

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся

Сердечно-сосудистая система включает в себя две системы: кровеносную (систему кровообращения) и лимфатическую (систему лимфообращения). Кровеносная система объединяет сердце и сосуды - трубчатые органы, в которых кровь циркулирует по всему телу. Лимфатическая система включает разветвленные в органах и тканях лимфатические капилляры, лимфатические сосуды, лимфатические стволы и лимфатические протоки, по которым лимфа течет по направлению к крупным венозным сосудам. По пути следования лимфатических сосудов от органов и частей тела к стволам и протокам лежат многочисленные лимфатические узлы, относящиеся к органам иммунной системы.

Задание № 1.

Рассмотрите строение большого, малого и венечного круга кровообращения

1) **Большой круг кровообращения** - телесный начинается от левого желудочка сердца. Он включает аорту, артерии разного калибра, артериолы, капилляры, венулы и вены. Заканчивается большой круг двумя полыми венами, впадающими в правое предсердие. Через стенки капилляров тела происходит обмен веществ между кровью и тканями. Артериальная кровь отдает тканям кислород и, насыщаясь углекислым газом, превращается в венозную. Обычно к капиллярной сети подходит сосуд артериального типа (артериола), а выходит из нее венула. В отношении некоторых органов (почка, печень) имеется отступление от этого правила. Так, к клубочку почечного тельца подходит артерия - приносящий сосуд. Выходит из клубочка также артерия - выносящий сосуд. Капиллярную сеть, вставленную между двумя однотипными сосудами (артериями), называют артериальной чудесной сетью. По типу чудесной сети построена капиллярная сеть, находящаяся между междольковой и центральной венами в дольке печени - венозная чудесная сеть.

2) **Малый круг кровообращения** - легочный начинается от правого желудочка. Он включает легочный ствол, ветвящийся на две легочные артерии, более мелкие артерии, артериолы, капилляры, венулы и вены. Заканчивается четырьмя легочными венами, впадающими в левое предсердие. В капиллярах легких венозная кровь, обогащаясь кислородом и освобождаясь от углекислого газа, превращается в артериальную.

3) **Венечный круг кровообращения** - сердечный включает сосуды самого сердца для кровоснабжения сердечной мышцы. Он начинается левой и правой венечными артериями, которые отходят от начального отдела аорты - луковичи аорты. Протекая по капиллярам, кровь отдает в сердечную мышцу кислород и питательные вещества, получает продукты распада, включая углекислый газ, и превращается в венозную. Почти все вены сердца впадают в общий венозный сосуд венечный синус, который открывается в правое предсердие. Лишь небольшое количество так называемых наименьших вен сердца впадает самостоятельно, минуя венечный синус, во все камеры сердца. Необходимо отметить, что сердечная мышца нуждается в постоянной доставке большого количества кислорода и питательных веществ, что обеспечивается богатым кровоснабжением сердца. При массе сердца, составляющей только 1/125-1/250 от массы тела, в венечные артерии поступает 5-10% всей крови, выбрасываемой в аорту

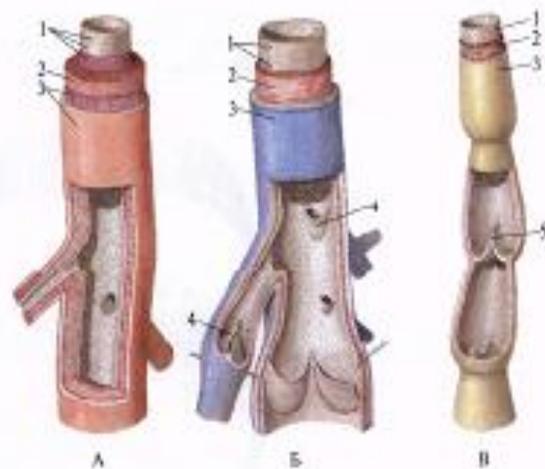


Рис. 605. Строение стенок артерии (А), вены (Б) и лимфатического сосуда В (схема).

