

Кафедра

УКРАИНСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ

Кафедра физиологии

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Модуль 2.
**Физиология висцеральных
систем.**

Контекстный модуль 9:
“Система кровообращения”

Учебное пособие
для студентов иностранного факультета

Полтава 2006

Физиология человека. Модуль 2. Физиология висцеральных систем. Контекстный модуль 9 : “Системы кровообращения”
/Под ред. д.мед.н., проф. Мищенко В.П.- 2006.- 66с.

Учебное пособие является одновременно учебником и практикумом для иностранных студентов при подготовке к практическим

Учебное пособие составлено сотрудниками кафедры нормальной физиологии Украинской медицинской стоматологической академии: профессором В.П. Мищенко, ассистентом Л.Э. Весниной

Основное назначение пособия - углубленное с элементами прсфизации изучение раздела "Физиология сердечно-сосудистой системы" курса по нормальной физиологии для отечественных и иностранных студентов в помощь при подготовке к лабораторным занятиям, самостоятельной работе, к государственным экзаменам.

Учебное пособие является одновременно и учебником и практикумом, так как содержит основные теоретические положения по данным разделам физиологии и некоторые лабораторные работы, составляющие ряд клинических методов исследования.

Может быть рекомендовано не только студентам, а также интернам, ординаторам, врачам.

Рецензенты учебного пособия: доктор медицинских наук, профессор Ю.М. Гольденберг, доктор медицинских наук, профессор Ю.М. Казаков.

Деятельность системы органов кровообращения - сердца и сосудов обеспечивает непрерывное движение крови в организме. В результате такого движения крови осуществляются ее многообразные функции. Основной силой, обеспечивающей движение крови по сосудам, являются периодические сокращения сердца.

1. ФУНКЦИИ СЕРДЦА.

Сердце - это полый мышечный орган, разделенный на правую и левую половины, в каждой из которых различают предсердие и желудочек. Предсердие и желудочек соединены между собой атриовентрикулярным створчатым клапаном, снабженным в левой половине двустворчатым, а правой - трехстворчатым клапанами.

Со стороны желудочков к клапанам прикрепляются сухожильные нити, что позволяет клапанам открываться только в сторону желудочков. Помимо клапанов, отверстия имеют кольцевые мышцы, участвующие в их смыкании. От левого желудочка отходит аорта, которой начинается большой круг кровообращения, а от правого желудочка - легочная артерия, являющаяся началом малого круга кровообращения. Отверстия, которыми начинаются эти сосуды, закрыты полулунными клапанами, открывающимися только во время сокращения желудочков.

Стенка сердца состоит из трех слоев: эндокарда, миокарда, эпикарда. Основную массу составляет миокард. В миокарде кроме сократительных волокон имеются особые мышечные единицы, обладающие способностью к спонтанной ритмической активности - проводящая система сердца, атипичная мышечная ткань - синоатриальный узел (СА-узел), атриовентрикулярный узел (АВ-узел), пучок и ножки Гиса, волокна Пуркинье.

1.1. СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ.

Основными свойствами сердечной мышцы являются: автоматия, возбудимость, проводимость, сократимость.

Автоматия - способность сердца вырабатывать электрические импульсы при отсутствии внешних раздражений. Природа автоматии до конца не выяснена. Считают, что она связана с функцией атипичных мышечных клеток - пейсмекеров (от англ. - pacemaker - водитель ритма), расположенных в улах сердца. Главным центром автоматии сердца является синусный узел - пейскекер или центр автоматии первого порядка. Для волокон водителей ритма характерно медленное спон-

цей системы сердца, так и сократительного миокарда.

В различные фазы сердечного цикла возбудимость мышечного волокна различна. Если в эксперименте нанести раздражение на сердце во время систолы, то сердечная мышца на эти раздражения не отвечает сокращением, даже если раздражитель сверхпороговый. Это объясняется тем, что сердечная мышца в это время находится в стадии абсолютной невозбудимости - рефрактерности. В конце систолы возбудимость сердечной мышцы начинает восстанавливаться - наступает фаза относительной рефрактерности. В этот период сверхпороговый раздражитель может вызвать добавочное, внеочередное сокращение сердечной мышцы - экстрасистолу. После экстрасистолы возникает более длительная, чем обычно, пауза, которая получила название компенсаторной паузы. Она возникает потому, что очередной импульс формируется в синусном узле в фазу абсолютной рефрактерности во время предыдущей систолы /рис. 2/.

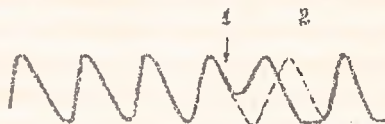


Рис. 2. Экстрасистола / 1-экстрасистола,
2-компенсаторная пауза/.

За фазой относительной рефрактерности следует короткая фаза повышенной возбудимости - фаза экзальтации, которая совпадает с началом расслабления сердечной мышцы. В этот период сердечная мышца реагирует на раздражители даже подпороговой величины. Таким образом, особенность возбудимости сердечной мышцы является очень короткий период рефрактерности /продолжается до 0,3 сек - абсолютной и относительной рефрактерности/. Из-за этого сердечная мышца не способна к тетаническому сокращению /рис. 3/.

Проводимость - это способность к проведению возбуждения, возникшего в каком либо участке сердца, к другим отделам сердечной мышцы. Функцией проводимости обладают волокна специализированной проводящей системы и сократительный миокард. В норме волна возбуждения, генерированного в клетках СА-узла, распространяется по короткому проводящему пути на правое предсердие, по трем межузловым трактам - Бахмана, Вейсбаха и Торея - к АВ-узлу и по межпредсердному пучку Бахмана - на левое предсердие. Общее направление

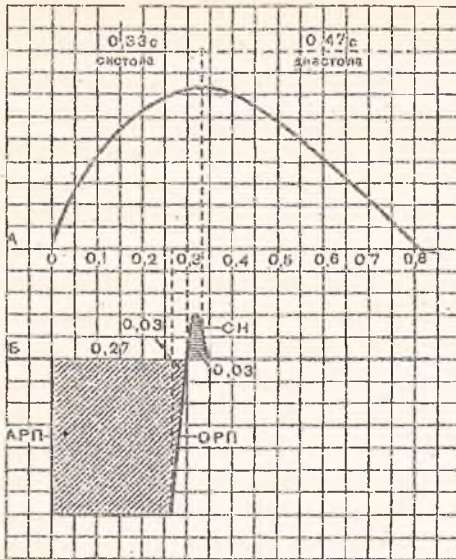


Рис. 3. Связь кривой кривой одиночного сокращения (А) и фаз возбудимости сердечной мышцы (В). А — фазы одиночного сердечного цикла; В — фазы возбудимости; АРП — абсолютная рефрактерность; ОРП — относительная рефрактерность; СН — супернормальная возбудимость. Цифрами обозначены длительности фаз сердечного цикла и возбудимости.

движения волны возбуждения — сверху вниз и немного влево. Вначале возбуждается правое предсердие, затем левое, в конце возбуждается только левое предсердие. Время охвата возбуждением обоих предсердий не превышает 0,1 сек.

В АВ-узле происходит задержка волны возбуждения в течение 0,02-0,04 сек, скорость проведения не более 0,05 м/сек. Задержка проведения в АВ-узле способствует началу возбуждения желудочков только после окончания полноценного сокращения предсердий и желудочков.

От АВ-узла волна возбуждения передается на внутрижелудочковую проводящую систему, состоящую из предсердно-желудочкового пучка (пучка Гиса), основных ветвей (ножек) Гиса и волокон Пуркинье. В норме скорость проведения по пучку Гиса и его ветвям составляет 1 - 1,5 м/сек, по волокнам Пуркинье - 3,0-4,0 м/сек. Большая скорость проведения электрического импульса по проводящей системе желудочков способствует почти одновременному охвату волной возбуждения и наиболее эффективному выбросу крови в аорту и легочную артерию. В норме продолжительность деполяризации желудочков 0,06-0,1

сек.

Скорость проведения волны возбуждения в мышечных волокнах предсердий и желудочков одинакова и колеблется в узких пределах - 0,9-1,0 м/сек.

Сократимость - в отличие от скелетных мышц миокард не обнаруживает зависимости между силой раздражения и степенью сокращения и подчиняется закону "все или ничего". На подпороговые раздражения сердце вообще не отвечает, но как только сила раздражения достигает порогового уровня, возникает максимальное сокращение миокарда. Дальнейшее нарастание силы раздражающего тока не изменяет величины сокращения, т.е. пороговое раздражение является одновременно и максимальным.

Другой особенностью сократимости сердечной мышцы является то, что имеется определенное соотношение между длиной кардиомиоцитов и их напряжением. В основе этого механизма /гетерометрического/ лежит изменение исходных размеров длины волокон миокарда, которое возникает при изменении величины притока венозной крови. Иными словами, чем сердце сильнее растянуто во время диастолы, тем оно сильнее сокращается во время систолы /закон Франка-Старлинга/.

1.2. ФАЗЫ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Сердце работает по принципу насоса. Сердечный цикл состоит из сокращения сердца - систолы и расслабления - диастолы. При частоте сокращений сердца 75 за 1 минуту длительность цикла составляет 0,8 сек.

Перед началом работы сердце находится в общей диастоле предсердий и желудочков (общая пауза сердца). В это время полулунные клапаны закрыты, атриовентрикулярные открыты. Кровь свободно заполняет полости предсердий и желудочков. Давление в них равно 0 мм рт. ст.

Началом работы сердца является систола предсердий. Во время этой фазы, длящейся 0,1 сек, за счет сокращения мышечных волокон повышается давление в полостях предсердий. В правом предсердии давление повышается до 4-5 мм рт. ст., в левом до 5-7 мм рт. ст., что приводит к выталкиванию крови в желудочки через открытые атриовентрикулярные отверстия. Желудочки в этот момент расслаблены /диастола желудочков/, створки атриовентрикулярных клапанов свисают и кровь свободно поступает из предсердий в желудочки. Обратное поступление крови из предсердий в вены становится невозмож-

ным благодаря сокращению мышечных волокон, расположенных около венных отверстий. Затем осуществляется диастола предсердий, которая продолжается 0,7 сек.

По окончании систолы предсердий начинается систола желудочков, продолжительностью около 0,3 - 0,33 сек. Ее подразделяют на два периода, которые соответственно складываются из фаз. В момент систолы желудочков предсердия оказываются уже расслабленными. Оба желудочка сокращаются одновременно.

Период напряжения продолжается до открытия полулунных клапанов. Для этого необходимо, чтобы уровень давления в желудочках стал выше, чем в магистральных сосудах. Диастолическое давление в аорте составляет 70-80 мм рт. ст., в легочной артерии 10-15 мм рт. ст. Период напряжения длится 0,08 сек. Начинается он с фазы асинхронного сокращения (0,05 сек), когда не все участки миокарда охвачены сократительным процессом и в этот момент еще не происходит повышения давления в полостях желудочков. В фазу изометрического сокращения (0,03 сек) сократительный процесс охватывает основную массу миокарда. Давление в полостях желудочков начинает значительно увеличиваться, достигая 15 - 20 мм рт. ст. в правом и 70 - 90 мм рт. ст. в левом. Вследствие повышения внутрижелудочкового давления атриовентрикулярные клапаны быстро захлопываются, полулунные клапаны также закрыты, поэтому полость желудочков оказывается замкнутой и объем крови в ней остается постоянным. В результате растет напряжение мышечных волокон без изменения их длины /изометрическое напряжение./

Период изгнания крови начинается с открытия клапанов аорты и легочной артерии и продолжается 0,25 сек. Этот период состоит из фаз быстрого (0,12 сек) и медленного (0,13 сек) изгнания крови. Открытие аортальных клапанов происходит при достижении давления в полости левого желудочка 80 мм рт. ст., легочной артерии - 15 мм рт. ст. Сокращение миокарда способствует дальнейшему подъему давления в полостях соответственно в правом до 30 мм рт. ст., в левом - до 120 мм рт. ст. В результате такого повышения давления кровь вначале очень быстро изливается в сосуды /аорту и легочную артерию/. По мере заполнения сосудов кровью в них растет давление. Градиент давления между желудочками и сосудами постепенно уменьшается, кровь изливается медленней - наступает фаза медленного изгнания крови.

По окончании изгнания крови начинается диастола желудочков,

которая длится 0,47-0,5 сек. Во время протодиастолического периода (0,05 сек) кровь, которая находится в сосудах, обратным током захлопывает полулунные клапаны. При закрытых атриовентрикулярных и полудульных клапанах желудочки продолжают расслабляться, пока давление в них не станет ниже, чем в предсердиях - наступает период изометрического расслабления (0,08 сек).

В это время предсердия полностью заполнены кровью. Когда же давление в желудочках оказывается чуть меньше, чем в предсердиях, раскрываются атриовентрикулярные клапаны и начинается период наполнения. Вначале происходит быстрое наполнение желудочков в течение 0,05 сек, затем - медленное наполнение в течение 0,25 сек.

В заключение происходит наполнение кровью желудочков за счет систолы предсердий /0,1 сек/ и сердечный цикл повторяется снова.

Количество крови, которое выбрасывается желудочками при каждом сокращении, называется систолическим, или ударным объемом (СО). Величина систолического объема зависит от пола, возраста, функционального состояния организма. В спокойном состоянии систолический объем равен у мужчин 65-70 мл, у женщин 50-60 мл.

Систолический объем обоих желудочков приблизительно одинаков. Также должен быть одинаков и минутный объем кровотока (МОК), который еще называется сердечным выбросом. Величину минутного объема кровообращения можно найти по формуле $СО * ЧСС = МОК$. В состоянии покоя МОК равен 4,5-5,0 л. Во время физической нагрузки минутный объем кровообращения может увеличиваться до 20-30 л.

