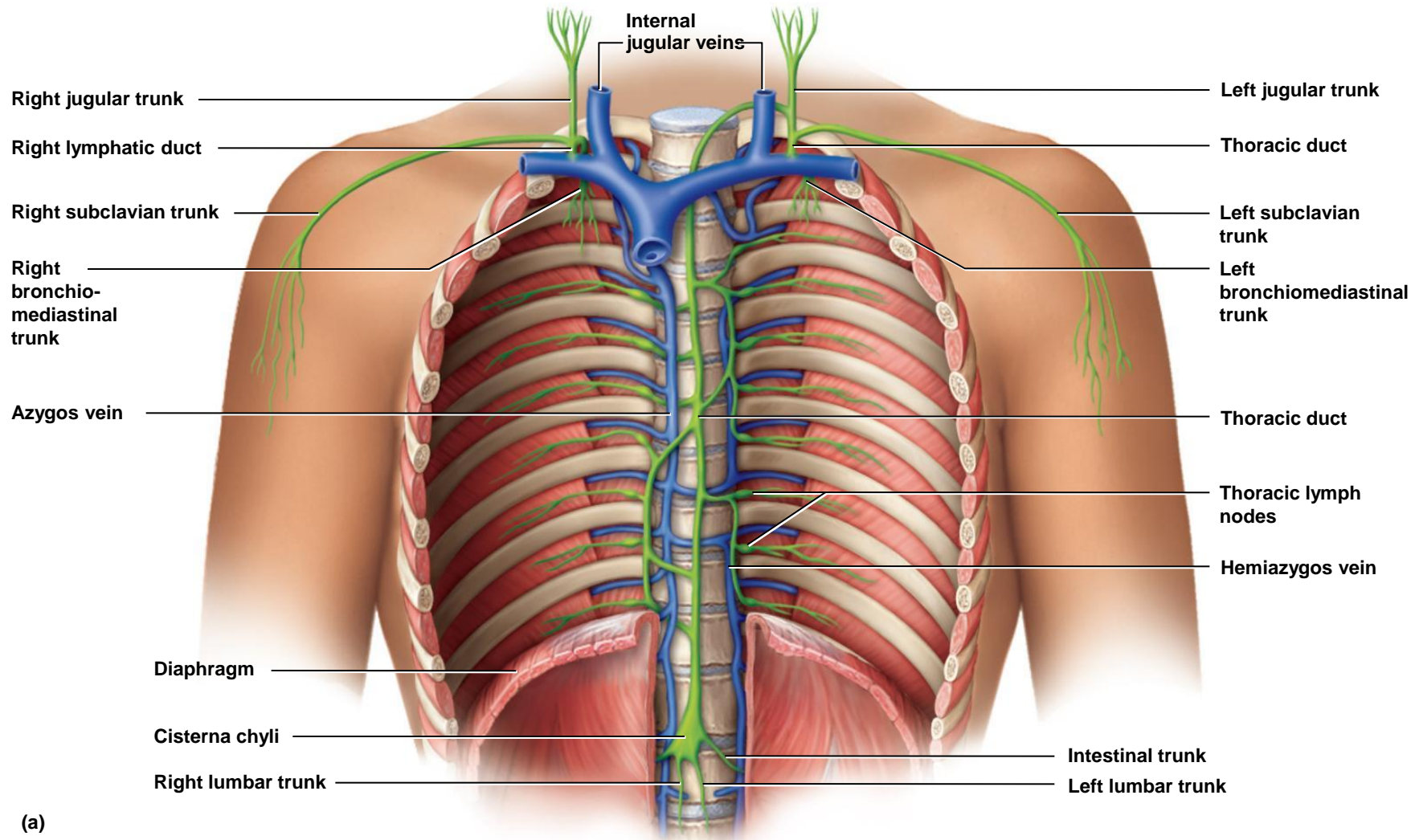


(b)

Figure 21.6b

Дренаж грудной клетки

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a)

Механизмы лимфооттока

- лимфоотток протекает под действием сил, аналогичных тем, которые управляют венозным возвратом, за исключением отсутствия насоса (сердца)
- лимфа течет при низком давлении и медленнее, чем венозная кровь
- двигаются ритмическими сокращениями лимфатических сосудов
 - растяжение сосудов стимулирует сокращение
- поток с помощью насоса для скелетных мышц
- артериальная пульсация ритмично сдавливает лимфатические сосуды
- Торакальный насос помогает потоку из брюшной полости в грудную полость
- клапаны предотвращают обратный поток
- Быстро текущая кровь по подключичной вене втягивает в нее лимфу
- упражнения значительно увеличивают возврат лимфы

◆ ►►► ПРИМЕНИТЬ ТО, ЧТО ВЫ

ЗНАЕТЕ

- ◆ Сравните структуру лимфатического капилляра со структурой непрерывного кровеносного капилляра. Объясните, почему их структурные различия связаны с их функциональными различиями.

