

АО “МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АСТАНА”

ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.  
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
РЕГИОНАРНЫХ КРОВОТОКОВ. ВЯЗКОСТЬ  
КРОВИ. ДАВЛЕНИЕ В АРТЕРИЯХ И  
ВЕНАХ. МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ.  
РЕГУЛЯЦИЯ СОСУДИСТОГО ТОНУСА.  
НЕЙРОГЕННЫЙ ТОНУС СОСУДОВ.

Дакенов Елжан

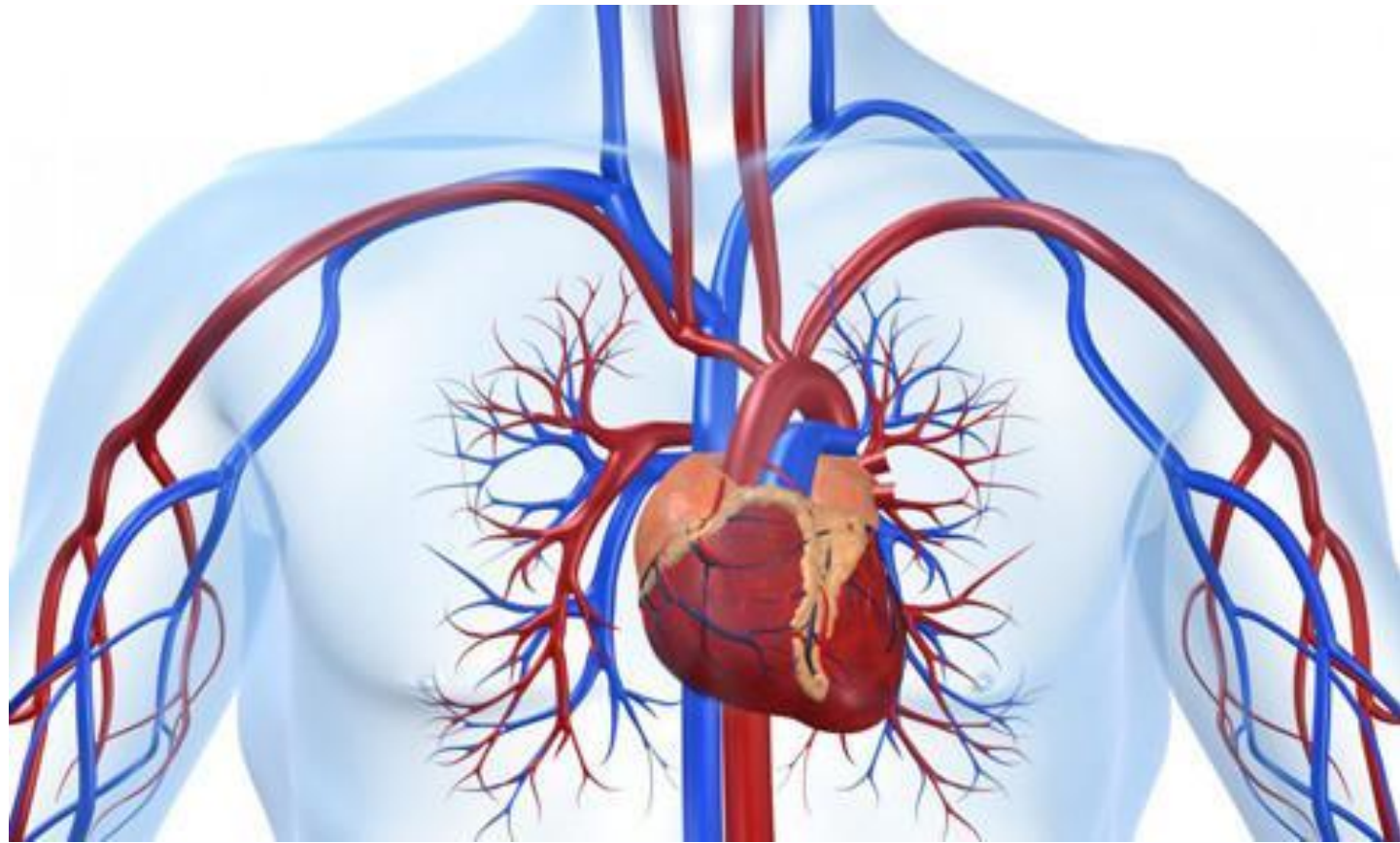
613 топ

Астана 2017

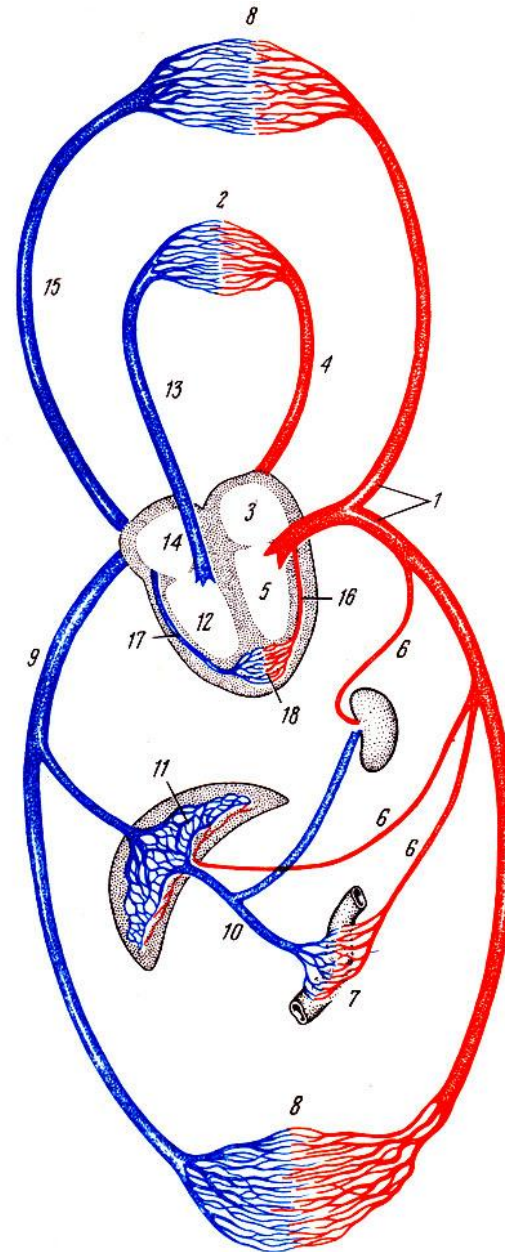
# ПЛАН:

- I. Физиология сосудистой системы.
- II. Количественная характеристика регионарных кровотоков.
- III. Вязкость крови.
- IV. Давление в артериях и венах.
- V. Микроциркуляция.
- VI. Регуляция сосудистого тонуса.
- VII. Нейрогенный тонус сосудов

# ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.



- Кровеносные сосу́ды — эластичные трубчатые образования в теле человека, по которым силой ритмически сокращающегося сердца или пульсирующего сосуда осуществляется перемещение крови по организму: к органам и тканям по артериям, артериолам, капиллярам, и от них к сердцу — по венулам и венам
- Кровь циркулирует по замкнутой системе сосудов в направлении артерия — вена по двум кругам кровообращения:
- Большой круг кровообращения начинается из левого желудочка самым крупным артериальным сосудом организма — аортой. Отсюда артериальная кровь, богатая кислородом и питательными веществами, разносится по всем органам и тканям организма.



Заканчивается большой круг кровообращения в правом предсердии краниальной и каудальной полыми венами.

- ⊙ Левый желудочек – аорта – органные артерии – артериоллы – микроциркуляторное русло (прекапилляры – капилляры – посткапилляры) – венулы – органные вены – краниальная или каудальная полые вены – правое предсердие
- ⊙ Малый круг кровообращения (легочной) берет начало из правого желудочка легочной артерией. По ней венозная кровь следует в легкие, где в микроциркуляторном русле происходит ее насыщение кислородом. Из легких артериальная кровь собирается в легочные вены и поступает в левое предсердие, где заканчивается малый круг кровообращения.
- ⊙ Правый желудочек – легочная артерия – микроциркуляторное русло (прекапилляры – капилляры – посткапилляры) – легочные вены – левое предсердие.

# КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНАРНЫХ КРОВОТОКОВ.

- Регионарное кровообращение — термин, принятый для характеристики движения крови в органах и системе органов, относящихся к одной области тела (региону). На уровне органа или региона могут быть определены такие параметры, как кровоснабжение; давление в артерии, капилляре, венуле; сопротивление кровотоку в различных отделах органного сосудистого русла; величина объемного кровотока; объем крови в органе
- Чем интенсивнее обмен веществ в том или ином органе, тем выше расход крови в его сосудах. Приспособление местного кровотока к функциональным потребностям органов осуществляется путем изменения сопротивления току крови, сопровождающего изменения просвета сосудов, т.е. путем регуляции гидродинамического сопротивления.



Скорость кровотока и поглощение кислорода в разных органах человека (вес 70 кг) в состоянии покоя.

Сосудистая область	Скорость кровотока.	Поглощение кислорода.
	мл/мин	мл/мин
	%	%
Чревная	1400	58
Почки	1100	16
Головной мозг	750	46
Сердце	250	27
Скелетные мышцы	1200	70
Кожа	500	5
Прочие органы	600	12
	5800	234

Кровообращение региональное: регуляция.

Скорость кровотока и поглощение кислорода в разных органах человека (вес 70 кг) в состоянии покоя.

# КРОВООБРАЩЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ: ЛОКАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ

- На степень сокращения мускулатуры сосудов оказывают прямое влияние некоторые вещества, необходимые для клеточного метаболизма (например, кислород), либо вырабатываемые в процессе этого метаболизма. Это влияние осуществляется путем различных механизмов, ни один из которых еще не раскрыт. В совокупности все они составляют метаболическую ауторегуляцию периферического кровообращения, важнейшее значение которой состоит в том, что она приспособливает местный кровоток к функциональным потребностям органов. При этом преобладают сосудорасширяющие влияния, доминирующие над нервными сосудосуживающими эффектами.



# КРОВООБРАЩЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ: НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

- Нервная регуляция просвета сосудов осуществляется вегетативной нервной системой. Сосудодвигательные нервы принадлежат преимущественно к симпатическому отделу вегетативной нервной системы, хотя в некоторых сосудистых реакциях участвуют и парасимпатические волокна вегетативной нервной системы. Вегетативные нервы иннервируют все кровеносные сосуды, кроме капилляров, однако плотность и функциональное значение этой иннервации широко варьирует в различных органах и в различных отделах сосудистой системы.

# ВЯЗКОСТЬ КРОВИ.

- Вязкость крови – это соотношение объема жидкой части крови (плазмы) и числа ее форменных элементов (клеток крови). Является очень важным показателем состояния крови, определяющим максимальный срок нормального функционирования сердца и сосудов. Вязкость воды при температуре 20°C составляет 1 мПа·с, а вязкость крови в норме - 4-5 мПа·с. При различных патологиях значения вязкости крови могут изменяться от 1,7 до 22,9 мПа·с., а вязкость цельной крови около 5,1. Неоднородность структуры крови, специфика строения и разветвления кровеносных сосудов приводит к довольно сложному распределению вязкости крови, движущейся по сосудистой системе.
- Относительная плотность крови зависит в основном от количества эритроцитов, содержания в них гемоглобина и белкового состава плазмы крови. Относительная плотность крови взрослого человека равна 1,050—1,060, плазмы —1,029—1,034.

