

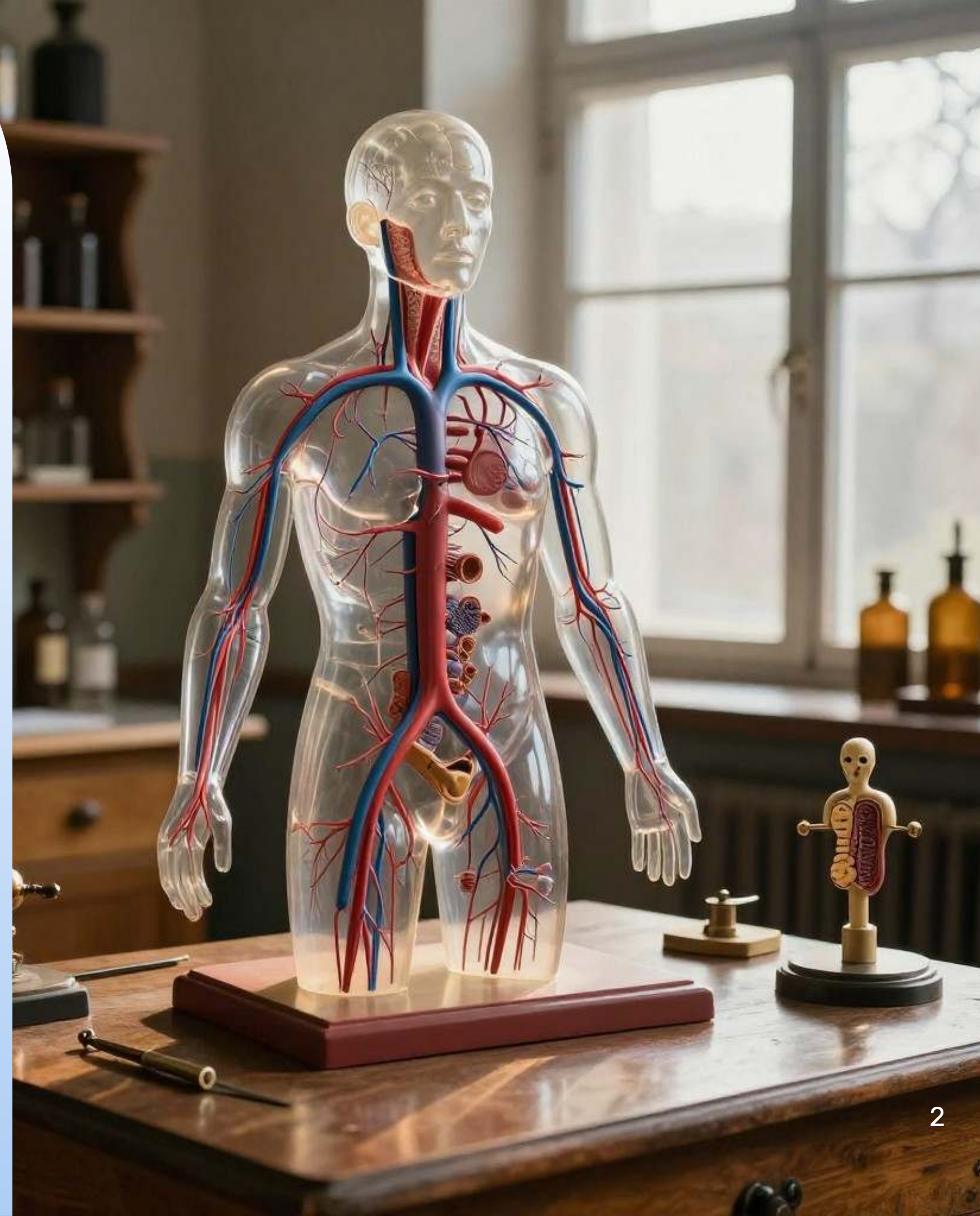
Обзор: Движение лимфы и крови по сосудам

Кровеносная и лимфатическая системы обеспечивают обмен веществ и защиту организма.