Лимфатические клетки

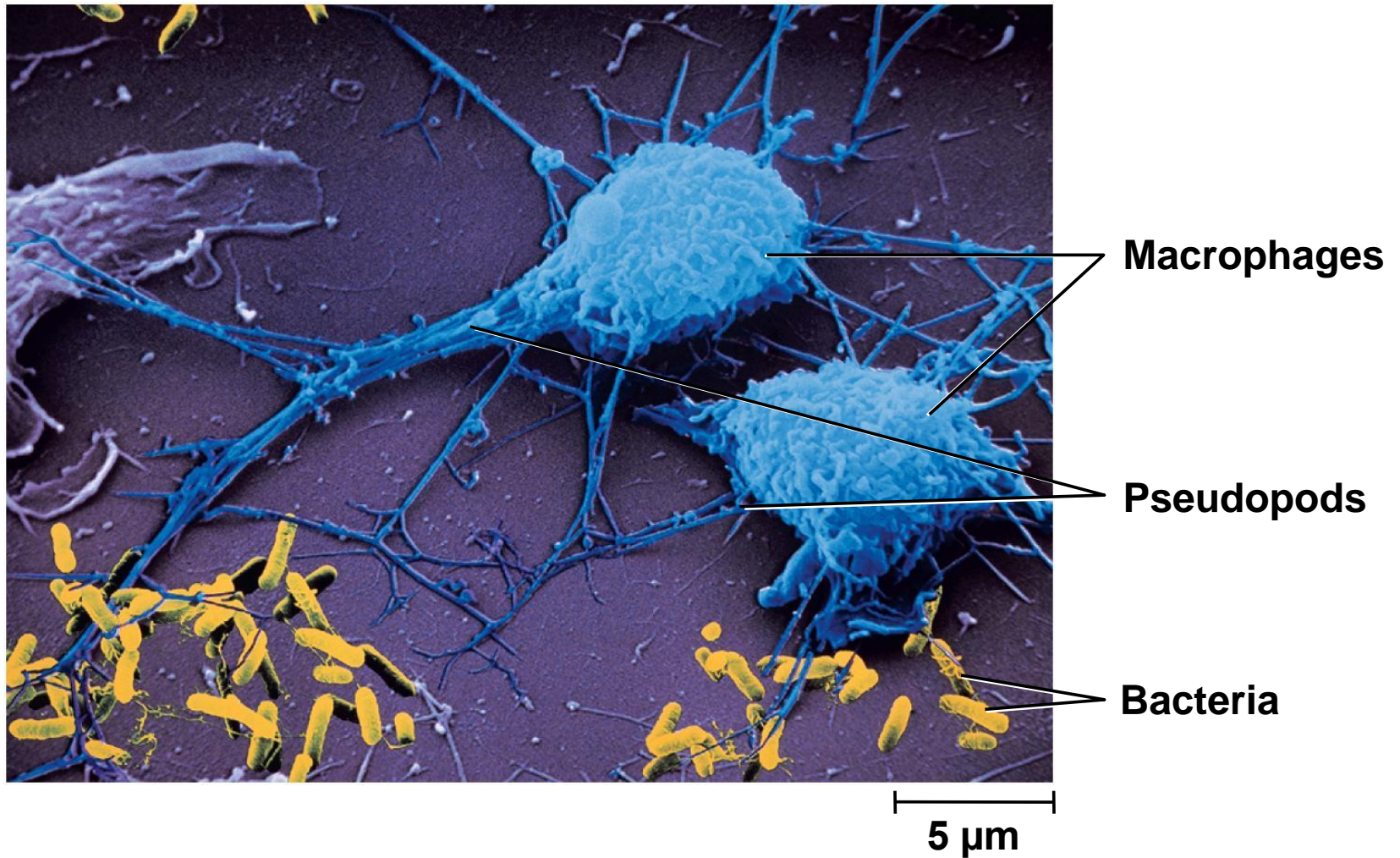
- Натуральные киллеры (НК)
 - крупные лимфоциты, которые атакуют и уничтожают бактерии, трансплантированные ткани, клетки-хозяев, зараженные вирусами или ставшие злокачественными
 - отвечают за иммунный надзор
- Т лимфоциты (Т клетки)
 - зреют в тимусе
- В лимфоциты (В клетки)
 - активация вызывает пролиферацию и дифференцировку в плазматические клетки, которые продуцируют антитела

Лимфатические клетки

- макрофаги
 - очень крупные, жадно фагоцитирующие клетки соединительной ткани
 - развиваются из моноцитов
 - фагоцитируют остатки тканей, мертвые нейтрофилы, бактерии и другие инородные вещества
 - обрабатывают инородные вещества и выводят антигенные фрагменты к определенным Т-клеткам, предупреждая иммунную систему о присутствии противника
 - антигенпрезентирующие клетки (АПК)
- Дендритические клетки
 - разветвленные, мобильные АПК, обнаруженные в эпидермисе, слизистых оболочках и лимфатических органах
 - предупреждают иммунную систему о патогенах,

Макрофаги

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Peter Arnold, Inc.