1.3. Тоны сердца.

Во время деятельности сердца возникают звуковые явления, которые называются тонами сердца. У здоровых людей при аускультации сердца хорошо выслушиваются два тона - I тон, возникающий во время систолы, - систолический, и II тон, возникающий во время диастолы, - диастолический.

В основе сердечных тонов лежат колебательные движения различных структур сердца: клапанов, мышц, сосудистой стенки. Как и всякое колебание, тоны сердца характеризуются такими параметрами, как интенсивность /амплитуда/, частота /количество колебаний в 1 сек/ и продолжительность.

В настоящее время большинство авторов считают, что можно различить 6 нормальных тонов сердца. При этом I и II тоны выслушива-

гистрируются на фонокардиограмме/, V и VI - выявляются только фонокардиографически. Последние исследуются очень редко. Поэтому мы рассмотрим только механизм происхождения I-IV тонов и места их выслушивания.

I тон- систолический, выслушивается как короткий, достаточно интенсивный звук по всей сердечной области, максимально на верхушке сердца и в месте проекции митрального клапана. I тон образуется из нескольких компонентов. Основной из них - клапанный компонент, обусловлен колебаниями створок атриовентрикулярных клапанов в фазе изометрического сокращения, когда клапаны закрыты. Вторым компонент - мышечный, связанный с колебаниями миокарда, возникающими также в период изометрического сокращения. Третий компонент - сосудистый - обусловлен колебаниями начальных отделов аорты и легочного ствола при растяжении их кровью в фазе изгнания. Четвертый компонент - предсердный; в его происхождении играют роль колебания, связанные с сокращением предсердий. С этого компонента и начинается I тон, поскольку систола предсердий предшествует систоле желудочков. В норме колебания, вызываемые систолой предсердий, сливаются со звуковыми колебаниями, обусловленными систолой желудочков и воспринимаются как один тон. Некоторые авторы предсердный компонент I тона выделяют как отдельный, IV тон - предсердный галоп.

Общая продолжительность I тона колеблется от 0,08 до 0,25 сек, частотная характеристика от 15 до 500 Гц /в разных частях разная: наибольшая в центральной части - до 500 Гц, наименьшая в начальной и конечной части тона - до 15 Гц/.

II тон- диастолический, выслушивается по всей сердечной области, оптимально из основания сердца, во втором межреберье слева и справа от грудины. II тон образуется за счет колебаний, возникающих в начале диастолы при закрывании створок клапана аорты и легочного ствола (клапанный компонент) и за счет колебания стенок начальных отделов этих сосудов (сосудистый компонент). В состав II тона входят также низкочастотные низкоамплитудные колебания, возникающие в результате открытия митрального и трикуспидального клапанов.

Длительность II тона составляет 0,08-0,11 сек, частотная характеристика от 500 до 1250 Гц.

III тон- желудочковый галоп - выслушивается на верхушке сердца в положении лежа, в области грудины в стоячем положении. III

тон обусловлен колебаниями мышечной стенки желудочков, возникающими при их быстром пассивном наполнении кровью из предсердий во время диастолы сердца; воспринимается при аускультации как слабый, глухой /низкочастотный/ звук. III тон возникает через 0,15-0,12 сек от начала II тона.

IV тон- предсердный галоп, выслушивается редко, обусловлен колебаниями стенок предсердий при их систоле.

В клинической практике для характеристики тонов используется метод аускультации и графической регистрации - фонокардиография (ФКГ). Наиболее часто сердце выслушивается с помощью фонедоскопа и стетофонендоскопа в положении лежа, стоя и после физической нагрузки.

I тон возникает во время систолы после длинной паузы, лучше выслушивается на верхушке сердца, поскольку систолическое напряжение левого желудочка больше, чем правого. По характеру I тон более продолжительный и низкий, совпадает с верхушечным толчком. II тон образуется во время диастолы после короткой паузы, выслушивается лучше у основания сердца, так как возникает при захлопывании полудунных створок клапанов аорты и легочного ствола. В отличие от I тона он менее продолжительный и более высокий, следует после верхушечного толчка.

Оба тона можно выслушать по всей сердечной области, но их звучность меняется в зависимости от близости клапанов, участвующих в образовании тонов. Для правильной оценки данных аускультации используют точки наилучшего выслушивания клапанов, которые формируются при проведении звука с током крови по соответствующему сосуду (аорте или легочной артерии):

- для митрального клапана - область верхушечного толчка (пятое межреберье слева, по *lin. medioclavicularis*), так как колебания хорошо проводятся плотной мышцей левого желудочка, верхушка сердца во время систолы ближе всего подходит к передней грудной стенке;

- клапаны аорты - второе межреберье справа по краю грудины, так как аорта ближе всего подходит к передней грудной стенке;

- клапаны легочного ствола - место наилучшего выслушивания совпадает с проекцией клапанов - второе межреберье слева по краю грудины;

- трехстворчатый клапан - нижний край грудины, основание мечевидного отростка (область правого желудочка).

При аускультации придерживаются приведенной последовательности выслушивания, добавляя пятую точку Восткина-Эрба, где выслушивают клапаны аорты с целью дифференциальной диагностики аортальных пороков. Эта точка располагается в области прикрепления третьего-четвертого ребер к грудине слева.

Фонокардиография - инструментальный метод графической регистрации звуков, возникающих при работе сердца. В обязательном порядке одновременно проводится запись ЭКГ в обычном объеме или только во II стандартном отведении. Исследование должно проводиться в теплом, защищенном от посторонних шумов помещении, при спокойном состоянии пациента, в положении лежа.

На ФКГ звуки сердца - тоны и шумы - представлены осцилляциями (колебаниями). Интервалы сердечного цикла, свободные от тонов и шумов, представлены горизонтальной нулевой линией (изолинией). В норме на ФКГ обнаруживаются колебания, соответствующие I и II тонам сердца, могут обнаруживаться III и редко IV тоны, функциональный (акцидентальный) шум и низкочастотные колебания баллистической природы. Начало I тона приходится на вторую половину комплекса QRS на ЭКГ, начало II тона приблизительно совпадает с концом зубца T, обычно с запаздыванием на 0,02-0,04 сек.

На ФКГ в составе I тона можно выделить следующие компоненты /рис. 4.1./. Начальные низкоамплитудные и низкочастотные колебания связывают с сокращением мышц желудочков, главный /или центральный/ сегмент I тона, состоящий из относительно высокочастотных колебаний, возникает вследствие закрытия митрального и трикуспидального клапанов. Конечная часть I тона - низкоамплитудные, низкочастотные колебания, связанные с открытием полудлунных клапанов аорты и легочной артерии и колебанием их стенок.

Фонокардиографически можно различить аортальный и легочный компоненты II тона /рис. 4.2./. Аортальный компонент II тона возникает чуть раньше, амплитуда его в 1,5 - 2,0 раза выше второго. Интервал между аортальным и легочным компонентом II тона может достигать 0,06 сек. Иногда, особенно в детском возрасте или у спортсменов, регистрируется расщепление II тона.

Графически /рис. 4.3./ III тон представлен 1-2 низкоамплитудными, низкочастотными колебаниями. Обычно III тон регистрируется у детей.

IV тон регистрируется на ФКГ /рис. 4.4./ 1-2 низкочастотными колебаниями низкой амплитуды.

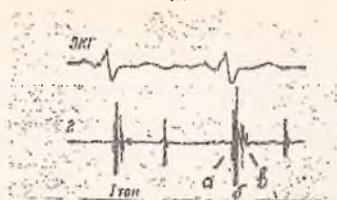


Рис. 4.1. Нормальный I тон на верхушке сердца:

- а - начальные колебания I тона;
- б - главный, центральный сегмент;
- в - конечные колебания.

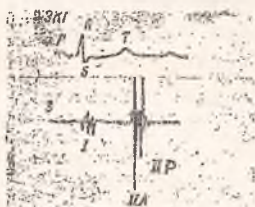


Рис. 4.2. Аортальный (IIA) и легочный (IIP) компоненты нормального II тона на легочной артерии.



Рис. 4.3. Нормальный III тон сердца.



Рис. 4.4. Нормальный IV тон сердца.

1.4. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ.

Распространение возбуждения от водителя ритма по проводящей

системе сердца и самой сердечной мышце сопровождается возникновением на поверхности клеток отрицательного потенциала. В связи с этим происходит синхронный разряд огромного числа возбужденных единиц, их суммарный потенциал оказывается настолько велик, что может регистрироваться далеко за пределами сердца на поверхности тела. В силу высокой проводимости прилежащие к сердцу ткани становятся электроотрицательными. Регистрируемая электрическая волна имеет сложный характер и отражает возникновение в миокарде деполяризации и реполяризации, а не его сокращения.

Электрокардиография - метод графической регистрации колебаний разности потенциалов, возникающих на поверхности возбудимой ткани или окружающей сердце проводящей среды при распространении волны возбуждения по сердцу. Электрокардиограмма (ЭКГ) - проекция динамики суммарного вектора возбуждения в течение сердечного цикла на ось отведения.

При ЭКГ исследования регистрируют ЭДС от поверхности тела человека с помощью двух электродов, соединенных соответственно с положительным полюсом гальванометра (положительный или активный электрод) и отрицательным полюсом (отрицательный электрод). Точка поверхности тела, на которую накладывают электрод, называется позицией электрода. Отведение - это способ выявления разности потенциалов между двумя участками тела. ЭКГ отведения бывают двухполюсные и однополюсные. Двухполюсные регистрируют разность потенциалов между двумя точками тела, однополюсные отражают разность потенциалов какого-либо участка тела и потенциала, постоянного по величине, условно принятого за нуль. Для создания нулевого потенциала применяют объединенный электрод Вильсона (индифферентный), образующийся при соединении проводами (через сопротивление) трех конечностей - правой и левой руки и левой ноги.

Общепринятая система электрокардиографических отведений включает: три стандартных (I, II, III), три усиленных однополюсных от конечностей (aVR, aVL, aVF), шесть однополюсных грудных V1 - V6.

Двухполюсные стандартные отведения от конечностей были впервые предложены W. Einthoven в 1908 г. Стандартное отведение I регистрирует разность потенциалов между правой рукой (отрицательный электрод) и левой рукой (положительный электрод). Стандартное отведение II отражает разность потенциалов между правой рукой (отрицательный электрод) и левой ногой (положительный электрод); отведение III - между левой ногой (положительный электрод) и левой ру-

кой (отрицательный электрод).

При записи усиленных однополюсных отведений от конечностей по E. Goldberger (1942) один электрод - индифферентный, потенциал которого близок нулю, - присоединяют к отрицательному полюсу гальванометра. Индифферентный электрод - это электрод Вильсона, модифицированный E. Goldberger. Второй электрод - активный - располагают на одной из конечностей:

- aVR - усиленное отведение от правой руки (augmented voltage right);

- aVL - усиленное отведение от левой руки (augmented voltage left);

- aVF - усиленное отведение от левой ноги (augmented voltage foot).

Шесть отведений от конечностей (I, II, III, aVR, aVL, aVF) дают возможность регистрировать разность потенциалов во фронтальной плоскости.

Грудные отведения, предложенные F. Wilson, являются однополюсными. Индифферентный, объединенный электрод Вильсона присоединяют к отрицательному полюсу гальванометра. Активный электрод помещают в различные точки грудной клетки, обозначаемые арабскими цифрами, и соединяют с положительным полюсом гальванометра. Обычно регистрируют 6 грудных отведений:

- V1 - четвертое межреберье по правому краю грудины;

- V2 - четвертое межреберье по левому краю грудины;

- V3 - между V3 и V4;

- V4 - в пятом межреберье слева по lin. medioclavicularis;

- V5 - в пятом межреберье слева по lin. axillaris ant.;

- V6 - в пятом межреберье слева по lin. axillaris med.

Грудные отведения позволяют регистрировать разность потенциалов в горизонтальной плоскости. Иногда для дополнительной диагностики патологии задней и перегородочной областей используют добавочные отведения: V7 - по lin. axillaris post., V8 - по lin. paravertebralis., отведения по Небу (A, D, I), по Клетену, по Слопаку.

Анализ ЭКГ обычно проводят по следующей схеме:

- I. Оценка регулярности сердечного ритма, установление источника возбуждения (оценка функции автоматии).
- II. Подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС).
- III. Определение продолжительности отдельных элементов ЭКГ (оценка

функции проводимости сердечной мышцы).

IV. Определение положения электрической оси сердца (определение поворотов сердца относительно передне-задней оси во фронтальной плоскости) и поворотов сердца относительно продольной оси в горизонтальной плоскости.

V. Определение вольтажа ЭКГ (оценка функции возбудимости сердечной мышцы).

VI. Характеристика отдельных элементов ЭКГ (зубцов, сегментов, интервалов).

ЭКГ - это периодически повторяющаяся кривая, отражающая протекание процесса возбуждения сердца во времени. Отдельные ее элементы /зубцы, сегменты, интервалы, комплексы/ получили специальные наименования /рис. 5/. Каждый элемент ЭКГ отражает распространение процесса возбуждения по определенным участкам сердца и имеет временную /сегменты, интервалы, зубцы, комплексы - в секундах/ и высотную /зубцы - в мм и мВ/ характеристику.

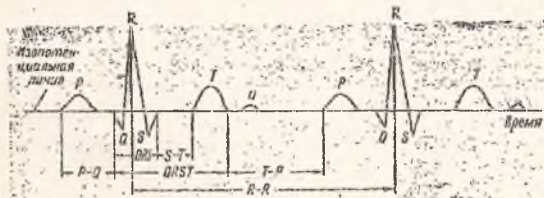


Рис. 5. Электрокардиограмма (схема).