Исторический и биологический контекст изучения сосудистых систем



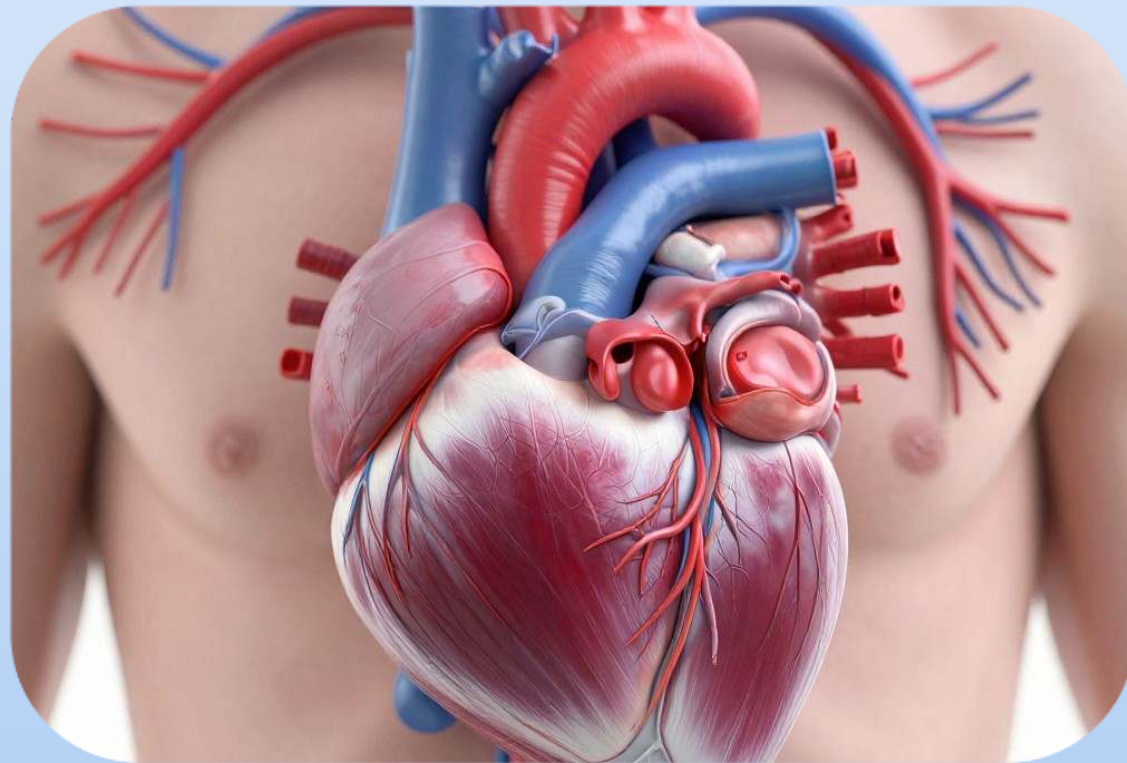
Учёные прошлого, включая Галена и Гарвея, заложили основы понимания кровообращения. Лимфатическая система эволюционно появилась у позвоночных и играет важную роль в иммунитете и балансе жидкости.



Структура кровеносной системы человека :::

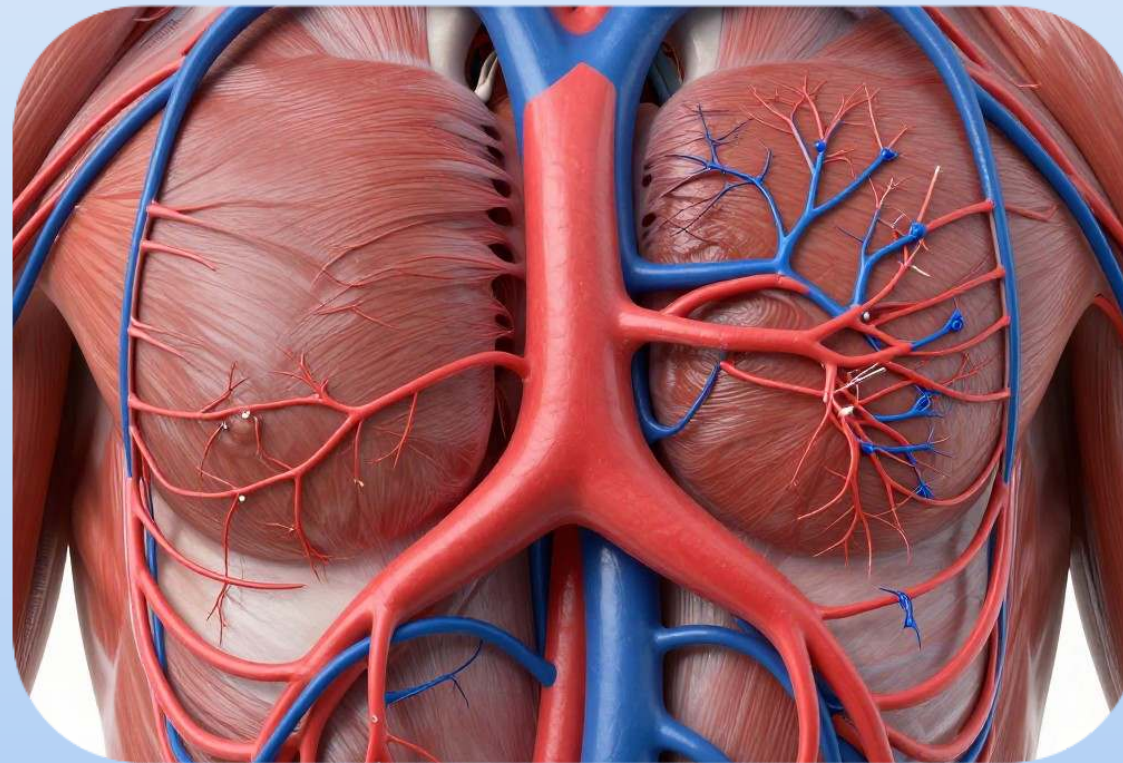
Сердце — главный насос организма

Сердце обеспечивает непрерывное движение крови по сосудам через регулярные сокращения, поддерживая давление и кровоток по всему телу.