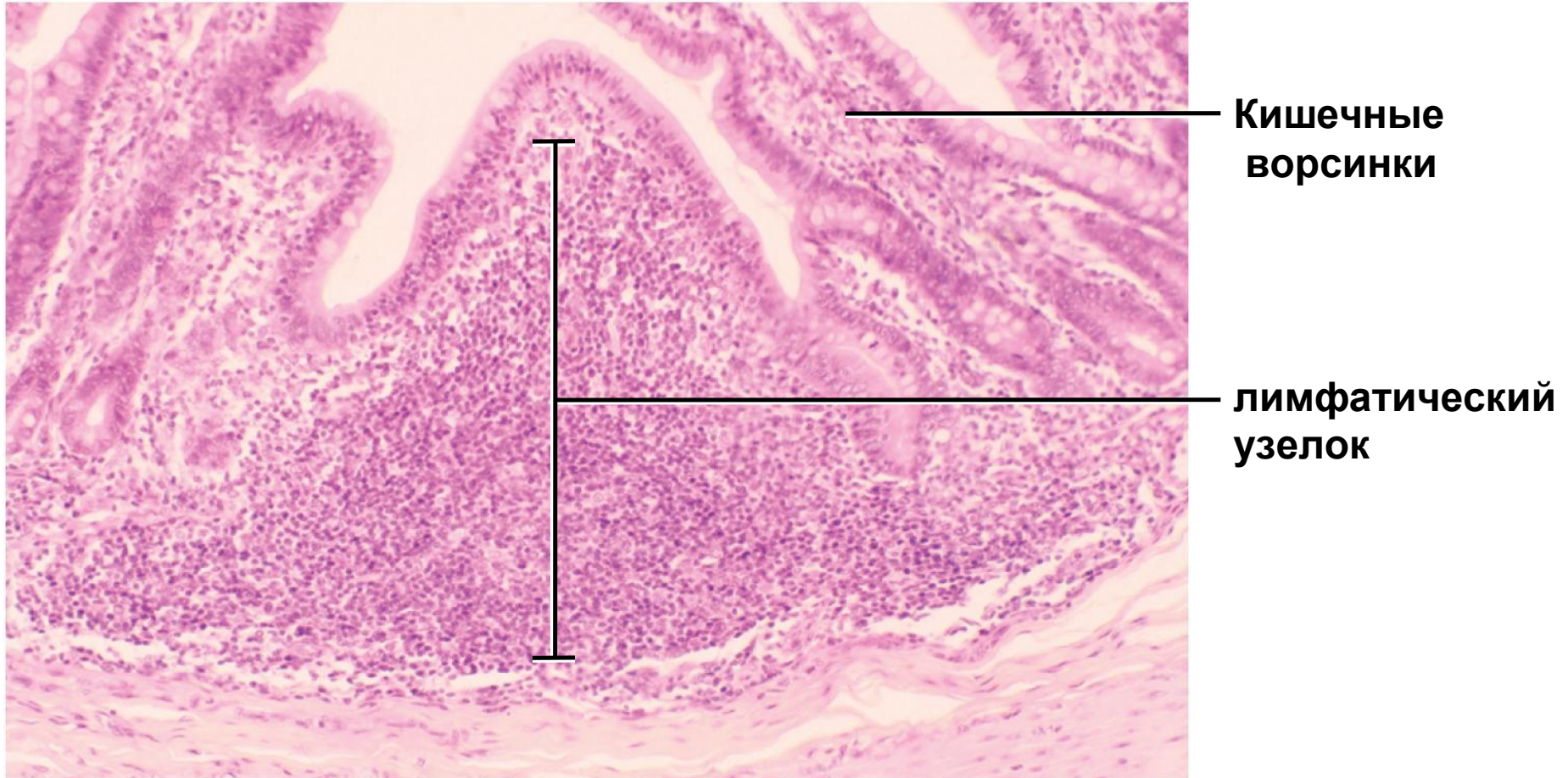
Figure 21.7

Лимфатическая ткань

- **лимфатическая (лимфоидная) ткань** - скопления лимфоцитов в соединительной ткани слизистых оболочек и различных органов
- **диффузная лимфатическая ткань** - простейшая форма
- лимфоциты рассеяны, а не плотно сгруппированы
- преобладает в открытых выходах организма
 - дыхательные, пищеварительные, мочевые и репродуктивные пути
 - Слизистая-ассоциированная лимфатическая ткань (MALT)
- **лимфатические узлы (фолликулы)**
- плотные массы лимфоцитов и макрофагов, которые собираются в ответ на патогены
- постоянная особенность лимфатических узлов, миндалин и червеобразного отростка
- Пейеровы бляшки- плотные скопления в подвздошной кишке, дистальная часть тонкой кишки

Лимфатический узелок

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Custom Medical Stock Photo

Figure 21.8

Лимфатические органы

- лимфатические органы имеют четко определенные анатомические участки
- Имеется соединительная ткань капсулы, которая отделяет лимфатическую ткань от соседних тканей
- **первичные лимфатические органы**
- красный костный мозг и вилочковая железа
- место, где Т и В-клетки становятся иммунокомпетентными - способны распознавать и реагировать на антигены
- **вторичные лимфатические органы**
- лимфатические узлы, миндалины и селезенка
- иммунокомпетентные клетки заселяют эти ткани

Красный костный мозг

- красный костный мозг вовлечен в кроветворение (образование крови) и иммунитет
- мягкий, слабо организованный, материал с высоким содержанием сосудов
- отделен от костной ткани эндостом кости
- по мере созревания клеток крови они проталкиваются через ретикулярные и эндотелиальные клетки, чтобы проникнуть в синус и уйти в кровоток