Зубец "P" - характеризует возбуждение предсердий, восходящая часть - правого, нисходящая - левого предсердия. В норме он имеет продолжительность от 0,07 до 0,11 сек и амплитуду 1,5-2,5 мм. В норме в отведениях I, II, aVF, V2-V зубец P всегда положительный. В отведениях III, aVL, V1 зубец P может быть положительным, двухфазным, в отведениях III и aVL иногда бывает отрицательным. В отведении aVR зубец P всегда отрицательный.

Сегмент PQ - отрезок прямой на изоэлектрической линии, от конца зубца P до начала зубца Q, характеризует время атриовентрикулярной задержки и составляет 0,04 - 0,10 сек.

Интервал PQ - участок ЭКГ от начала зубца P до начала зубца Q, характеризует распространение возбуждения от предсердий к желудочкам, проведение импульса через атриовентрикулярное соединение, пучок Гиса и его разветвления, продолжительность этого интервала

0,12 - 0,20 сек.

Зубец Q - характеризует возбуждение межжелудочковой перегородки и пазиллярной мускулатуры, его продолжительность в норме от 0,02 до 0,03 с, амплитуда нормального зубца Q во всех отведениях, исключая aVR не превышает 1/4 высоты зубца R. В I стандартом отведении может отсутствовать.

Зубец R - характеризует возбуждение основной мускулатуры желудочков, в отведениях V1 и V2 отражает распространение возбуждения по межжелудочковой перегородке, в отведениях V4-6 по мышце левого и правого желудочков. Его амплитуда в стандартных отведениях от 5 до 22 мм, в грудных от 8 до 25 мм, продолжительность от 0,07 до 0,09 с. В грудных отведениях амплитуда зубца R постепенно увеличивается от V1 к V4, а затем несколько уменьшается в V5 и V6. Интервал внутреннего отклонения (время прохождения волны возбуждения от эндокарда к эпикарду) в отведении V1 не превышает 0,03 сек, а в отведении V6 - 0,05 сек.

Зубец S - характеризует возбуждение базальных отделов миокарда. Его высота достигает различных значений, не превышая 20 мм. В грудных отведениях зубец S постепенно уменьшается от V1, V2 до V4, а в отведениях V5, V6 имеет малую амплитуду или отсутствует совсем. Равенство зубцов R и S в грудных отведениях ("переходная зона") обычно регистрируется в отведении V3 - V4.

Комплексы QRS - желудочковый комплекс, характеризует процесс деполяризации желудочков. В норме длительность комплекса QRS не превышает 0,1 сек.

Сегмент ST - отрезок прямой на изоэлектрической линии, от конца зубца S до начала зубца T, характеризует тот момент, когда оба желудочка возбуждены одновременно. Его продолжительность от 0,1 до 0,15 с. Сегмент ST у здорового человека в отведении от конечностей расположен на изолинии (\pm 0,5 мм). В норме в грудных отведениях V1-V3 может наблюдаться небольшое смещение этого сегмента RS-T вверх от изолинии (не более 2 мм), а в отведениях V4-6 вниз (не более 0,5 мм).

Зубец T - характеризует процесс реполяризации миокарда, его высота составляет 1/8 - 2/3 амплитуды зубца R, в отведениях от конечностей не превышает 5-6 мм, в грудных отведениях 15-17 мм. Продолжительность 0,1 - 0,25 с. В норме зубец T всегда положительный в отведениях I, II, aVF, V2-V6. В отведениях III, aVL и V1 зубец T может быть положительным, двухфазным или отрицательным. В отведе-

нии ΔV_K зубец T в норме всегда отрицательный.

Интервал ST - отрезок ЭКГ от начала зубца S до конца зубца T, характеризует обратное развитие процесса возбуждения в сердце, его продолжительность - 0,2-0,4 с.

Интервал TP - общая пауза сердца, продолжительность - 0,4 с.

Интервал RR - полный сердечный цикл, продолжительность 0,8 с.

На ЭКГ иногда /у детей и спортсменов/ встречается зубец U, который по мнению ряда исследователей характеризует реполяризацию в волокнах Пуркинье.

1.5. РЕГУЛЯЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА.

Деятельность сердца может регулироваться двумя путями: нервным и гуморальным. Первый путь регуляции работы сердца достаточно сложен и включает в себя условно-рефлекторный и безусловно-рефлекторный этапы. Их реализация осуществляется интракардиальными и экстракардиальными механизмами нервной регуляции.

Условно - рефлекторный механизм регуляции представляет собой изменения в работе сердца в ответ на те или иные раздражители в процессе становления организма. Например, усиление работы сердца у студентов в предэкзаменационной ситуации (экзамен, экзаменатор, экзаменационный билет и т.п. - это комплекс условных раздражителей, приводящих в конечном счете к изменению деятельности сердца).

Безусловно-рефлекторный путь регуляции работы сердца может быть осуществлен по механизму внутрисердечной или экстракардиальной нервной регуляции.

Внутрисердечная нервная регуляция осуществляется на основе совокупных механизмов внутриклеточной, межклеточной и собственно внутрисердечной нервной регуляции. Так, в частности, внутриклеточный уровень регуляции заключается в способности кардиомиоцитов синхронизировать различные белки при их разрушении в ходе выполнения сократительной функции. Наиболее быстрый распад богатых энергией соединений АТФ и глюкогена происходит во время систолы и соответствует комплексу QRS электрокардиограммы. Распад и восстановление уровня этих веществ успевает полностью осуществиться во время диастолы.

Кардиомиоциты способны избирательно адсорбировать из циркулирующей крови и накапливать в цитоплазме вещества, поддерживающие их биоэнергетику, и соединения, повышающие потребность клеток в кислороде. Например, возникающая благодаря внутриклеточным меха-

низмам адсорбции на крови катехоламинов (адреналина, норадреналина) обеспечивает усиление сердечного кровотока, что сопровождается более сильным растяжением клеток миокарда во время диастолы.

Межклеточная регуляция связана с наличием вставочных дисков - нексусов, которые обеспечивают транспорт необходимых веществ, соединение мифбрилл; переход возбуждения с клетки на клетку. Также за счет нексусов осуществляется взаимодействие кардиомиоцитов с соединительнотканными клетками, составляющими строку миокарда и являющимися источником высокомолекулярных органических соединений, необходимых для выполнения функции и поддержания структуры клетки. Наличие нексусов позволяет миокарду реагировать на возбуждение как функциональный синцитий.

Внутрисердечная регуляция является автономной, хотя она естественно включается в сложную иерархию центральной нервной регуляции. Собственная нервная регуляция сердца осуществляется метасимпатической нервной системой, нейроны которой располагаются в интрамуральных ганглиях сердца и обладают собственным нейрогенным ритмом. Метасимпатическая нервная система имеет все звенья: сенсорное, ассоциативное, эфферентное и медиаторное и является базовой. Эфферентные связи с ЦНС опосредованы контактами симпатических и парасимпатических нервов на метасимпатических афферентных нейронах. В деятельности метасимпатической нервной системы сердца участвует более 20 медиаторов, результатом деятельности которых является изменение ритма сердечных сокращений, скорости предсердно-желудочкового проведения, скорости диастолического расслабления и др. Местные сердечные рефлексы, осуществляемые метасимпатической нервной системой, регулируют уровень сердечной деятельности в соответствии с потребностями общей гемодинамики организма. Например, раздражение рецепторов растяжения при усилении притока крови и переполнении коронарных сосудов сопровождается ослаблением силы сердечных сокращений, уменьшением притока крови. В результате в артериальную систему перекачивается меньший объем крови. Она задерживается в венах, обладающих большей емкостью, предотвращая, тем самым, внезапный выброс излишней крови в артерии. Опасно для организма и уменьшение сердечного выброса. Оно может вызывать критическое для жизни падение кровяного давления.

Следовательно, осуществляемые метасимпатической нервной системой внутрисердечные периферические рефлексы выполняют в организме защитную роль, поддерживая стабильность наполнения кровью

артериальной системы.

Экстракардиальная нервная регуляция обеспечивается специальными механизмами, в которых задействованы такие отделы мозга как кора, стволовая часть мозга, продолговатый мозг, спинной мозг, - передающими свои влияния по волокнам блуждающих и симпатических нервов, иннервирующих сердце. От их функциональной активности в конечном счете и будет зависеть работа сердца.

Влияния блуждающего нерва. Ядра блуждающих нервов расположены в продолговатом мозгу, от них аксоны клеток идут к сердцу и образуют в нем синапсы на моторных метасимпатических нейронах интрамуральных ганглиев. Волокна правого блуждающего нерва распределяются преимущественно в правом предсердии, поэтому связанные с ним метасимпатические нейроны иннервируют миокард, коронарные сосуды и особенно густо пронизывают синусный узел. Волокна левого блуждающего нерва через посредство метасимпатических нейронов передают свои влияния предсердно-желудочковому узлу. Поэтому при усиленной работе правого блуждающего нерва в основном меняется частота сердечных сокращений, а левого - атриовентрикулярное проведение.

Раздражение блуждающих нервов приводит к отрицательным изменениям в работе сердца. В частности, наблюдается отрицательный хронотропный эффект (замедление сердечного ритма), отрицательный инотропный эффект (снижение амплитуды сокращений), отрицательный батмотропный эффект (снижение возбудимости сердечной мышцы), отрицательный дромотропный эффект (снижение скорости проведения), отрицательный тонотропный эффект (снижение тонуса миокарда). При сильном раздражении блуждающего нерва может наступить полная остановка сердечной деятельности.

Все эти изменения объясняются замедлением процесса диастолической деполаризации, при этом мембранный потенциал приобретает пороговое значение позднее, чем в обычных условиях.

Характер этих изменений зависит также от наполнения сердца кровью. При переполнении полостей сердца может быть торможение парасимпатических влияний, а при слабом наполнении - усиление.

Влияние симпатических нервов прямо противоположно и проявляется в учащении сокращений сердца - положительный хронотропный эффект, усилении сокращений предсердий и желудочков - положительный инотропный эффект, улучшении проведения возбуждения в сердце - положительный дромотропный эффект, повышении возбудимости сердца - положительный батмотропный эффект, повышении тонуса сердца - поло-

жительный тонотропный эффект. В их основе также лежит изменение потенциала действия: он становится больше, развивается быстрее и быстрее сменяется одна его фаза другой.

В основе эффектов, вызываемых стимуляцией периферических концов и тех и других нервов, лежит выделение биологически активных веществ (медиаторов): ацетилхолина - в парасимпатическом отделе и норадреналина - в симпатическом. Именно эти медиаторы, изменяя соответствующим образом проницаемость мембран, стимулируют появление или положительных или отрицательных эффектов.

Вышеназванные нервы имеют тонус, который возникает в результате притока импульсации от различных рецептивных зон (например, дуги аорты, каротидного синуса и других, которые мы рассмотрим ниже при изучении регуляции сосудистого тонуса), а также он обусловлен восходящими активирующими влияниями ретикулярной формации, работой гипоталамуса и коры.

К рефлексам, которые регулируют деятельность сердца можно отнести целую группу реакций, связанных с работой различных рецептивных зон, - например, от рецепторов растяжения в устье полых вен - рефлекс Бейнбриджа. При повышении давления крови в полых венах возникает рефлекторное уменьшение тонуса блуждающего нерва и усиление тонуса симпатического, что приводит к усилению работы сердца. От рецепторов брюшины - рефлекс Гольца, от рецепторов глазных яблок - глазо-сердечный рефлекс Данини-Ашнерэ. И тот и другой являются вагусными рефлексам и проявляются замедлением сердечной деятельности.

Гуморальный механизм регуляции сердца осуществляется биологически активными веществами, выделяющимися в кровь из эндокринных желез, а также ионным составом межклеточной жидкости. Адреналин через аденيلاتцикловую систему обеспечивает снабжение миокарда энергией при расщеплении внутриклеточного гликогена с образованием глюкозы, повышает проницаемость клеточных мембран для ионов Са. Глюкагон оказывает на сердце положительный инотропный эффект путем стимуляции аденيلاتциклазы. Тироксин увеличивает частоту сердечных сокращений и повышает чувствительность сердца к симпатическим воздействиям. Кортикостероиды, серотонин, ангиотензин - увеличивают силу сокращений миокарда. Ионы Са повышают возбудимость и проводимость мышечных волокон, активируя фосфоорилазу и обеспечивая сопряжение возбуждения и сокращения. Снижают действие сердечной мышцы - ацетилхолин, ионы K^+ , HSO_3^- , H^+ , отдельные простагландины.

2. КРОВЯНОСТЫЕ СОСУДЫ.

В функциональном отношении все кровяные сосуды могут быть подразделены на следующие типы: эластические (амортизирующие) - аорта, легочная артерия; мышечные - крупные и средние артерии; ре-зистивные (сосуды сопротивления) - концевые артерии и артериолы; обменные - капилляры; емкостные - посткапилляры, вены, крупные вены.

Движение крови по сосудам подчиняется закономерностям, в основе которых используются законы гидродинамики. Раздел гидродинамики, который изучает причины, условия и механизмы движения крови в сердечно-сосудистой системе называют гемодинамикой.

К факторам, которые определяют ток крови по сосудам следует отнести: давление, сопротивление и скорость. Силой, создающей давление в сосудистой системе, является сердце. У человека среднего возраста при каждом сокращении сердца в сосудистую систему выталкивается 60-70 мл крови (систолический объем), который за минуту составляет 4-5 л (минутный объем кровообращения). Продвижению крови по сосудам способствует разность давлений в начале и конце большого круга кровообращения (120 - 0 мм.рт.ст.).