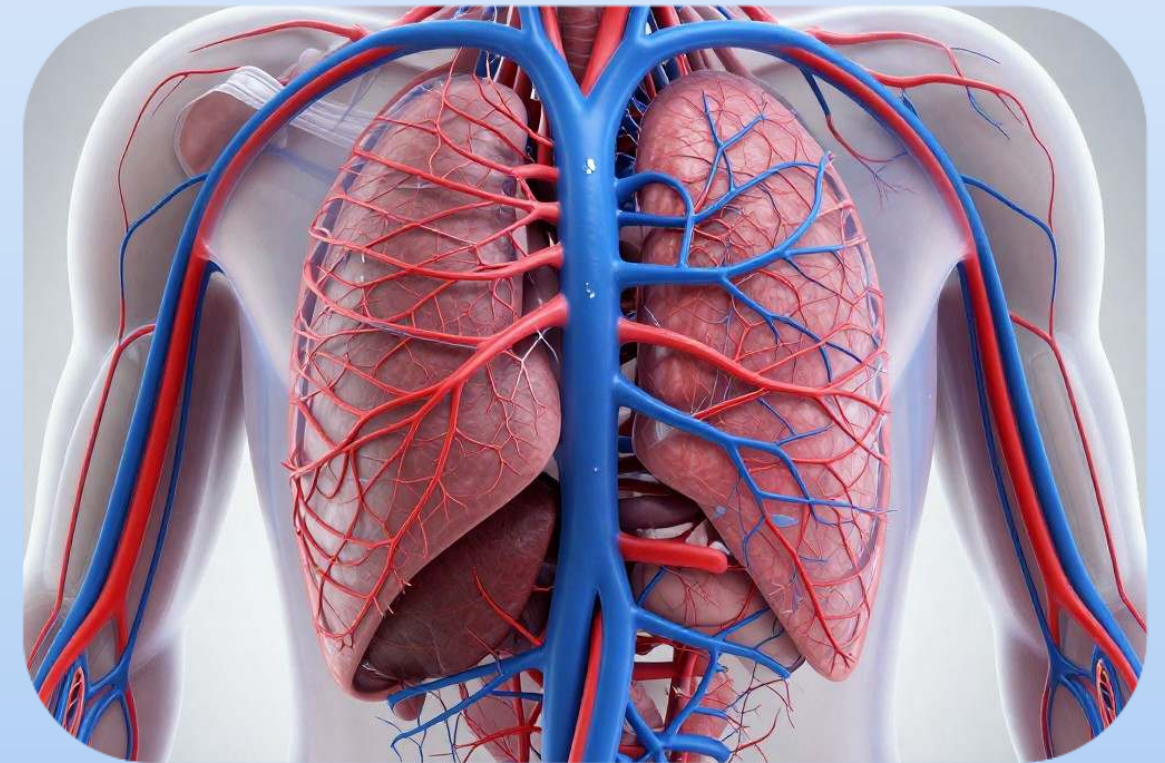
Разнообразие сосудов и их размер

Аорта — самая крупная артерия диаметром около 2,5 см, далее кровь движется по артериям, венам и тончайшим капиллярам, где происходит обмен веществ.



Объём и длина сосудистой сети

Общий объём крови у взрослого человека составляет около 5 литров, а суммарная длина всех кровеносных сосудов превышает 100 000 километров.