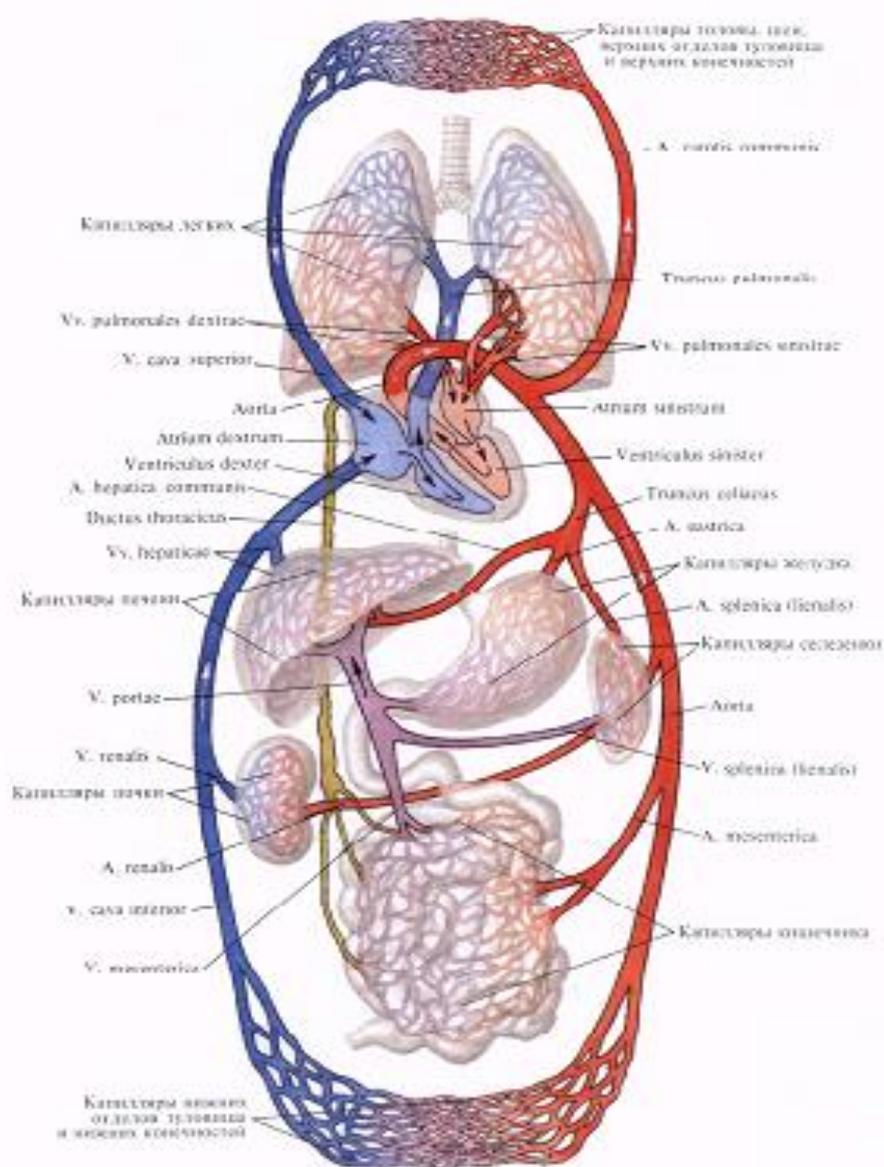
1—интима оболочки, tunica intima; 2—средняя оболочка, tunica media; 3—наружная оболочка, tunica externa; 4—венозный клапан, valvula venosa; 5—лимфатический клапан, valvula lymphatica.

Рис. 606. Микроциркуляторное русло парietальной плеврой.

1—артерия; 2—вена; 3—артериола; 4—венула; 5—ствол кровеносного капилляра.

Рис. 693. Кровеносная система (схема).

Рис. 694. Большой и малый круг кровообращения (схема).



Задание № 2

Рассмотрите строение кровеносных сосудов

Анатомически кровеносные сосуды делятся на артерии, артериолы, прекапилляры, капилляры, посткапилляры, венулы и вены. Артерии и вены относят к магистральным сосудам, остальные сосуды формируют микроциркуляторное русло.

Артерии - это кровеносные сосуды, несущие кровь от сердца, независимо от того какая кровь: артериальная или венозная в них находится.