2.1. ОСОБЕННОСТИ КРОВОТОКА.

К особенностям кровотока следует отнести фактор одностороннего движения крови по сосудам (определяемый градиентом давления), непрерывность тока крови (связанная с эластичностью сосудов).

Почти во всех отделах сосудистой системы кровоток носит ламинарный характер - кровь движется отдельными слоями параллельно оси сосуда. Наряду с ламинарным в сосудистой системе существует турбулентное движение с характерным завихрением крови. Такой вид движения возникает в местах разветвлений и сужений артерий, в участках изгибов сосудов.

Основными показателями гемодинамики являются: объемная скорость кровотока, линейная скорость движения крови, скорость кругооборота крови, давление в разных областях сосудистой системы.

Объемная скорость кровотока характеризует количество крови, протекающее через поперечное сечение сосуда за единицу времени. В разных органах она различна (например, в сосудах мозга около 750 мл/мин, почках - 1200 мл/мин) и изменяется в зависимости от функционального состояния органа.

Линейная скорость движения крови характеризует скорость перемещения ее частиц вдоль сосуда при ламинарном кровотоке. Выражается в м/с. Она различна в отдельных участках сосудистого русла - в аорте - $0,5$ м/с, артериях - $0,2-0,4$ м/с, в капиллярах - $5-10$ м/с, в венах - $0,25$ м/с. *1-5 0,3-0,5 м/с 0,5-1 м/с*

Скорость кругооборота крови отражает время, за которое частица крови проходит большой и малый круг кровообращения. В среднем она равна $14-20$ с.

2.2. ДАВЛЕНИЕ КРОВИ.

Уровень кровяного давления определяется совокупностью ряда факторов: силой работы сердца, сопротивлением сосудов, объемом циркулирующей крови.

Основным фактором является работа сердца. При каждой систоле и диастоле давление в артериях колеблется. Величину артериального давления во время систолы характеризуют как систолическое или максимальное. У человека среднего возраста оно составляет $110-130$ мм рт.ст. Во время диастолы величина давления находится пределах $65-90$ мм рт. ст. и называется диастолическим (минимальным).

Разность между систолическим и диастолическим давлением называют пульсовым давлением. Оно пропорционально объему крови, выбрасываемому сердцем при каждой систоле. В мелких артериях пульсовое давление снижается, а в артериях и капиллярах находится на постоянном уровне.

По мере продвижения по сосудам давление изменяется. Если в аорте оно равно $120-130$ мм рт.ст., в артериях $100-120$, артериолах - $40-80$, капиллярах - $20-40$, венах - $10-5-0$ мм рт.ст.

Помимо этих видов давления существует еще так называемое среднее артериальное давление. Оно представляет собой равнодействующую колебаний артериального давления в разные фазы сердечного цикла, т.е. среднюю величину давления без пульсовых колебаний.

Другим, не менее важным фактором, определяющим величину кровяного давления, является периферическое сопротивление сосудистого русла. Сопротивление зависит в основном от диаметра прекапиллярных сосудов - мелких артерий и артериол.

Наконец, объем циркулирующей крови и ее вязкость также важны для величины кровяного давления. Обильные кровопотери приводят к снижению кровяного давления, переливание больших количеств крови

повышает артериальное давление.

Артериальное давление зависит от эмоционального и физического напряжения, при развитии которых оно повышается. В других случаях повышение кровяного давления может быть связано с патологическими реакциями.

2.3. АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПУЛЬС И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Под пульсом понимают периодические, синхронные с систолой колебания стенок периферических артерий, связанные с динамикой их кровенаполнения в течение одного сердечного цикла.

Пульсовая волна возникает в аорте в момент изгнания крови из желудочков, когда давление в аорте резко повышается и ее стенка растягивается. Волна колебания сосудистой стенки распространяется до артерий и капилляров и там затухает. Скорость распространения пульсовой волны не зависит от скорости течения крови (если максимальная скорость течения крови до 0,5 м/с, то скорость распространения пульсовой волны до 3,0-15,0 м/с).

Для исследования пульса обычно используют лучевую (а. radialis) артерию. Она имеет идеальные условия для пальпации - доступна на большом протяжении, расположена поверхностно, под артерией находится лучевая кость, что позволяет прижать к ней артерию для определения ряда характеристик пульса. В случае необходимости можно определять пульс на височной, сонной артериях, на ногах - на а. dorsalis pedis. Оценку пульса производят вначале одновременно на двух руках, при отсутствии разницы - продолжают на одной.

Обычно исследуют 6 основных характеристик пульса:

Частота - это количество пульсовых волн за минуту. В норме частота пульса у взрослого человека находится в пределах 60-80 ударов. Увеличение частоты пульса больше 80 называется тахисфигмией (частый пульс). Она может возникнуть в физиологических условиях - в результате физической нагрузки или эмоционального напряжения, при употреблении кофе, курении. Патологическая тахисфигмия является признаком многих заболеваний - миокардита, эндокардита, тиреотоксикоза, анемии. Следует помнить, что возрастание температуры тела на 1 °C приводит к увеличению частоты пульса у детей на 15-20, а у взрослых в среднем на 10 ударов.

В норме у новорожденных пульс составляет 130-140 ударов в минуту, в 1 год - 120-130, в 5 лет - около 100, в 7 лет - около 90,

в 15-16 лет приближается к норме взрослых. Если частота пульса меньше 60 - наблюдается брадисигмия (редкий пульс). Физиологическая брадисигмия является признаком ваготонии, бывает у спортсменов, во время сна. Патологическая брадисигмия наблюдается при поперечной блокаде проводящей системы сердца, снижении функции щитовидной железы, увеличении внутричерепного давления.

Ритм пульса определяется наличием одинаковых интервалов между очередными пульсовыми толчками, - в таком случае его называют ритмичным или регулярным. В обратном случае пульс считается неритмичным (нерегулярным). Неритмичный пульс может возникнуть у практически здорового человека при интенсивной физической работе, термических процедурах (в сауне, бане). Патологический вариант - аритмия, может проявляться в виде экстрасистолии, мерцательной аритмии, пароксизмальной тахикардии.

Напряжение пульса - это свойство, которое дает информацию о состоянии сосудистой системы. Оно отражает степень сопротивления сосудистой стенки при сдавлении ее пальцами. Резко напряженный пульс, когда он становится твердым, является характерным признаком гипертонического криза или склероза артерий. Снижение напряжения, легкая сдавливаемость пальцами свидетельствует о падении напряжения в сосудистой системе (мягкий пульс).

Наполнение пульса - свойство, по которому мы можем судить об уровне артериального давления. Чем больше систолическое давление, объем циркулирующей крови, тем сильнее наполнение. Такой пульс называется полным. При острой сосудистой недостаточности, сопровождаемой резким падением давления, пульс становится пустым. При массивном кровотечении, коллапсе, шоке пульс нитевидный (сочетается тахисигмией, плохое наполнение и напряжение).

Скорость - это характеристика, которая определяется при графической регистрации пульса (выражает интенсивность, с которой повышается давление в артериях во время подъема пульсовой волны и вновь снижается во время спада). Различают быстрый пульс - при физической работе, недостаточности аортального клапана; медленный пульс - при обмороке, при сужении аортального устья.

Высота - также определяется при графической регистрации. Характеризует крутизну подъема анакроты. Пульс может быть высокий и низкий.

Метод графической регистрации артериального пульса называется сфигмографией (Рис.6)

На сфигмограмме аорты и крупных артерий различают начальный резкий подъем кривой - анакроту. Она связана с открытием полулун-



Рис. 6. Артериальный пульс (сфигмограмма) сонной артерии:

- абв - анакрота - повышение давления во время систолы;
- вг - снижение давления в конце систолы;
- д - захлопывание полулунных клапанов;
- ежз - катакрота - снижение давления во время диастолы;

ных клапанов во время систолы желудочков, когда кровь с силой выбрасывается в аорту и растягивает ее стенки. Соответствует фазе быстрого изгнания крови. Далее следует более отлогий спад пульсовой кривой - катакрота. Она возникает в конце систолы желудочков и соответствует фазе медленного изгнания крови из них и заканчивается диастолой желудочков. Нисходящее колено этой части имеет выемку и добавочную волну - дикроту (или дикротический подъем). Она по времени совпадает с моментом закрытия полулунных клапанов и возникновением обратной волны тока крови. В периферических артериях анакротическое колено кривой более плавное, дикротический подъем выражен меньше (см. рис.6).

2.4. КАПИЛЛЯРНЫЙ КРОВОТОК.

Кровеносные капилляры являются самыми тонкими и многочисленными сосудами. Их функция заключается в обеспечении транскапиллярного обмена - снабжения клеток питательными веществами и удалении продуктов метаболизма. Для осуществления этих процессов необходим ряд условий: определенная скорость кровотока в капилляре, величина гидростатического и онкотического давления, проницаемость стенки капилляра. Скорость кровотока в среднем составляет 0,5-1,0 мм/с, время контакта эритроцита со стенкой капилляра длиной 100 мкм не более 0,15 сек. В среднем эритроцит находится в капилляре 1 сек.

Движение жидкости через капиллярную стенку происходит в результате разности гидростатического давления крови и окружающей ткани, а также под действием разности онкотического давления крови

и межклеточной жидкости. Процесс фильтрации из капилляров в межклеточную жидкость осуществляется под давлением около 7 мм рт.ст., а обратный ток в просвет капилляра - 8 мм рт.ст. Т.е. скорость фильтрации жидкости в итоге практически равна скорости ее реабсорбции. При увеличении гидростатического давления в капиллярах происходит усиление фильтрации воды из капилляра, в результате в тканевых пространствах повышается гидростатическое и снижается онкотическое давление. Если онкотическое давление снижено (например, при белковом голодании), то преобладает давление фильтрации и жидкость поступает в ткани, вызывая развитие отеков.

Большую роль в перераспределении кровотока в капиллярной сети выполняют прекапиллярные сфинктеры и артериоло-венулярные анастомозы. Они существуют почти во всех органах и влияют на скорость и объем кровотока в капиллярах.

Существует понятие капиллярного пульса (пульс Квинке) или псевдопульса - ритмическое колебание мелких артериол при систоле. Его легко обнаружить при прикладывании и отставлении стеклянной пластинки от губ. Этот пульс наблюдается при аортальной недостаточности, тиреотоксикозе.

2.5. ВЕНОЗНЫЙ КРОВОТОК.

Вены являются емкостными сосудами, обладающими самой большой растяжимостью и относительно низкой эластичностью. Их внутренняя поверхность снабжена клапанами (за исключением мелких венул, вен воротной системы и полых вен), которые способствуют току крови к сердцу и препятствуют ее обратному движению. Одновременно они предохраняют сердце от излишней затраты энергии на преодоление колебательных движений крови. Несмотря на то, что давление в венах достаточно низкое, скорость кровотока значительна. В основе этого лежат следующие механизмы: разность давления в артериальном и венозном конце системы кровообращения, остаточная сила сердца, присасывающее действие грудной клетки (дыхательный насос), сокращение скелетных мышц (мышечный насос), давление диафрагмы.

Колебания давления и объема в венах за время одного сердечного цикла, связанные с динамикой оттока крови в правое предсердие в разные фазы систолы и диастолы называется венным пульсом. Эти колебания передаются ретроградно и их можно обнаружить в крупных, близко расположенных к сердцу венах - обычно в полых и яремных. Скорость распространения пульсовой волны составляет 1-3 м/с. Про-

исхождение пульсовой волны венозного пульса иное, чем артериального. Причиной венозного пульса является прекращение оттока крови из вен к сердцу во время систолы предсердий и желудочков. В этот момент ток крови в больших венах задерживается и давление в них возрастает.

На кривой венозного пульса - флебограмме (рис. 7), различают три волны. Первая волна (а) возникает во время систолы правого предсердия. В этот момент отток крови из вен к сердцу прекращается и давление в них возрастает. Когда предсердие расслабляется и кровь снова начинает поступать в его полость, давление в вене падает и кривая возвращается к исходному уровню. Однако падение давления прерывается новой волной (с). По времени она совпадает с пульсом соседней сонной артерии и отражает колебание ее стенки. Толчок сонной артерии сообщается вене и вызывает в ней возникновение быстро протекающей волны повышенного давления. После такого кратковременного подъема давление продолжает равномерно падать. Это происходит потому, что кровь непрерывно оттекает в предсердие, находящееся в это время в диастоле. После заполнения предсердий давление в вене вновь начинает повышаться, происходит застой крови и растяжение венозной стенки. Все это вызывает возникновение третьей пологой волны (v). После этого начинается новый сердечный цикл, и в момент систолы предсердий возникает новая первая волна венозного пульса.

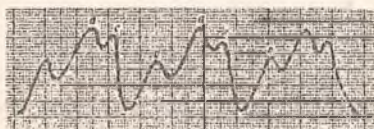


Рис. 7. Венозный пульс (флебограмма):
а - отражение систолы предсердий;
с - систолы желудочков;
v - конца диастолы предсердий.

2.6. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ.

Динамически изменчивые соотношения между работой сердца, сопротивлением и емкостью сосудистого русла и количеством циркулирующей крови обеспечивается сложной системой регуляторных механизмов. Практически невозможно строго разделить регуляцию сердца и сосудов, за исключением отдельных местных механизмов регуляции

кровообращения.

На местном уровне образующиеся в процессе метаболизма продукты способны расширить прекапиллярные артериолы и увеличивать в соответствии с деятельностью органа количество открытых функционирующих капилляров. Например, при усилении деятельности скелетной мышцы образование АТФ вначале недостаточно, но возрастает количество продуктов его распада (АДФ, АМФ). Их избыток активизирует ресинтез АТФ, возникающий избыток аденозина приводит в конечном счете к расслаблению стенок сосудов, что влечет за собой увеличение кислородного снабжения мышцы и увеличения синтеза АТФ.