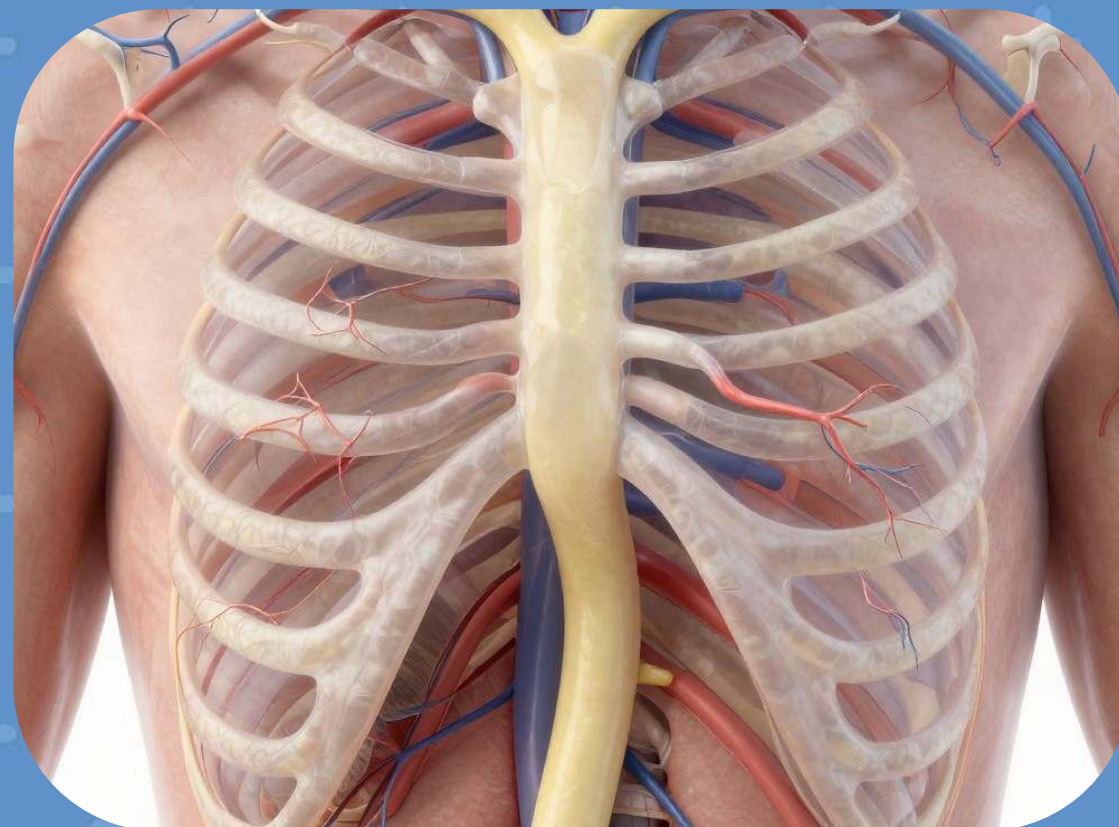


Строение лимфатической системы



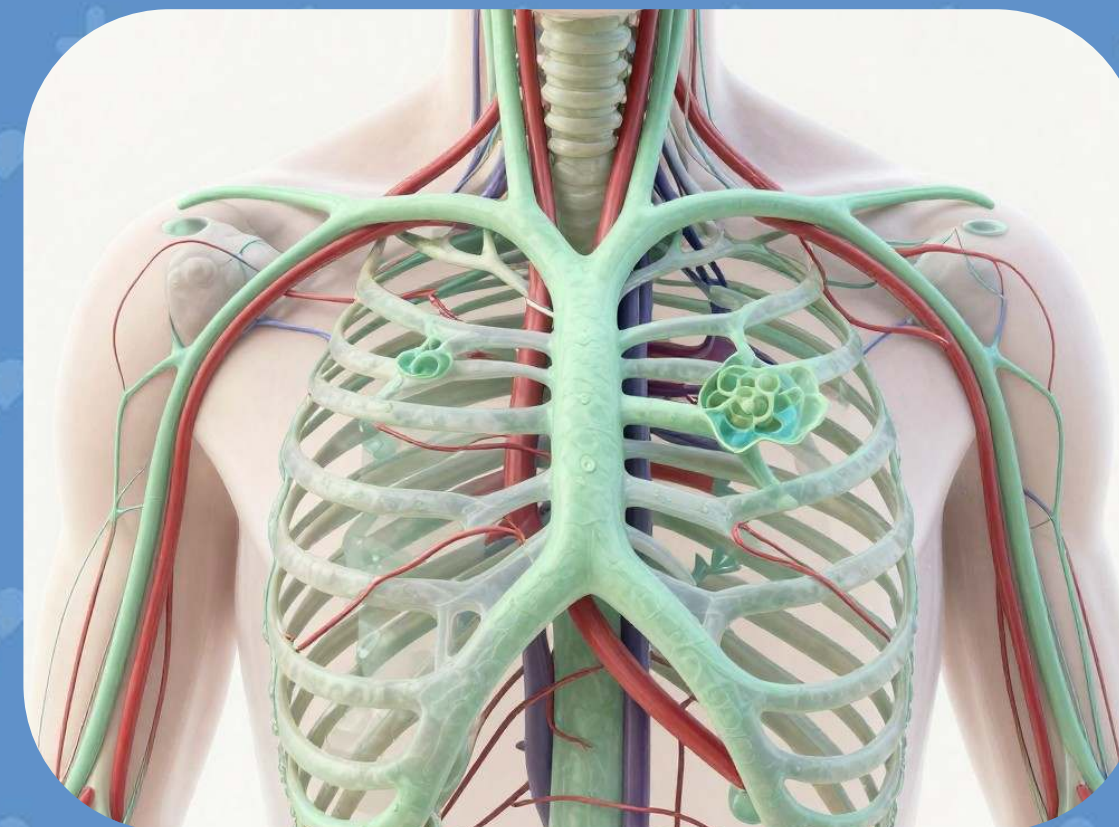
Основные компоненты лимфатической сети

Лимфатические капилляры собирают из тканей лишнюю жидкость, далее лимфа движется по сосудам, проходя через лимфатические узлы, где происходит её очистка.



Грудной проток — главный лимфатический сосуд

Через грудной проток лимфа поступает обратно в венозную систему, обеспечивая возвращение жидкости и белков в кровоток.



Обширная длина лимфатических сосудов

Общая длина лимфатической сети достигает примерно 250 000 километров, что значительно превосходит длину кровеносных сосудов.

Функции кровеносной системы



Кровь доставляет кислород и питательные вещества к клеткам, поддерживая энергетический обмен и жизнедеятельность тканей.



Она удаляет углекислый газ и продукты распада, обеспечивая очищение организма от вредных веществ.



Распределение тепла кровью помогает регулировать температуру тела и поддерживать гомеостаз.