Гистология красного костного мозга

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

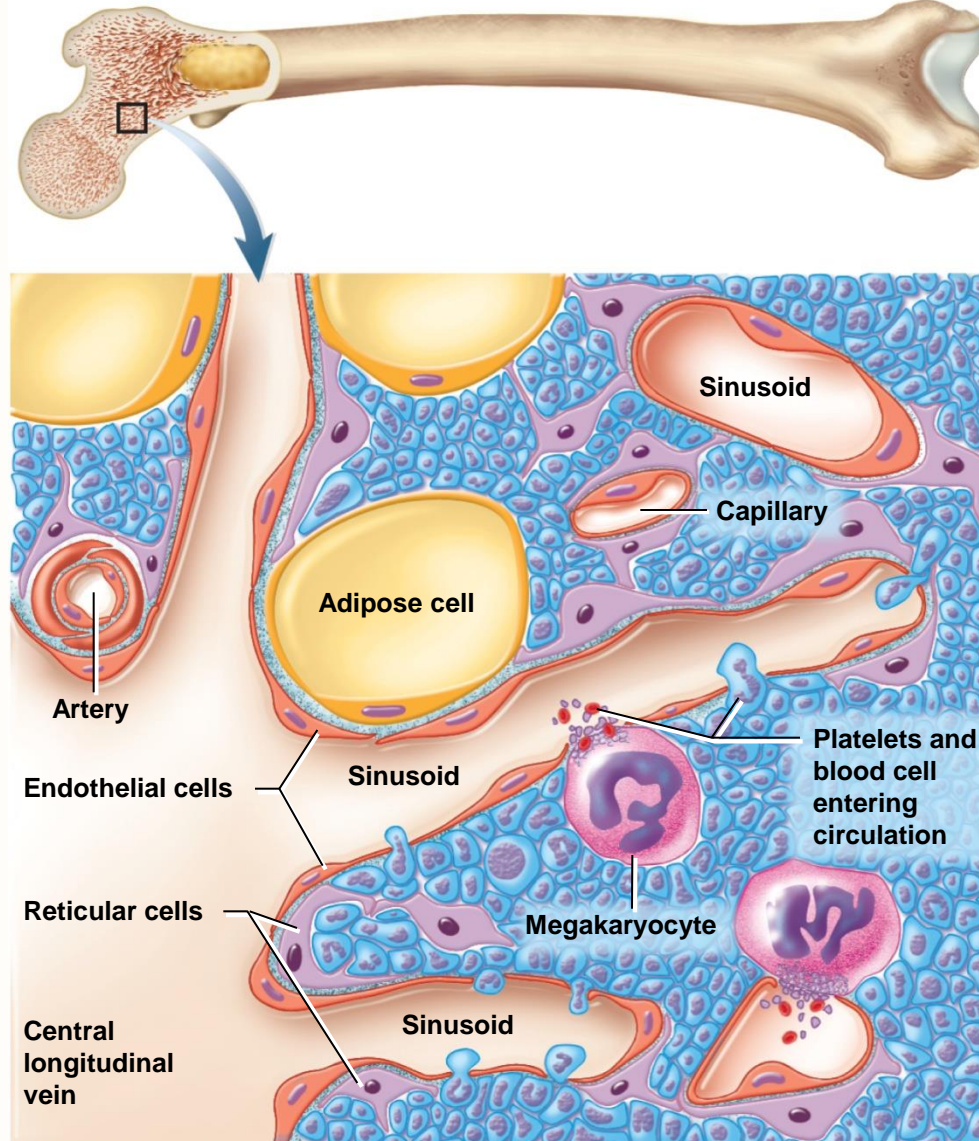


Figure 21.9

Анатомия тимуса

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

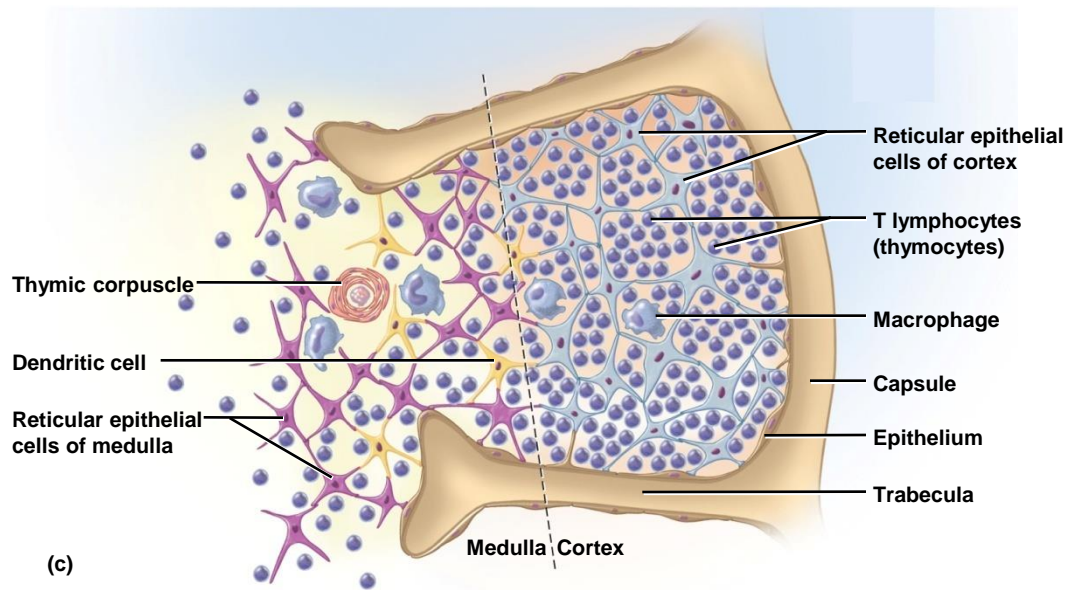
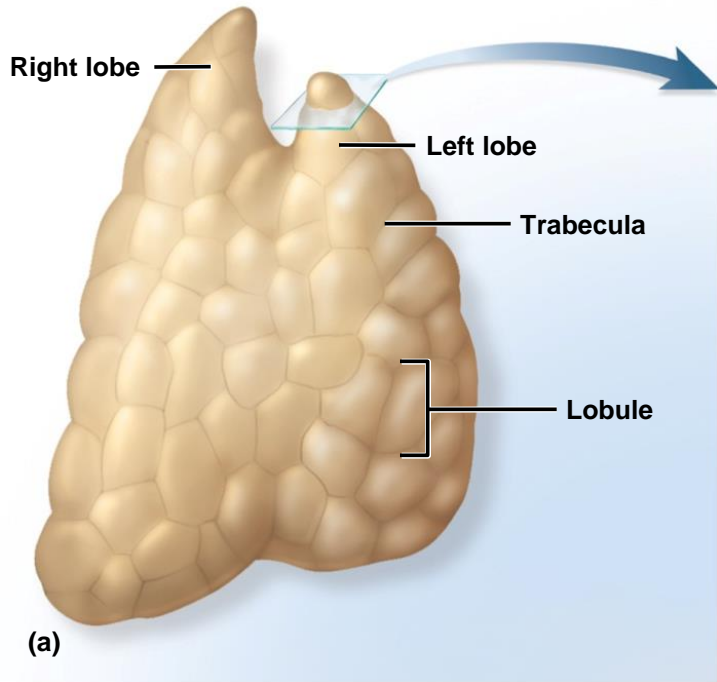
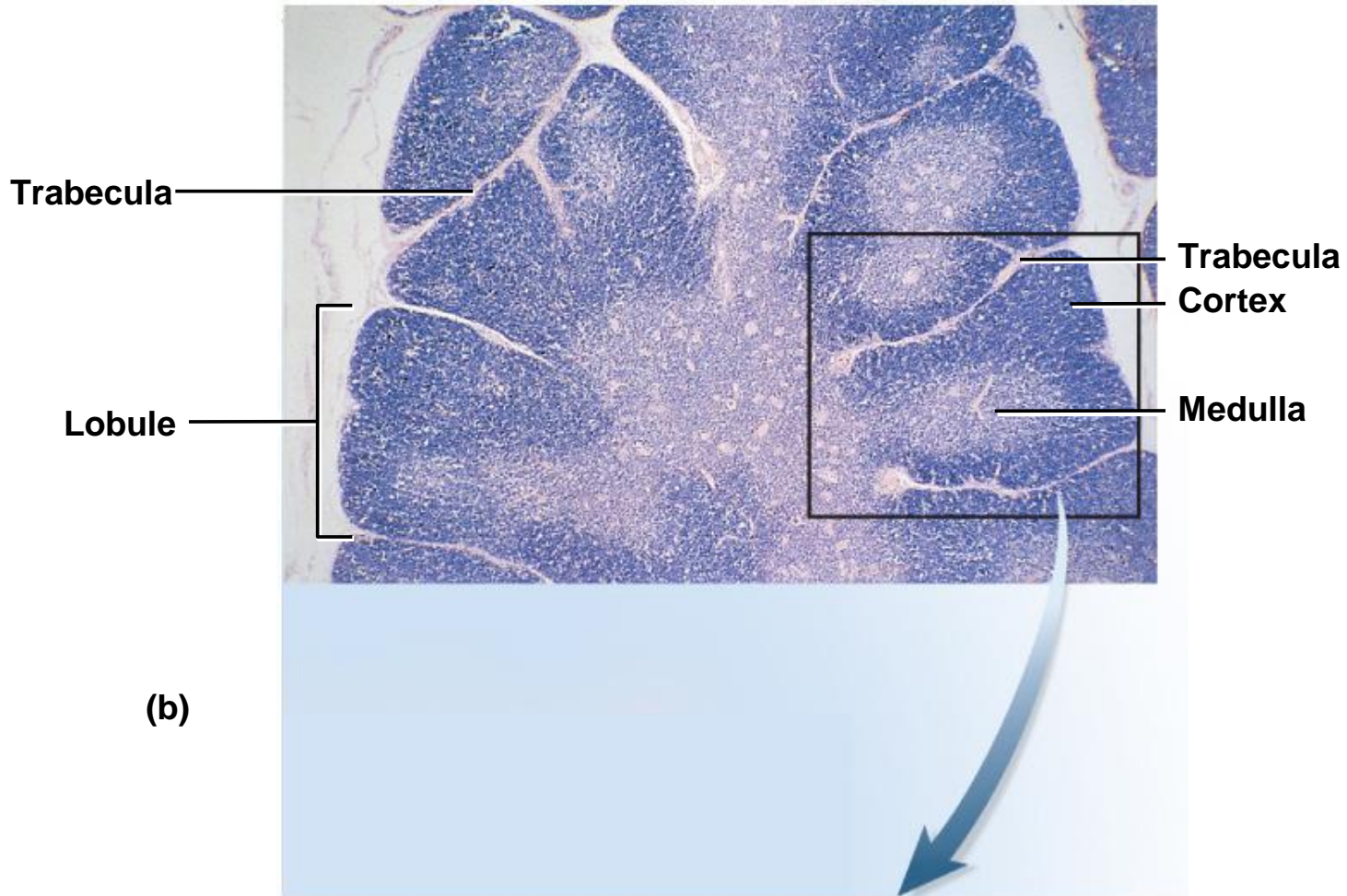