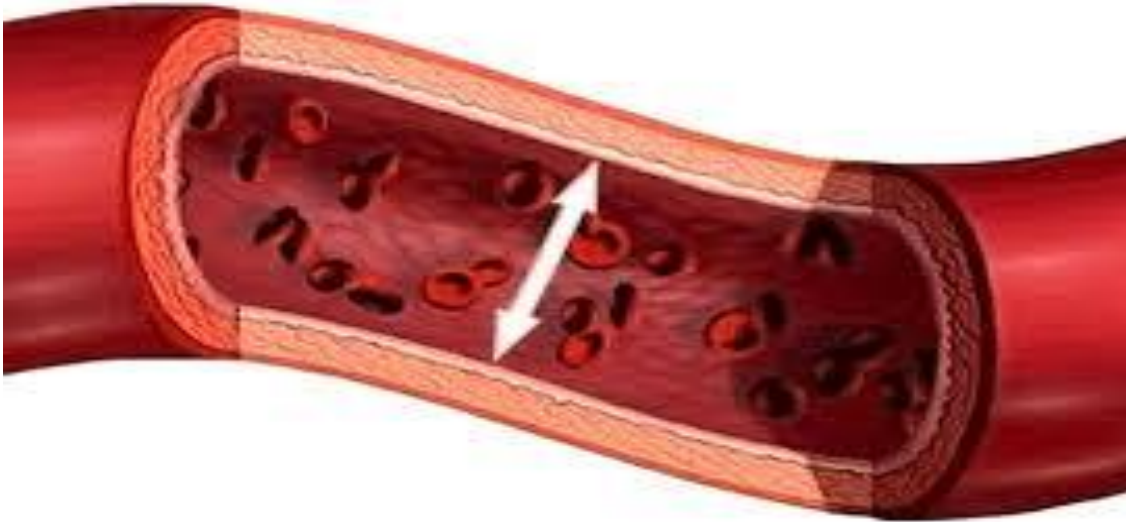


- Для нормального кровообращения вязкость крови имеет большое значение, так как связана с сопротивлением, которое приходится преодолевать при работе мышце сердца. В течение дня происходят только незначительные колебания вязкости крови.

# ДАВЛЕНИЕ В АРТЕРИЯХ И ВЕНАХ

- Диастолическое давление (давление в полости левого желудочка во время диастолы) создаётся прогрессивно увеличивающимся количеством крови; давление непосредственно перед систолой называют конечно-диастолическим. До тех пор пока объём крови в несокращающемся желудочке не станет выше 120 мл, диастолическое давление практически не изменяется, и при этом объёме кровь свободно поступает в желудочек из предсердия. После 120 мл диастолическое давление в желудочке нарастает быстро отчасти оттого, что фиброзная ткань стенки сердца и перикард (а также частично миокард) исчерпали возможности своей растяжимости.