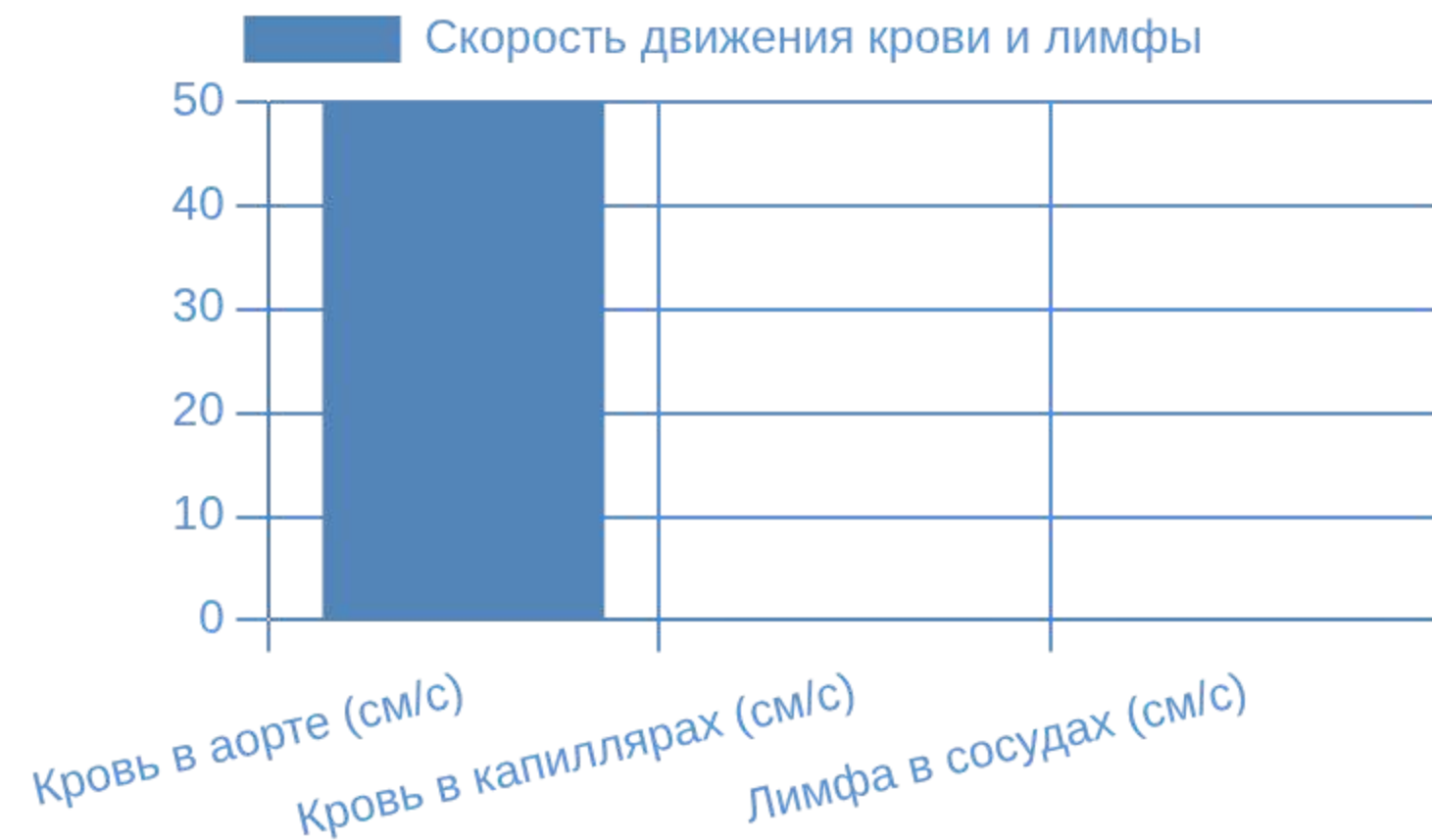
Иммунные клетки крови, такие как лейкоциты, защищают организм от вирусов и бактерий, препятствуя развитию инфекций.

Функции лимфатической системы



- + Лимфатическая система собирает из межтканевой жидкости избыток жидкости, не допуская отёков в тканях.
- + Она возвращает крупные белки обратно в кровь, поддерживая баланс веществ в организме.
- + В кишечнике лимфа участвует в всасывании жиров после пищеварения, транспортируя их в кровоток.
- + Лимфатические узлы фильтруют патогены, а лимфоциты обеспечивают иммунную защиту организма.