Figure 21.10a,c

Гистология тимуса

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



© The McGraw-Hill Companies/Rebecca Gray, photographer/Don Kincaid, dissections

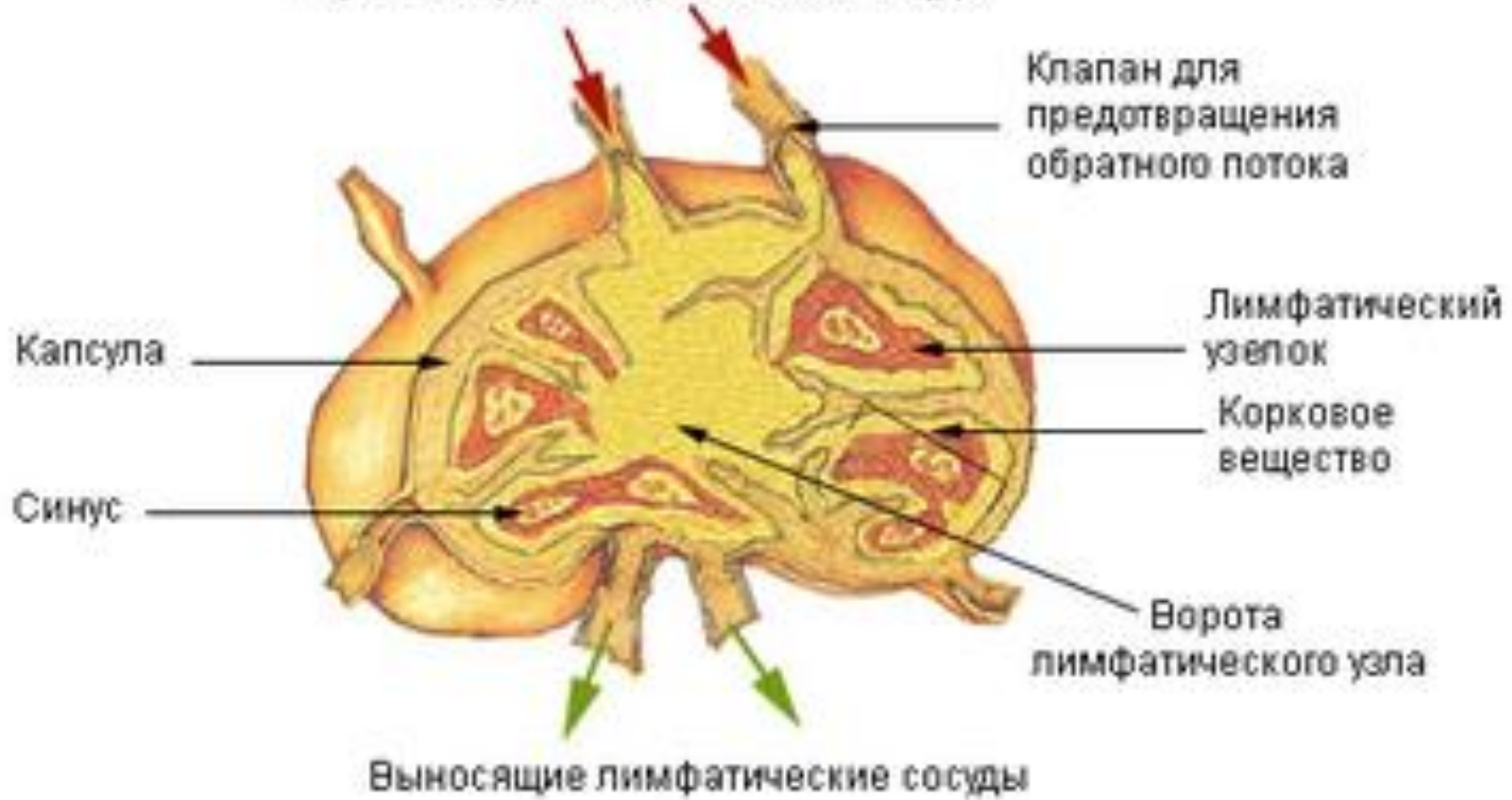
Figure 21.10b

Лимфатический узел

- лимфатические узлы - самые многочисленные лимфатические органы
 - около 450 у типичного молодого взрослого
- выполняют две функции:
 - **Очищают лимфу**
 - действуют как **место активации Т и В-клеток**
- удлиненная, бобовидная структура с воротами (hilum)
- заключен в волокнистую капсулу с трабекулами, которые разделяют внутреннюю часть на отсеки
- **строма** из ретикулярных волокон и ретикулярных клеток
- паренхима делится на **кору и мозговое вещество**
- зародышевые центры, где В-клетки размножаются и дифференцируются в плазматические клетки
- несколько афферентных лимфатических сосудов ведут в узел вдоль его выпуклой поверхности
- лимфа покидает узел через один - три эфферентных лимфатических сосуда, покидающих ворота