Представляют собой трубки, стенки которых состоят из трех оболочек:

- 1) наружной соединительнотканной (адвентиции),
- 2) средней гладко мышечной (медии)
- 3) внутренней эндотелиальной (интимы).

Кроме того, стенки большинства артерий имеют еще между внутренней и средней оболочками внутреннюю эластическую мембрану, а между наружной и средней оболочками - наружную эластическую мембрану. Эти эластические мембраны придают стенкам артерий добавочную прочность, упругость и обеспечивают их постоянное зияние. В зависимости от того, сколько каких элементов находится в стенке, выделяют артерии эластического, мышечного и мышечно--эластического (смешанного) типа. Самые тонкие артериальные сосуды называются артериолами. Они переходят в прекапилляры, а последние- в капилляры.

Капилляры - это микроскопические сосуды, которые находятся в тканях и соединяют артериолы с венулами (через пре- и посткапилляры). Посткапилляры образуются из слияния двух или нескольких капилляров. По мере слияния посткапилляров образуются венулы самые мелкие венозные сосуды. Они вливаются в вены. Диаметр артериол составляет от 30 до 100 мкм, капилляров - от 5 до 30 мкм, венул - 30-50-100 мкм. Капилляры бывают непрерывные и фенестрированные (в почках, ЖВС, кишечнике)

Вены - это кровеносные сосуды, несущие кровь к сердцу, независимо от того какая кровь: артериальная или венозная в них находится. Стенки вен гораздо тоньше и слабее артериальных, но состоят из тех же трех оболочек. Однако эластические и мышечные элементы в венах развиты меньше, поэтому стенки вен более податливы и могут спадаться. В отличие от артерий многие вены (нижних, верхних конечностей, туловища и шеи) имеют клапаны (полулунные складки внутренней оболочки), препятствующие обратному току крови в них. Не имеют клапанов только обе полые вены, вены головы, почечные вены, воротная и легочные вены.

Задание № 3

Рассмотрите строение анастомозов и коллатералей

Разветвления артерий и вен могут соединяться между собой соустьями, называемыми **анастомозами**. Сосуды, обеспечивающие окольный ток крови в обход основного пути, называются **коллатеральными** (окольными). Роль окольного кровотока убедительно была доказана Б.А. Долго-Сабуровым (1900-1960) в 1930-х годах в эксперимента. При иссечении всех артерий грудной конечности собак у них после этого ни разу не наступала гангрена конечности вследствие того, что происходило максимальное развитие артериального окольного русла преимущественно за счет артерий мышц, которые становились путями тока крови на периферию.

Артериальные анастомозы. Многие артерии имеют ветви, соединяющие их с другими артериальными сосудами. Эти ветви называются *анастомозами*. Они наблюдаются практически в любом участке сосудистого русла. Как правило, анастомозируют между собой приблизительно

одинаковые по диаметру сосуды. Выделяют межсистемные и внутрисистемные анастомозы. Межсистемные анастомозы - это сосуды, соединяющие между собой ветви крупных (магистральных) артерий: аорта, подключичные артерии, наружные и внутренние сонные артерии, наружные и внутренние подвздошные артерии. К межсистемным анастомозам относятся также соустья сосудов противоположных сторон тела. Примером может служить Виллизиев круг (анастомозы между системами правой и левой внутренних сонных, правой и левой подключичных артерий). Внутрисистемные анастомозы представляют собой соединения между ветвями одного крупного артериального ствола. Они встречаются гораздо чаще, чем межсистемные.

Коллатеральное кровообращение. В случае повреждения или закупорки крупного артериального сосуда кровоток по нему останавливается или значительно замедляется. Как известно, если кровь не поступает в какую-либо область, то последняя подвергается некрозу - омертвевает. Однако в большинстве случаев этого не происходит в силу развития коллатерального кровообращения и доставки крови по анастомозам. Коллатеральное кровообращение - это процесс доставки крови по окольным путям кровотока в обход локальных препятствий проходимости магистральных сосудов. В некоторых органах, где анастомозы между интраорганными сосудами развиты слабо, коллатеральное кровообращение может быть недостаточным. Например, закупорка коронарных артерий может привести к некрозу сердечной мышцы (инфаркту миокарда).