Сравнение скоростей движения крови и лимфы

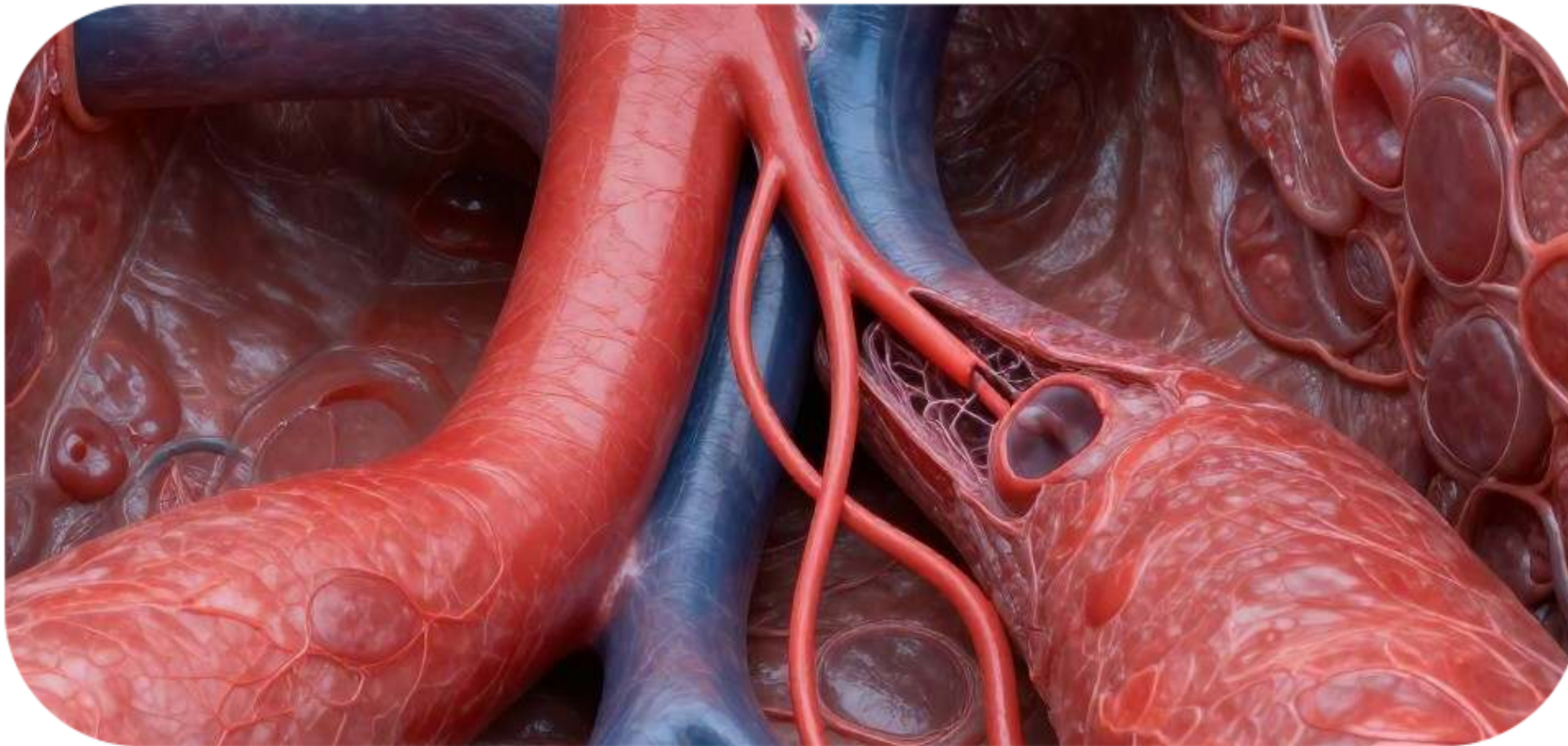


Сердце как насос обеспечивает высокую скорость кровотока, в отличие от лимфы, движение которой менее интенсивное и медитично.

Кровоток в аорте значительно быстрее лимфы из-за наличия сердца, что отражает их разные задачи в организме.

Медицинская энциклопедия, 2023

Как движется кровь по сосудам: артерии, вены, капилляры



+ Вены и капилляры: особенности строения и функции

Капилляры имеют тончайшие стенки, позволяющие обмениваться кислородом и питательными веществами. Вены возвращают кровь к сердцу, имеют клапаны для предотвращения обратного тока.

+ Артерии — сосуды высокого давления

Артерии транспортируют кровь от сердца под высоким давлением, их толстые эластичные стенки выдерживают нагрузку и обеспечивают упругость для пульсовых волн.

Движение лимфы по сосудам



+ Лимфа продвигается исключительно к сердцу, скорость её движения медленная и достигается за счёт сокращения окружающих мышц и клапанного механизма сосудов.

+ Стенки лимфатических сосудов тонкие и эластичные, а клапаны предотвращают обратный ток, что обеспечивает непрерывный и направленный лимфоток без участия сердца.

Последовательность движения крови по большому кругу кровообращения

Источник: Анатомия человека, учебник 2022

Путь лимфы от тканей к венам

Последовательность движения лимфы по лимфатической системе

Роль сердечной мышцы в движении крови



Сердце функционирует как насос, создающий давление, которое двигает кровь по кровеносным сосудам, обеспечивая непрерывное кровообращение и снабжение органов кислородом и питательными веществами.



При систолическом сокращении миокарда возникает пульсовая волна, которая распространяется по артериям, поддерживая равномерный поток крови и влияя на её скорость и давление.



У подростков в состоянии покоя частота сердечных сокращений обычно составляет от 60 до 90 ударов в минуту, что обеспечивает эффективный кровоток для растущего организма.

Физические механизмы движения лимфы



Перемещение лимфы обеспечивается сокращениями скелетных мышц, что способствует выталкиванию жидкости по лимфатическим сосудам в направлении сердца.



Дыхательные движения создают изменения давления в грудной полости, облегчающие движение лимфы в крупных протоках и ускоряя её транспортировку.



Наличие клапанов в лимфатических сосудах предотвращает обратный ток лимфы, гарантируя поступательное движение и поддерживая эффективность лимфатического оттока.