Строение лимфатического узла

Приносящие лимфатические сосуды



Клапан для предотвращения обратного потока

Лимфатический узелок

Корковое вещество

Ворота лимфатического узла

Выносящие лимфатические сосуды

Лимфатический узел

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

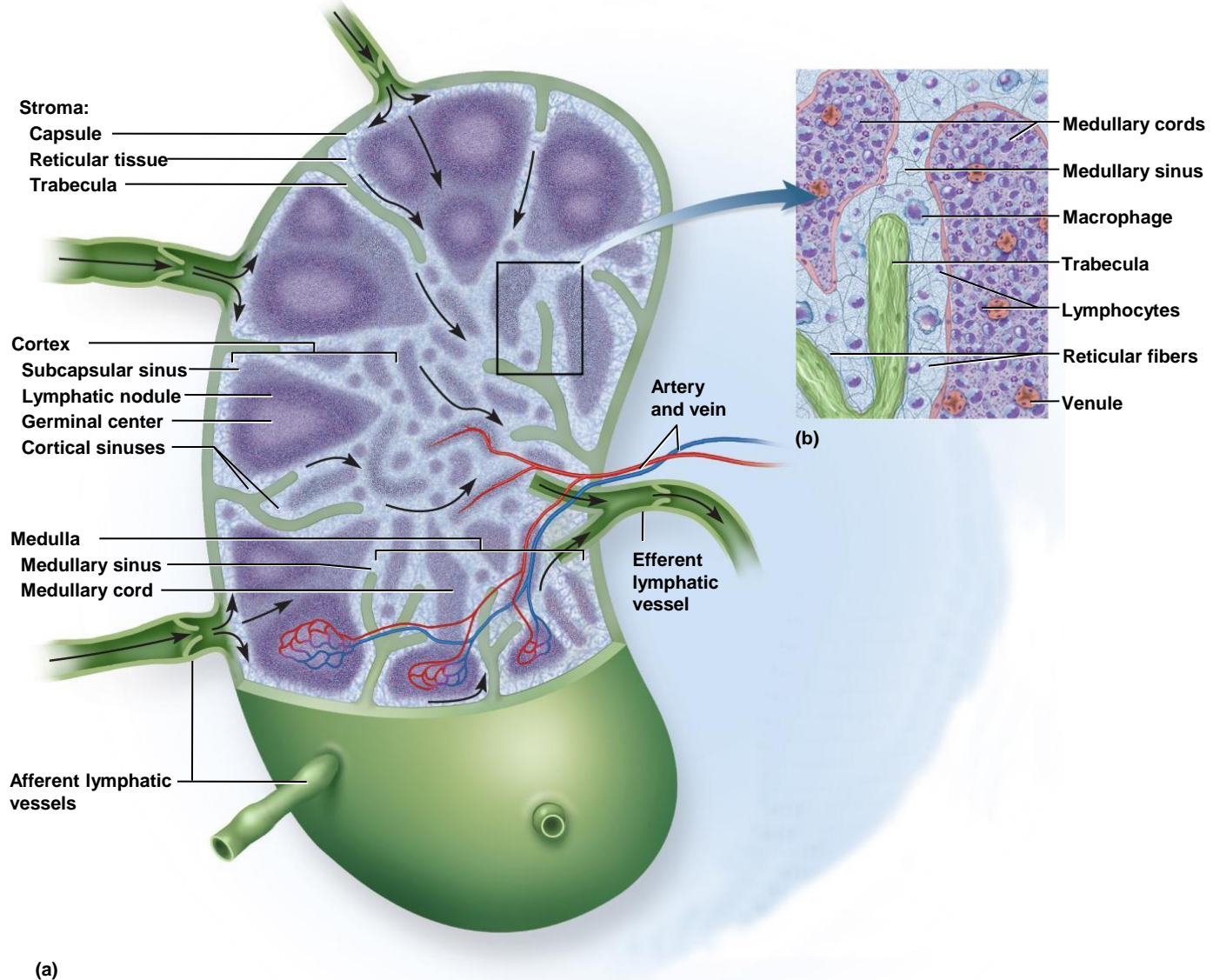


Figure 21.12a,b

Расположение лимфатических узлов

- **шейные** лимфатические узлы
- глубокая и поверхностная группа в шее
- контролировать лимфу из головы и шеи

- **подмышечные** лимфатические узлы
- сосредоточены в подмышке
- получить лимфу из верхней конечности и женской груди

- **грудные** лимфатические узлы
- в грудной полости, особенно в средостении
- получать лимфу из средостения, легких и дыхательных путей

Расположение лимфатических узлов

- **брюшные** лимфатические узлы
- - встречаются в задней брюшно-тазовой стенке
- - мониторинг лимфы со стороны мочевыделительной и репродуктивной систем

- **кишечные и брыжеечные** лимфатические узлы
- - обнаруживается в брыжейке, прилегающей к аппендиксу и кишечнику
- - контролировать лимфу из пищеварительного тракта

- - **паховые** лимфатические узлы
- - в паху и получают лимфу от всей нижней конечности

- - **подколенные** лимфатические узлы
- - находятся на задней части колена
- - получают лимфу от самой ступни