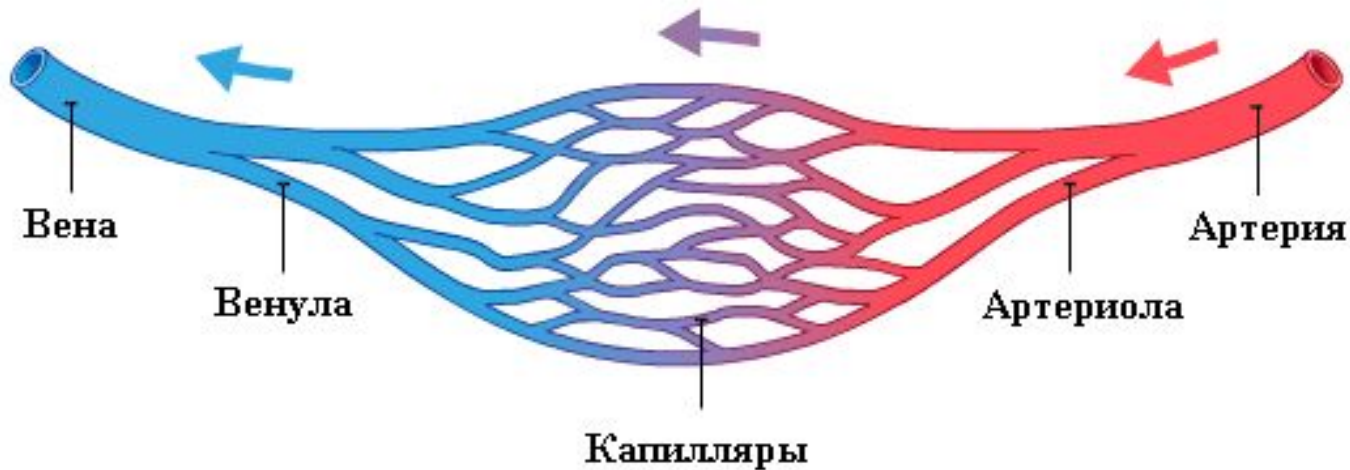




- Систолическое давление. Во время сокращения желудочка систолическое давление увеличивается даже в условиях небольшого объёма, но достигает максимума при объёме желудочка в 150-170 мл. Если же объём увеличивается ещё значительно, то систолическое давление падает, поскольку актиновые и миозиновые филаменты мышечных волокон миокарда растягиваются слишком сильно. Максимальное систолическое давление для нормального левого желудочка составляет 250- 300 мм рт.ст., однако оно варьирует в зависимости от силы сердечной мышцы и степени стимуляции сердечных нервов. В правом желудочке в норме максимум систолического давления составляет 60-80 мм рт.ст.

# МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ.

Сосуды микроциркуляторного русла.



- Функционирование сердечно-сосудистой системы поддерживает гомеостатическую среду организма. Функции сердца и периферических сосудов скоординированы для транспорта крови в капиллярную сеть, где осуществляется обмен между кровью и тканевой жидкостью. Перенос воды и веществ через стенку сосудов осуществляется посредством диффузии, пиноцитоза и фильтрации. Эти процессы происходят в комплексе сосудов, известном как микроциркуляторные единицы.

- Микроциркуляторная единица состоит из последовательно расположенных сосудов. Это концевые (терминальные) артериолы - метартериолы - прекапиллярные сфинктеры - капилляры - венулы. Кроме того, в состав микроциркуляторных единиц включают артериовенозные анастомозы.

Функционально сосуды микроциркуляторного русла подразделяются на резистивные, обменные, шунтирующие и ёмкостные.

- Обменные сосуды. Эффективный обмен между кровью и внесосудистым окружением происходит через стенку капилляров и венул. Максимальная интенсивность обмена наблюдается на венозном конце обменных сосудов, потому что они более проницаемы для воды и растворов.
- Шунтирующие сосуды - артериовенозные анастомозы и магистральные капилляры. В коже шунтирующие сосуды участвуют в регуляции температуры тела.
- Ёмкостные сосуды - небольшие вены, обладающие высокой степенью податливости.

# ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

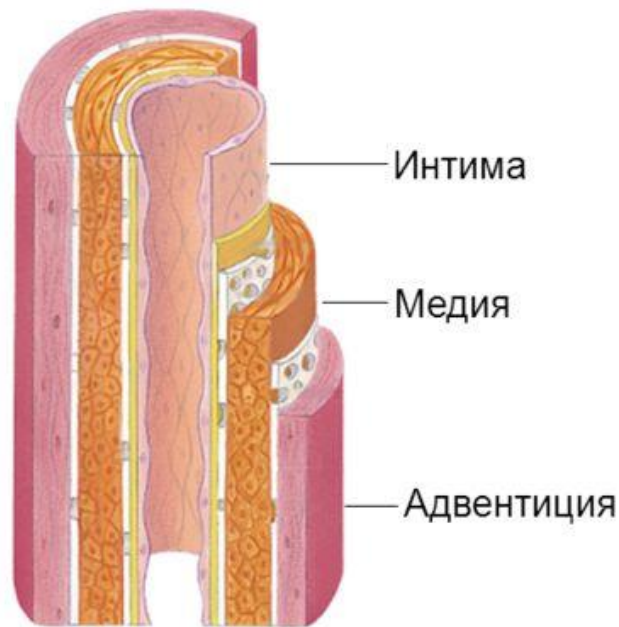
- Микроциркуляция включает движение крови жидкости через кровеносные сосуды диаметром не более 2 мм. С помощью этой системы осуществляется движение жидкости в межтканевых пространствах и движение лимфы в начальных отделах лимфатического русла.
- Общее число капилляров в организме человека — около 40 млрд
- Общая эффективная обменная поверхность капилляров — около  $1000 \text{ м}^2$
- Плотность капилляров в различных органах варьирует на  $1 \text{ мм}^3$  ткани от 2500-3000 (миокард, головной мозг, печень, почки) до 300-400/ $\text{мм}^3$  в фазных единицах скелетных мышц, до  $100/\text{мм}^3$  в тонических единицах и менее в костной, жировой и соединительной тканях
- Обменный процесс в капиллярах главным образом происходит путем двухсторонней диффузии и фильтрации/реабсорбции