Отличия кровеносной и лимфатической систем

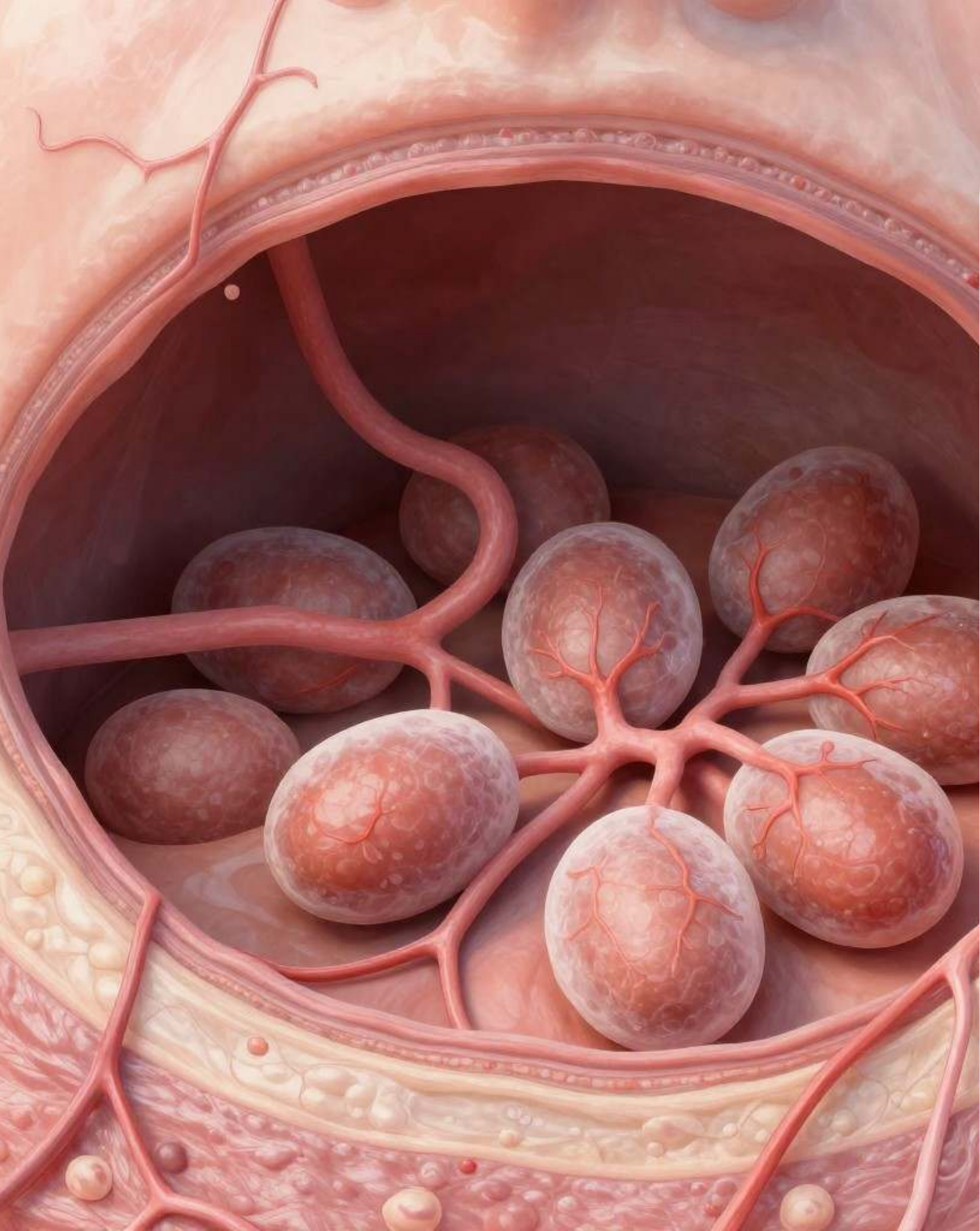


Параметр	Кровеносная система	Лимфатическая система
Наличие насоса	Сердце	Отсутствует
Скорость движения	Высокая	Низкая
Направление тока	Двунаправленное	Однонаправленное
Состав жидкости	Кровь (эритроциты, плазма)	Бесцветная лимфа
Наличие клапанов	В венах	Во всех лимфатических сосудах
Замкнутость системы	Замкнутая	Открытая

+ Основные различия между кровеносной и лимфатической системами отражены в таблице ниже.

+ Кровеносная система отличается наличием насоса и высокой скоростью, лимфатическая — односторонним движением и ключевой ролью в иммунитете.

- Анатомия человека, учебник по биологии



Значение лимфатических узлов

1

Лимфатические узлы служат биологическими фильтрами, задерживая бактерии и вирусы, а также являются местом размножения лимфоцитов — ключевых клеток иммунной защиты.

2

В ответ на инфекции лимфатические узлы увеличиваются в размерах и становятся болезненными, что заметно при простуде, например, увеличении подчелюстных лимфоузлов.

Взаимосвязь лимфатической и кровеносной систем



1

После очистки в лимфатических узлах лимфа возвращается в венозный кровоток через грудной и правый лимфатический протоки, обеспечивая постоянный обмен между системами.

2

Кровеносная и лимфатическая системы совместно контролируют баланс жидкости и электролитов в организме, поддерживая гомеостаз и стабильность внутренней среды.

3

Нарушения в оттоке лимфы могут привести к отёкам тканей и увеличить нагрузку на сердечно-сосудистую систему, влияя на общее состояние здоровья.

Влияние физической активности на движение крови и лимфы



Ускорение циркуляции

Активная мышечная работа стимулирует движение крови и лимфы, улучшая обмен веществ и снижая риск застойных явлений в сосудах.



Опасность малоподвижности

Низкий уровень физической активности приводит к замедлению кровообращения и лимфотока, что повышает вероятность появления отеков и тромбозов.



Профилактика заболеваний

Регулярные упражнения укрепляют стенки сосудов, способствуют поддержанию нормального давления и активируют иммунные механизмы организма.

Проблемы: болезни сосудов и лимфатической системы :::