Понижение тонуса гладких мышц сосудов микроциркуляторного русла и возникающее в результате расширение сосудов происходит под влиянием ряда других продуктов метаболизма (например ионов H^+ , кислых продуктов обмена, низкого напряжения кислорода и высокого CO_2). Важную роль в местных перераспределительных реакциях кровообращения играют такие биологически активные вещества как кинины, простагландины, гистамин.

Гладкие мышцы стенок сосудов никогда не бывают полностью расслаблены, они всегда находятся в состоянии тонического напряжения. Оно обеспечивается как чисто миогенными факторами - это базальный тонус, так и нейрогуморальными. В основе базального тонуса лежит способность некоторых гладкомышечных клеток сосудов к спонтанной активности и распространению возбуждения от клетки к клетке с формированием ритмичных колебаний тонуса. Это особенно четко выявляется в артериолах, метаартериолах, прекапиллярных сфинктерах. Этот тонус несдвигаков для разных областей сосудистого русла. Он наиболее выражен в сосудах органов с высоким уровнем метаболизма. Благодаря наличию базального тонуса сосуды некоторых областей могут поддерживать объемную скорость кровотока на постоянном уровне независимо от колебаний системного артериального давления (почки, сердце, мозг).

Однако местные механизмы регуляции кровообращения недостаточны для того, чтобы обеспечить быстрые и значительные изменения кровообращения, особенно возникающие в процессе приспособления организма к изменениям среды. Они осуществляется рефлекторными и гуморальными механизмами регуляции сосудистого тонуса.

Рефлекторная регуляция сосудистого тонуса осуществляется за счет совокупности нервных структур - сосудодвигательного центра. Структуры, относящиеся к этому центру, локализуются в спинном моз-

ге, продолговатом, гипоталамусе, коре больших полушарий. В спинном мозге в области боковых рогов располагаются нейроны симпатического отдела вегетативной нервной системы, иннервирующие кровеносные сосуды. На уровне продолговатого мозга к сосудодвигательному центру относят нейроны, расположенные на дне четвертого желудочка. Они подразделяются на депрессорную и прессорную зону. Депрессорная зона способствует снижению артериального давления путем уменьшения активности симпатических сосудосуживающих волокон и ослабления симпатических влияний на сердце. Прессорная оказывает прямо противоположное влияние. В гипоталамусе, вышем подкорковом центре, также выделяют прессорный и депрессорный отдел. На этом уровне осуществляется коррекция гемодинамики в зависимости от изменений обменных процессов. Кортикальный уровень регуляции оказывает нисходящее влияние на ядра продолговатого мозга, участвует в формировании условно-рефлекторной регуляции деятельности сердца и сосудов.

В рефлекторной регуляции кровообращения мы можем выделить два этапа: условно-рефлекторный и безусловно-рефлекторный. Первый связан с формированием условных рефлексов, направленных на регуляцию тонуса сосудов и работы сердца. Так, например, у студентов при сдаче экзамена экзаменационная комната, билеты, экзаменатор, являются теми условными раздражителями, которые приводят к активации работы сердца и увеличению тонуса сосудов.

Этап безусловно-рефлекторной регуляции связан с рефлексами, возникающими от различных рецептивных зон. Выделяют собственные и сопряженные рефлексы системы кровообращения. Собственные - это рефлексы, которые начинаются и заканчиваются в пределах данной системы (сосудах, сердце). Они подразделяются на прессорецептивные, началом которых является раздражение прессо- или барорецепторов различных рефлексогенных зон, и хеморецептивные, возникающие в результате раздражения хеморецепторов, чувствительных к изменению химического состава крови.

Прессорецептивные рефлексы берут свое начало от различных рецептивных зон сосудов, в основном от синускаротидной зоны, области дуги аорты, легочной артерии, беаымянной артерии. При повышении кровяного давления в этих зонах происходит раздражение прессорецепторов (минимальный порог возбуждения этих рецепторов - 40 мм рт.ст., максимальный - 200 мм рт.ст.). Например, если возбуждаются рецепторы синускаротидной зоны, импульс идет по синускаротидному нерву в продолговатый мозг и передается на депрессорный отдел

центра регуляции кровообращения, а от него по эфферентным волокнам к гладким мышцам стенок сосудов и к сердцу. В результате их действия снижается работа сердца и тонус сосудов и итогом этого является понижение общего артериального давления.

Хеморецептивные рефлексy начинаются от хеморецепторов, которые в большей степени также сосредоточены в тех же рефлексогенных зонах (в частности, каротидный и аортальный клубочки). Эти рецепторы реагируют на изменение концентрации в крови O , CO , H . Рефлекторная дуга этих рефлексов принципиально такая же как и у прессорецептивных, но информация в нервный центр приходит к прессорному его отделу. Поэтому результатом их действия будет усиление работы системы кровообращения.

Сопряженные рефлексy - это рефлекторные акты, началом которых является раздражение самых различных рецепторов (проприо-, интеро- и экстерорецепторов). Поэтому все эти рефлексy можно разделить на три группы. Проприоцептивные сопряженные рефлексy - возникают при работе опорно-двигательного аппарата (мышц, сухожилий, связок, суставов) во время физической нагрузки. От этих рецепторов информация в конечном счете попадает в прессорный отдел центра регуляции кровообращения. В результате возрастает работа сердца и сосудов. Этим объясняется повышение кровяного давления и частоты сердечных сокращений при физических нагрузках.

Многочисленна группа интероцептивных сопряженных рефлексов, которые могут брать начало от самых различных внутренних органов и вызывать изменение работы сердца и тонус сосудов. Например, эпигастральныи рефлекс, который воспроизводится надавливанием на подложечную область, сопровождается снижением деятельности сердца и падением кровяного давления, так как информация от этой рецептивной зоны (рецепторы брюшины) поступает в депрессорный отдел центра сердечно-сосудистой регуляции.

К экстероцептивным рефлексам относится многочисленная группа рефлекторных актов, возникающих при раздражении поверхности тела (тактильные, температурные, болевые).

Сопряженные рефлексy дают возможность системе кровообращения быстро и адекватно приспособливаться к меняющимся условиям внутренней и внешней среды.

Как мы отмечали, главными сосудосуживающими элементами, влияющими на тонус сосудов, являются симпатические нервные волокна. Они постоянно находятся в состоянии тонического возбуждения. Одна-

ко, если по этим нервным волокнам информация будет идти в меньшем объеме, то наступает расширение сосудов (дилатация), которая в то же время не является беспредельной, так как сдерживается базальным тонусом сосудов.

Помимо констрикторных существуют специальные волокна, возбуждение которых сопровождается вазодилатацией. Например, ветви язычного нерва (барабанная струна), идущего к подчелюстной слюнной железе, вызывают расширение сосудов этой железы. Аналогичный эффект возникает и при стимуляции языкоглоточного, верхнегортанного и тазового нервов (все они являются парасимпатическими). Однако это вовсе не означает, что все вазодилататоры относятся к парасимпатической нервной системе и что парасимпатические нервы расширяют сосуды. Например, волокна блуждающего нерва сужают сосуды сердца. В то же время возбуждение симпатических нервов может привести к расширению сосудов сердца и скелетных мышц. Имеются сосудорасширяющие волокна и в соматических нервах, например, в седалищном.

Основным механизмом нервной регуляции капилляров является эфферентная иннервация бессинаптического типа посредством свободной диффузии медиаторов в направлении стенки сосудов.

Гуморальная регуляция сосудистого тонуса связана в основном с мозговым и корковым слоем надпочечников, задней долей гипофиза и микстогломерулярного аппарата почек.

Гормон мозгового слоя надпочечников - адреналин обладает наиболее выраженным сосудистым действием. На артерии и артериолы кожи, органов пищеварения, почек и легких он оказывает сосудосуживающее действие; на сосуды скелетных мышц, гладкой мускулатуры бронхов - расширяющее. Подобным действием обладает норадреналин. Их влияние на сосудистую стенку определяется существованием разных типов адренорецепторов - альфа и бета. В сосудах имеются оба типа рецепторов. Взаимодействие медиатора с альфа-адренорецептором ведет к сокращению стенки сосуда, с бета-рецепторами - к расслаблению. Норадреналин взаимодействует преимущественно с альфа-адренорецепторами, адреналин - с альфа- и бета-рецепторами.

Гормон коркового слоя надпочечников - альдостерон усиливает обратное всасывание натрия в почках, слюнных железах, пищеварительной системе, изменяя чувствительность стенок сосудов к влиянию адреналина и норадреналина.

Гормон задней доли гипофиза - вазопрессин вызывает сужение артерий и артериол брюшной полости и легких. Сосуды сердца и мозга

реагируют на него расширением, что способствует улучшению питания мозговой ткани и сердечной мышцы.

Клетки юкстагломерулярного аппарата продуцируют гормон ренин, который действует на ангиотензиноген (глобулин плазмы крови) и превращает его в ангиотензин-1. Последний под влиянием особого фермента легких, почек, мозга - карбоксипептидазы превращается в ангиотензин-2. Под влиянием этого вещества наступает вазоконстрикция, в результате чего уменьшается кровоток в почках, кишечнике, коже и увеличивается в мозгу, сердце и надпочечниках. Кроме того ангиотензин-2 способен усиливать действие адреналина и норадреналина.

На тонус сосудов существенное влияние оказывает также большая группа биологически активных веществ. Гистамин расширяет сосуды сердца, печени, кишечника; вызывает реакцию покраснения кожи; при его введении в организм возникает резкое снижение артериального давления. Серотонин на тонус сосудов оказывает как прямое, так и рефлекторное действие; в первом случае при действии на гладкую мускулатуру приводит к спазму сосудов и повышению артериального давления, во втором - воздействуя на рефлексогенные зоны вызывает гипертензию. Брадиканин образуется в плазме крови, особенно много его в поджелудочной и поджелудочной железах - расширяет сосуды кожи, скелетных мышц, мозговые и коронарные сосуды. Различные простагландины могут вызывать диаметрально противоположные эффекты - сужать стенки кровеносных сосудов и повышать артериальное давление, а также оказывать сосудорасширяющее действие с гипотензивным эффектом.

3. ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ И РЕГУЛЯЦИИ В ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ.

3.1. Кровообращение в сердце осуществляется коронарными артериями, большим количеством капилляров и венозистых каналов. Условия циркуляции крови в венечных сосудах значительно отличаются от условий циркуляции в сосудах других органов тела. В момент систолического напряжения желудочков сердечная мышца сдавливает находящиеся в ней сосуды, поэтому кровоток ослабляется, доставка кислорода к тканям снижается. Сразу же после конца систолы кровоснабжение сердца увеличивается. Ток крови в коронарных сосудах может изменяться и в зависимости от давления в аорте, в то же время, благодаря механизмам регуляции он может возрастать при неизменности артериального давления.

Нервная регуляция коронарного кровообращения остается во многом не исследованной. Основная регулирующая роль взаимодействия естественных симпатических и парасимпатических влияний состоит в быстром и адекватном приспособлении коронарного кровообращения к текущим потребностям организма. Возбуждение блуждающих нервов расширяет коронарные сосуды. При раздражении сердечных симпатических ветвей наблюдается расширение коронарных сосудов и увеличение кровотока. При этом увеличивается сила и частота сердечбиений, растет скорость сокращения сердечной мышцы. Все это изменяет метаболизм миокарда и вызывает расширение коронарных сосудов.

Считают, что в регуляции коронарного кровотока основное значение имеет достаточность потребления кислорода миокардом. Если снабжение кислородом сердечной мышцы недостаточно, это вызывает возбуждение хеморецепторов в миокарде, рефлекторное расширение артерий и увеличение кровотока. Такую же реакцию вызывает накопление в крови CO_2 . Вот почему при задержке дыхания (и как результат накопления CO_2), коронарный кровоток значительно увеличивается.

3.2. Кровообращение в мозгу более интенсивно, чем в других органах. Около 15% крови каждого сердечного выброса в большой круг кровообращения поступает в сосуды головного мозга. Мозговые артерии - это сосуды мышечного типа с обильной адренергической иннервацией, что позволяет им менять просвет в широких пределах. Мозг получает кровь от артерий, радиально отходящих от сосудов мягкой мозговой оболочки. В последние кровь поступает из мозгового артериального круга. Между артериолами и венами анастомозов нет, капилляры находятся в открытом состоянии. Количество их тем больше, чем интенсивнее метаболизм ткани.

Распределение кровотока в мозгу весьма неравномерно. Наиболее высокий уровень отмечен в корковых структурах и ядрах гипоталамуса. Важной особенностью мозгового кровотока является его независимость от общего кровотока при том условии, что череп ригиден и мозг практически несжимаем и объем всех жидкостей, находящихся во внутримозговых сосудах, почти постояен. Даже небольшое увеличение этого объема, вызываемое существенным расширением артерий и увеличивающий кровоток, легко компенсируется незначительным сужением вен, объем которых гораздо больше.

В норме сосудосуживающие нервные волокна оказывают незначительное влияние на кровоток в головном мозгу. Такая скудная иннервация сосудосуживающими нервами головного мозга является благоприят-

ятым обстоятельством. Когда кровяное давление падает, например после сильной кровопотери, при которой имеет место сужение кровеносных сосудов периферии, мозговые сосуды расширяются. Благодаря ауторегуляции мозговой кровотока даже в такой ситуации остается постоянным (при снижении давления до 50-60 мм рт.ст.). При дальнейшем падении давления кровотока будет естественно снижаться, что в конечном итоге может привести к потере сознания.