Места скопления лимфатических узлов

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

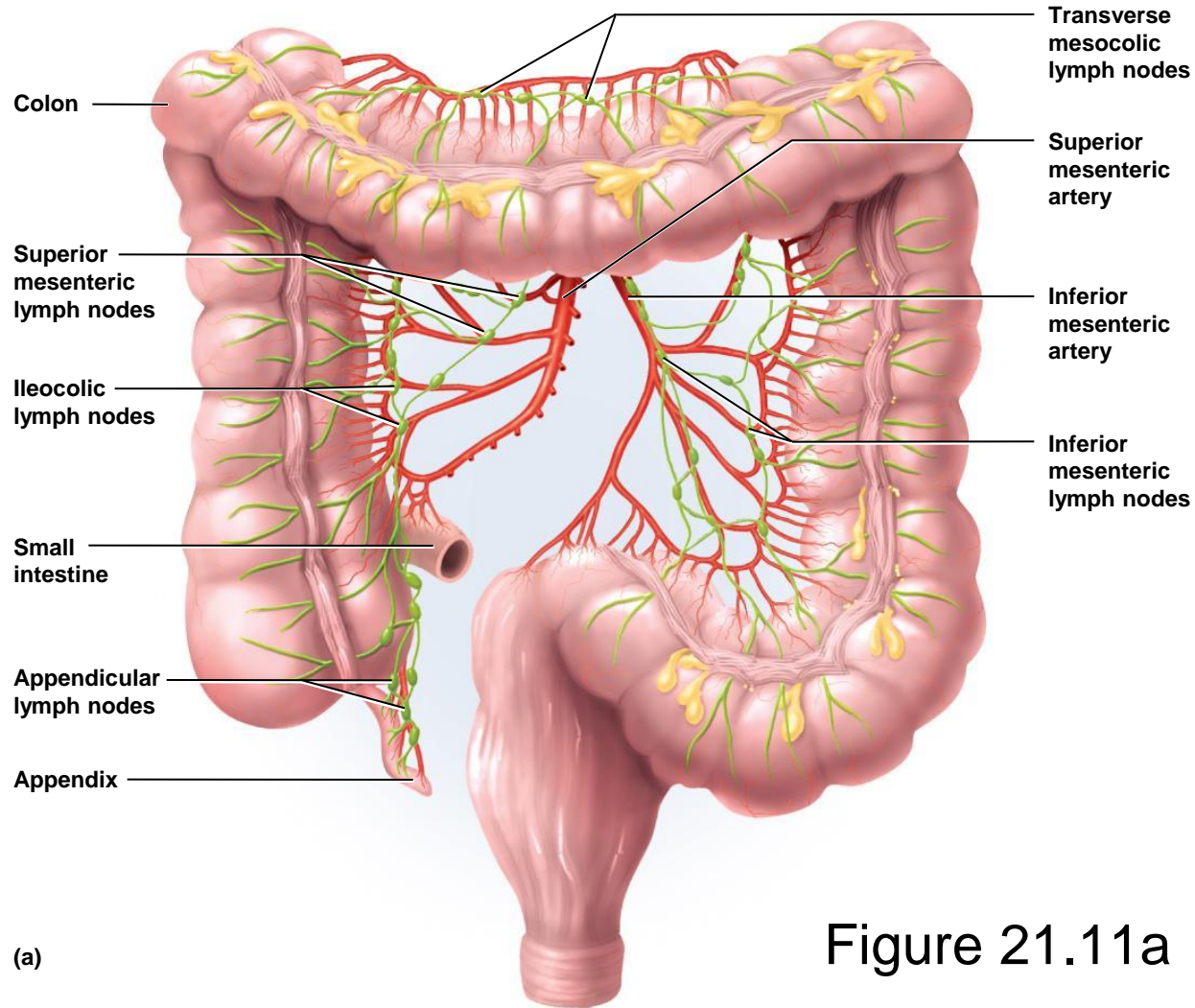


Figure 21.11a

Лимфаденопатия

- **лимфаденопатия** - собирательный термин для всех заболеваний лимфатических узлов
- **лимфаденит** - опухший, болезненный узел, реагирующий на чужеродный антиген
- лимфатические узлы являются распространенными местами для метастазов рака
- опухшие, крепкие и обычно безболезненные

Лимфатические узлы и метастазирующий рак

- метастазирование - явление, при котором раковые клетки освобождаются от исходной первичной опухоли, перемещаются в другие участки тела и создают новые опухоли.
- метастазирующие раковые клетки могут легко проникать в лимфатические сосуды
- имеют тенденцию поселиться в первом лимфатическом узле, с которым они сталкиваются
- умножаются там и в конечном итоге уничтожают узел
 - опухшие, твердые и обычно безболезненные ЛУ
- имеют тенденцию распространяться на следующий узел ниже по течению
 - лечение рака молочной железы – частичная или радикальная мастэктомия с удалением близлежащих подмышечных узлов

Миндалины

- **миндалины** – скопления лимфатической ткани, расположенные на входе в глотку
- защита от попадания внутрь или вдыхания патогенов
- каждый покрыт эпителием
- имеют глубокие ямки – крипты, лакуны - выстланы лимфатическими узлами - тонзиллит и тонзиллэктомия

- **три основных комплекта миндалин**
- небные миндалины
 - пара у заднего края полости рта
 - чаще всего заражается
- язычные миндалины
 - пара в корне языка
- глоточная миндалина (аденоид)
 - одна миндалина на стенке носоглотки

Глоточная миндалина



Tonsillar
crypts

Lymphatic
nodules

Pharyngeal
epithelium

Figure 21.13b

(b)

© Biophoto Associates/Photo Researchers, Inc.

- покрыта эпителием
- патогенные микроорганизмы попадают в миндалины и встречаются с лимфоцитами

Миндалины

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

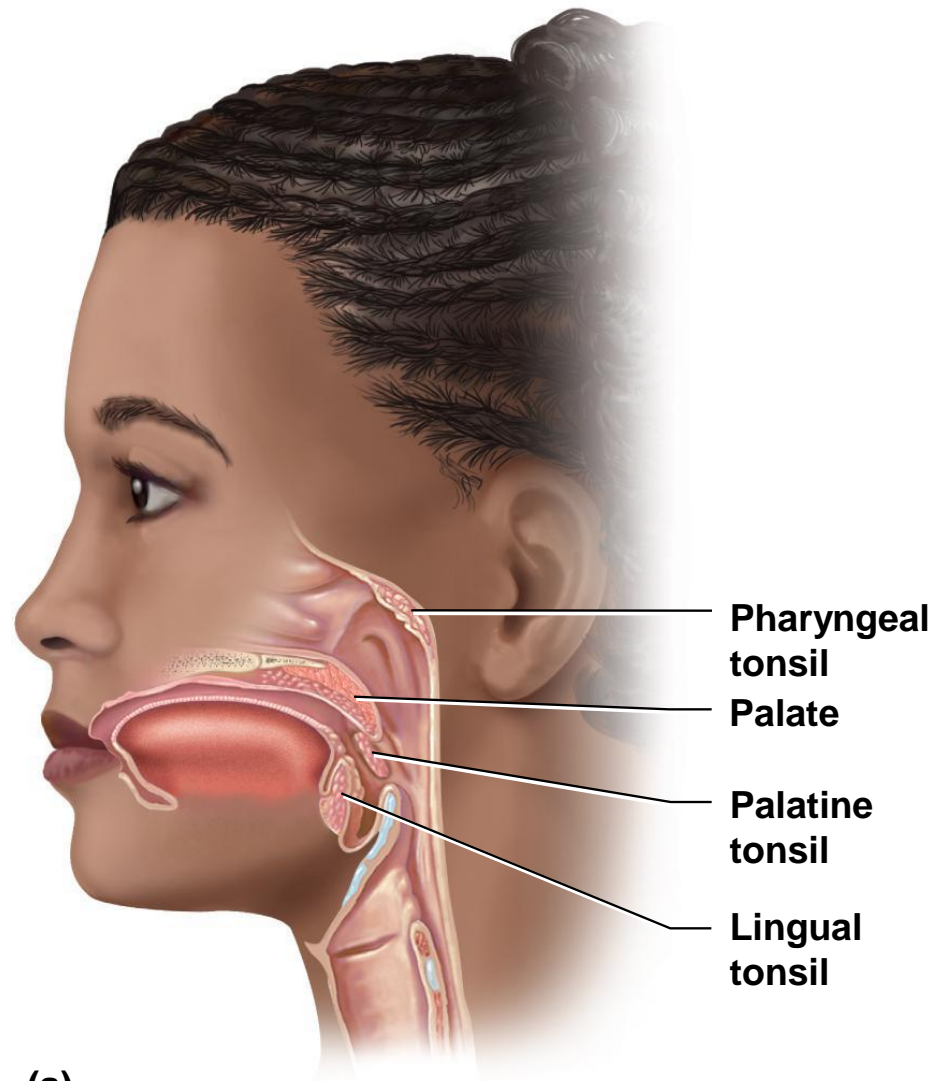
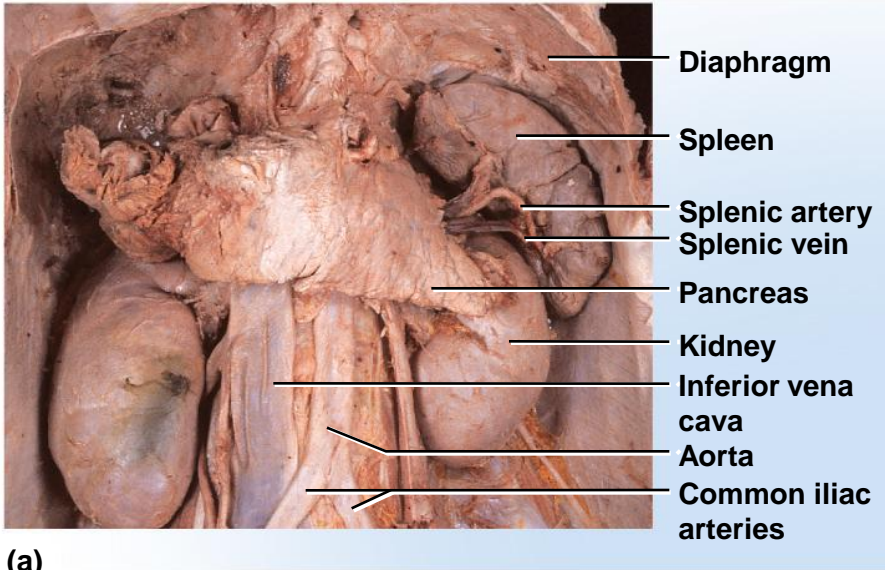