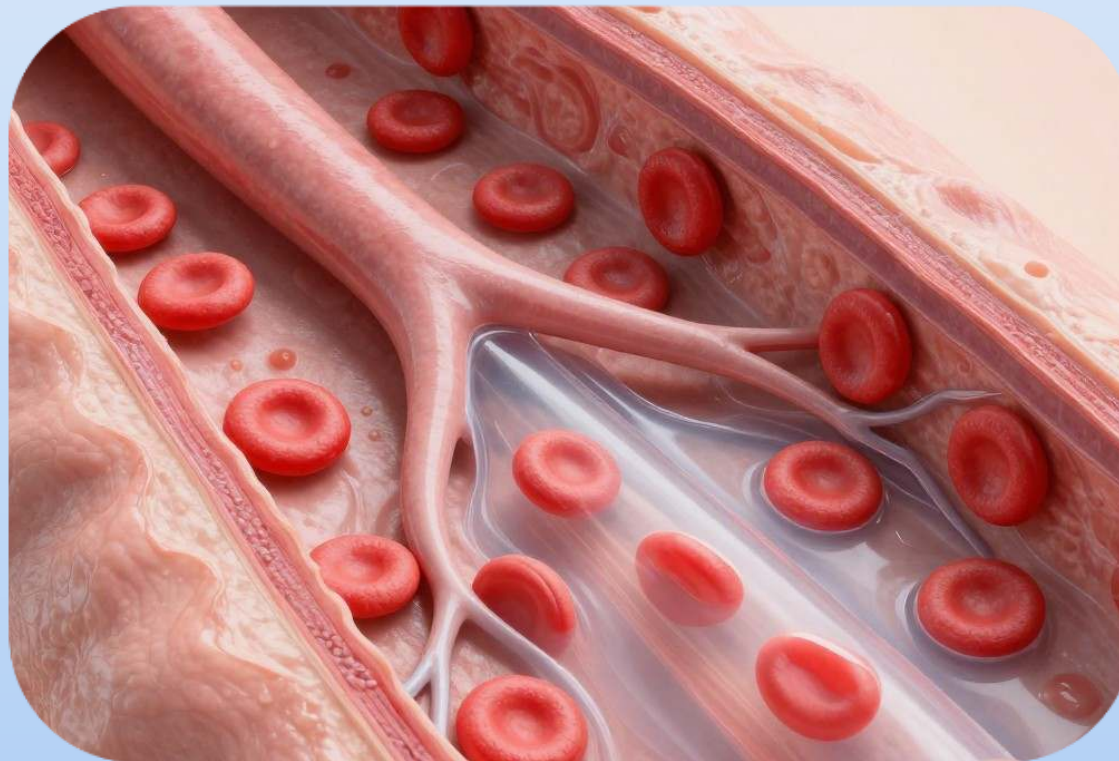
Варикозное расширение вен

При недостаточности венозных клапанов кровь скапливается, вызывая расширение вен и отёки ног. Это приводит к боли и усталости при длительной нагрузке.



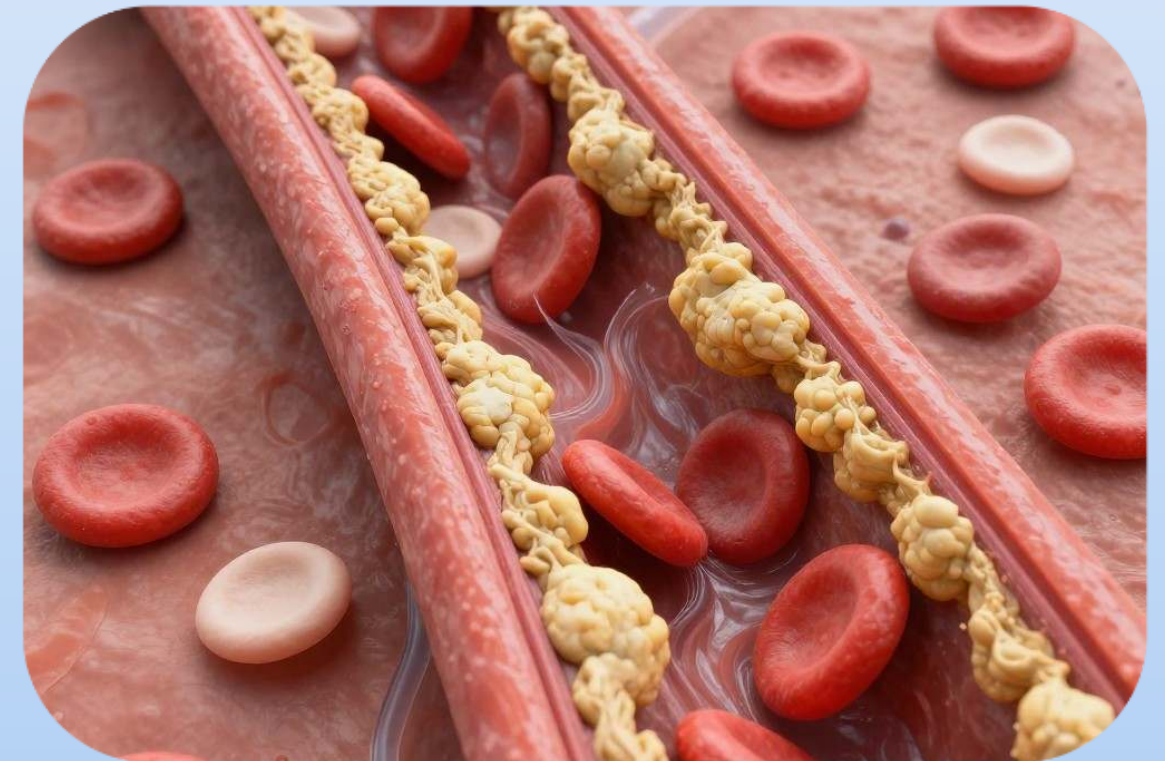
Лимфостаз и отёки

Нарушение оттока лимфы вследствие повреждения сосудов или узлов приводит к накоплению жидкости в тканях и формированию выраженных отёков, снижающих качество жизни.



Атеросклероз

Уплотнение и сужение артерий из-за отложения жировых бляшек затрудняет кровоток, провоцируя сердечно-сосудистые заболевания и повышая риск инфаркта.



При ранении кровь из артерии вытекает пульсирующими потоками вследствие пульсовой волны. Лимфа прозрачна и становится заметной лишь при воспалениях или травмах.

50 см/с

такова средняя скорость кровотока в аорте, благодаря чему кровь быстро доставляет кислород по всему организму.

Ключевая роль движения крови и лимфы

Движение крови и лимфы обеспечивает жизненно важные обменные процессы, поддерживает иммунитет и гомеостаз. Нарушения этих систем ведут к серьезным заболеваниям и ухудшению качества жизни.