Задание № 4

Рассмотрите места пальцевого прижатия крупных артерий.

Места пальцевого прижатия крупных артерий. Некоторые крупные артерии можно прощупать на теле человека в местах их поверхностного расположения. При повреждении артерий их просвет зияет. В связи с этим кровь из данных сосудов выбрасывается сильной пульсирующей струей. В целях временной остановки кровотечения рекомендуется прижать поврежденный сосуд к костным образованиям.

Так, брюшную аорту можно прижать к позвоночному столбу в области пупка. В этом случае прекратится кровотечение из нижележащих сосудов. Общую сонную артерию прижимают к VI шейному позвонку. Поверхностная височная артерия легко прощупывается в височной области спереди от наружного слухового отверстия. Для остановки кровотечения из подмышечной артерии или верхних отделов плечевой артерии к I ребру может быть прижата подключичная артерия. В подмышечной впадине к головке плечевой кости прижимают подмышечную артерию. В среднем отделе плеча по его внутреннему краю прижимают плечевую артерию. Наружную подвздошную артерию можно прижать к ветви лобковой кости, бедренную и подколенную - к бедренной кости, а тыльную артерию стопы - к костям предплюсны.

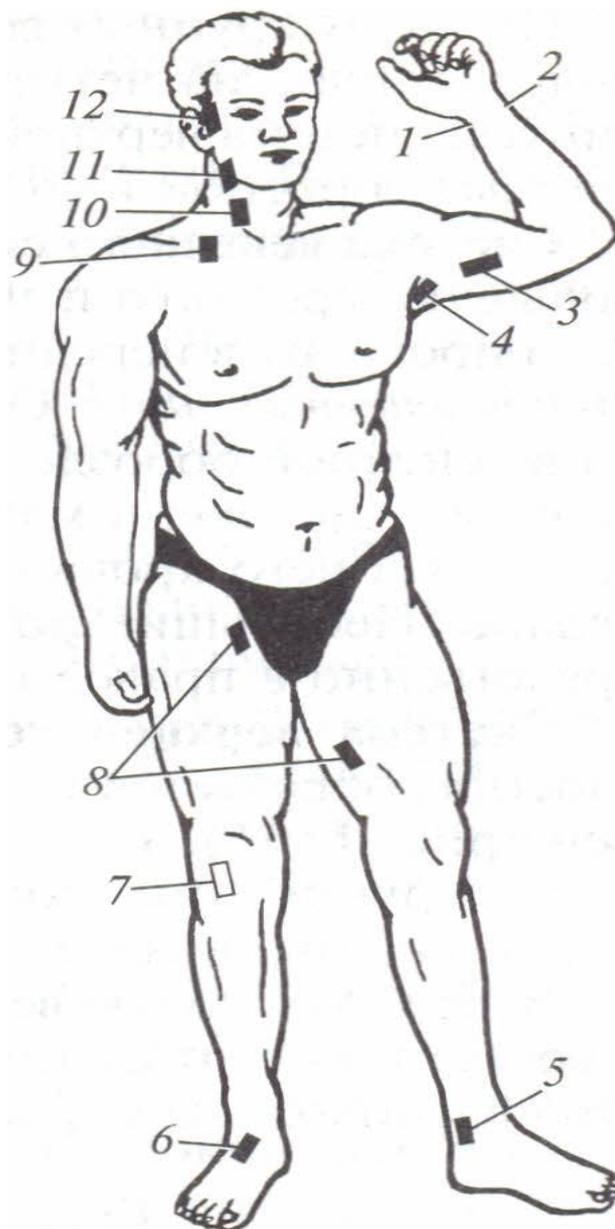


Рис. Места пальцевого прижатия крупных артерий:

1 - лучевой; 2 - локтевой; 3 - плечевой; 4 - подмышечной; 5 - задней большеберцовой; 6 - тыльной артерии стопы; 7 - подколенной; 8- бедренной; 9 - подключичной; 10 - общей сонной; 11 - лицевой; 12 - поверхностной височной