Определенное значение в этом процессе играет и местная регуляция. Увеличение интенсивности обмена в головном мозге, изменение состава крови (увеличение содержания CO_2 и др.) вызывает расширение мозговых сосудов. Существенную роль в этих реакциях выполняют ионы H^+ (их внесосудистая концентрация), напряжение кислорода (при низком напряжении кислорода сосуды головного мозга расширяются, при высоком - сужаются), вентиляция газовыми смесями с высоким содержанием кислорода вызывает сужение сосудов.

Внутричерепные внесосудистые факторы оказывают влияние на объем крови и на кровотока в головном мозге. Острое повышение внутричерепного давления вызывает артериальную гипертензию (причиной чего является ишемия центра кровообращения). При более интенсивном повышении внутричерепного давления мозговой кровотока уменьшается до такого низкого уровня, что может развиваться коматозное состояние.

3.3. Кровообращение в легких. Сосуды малого круга кровообращения относительно небольшие по длине, имеют меньшее сопротивление, в них в 5-6 раз меньше давление, чем в аорте.

Емкость сосудистого русла легких может увеличиваться или уменьшаться. Так, при значительном повышении сопротивления току крови в сосудах большого круга, вызванном введением адреналина, количество крови в легких увеличивается. Благодаря тому, что емкость легочных сосудов непостоянна, кровенаполнение легких может изменяться в пределах 10-25% общего количества крови в организме. Таким образом, легкие являются одним из кровяных депо.

Большая растяжимость сосудов легочной сети создает условия для того, чтобы значительные изменения кровотока и объема могли осуществляться без труда. Однако она же способствует очень серьезным нарушениям, которые возникают всякий раз, когда вступают в действие существенные гидростатические факторы. При обычном дыхании или даже во время гипервентиляции, вызванной физической нагрузкой, вдох приводит к увеличению регионарного содержания крови и

к уменьшению регионарного сопротивления току крови.

При повышении давления крови в сосудах большого круга в результате рефлекса с сосудистых рефлексогенных зон одновременно с рефлекторным ослаблением работы сердца и расширения сосудов большого круга происходит рефлекторное увеличение кровенаполнения легочного круга. Благодаря этому выравнивается кровяное давление и происходит перераспределение крови между большим и малым кругом кровообращения.

Наряду с рефлексам с рецепторов сосудов большого круга кровообращения, регулирующими емкость легочного круга, имеет место обратный рефлекс - с легочных сосудов на сосуды большого круга. Этот рефлекс возникает при повышении давления в артериях легких, когда малый круг кровообращения переполняется кровью. Рефлексы вызывают замедление работы сердца, расширение сосудов большого круга кровообращения, увеличение объема селезенки. Все это ведет к увеличению количества крови в большом круге и уменьшению в малом. Это препятствует застою крови в легком. Физиологическое значение - облегчение работы сердца и нормализация кровообращения.

3.4. Кровообращение в челюстно-лицевой области и полости рта осуществляется через наружную сонную артерию и ее ветви - верхнечелюстную артерию, от которой отходит ряд ветвей, питающих челюсти, губы и слизистую оболочку. На нижней челюсти нижняя дуночковая артерия снабжает кровью периодонт и десну. Кровоснабжение слизистой оболочки преддверия рта и десны верхней челюсти осуществляет щечная артерия, а также задняя верхняя альвеолярная и подглазничная артерии. Вены, сопровождающие артерию, впадают во внутреннюю яремную вену.

3.4.1. Кровообращение в пульпе зуба осуществляется через верхушечное отверстие корневого канала и дополнительно через верхушки корней в пульпу проникают несколько артерий. В пульпе корня от артерии отделяется небольшое число веточек и лишь в пульпе коронки происходит образование обильной сосудистой сети. Под слоем одонтобластов и в самом слое образуется своеобразное сплетение из артериол и капилляров, анастомозирующих между собой. В пульпе зуба имеются своеобразные сосуды - резервуары, называемые гигантскими капиллярами, по ходу которых образуются колбообразные вадутия и синусы. Капиллярная сеть особенно обширна в слое одонтобластов, которые имеют тесный контакт со стенками капилляров. Этим обеспечивается высокая метаболическая активность и пластическая функция

одонтобластов.

Циркуляция крови в пульпе происходит внутри полости зуба, междей стенки. Пульсовые колебания объема крови в замкнутой полости должны были бы вызывать повышение тканевого давления, и, как следствие - нарушение физиологических процессов в пульпе зуба. Однако вследствие передачи пульсовых колебаний объема артерий на вены этого не происходит. Сосудистая сеть пульпы зуба обладает эффективными протизогастойными свойствами: суммарный просвет вен пульпы коронки больше, чем в области верхушечного отверстия, поэтому линейная скорость кровотока в области верхушечного отверстия корня зуба выше, чем в пульпе коронки. Пульсовые колебания вен аналогичны колебаниям вен головного мозга. Отводящие венозные сосуды пульпы зуба анастомозируют с периодонтальными венами. Богатая сеть анастомозов с венами периодонта обеспечивает большие функциональные возможности системы кровообращения в пульпе зуба.

Влияние кровоснабжения на функциональное состояние пульпы особенно наглядно проявляется в пожилом и старческом возрасте. Склеротические изменения сосудов, развивающиеся параллельно склерозу основного вещества пульпы, приводят к уменьшению емкости и объема микроциркуляторного русла пульпы зуба.

3.4.2. Кровообращение в пародонте осуществляется обильными коллатеральными, которые создаются сетью сосудистых анастомозов с микроциркуляторными системами альвеолярного отростка челюстей, пульпы зуба и окружающих мягких тканей. Между костной стенкой альвеолы и корнем зуба, располагается богатая сосудистая сеть в виде сплетений, петель и капиллярных клубочков. Благодаря этому образуется амортизационная (демпферная) система пародонта. Эта система необходима для выравнивания жевательного давления с помощью капиллярных анастомозов.

3.4.3. Кровообращение в десне и пародонте. Сосуды подходят непосредственно к слизистой оболочке, капилляры покрыты лишь несколькими слоями эпителиальных клеток. В поверхности десневых сосочков, прилежащей к шейке зуба, находятся подковообразные капиллярные клубочки. Вместе с сосудистой системой десневого края они обеспечивают плотное прилегание края десны к шейке зуба. При гингивите в первую очередь повреждаются сосудистые клубочки микроциркуляторного русла десны.

В пародонте сосуды образуют несколько сплетений. Наружное состоит из более крупных, продольно расположенных кровеносных

сосудов, среднее - из сосудов меньшего размера. Рядом с цементом корня расположено капиллярное сплетение.

3.4.4. Капиллярное русло кожи челюстно-лицевой области построено по классическому типу. Венозные отделы капилляров впадают в собирательные вены, образующие венозное сплетение. Сложная комбинация сетей артериол и венул также имеет артериовенулярные анастомозы, через которые артериальная кровь может поступать в венозный отдел микроциркуляторного русла, минуя капилляры.

3.4.5. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ.

Осуществляется нервным, гуморальным и миогенным механизмами. Нервный механизм регуляции заключается в том, что тоническая импульсация поступает к этим сосудам от сосудодвигательного центра по нервным волокнам, отходящим от верхнего шейного симпатического узла.

Вазомоторный тонус сосудов челюстно-лицевой области и пульпы зуба такой же, как и в других областях. Средняя частота тонической импульсации сосудосуживающих волокон имеет существенное значение для поддержания тонуса резистивных сосудов (в основном мелких артерий и артериол), так как нейрогенный тонус преобладает в этих сосудах челюстнолицевой области.

Сосудосуживающие реакции резистивных сосудов челюстно-лицевой области и пульпы зуба обусловлены высвобождением в окончаниях симпатических нервных волокон медиатора норадреналина. Последний взаимодействуя с альфа-адренорецепторами стенок мелких сосудов, дает сосудосуживающий эффект. Взаимодействие норадреналина с бета-адренорецепторами стенки сосудов приводит к их расширению.

Наряду с адренорецепторами в сосудах головы и лица имеются М- и Н-холинорецепторы, возбуждающиеся при взаимодействии с ацетилхолином и вызывающие расширение сосудов. Необходимо заметить, что холинэргические волокна могут принадлежать как к симпатическому, так и парасимпатическому отделам вегетативной нервной системы.

Центрами парасимпатической иннервации сосудов головы и лица являются ядра черепных нервов, в частности VIII (барабанная струна), IX (языкоглоточный нерв), и X (блуждающий нерв) пар. Постганглионарные волокна этих нервов выделяют ацетилхолин, который, взаимодействуя с холинорецепторами сосудов, вызывает их расширение.

Кроме того, в сосудах челюстно-лицевой области возможен механизм регуляции по типу аксон-рефлекса. Обнаружены вазомоторные эффекты при стимуляции нижнечелюстного нерва, который, являясь в основном афферентным нервом, может антидромно проводить возбуждение и вызывать расширение сосудов нижней челюсти. Такой вазомоторный эффект сходен по динамике с расширением сосудов кожи при раздражении периферического отрезка дорсального спинномозгового корешка.

Просвет сосудов челюстно-лицевой области и органов полости рта может изменяться также под влиянием гуморальных факторов. В стоматологической практике широко используется местное обезболивание (инфильтрационная и проводниковая анестезия), когда к раствору новокаина добавляют 0,1% раствор адреналина, который оказывает местное сосудосуживающее влияние.

Сосуды челюстно-лицевой области, в частности пародонта и пульпы зуба, обладают и собственно миогенным местным механизмом регуляции тонуса. Так, повышение тонуса сосудов мышечного типа - артерий и прекапиллярных сфинктеров приводит к уменьшению числа функционирующих капилляров, что предотвращает повышение внутрисосудистого давления крови и усиленную фильтрацию жидкости в ткани, т.е. является физиологической защитой тканей от развития отека. Миогенный механизм регуляции кровотока и транскапиллярного обмена играет особую роль в обеспечении жизнедеятельности пульпы зуба. Для пульпы, находящейся в замкнутом пространстве и ограниченной стенками полости зуба, этот механизм является чрезвычайно важным для регуляции микроциркуляции в норме и при патологии, например, при воспалении. Ослабление регуляторных механизмов миогенного тонуса сосудов является одним из факторов развития отека тканей пульпы, пародонта и других органов полости рта при воспалении.

Миогенный тонус сосудов сопротивления существенно снижается при функциональных нагрузках на ткани, что приводит к увеличению регионарного кровоснабжения и развитию "рабочей гиперемии". При пародонтозе, когда нарушается кровоснабжение тканей пародонта, функциональные нагрузки, снижающие миогенный тонус микрососудов (например, жевание), могут быть использованы в лечебно-профилактических целях для улучшения трофики пародонта. Это положение особенно важно в связи с тем, что в происхождении пародонтоза главную роль играют функциональные изменения тонуса сосудов.

Кроме того надо помнить, что лекарственные вещества, всасыва-

ясь в кровь через слизистую оболочку полости рта, могут оказывать гуморальное воздействие на систему кровообращения. Эту возможность необходимо учитывать врачу-стоматологу при проведении манипуляций в полости рта, особенно у больных сердечно-сосудистой патологией (гипертония, стенокардия, инфаркт миокарда и др.). У людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями обнаруживаются неспецифические изменения слизистой оболочки рта: цианоз, отечность слизистой оболочки и красной каймы губ, трещины языка, некроз мягких тканей, долго не заживающие трофические язвы. Причиной этих изменений, видимо, являются длительные нарушения периферического кровообращения и как следствие этого - гипоксия тканей.

Особенности кровоснабжения слизистой оболочки рта можно исследовать с помощью метода капилляроскопии. Этот метод приближенного исследования микроциркуляторного русла сосудистой системы. Визуальное наблюдение капиллярного кровотока слизистой оболочки полости рта дает представление о степени и особенностях ее васкуляризации. При капилляроскопии выявляются различные формы капилляров: извитые, в виде запятой, в виде петель, а также различный характер кровотока - непрерывный,

Для оценки функционального состояния сосудов зубочелюстной системы в стоматологии широко используют метод реографии. Это бескровный метод исследования кровообращения, основанный на графической регистрации сопротивления тканей при прохождении через них электрического тока. Метод реографии основан на выявлении зависимости изменения электропроводности ткани от колебаний кровенаполнения сосудов: сопротивление крови значительно меньше, чем сопротивление тканей, поэтому увеличение кровенаполнения тканей существенно снижает их электрическое сопротивление. В свою очередь кровенаполнение тканей меняется в различные фазы сердечного цикла (при систоле оно увеличивается, при диастоле уменьшается) и зависит от скорости кровотока. Кроме того, на электропроводность тканей влияют не только объем крови, но и ее химический состав, вязкость, количественное содержание форменных элементов.

Метод оценки гемодинамики пульпы зуба называется реодентографией, а тканей пародонта - реопародонтографией.

Слизистая оболочка полости рта является мощной рефлексогенной зоной, афферентная импульсация от которой может изменять деятельность сердца и тонус кровеносных сосудов. При раздражении вкусовых рецепторов сладкими веществами отмечается расширение сосудов ко-

нечностей, горькие вещества вызывают их сужение.

Болевые раздражения вызывают заметные изменения в системе кровообращения. Эти отклонения могут варьировать в зависимости от интенсивности раздражения и реактивности организма. Любая стоматологическая манипуляция представляет собой сложный эмоционально-болевой фактор, который может изменять функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Препарирование зубов у здоровых людей вызывает некоторые, не имеющие строгой закономерности изменения в системе кровообращения, выраженность которых зависит от индивидуальных особенностей организма. Влияние психоэмоционального фактора на функцию сердца может быть более существенным, чем влияние, которое оказывает само лечение.