Figure 21.13 a

(a)

Селезенка

- селезенка - самый большой лимфатический орган организма
- Паренхима обладает двумя типами тканей:
 - **красная пульпа (pulpa - мякоть, мясистая часть)**- пазухи заполнены эритроцитами
 - **белая пульпа** - лимфоциты, макрофаги, окружающие мелкие ветви селезеночной артерии
- **функции**
 - производство крови у плода
 - резервуар крови
 - «Кладбище эритроцитов» - удаление эритроцитов
 - белая пульпа контролирует кровь на наличие чужеродных антигенов
 - селезенка имеет очень много сосудов и уязвима для травм и инфекций
 - разрыв селезенки - спленэктомия

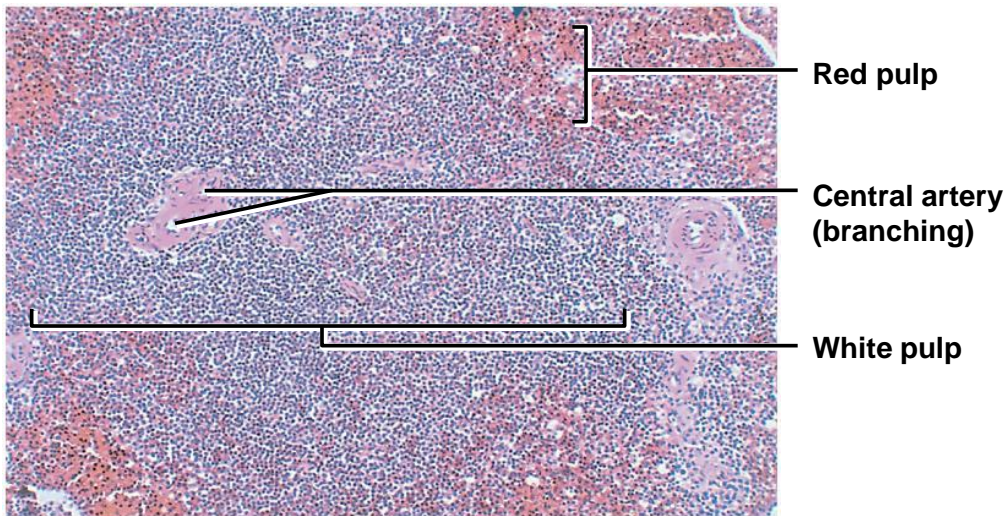


(a)

© The McGraw-Hill Companies/Dennis Strete, photographer

Figure 21.14a

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

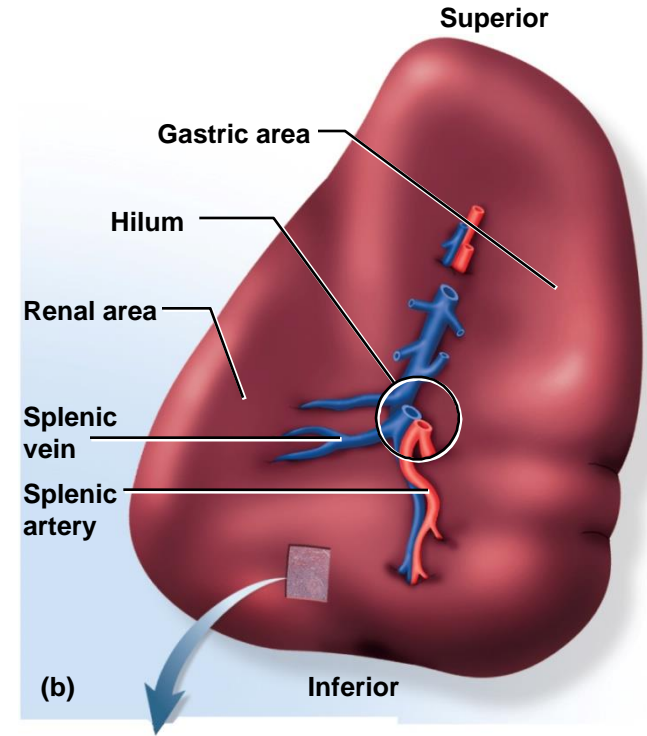


(c)

© The McGraw-Hill Companies, Inc./Photo by Dr. Alvin Telser

Селезенка

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(b)

Figure 21.14b

Figure 21.14c