Венозные анастомозы. Между венами, так же как и между артериями, существуют многочисленные сообщения. Выделяют *«кавакавальные»* (между системами верхней и нижней полых вен) и *порто-кавальные* (между воротной и нижней или верхней полыми венами) *анастомозы*. Воротная и полые вены имеют многочисленные анастомозы, которые расположены в забрюшинной жировой клетчатке, стенках пищевода, прямой кишки и по ходу круглой связки печени. Анастомозы, идущие вдоль этой связки, соединяют воротную вену с подкожными венами передней стенки живота. Наиболее значимые кавакавальные анастомозы расположены в позвоночном канале и на передней брюшной стенке .

Функциональные группы кровеносных сосудов.

1) ***Магистральные сосуды*** - это наиболее крупные артерии, в которых оказывается небольшое сопротивление кровотоку.

2) ***Резистивные сосуды*** (сосуды сопротивления) - это мелкие артерии и артериолы, которые могут изменять кровоснабжение тканей и органов. Артериолы И.М.Сеченов называл "кранами кровеносной системы". Имея хорошо развитую мышечную оболочку, артериолы в зависимости от потребностей органа могут сужаться и расширяться, изменяя тем самым кровоснабжение органа и ткани.

3) ***Истинные капилляры*** (обменные сосуды) - сосуды, стенки которых обладают высокой проницаемостью, благодаря чему происходит обмен веществами между кровью и тканями. Являются важнейшим отделом сердечно-сосудистой системы.

4) ***Емкостные сосуды*** - венозные сосуды, вмещающие 70-80% всей крови(вены, венулы).

5) ***Шунтирующие сосуды*** - артериовенулярные анастомозы, обеспечивающие Прямую связь между артериолами и венулами в обход капиллярного русла.

Закономерности движения крови

Основаны на законах гидродинамики. В соответствии с этими законами движение крови по сосудам определяется двумя силами: разностью давления в начале и конце сосуда и гидравлическим сопротивлением, которое препятствует току крови.

Отношение разности давления к сопротивлению определяет объемную скорость- тока жидкости, протекающей по сосудам в единицу времени. Эта зависимость носит название основного гидродинамического закона: количество крови, протекающей в единицу времени через кровеносную систему, тем больше, чем больше разность давления в ее артериальном и венозном концах и чем меньше сопротивление току крови.

Однако физические законы в живом организме, где все явления, в том числе и движение крови, происходят в сложных биологических условиях, приобретают своеобразный характер. Это убедительно видно на примере непрерывности тока крови как в фазе систолы, так и диастолы. Кровь движется по сосудам во время расслабления желудочков за счет потенциальной энергии.

Сердце при сокращении растягивает эластические и мышечные элементы стенок магистральных сосудов, в которых накапливается запас энергии сердца, затраченной на их растяжение. Во время диастолы растянутые эластические стенки артерий спадаются и накопленная в них потенциальная энергия сердца движет кровь. Растяжение крупных артерий, облегчается благодаря большому сопротивлению, которое оказывают резистивные сосуды. Наибольшее сопротивление току крови наблюдается в артериолах. Поэтому кровь, выбрасываемая сердцем во время систолы, не успевает дойти до мелких кровеносных сосудов. В результате этого создается временный избыток крови в крупных артериальных сосудах. Таким образом, сердце обеспечивает движение крови в артериях и во время систолы, и во время

диастолы. Значение эластичности сосудистых стенок состоит в том, что они обеспечивают переход прерывистого, пульсирующего тока крови в постоянный. Это важное свойство сосудистой стенки обуславливает сглаживание резких колебаний давления, что способствует бесперебойному снабжению органов и тканей.

Время, за которое частица крови однократно проходит большой и малый круги кровообращения, называется **временем кругооборота крови**. В норме у человека в покое оно составляет 20-25 с, из этого времени 1/5 (4-5 с) приходится на малый круг и 4/5 (16-20 с) - на большой. При физической работе время кругооборота у человека достигает 10-12 с.