В условиях амбулаторной стоматологической практики осложнения со стороны системы кровообращения встречаются нечасто. Однако, предвидеть возможные осложнения и уметь их преодолеть должен каждый врач-стоматолог. Особое внимание врач должен уделить пациентам с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Всякое стоматологическое вмешательство является сильным стресс-фактором, особенно для больных с нарушением регуляции и снижением компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы. Профилактика возникающих при этом осложнений требует проведение мероприятий, в первую очередь направленных на устранение эмоционального напряжения и боли. Отрицательные эмоции вызывают значительное повышение артериального давления, особенно у больных гипертонической болезнью. У таких больных отмечаются выраженные гемодинамические сдвиги не только в ответ на стоматологическое вмешательство, но и на его ожидание, что объясняется повышенной психоэмоциональной возбудимостью и лабильностью нервных центров, регулирующих кровяное давление. Тем не менее характер стоматологической патологии довольно часто требует санации полости рта для предупреждения тяжелых осложнений со стороны основного сердечно-сосудистого заболевания.

Нередко психоэмоциональное возбуждение, возникающее у пациентов при различных стоматологических вмешательствах, оказывается настолько сильным, что может привести к кратковременному подъему давления - кризу (головкружение, обморочное состояние), который возникает в результате нарушения мозгового кровообращения. При подобных осложнениях врач должен уметь оказать нестложную помощь.

4. ИЗМЕНЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ.

При мышечной деятельности повышается потребность организма в кислороде. Органы кровообращения играют большую роль в доставке кислорода к тканям, в частности, к скелетным мышцам. При физической работе деятельность сердца увеличивается, состояние сосудов в различных органах изменяется по-разному.

Уже в самом начале работы, а нередко даже при ее ожидании (условно-рефлекторный механизм регуляции), частота сердечбиений и систолический объем крови возрастает. Это ведет к увеличению минутного объема кровообращения, который при тяжелой работе может достигать больших величин (до 30-35 литров). Увеличение объема циркулирующей крови вызывает повышение систолического давления, что необходимо для усиленного кровоснабжения органов. Однако, в связи с рабочей гиперемией (обусловлена в основном местными гуморально-химическими факторами) в активных органах, кровяное давление повышается несколько меньше, чем в неактивных (связано с действием в этих органах адреналина, норадреналина и других факторов).

Диастолическое давление при работе изменяется меньше, чем систолическое. Пульсовая амплитуда должна обязательно возрастать. Расширение артериол и капилляров в активных областях тела ведет к рабочей гиперемии. Поскольку запас крови в организме ограничен, рабочая гиперемия, как уже отмечалось, должна сочетаться с уменьшением кровоснабжения неработающих органов. Это происходит в результате сужения артериол и мелких артерий и уменьшения эластичности стенок магистральных артерий, снабжающих кровью неработающие органы. Такой результат достигается благодаря сочетанию местных факторов регуляции, а также работе собственных рефлексов с хеморецепторов сосудов и сопряженных рефлексов с проприорецепторов мышц. Кроме того играет роль перераспределение тонуса за счет действия гуморальных факторов (гормонов, медиаторов). Работа сердца при мышечной деятельности несколько облегчается благодаря изменениям в состоянии кровеносных сосудов. Их сужение в неактивных областях тела уменьшает потребность в увеличении общего объема циркулирующей крови.

После окончания физической деятельности все восстанавливается к исходному состоянию через некоторое время благодаря включению собственных рефлексов с баро- (прессо-) рецепторов, направленных на ограничение работы сердца и сосудов.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.

РАБОТА N1

СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

(проводимость, сократимость, автоматия)

Для работы необходимы: кимограф, универсальный штатив, кардиограф Энгельмана с легким двулучным рычажком, пробковая пластина, набор инструментов, вата, марля, физиологический раствор, лигатура, лягушка.

Задание 1. Зарегистрировать сокращение сердца у лягушки.

Лягушку обезбоживают, осторожно вскрывают грудобрюшную полость, рассекают перикард, обнажают сердце и наблюдают за его работой. Подсчитывают число сердечных сокращений за 1 мин., затем регистрируют кардиограмму. Для этого, захватив верхушку сердца серфином, который прикреплен к рычажку писчика, регистрируют сокращения сердца.

Задание 2. Изучить степень автоматии различных отделов сердца.

Повторить опыт задания 1, а затем наложить первую лигатуру Станниуса (изолирующую) на границе между венозным синусом и предсердием. Зарегистрировать работу сердца, одновременно подсчитав число сердечных сокращений за минуту. Протянуть лигатуру Станниуса (раздражающую) на границе между предсердиями и желудочком. Зарегистрировать работу сердца, одновременно подсчитав число сердечных сокращений за минуту. Если работа сердца восстановится без раздражающей лигатуры, зарегистрировать на барабане кимографа эту работу и подсчитать количество сердечных сокращений. Наложить третью лигатуру на нижнюю треть желудочка и отметить состояние верхушки сердца. Чтобы убедиться, что способность верхушки сердца сокращаться сохранена, ее отрезают и помещают на предметное стекло с каплей физиологического раствора. Раздражать верхушку сердца уколами иглки, отметить ее реакцию.

Задание 3. Нарисовать схему проводящей системы сердца и указать скорость проведения возбуждения по типичным и атипичным зонам предсердий и желудочков.

Контрольные вопросы:

1. Из каких волокон состоит миокард?
2. В чем состоит механизм сокращения сердечной мышцы?
3. Отличие сердечной мышцы от скелетной и гладкой.
4. Сердечный цикл и его характеристика.
5. Особенности биопотенциалов проводящей системы и типичной мышцы сердца.
6. Автоматия сердца, ее механизм, значение.
7. Особенности распространения возбуждения по сердцу.

Литература:

1. Лекции.
2. Физиология человека, Г.И.Косицкий, М, 1985, с.239-245
3. Нормальная физиология. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 287-350.
4. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Новодрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 182-199.
5. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 288 с.

РАБОТА № 2

СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ (возбудимость, сократимость)

Для работы необходимы: кимограф, универсальный штатив, кардиограф Энгельмана, набор инструментов, пробковая пластина, вага, марля, физиологический раствор, лигатура, источник тока, электроды.

Задание 1. Обнаружить рефрактерный период и желудочковую экстрасистолию.

Обездвижить лягушку без декапитации. Экономно вскрыть на уровне нижних конечностей грудобрюшную полость, обнажить сердце. Верхушку сердца закрепить серфином, зарегистрировать кардиограмму. К серфину прикреплен один из раздражающих электродов. Второй электрод в виде петельки наложить на основание сердца. Подобрать такое напряжение, чтобы сердце в ответ на раздражение реагировало, но лягушка не задрогивала. Кратковременное раздражение нанести во время систолы желудочков. Повторять его несколько раз. За результатами раздражения сначала наблюдать, потом присоединить регистрацию

на барабане кимографа. Момент нанесения раздражения отметить стрелкой.

На втором этапе работы наносить на желудочек раздражение во время диастолы. Через 3-4 нормальных сокращения раздражение повторить. Зарегистрировать результат. Отметить экстрасистолу и компенсаторную паузу.

Задание 2. Изучить характер ответа сердечной мышцы на силу раздражения.

Остановить сердце в работе наложением 1-ой лигатуры Ставниуса. Затем вести запись на остановленном барабане, поворачивая его рукой. Сокращение сердца в таком случае регистрируется в виде вертикальной линии. Определить порог раздражения и регистрировать сокращения сердца в ответ на возрастающую силу стимула. Используют 4-6 стимулов различного напряжения, исключая пороговую величину.

Проанализировать характер ответов сердечной мышцы в зависимости от силы раздражения. Для правильного проведения опыта необходимо соблюдать достаточные промежутки времени между отдельными раздражениями (около 30 секунд).

Контрольные вопросы:

1. Абсолютная и относительная рефрактерные фазы сердечной мышцы.
2. Значение рефрактерного периода для функции сердца.
3. Экстрасистола, ее происхождение, виды.
4. Законы сокращения сердечной мышцы.

Литература:

1. Лекции.
2. Физиология человека, Г.И.Косицкий, М, 1985 с.239-245.
3. Нормальна фізіологія. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 287-350.
4. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Новодрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 182-199.
5. Физиология человека: в 4-х томах. Т.2./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 288 с.

РАБОТА N 3

ВЫСЛУШИВАНИЕ И РЕГИСТРАЦИЯ ТОНОВ СЕРДЦА.

Для работы необходимы: тонометр, фонендоскоп, фонокардиограммы.

Задание 1. Выслушать тоны сердца в покое.

Места выслушивания (проекции) компонентов тонов сердца: 5-ое межреберье слева на 1 см кнутри от срединно-ключичной линии - двухстворчатый клапан; 2-ое межреберье справа от края грудины - клапан аорты; 2-ое межреберье у левого края грудины - клапан легочной артерии; основание мечевидного отростка - трехстворчатый клапан.

Задание 2. Выслушать тоны сердца после физической нагрузки.

У одного и того же испытуемого прослушать тоны сердца до и после физической нагрузки (20 приседаний за 30 секунд).

Задание 3. Проанализировать фонокардиограмму.

Записать фонокардиограмму на 2-3 испытуемых, а затем осуществить ее анализ. Использовать стандартные фоно- и поликардиограммы.

Контрольные вопросы:

1. Особенности клапанного аппарата сердца, места проекции клапанов на грудную клетку.
2. Характеристика I тона.
3. Характеристика II тона.
4. Механизм возникновения III и IV тонов
5. Места наилучшего выслушивания тонов сердца.
6. Фонокардиография.

Литература:

1. Лекции.
2. Физиология человека, Г.И.Косицкий, М, 1985.
3. Нормальная физиология. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 287-350.
4. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Новадрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 195-200.
5. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 288 с.
6. Практикум по частвой биофизике и нормальной физиологии, под редакцией В.П.Миценко, 1992, г. Полтава, с. 147-150.

7. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. Справочник под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: "Медицина", - 1936. - 416 с.

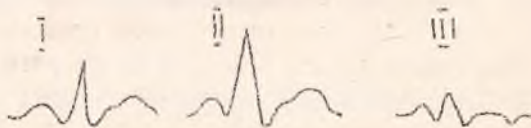
РАБОТА N 4

МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА

Для работы необходимы: электрокардиограф, кушетка, марля, физиологический раствор, электродная паста.

Задание 1. Зарегистрировать ЭКГ в трех стандартных отведениях.

Испытуемого укладывают на кушетку рядом с прибором, помогают максимально расслабиться. Согласно схеме, приведенной на боковой поверхности прибора, готовят соответствующие участки кожи к наложению электродов. Кожу в местах контакта с электродами протирают тампонами, смоченными спиртом, накладывают гидрофильную прокладку, закрепляют электроды. Затем регистрируют ЭКГ в стандартных отведениях.



Задание 2. Зарегистрировать ЭКГ в трех униполярных отведениях от конечностей (по Гольдбергеру).

Однополюсные отведения от конечностей обозначаются также, как и обычные однополюсные отведения, с добавлением в начале буквы "а" (первая буква латинского слова augmented - усиленный). Отведения avR, avL, avF отличаются друг от друга направлением зубцов и их амплитудой. На величину зубцов особенно влияет электрическая позиция сердца.

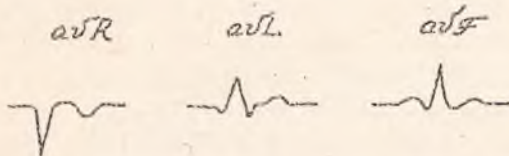
Отведение avR является единственным, в котором положительный электрод подключают к участку тела, почти всегда отрицательно заряженному (правой руке), поэтому на кардиограмме зубцы P, T и главный зубец комплекса QRS отрицательные.

В отведении avL зубец P имеет небольшую амплитуду, нередко бывает двухфазным с первой отрицательной фазой, а иногда и отрицательным.

Зубец P в отведении avF положительный; комплекс QRS может состоять из главного положительного зубца R, которому иногда пред-

шествует зубец Q и за которым может следовать зубец S.

У взрослых людей комплекс QRS в усиленных однополюсных отведениях изменяется в зависимости от положения сердца в грудной клетке (при горизонтальном положении сердца, например, в отведении avL зубец R становится более высоким, а в отведении avF более глубоким становится зубец S, обычно положительный в этом отведении зубец T иногда может быть сглаженным или отрицательным).

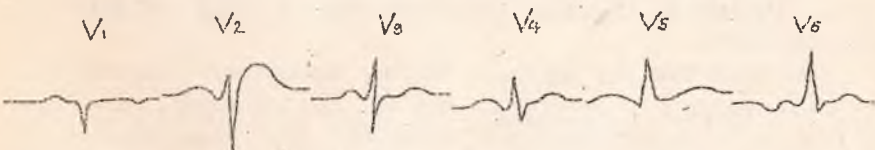


Задание 3. Зарегистрировать ЭКГ в униполярных грудных отведениях (по Вильсону).

Эта ЭКГ служит существенным дополнением к ЭКГ, записанной в обычных отведениях, позволяя более правильно оценить состояние сердечной мышцы при различных заболеваниях. Так, при инфаркте миокарда на ЭКГ, зарегистрированной в грудных отведениях, изменения иногда появляются раньше, чем в обычных отведениях, что имеет большое диагностическое значение.

При записи грудных отведений необходимо точно устанавливать грудной электрод. В связи с близостью электрода к источнику электрического поля даже небольшое перемещение приводит к значительному изменению отводимого потенциала.