# РЕГУЛЯЦИЯ СОСУДИСТОГО ТОНУСА. НЕЙРОГЕННЫЙ ТОНУС СОСУДОВ

## Виды регуляции тонуса сосудов

- Нейрогенная
- Локальная: миогенная регуляция + местно образующиеся метаболиты
- Гормональная



- Сосудистый тонус - напряжение сосудистой стенки, которое создается сокращением ее гладкомышечных клеток и изменяет диаметр просвета сосудов. Изменение сосудистого тонуса - главный механизм регуляции периферического и регионального сосудистого сопротивления. К активному изменению тонуса способны сосуды мышечного типа (мелкие артерии и вены, артериолы и венулы, сфинктеры). Существует два вида сосудистого тонуса, принципиально различающихся механизмами его регуляции.
- Центральный (нейрогенный) тонус регулируется вегетативной нервной системой. Иннервация сосудов в основном осуществляется симпатической нервной системой. Большинство сосудов внутренних органов, кожи содержат  $\alpha$ -адренорецепторы. Через них осуществляется сосудосуживающее влияние нервной системы. Сосуды мозга и миокарда содержат в основном  $\beta$ -адренорецепторы, через которые осуществляется сосудорасширяющее действие.



- Периферический (базальный) тонус - напряжение сосудистой стенки, которое сохраняется после полной денервации сосудов. Это указывает на то, что помимо нервной системы существуют другие сосудодвигательные механизмы. Базальный тонус регулируется за счет воздействия вазоактивных тканевых метаболитов, эндотелиальных факторов, биологически активных веществ и гормонов. Кроме того, важную роль играет так называемая миогенная регуляция.

- Миогенная регуляция сосудистого тонуса (эффект Бейлиса-Остроумова) основана на реакции гладкомышечных клеток сосудов на растяжение. Колебания АД изменяют растяжение стенки и гладкомышечных клеток сосудов. При повышении АД растяжение гладкомышечных клеток возрастает, но в ответ на растяжение происходит их сокращение и тонус артерий возрастает, они суживаются, сосудистое сопротивление увеличивается. Благодаря этому механизму повышение АД сопровождается сокращением гладкой мускулатуры артериол органов, в результате чего не допускается гиперперфузия органов. Напротив, при снижении АД, растяжение стенки сосудов ослабевает, гладкие мышцы сосудов расслабляются, что позволяет поддерживать региональное кровообращение в этих условиях.



- Метаболическая регуляция сосудистого тонуса направлена на поддержание соответствия перфузии и метаболизма в органах. Большинство метаболитов энергетического обмена обладают выраженной вазодилатирующей активностью. Это аденозин,  $\text{CO}_2$ , молочная кислота,  $\text{H}^+$  и другие. В интенсивно работающем органе продукты метаболизма накапливаются, резистивные сосуды расширяются и перфузия органа увеличивается. Этот же механизм действует, когда продукты метаболизма накапливаются из-за ухудшения притока крови к органу.
- Эндотелиальная регуляция сосудистого тонуса осуществляется благодаря выработке эндотелиоцитами биологически активных веществ с сосудодвигательной активностью. Эндотелий вырабатывает соединения с дилататорным и констрикторным эффектом на тонус резистивных сосудов. Важнейшим эндотелиальным вазодилататором является оксид азота.