Линейная скорость кровотока - это путь, пройденный в единицу времени (в секунду) каждой частицей крови. Линейная скорость кровотока обратно пропорциональна суммарной площади поперечного сечения сосудов. В состоянии покоя линейная скорость кровотока составляет: в аорте - 0.5 м/с, в артериях - 0.25 м/с, в капиллярах - 0.5 мм/с (т.е. в 1000 раз меньше, чем в аорте), в полых венах - 0.2 м/с, в периферических венах среднего калибра - от 6 до 14 см/с.

Задание № 5

Изучите кровяное (артериальное) давление; Измерение артериального давления

АД - это давление крови на стенки кровеносных (артериальных) сосудов организма. Измеряется в мм рт.ст. В различных отделах сосудистого русла кровяное давление неодинаково: в артериальной системе оно выше, в венозной - ниже. Так, например, в аорте кровяное давление составляет 130-140 мм рт.ст., в легочном стволе - 20-30 мм рт.ст., в крупных артериях большого круга - 120-130 мм рт.ст., в мелких артериях и артериолах 60- 70 мм рт.ст., в артериальном и венозном концах капилляров тела 30 и 15 мм рт.ст., в мелких венах - 10-20 мм рт.ст., в крупных венах может быть даже отрицательным, т.е. на 2-5 мм рт.ст. ниже атмосферного. Резкое снижение кровяного давления в артериях и капиллярах объясняется большим сопротивлением; поперечное сечение всех капилляров равно 3200 см², длина около 100000 км, сечение же аорты - 8 см² при длине в несколько сантиметров.

Величина кровяного давления зависит от :

- 1) частоты и силы сердечных сокращений;
- 2) величины периферического сопротивления, т.е. тонуса стенок сосудов, главным образом, артериол и капилляров;
- 3) объема циркулирующей крови

Различают систолическое, диастолическое, пульсовое и среднединамическое давление.

Систолическое (максимальное) давление - это давление, отражающее состояние миокарда левого желудочка. Оно составляет 100-130 мм рт.ст.

Диастолическое (минимальное) давление - давление, характеризующее степень тонуса артериальных стенок. Равно в среднем 60-80 мм рт.ст.

Пульсовое давление - это разность между величинами систолического и диастолического давления. Пульсовое давление необходимо для открытия полулунных клапанов аорты и легочного ствола во время систолы желудочков. Равно 35-55 мм рт.ст.

Измерение артериального давления

Величину АД можно измерить двумя методами: прямым и непрямым.

При измерении прямым, или кровавым, методом в центральный конец артерии вставляют и фиксируют стеклянную канюлю или иглу, которую резиновой трубочкой соединяют с измерительным прибором. Этим способом регистрируют АД во время больших операций, например, на сердце, когда необходим постоянный контроль за давлением.

В медицинской практике обычно измеряют АД непрямым, или косвенным (звуковым), методом Н.С.Короткова (1905) при помощи тонометра (ртутного сфигмоманометра Д.Рива-Роччи, мембранного измерителя АД общего применения и т.д.).

На величину АД оказывают влияние различные факторы: возраст, положение тела, время суток, место измерения (правая или левая рука), состояние организма, физические и эмоциональные нагрузки и т.д. Единых общепринятых нормативов АД для лиц различного возраста нет, хотя известно, что с возрастом у здоровых лиц АД несколько повышается. Однако еще в 1960-х годах З.М.Волынский с сотрудниками в результате обследования 109 тысяч человек всех возрастных групп установил эти нормативы, которые получили широкое признание у нас и за рубежом. Нормальными величинами АД следует считать:

максимального - в возрасте 18-90 лет в диапазоне от 90 до 150 мм рт. ст., причем до 45 лет - не более 140 мм. рт. ст.;

минимального - в этом же возрасте (18-90 лет) в диапазоне от 50 до 95 мм РТ.СТ., причем до 50 лет - не более 90 мм РТ.СТ.

Верхней границей нормального АД в возрасте до 50 лет является давление 140/90 мм рт.ст., в возрасте более 50 лет - 150/95 мм рт.ст.

Нижней границей нормального АД в возрасте от 25 до 50 лет является давление 90/55 мм РТ.СТ., до 25 лет - 90/50 мм РТ.СТ., свыше 55 лет - 95/60 мм рт.ст.

Для расчета идеального (должного) АД у здорового человека любого возраста может быть использована следующая формула:

Систолическое АД = $102 + 0.6 \times \text{возраст}$;

Диастолическое АД = $63 + 0.4 \times \text{возраст}$.

Повышение АД свыше нормальных величин называется гипертензией, понижение - гипотензией. Стойкие гипертензия и гипотензия могут свидетельствовать о патологии и необходимости медицинского обследования.

Задание № 6

Используя методическую литературу, изучите артериальный пульс, места определения пульса

Артериальным пульсом называют ритмические колебания артериальной стенки, обусловленные систолическим повышением давления в ней. Пульсация артерий определяется путем легкого прижатия ее к подлежащей кости, чаще всего в области нижней трети предплечья. Пульс характеризуется следующими основными признаками:

- 1) частота - число ударов в минуту;
- 2) ритмичность - правильное чередование пульсовых ударов;
- 3) наполнение - степень изменения объема артерии, устанавливаемая по силе пульсового удара;
- 4) напряжение - характеризуется силой, которую нужно приложить, чтобы сдавить артерию до полного исчезновения пульса.

Пульсовая волна возникает в аорте в момент изгнания крови из левого желудочка, когда давление в аорте повышается и стенка ее растягивается. Волна повышенного давления и вызванные этим растяжением колебания артериальной стенки распространяются со скоростью 5-7 м/с от аорты до артериол и капилляров, превышая в 10-15 раз линейную скорость движения крови (0.25-0.5 м/с).

Пальпация периферических артерий позволяет выявить нарушения их проходимости. Одновременно пальпируют обе одноименные артерии. Для этого кончики указательного, среднего и безымянного пальцев располагают параллельно ходу артерии в месте ее типичной локализации. Прежде всего сравнивают наполнение пульса с обеих сторон, затем определяют состояние сосудистой стенки, наличие болезненности и воспалительных изменений кожи над сосудом.

Вначале ощупывают височные артерии и периферические артерии дистальных отделов конечностей. В случае снижения наполнения или отсутствия пульса на какой-либо из артерий последовательно пальпируют на протяжении соответствующие артерии более крупного калибра с целью обнаружения уровня нарушения артериальной проходимости:

Вначале ощупывают височные артерии и периферические артерии дистальных отделов конечностей. В случае снижения наполнения или отсутствия пульса на какой-либо из артерий последовательно пальпируют на протяжении соответствующие артерии более крупного калибра с целью обнаружения уровня нарушения артериальной проходимости:

височную артерию (*a. temporalis*) пальпируют в височной области (рис. 27а)

общую сонную артерию (*a. carotis communis*) — у внутреннего края кивательной мышцы на уровне верхнего края щитовидного хряща (рис. 27б) либо возле угла нижней челюсти;



Рис. 27а. Пальпация височных артерий

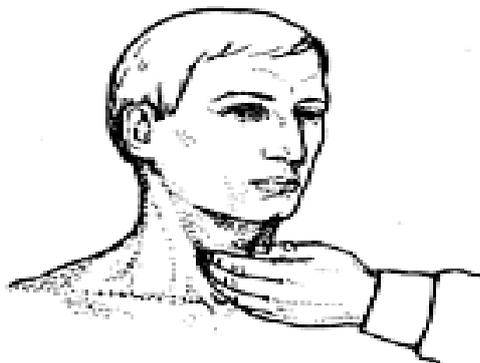


Рис. 27б. Пальпация сонной артерии

лучевую артерию (*a. radialis*) пальпируют в месте пальпации пульса

плечевую артерию (*a. brachialis*) — в медиальной борозде двуглавой мышцы плеча непосредственно над локтевой ямкой при выпрямленной руке (рис. 28а)

подмышечную артерию (*a. axillaris*) — в подмышечной ямке на головке плечевой кости при отведенной до горизонтального уровня руке (рис. 28б)

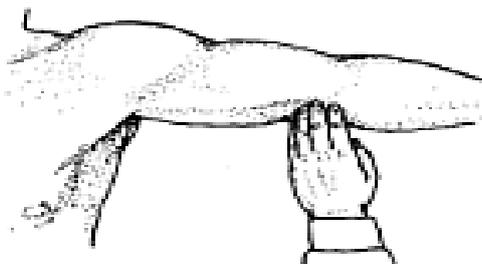


Рис. 28а. Пальпация плечевой артерии



Рис. 28б. Пальпация подмышечной артерии

подключичную артерию (a. sub-clavia) — непосредственно над ключицей у наружного края кивательной мышцы (рис. 28в) либо в латеральном отделе подключичной ямки;

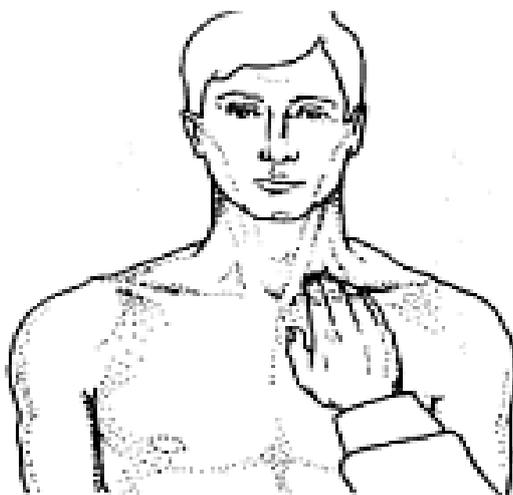
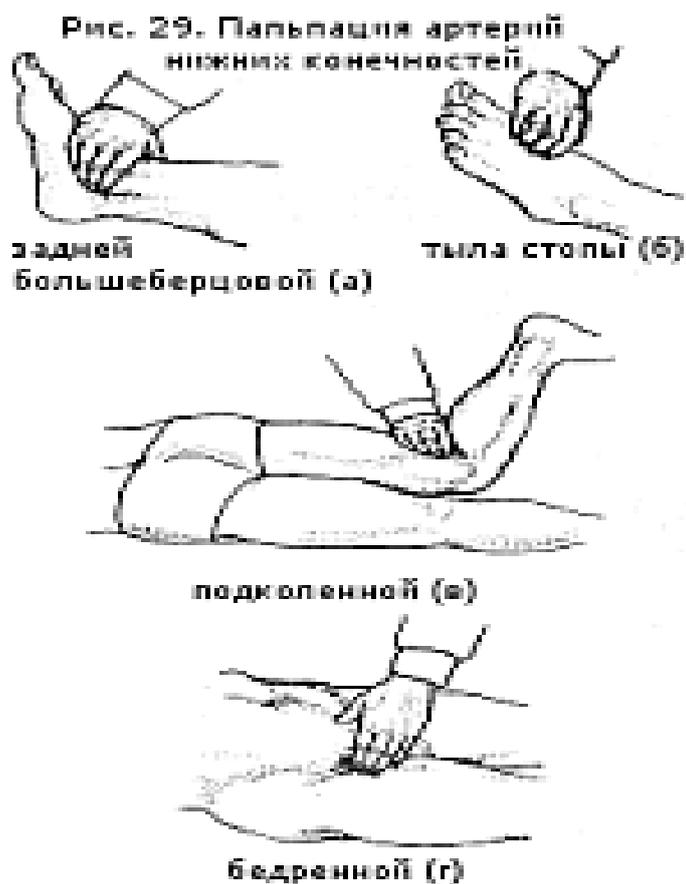


Рис. 28в. Пальпация подключичной артерии



заднюю большеберцовую артерию (*a. tibialis posterior*) пальпируют вдоль заднего края медиальной лодыжки (рис. 29а)

артерию тыла стопы (*a. dorsalis pedis*) — на тыльной поверхности стопы в проксимальной части I межплюсневого промежутка (рис. 29б)

подколенную артерию (*a. poplitea*) — в медиальной половине подколенной ямки в положении лежа на животе с согнутыми под прямым углом в коленных суставах ногами (рис. 29в)

бедренную артерию (*a. femoralis*) — непосредственно ниже середины пупартовой связки при выпрямленном и слегка ротированном кнаружи бедре (рис. 29г).