Зубец P в отведениях V_1 и V_2 может быть положительным, двухфазным, или отрицательным; в отведениях V_3-V_6 - положительным.



Комплекс QRS в отведениях V_1-V_2 состоит из небольшого начального зубца r и глубокого отрицательного зубца S. Амплитуда этих зубцов в отведении V_2 обычно больше, чем в отведении V_1 . Грудное отведение, в котором комплекс QRS состоит из зубцов R, S с одинако-

вой амплитудой, называют переходной зоной. В большинстве случаев переходная зона отмечается в отведении V3, реже - в V4.

Задание 4. Провести анализ ЭКГ.

1. Определить правильность сердечного ритма - диагноз нормального синусового ритма устанавливается на основании следующих критериев: - наличие зубца Р синусового происхождения, постоянно предшествующего комплексу QRS;
- длительность интервала PQ 0,12-0,20 сек;
 - постоянная форма зубца Р во всех отведениях;
 - частота ритма 60 - 80 в минуту;
 - постоянное расстояние P-P или R-R.

2. Подсчитать частоту сердечных сокращений - для этого установить продолжительность одного сердечного цикла (интервал R - R) и вычислить, сколько таких циклов содержится в одной минуте. При неправильном сердечном ритме подсчитать продолжительность 5 или 10 интервалов R-R, вычислить среднюю продолжительность одного интервала. В скобках указать продолжительность наибольшего и наименьшего интервалов.

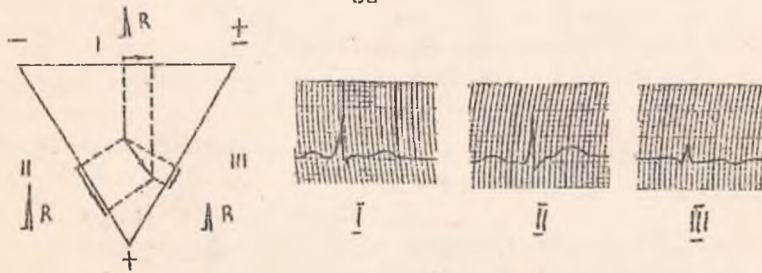
3. Определить продолжительность отдельных элементов ЭКГ.

Для оценки функции проводимости сердечной мышцы необходимо измерить длительность следующих элементов:

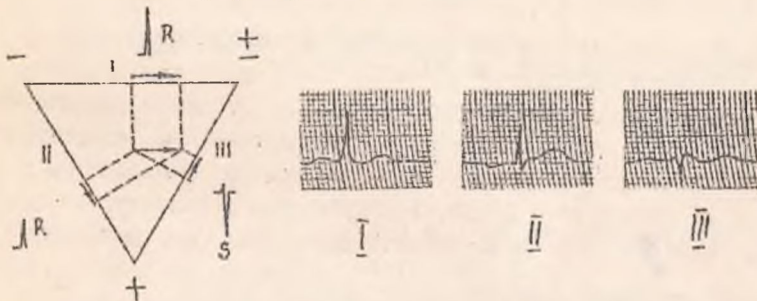
- зубец Р - проводимость по предсердиям (0,07 - 0,11 сек);
- интервал PQ - проводимость по предсердиям, проводящей системе сердца, атрио-вентрикулярная задержка (0,12 - 0,20 сек);
- комплекс QRS - проводимость по желудочкам (0,07 - 0,09 сек);
- интервалы внутреннего отклонения - проводимость по миокарду правого желудочка от эндокарда к эпикарду (в отведении V1 не более 0,03 сек), левого желудочка (в отведении V6 не более 0,05 сек).

4. Определить положение электрической оси сердца во фронтальной плоскости.

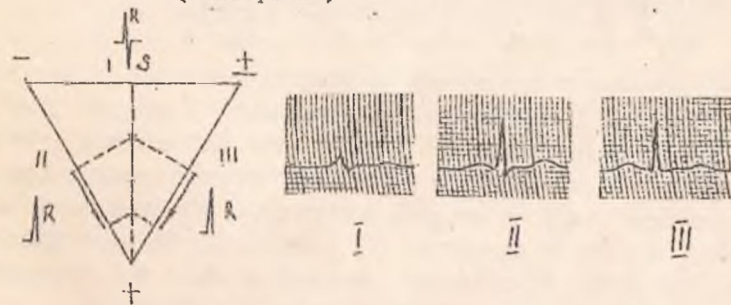
Электрическая ось сердца - среднее направление электродвижущей силы сердца в течении всего периода деполяризации. Она образует угол α с осью I стандартного отведения. Если величина угла α от 0 до +29 - положение электрической оси - горизонтальное; если угол α от +30 до +69 - нормальное, если +70 - +90 - вертикальное. Если угол больше +90, то это свидетельствует об отклонении оси вправо, если он больше 0, то это характерно для отклонения оси влево.



Нормальное положение электрической оси сердца
(нормограмма)



Горизонтальное положение электрической оси сердца
(левограмма)



Вертикальное положение электрической оси сердца
(правограмма)

Определить электрическую ось сердца можно и при помощи одно-
полюсных отведений.

В случае преобладания положительного зубца R в отведении avL
электрическая ось сердца считается горизонтальной, если в отведе-
нии avF комплекс QRS имеет форму QS или rS.

При доминировании положительного зубца в отведении avF элект-

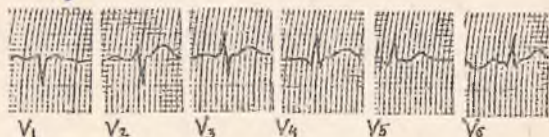


рическая ось сердца считается вертикальной, если в отведении avL комплекс QRS имеет форму QS или rS:



5. Определить повороты сердца относительно продольной оси в горизонтальной плоскости.

Повороты сердца вокруг продольной оси, условно проведенной через верхушку и основание сердца, определяются по конфигурации комплекса QRS в грудных отведениях, оси которых расположены в горизонтальной плоскости. Для этого необходимо установить локализацию переходной зоны, а также оценить форму комплекса QRS в отведении V6.



Переходной зоной называется то грудное отведение ЭКГ, где амплитуда зубцов R и S приблизительно одинакова. В большинстве случаев переходная зона отмечается в отведениях V3-V4. При повороте сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке /если следить за вращением сердца снизу со стороны верхушки/ переходная зона смещается влево, в область отведения V5; в отведении V6 регистрируется выраженный зубец S, комплекс RS фиксируется также в I стандартном отведении, тогда как в III отведении имеется комплекс qR.

При повороте сердца вокруг продольной оси против часовой стрелки переходная зона смещается вправо к отведению V2; комплекс QRS формы qR регистрируется в отведении V6, а также в I стандартном отведении.

6. Определить вольтаж ЭКГ.

Вольтаж ЭКГ можно оценить по высоте зубца R в стандартных и грудных отведениях, измеренную в мВ. Также высоту зубца R можно

измерить в мм. В стандартных отведениях от конечностей высота зубца R должна быть не менее 5 и не более 22 мм; в грудных отведениях - не менее 8 и не более 25 мм.

6. Охарактеризовать отдельные элементы ЭКГ.

Контрольные вопросы:

1. Какие процессы в сердечной мышце отражает ЭКГ? Механизм возникновения элементов ЭКГ.
2. Дать характеристику зубцам, интервалам и сегментам ЭКГ.
3. Какие свойства сердечной мышцы можно оценить по ЭКГ?
4. Как по ЭКГ определить ритм и частоту?
5. Что такое электрическая ось сердца? Варианты нормального положения электрической оси сердца.
6. Повороты сердца в горизонтальной плоскости, понятие переходной зоны.

Литература:

1. Лекции.
2. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография: Учеб. пособие. М.: Медицина, 1991. - 288 с.
3. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. Справочник под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: "Медицина", - 1986. - 416 с.
4. Нормальна физиология. /Под ред. В.И. Филимонова. - К.: "Здоров'я", 1994. - С. 287-350.
5. Общий курс физиологии человека и животных. /Под ред. А.Д. Новадрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 201-204.
6. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3. /Под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. - М.: Мир, 1986. - 288 с.

РАБОТА № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ ПО ЭКГ.

Для работы необходимы: электрокардиограммы.

Задание 1. Определить автоматия синусного узла.

Состояние функции автоматизма синусного узла определяют по частоте и ритму сердечных сокращений. При нарушении автоматии си-

нусного узла возникают аритмии. Различают:

- синусовую тахикардию -

водителем ритма является синусовый узел, ритм правильный, частота сердечных сокращений превышает 80 в минуту. Зубцы ЭКГ обычно не отличаются от нормы, расстояние R-R одинаковое, укороченное, укорочен и интервал T-P. Она может быть связана с повышением тонуса симпатического отдела нервной системы, понижением тонуса блуждающего нерва, поражением синусового узла вследствие его ишемии; влиянием на синусовый узел различных инфекций, токсинов.

- синусовую брадикардию -

характеризуется замедлением синусового ритма, когда частота сердечных сокращений от 40 до 60 в минуту. Ритм правильный, водителем ритма является синусный узел, автоматизм которого понижен. Зубцы ЭКГ обычно не изменены, интервалы R-R одинаковы и удлиненные. Она может быть связана с повышением тонуса блуждающего нерва, понижением тонуса симпатического отдела нервной системы, местным воздействием на синусовый узел (инфаркт, гипоксия), инфекционно-токсическими влияниями.

- синусовую аритмию -

которая является следствием нерегулярной деятельности синусового узла, что приводит к неравномерному образованию в нем импульсов возбуждения. Это вызывает чередующиеся периоды учащения и урежения ритма. Расстояние R-R между различными комплексами QRS не одинаковое и разница в продолжительности самого короткого и самого продолжительного интервала R-R превышает 10% от среднего расстояния R-R.

Различают дыхательную и недыхательную синусовую аритмию (чаще встречается дыхательная форма). Изменение частоты сердечных сокращений во время дыхания могут быть связаны с колебаниями тонуса симпатического и блуждающего нервов в связи с фазами дыхания.

Задание 2. Определить наличие экстрасистол.

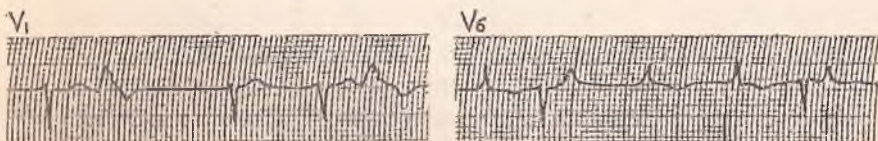
При наличии дополнительного очага возбуждения в сердце возможно временное подавление синусового ритма с образованием внеочередного импульса и последующего сокращения сердца - экстрасистолы. Это преждевременное возбуждение и сокращение всего сердца или его отделов, импульс для которого обычно исходит из разных участков проводящей системы сердца. Оно нередко отмечается у практически здоровых людей при физическом или нервном напряжении, сильных эмо-

циях, стрессовых ситуациях, а также при заболеваниях сердца, легких, желудочно-кишечного тракта, почек и др. Различают следующие типы экстрасистол:

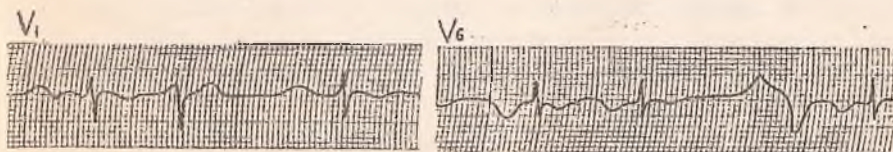
- предсердные экстрасистолы - характерным для ЭКГ является деформация зубца P. Комплекс QRS не изменен, после предсердной экстрасистолы наступает компенсаторная пауза;

- желудочковые экстрасистолы - отмечается уширение и деформация комплекса QRS, отсутствует связь с зубцом P, наблюдается полная компенсаторная пауза.

Для левжелудочковой экстрасистолы характерен высокий зубец R в V1-2 и глубокий зубец S в V5-6.



Для правожелудочковой экстрасистолы характерен высокий зубец R в V5-6, глубокий зубец S в V1-2.



Задание 3. Определить функцию проводимости миокарда.

В нормальных условиях импульс от синусового узла распространяется по миокарду в определенной последовательности. Нарушения функции проводимости могут быть локализованы на разных уровнях.

Различают:

- синоатриальную блокаду - импульс из синусового узла не проводится к предсердиям (импульс не образуется в синусовом узле, слабый импульс, который предсердия не воспринимают);

I степени - замедление образования импульсов в синусном узле или замедление его проведения (из ЭКГ не улавливается);

II степени - часть импульсов не доходит до предсердий, выпа-

дают сокращения предсердий и желудочков. На ЭКГ - укорочение интервала P-P, за ним длительная пауза;

III степени - полная блокада. На ЭКГ - выпадение зубца P, комплекса QRS и зубца T, регистрируется изолиния. Наблюдается при воспалительных изменениях миокарда, пороках сердца, атеросклеротических процессах, гиперкалиемии и др.

- атривентрикулярную блокаду - задержка или прекращение проведения импульсов из предсердий через атриовентрикулярный узел.

Различают: I степени (а) - на ЭКГ отмечается удлинение интервала P-Q (более 2,0 см), комплекс QRS не изменен (хроническая ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, миокардиты);

II степени (б) - когда один или несколько импульсов из синусного узла не могут быть проведены к желудочкам, вследствие чего выпадает одно или больше сокращений желудочков. На ЭКГ постепенное ухудшение атриовентрикулярной проводимости проявляется в прогрессирующем удлинении интервала P-Q от комплекса к комплексу с последующим выпадением желудочкового комплекса.

III степень (в) - полная поперечная блокада, характеризуется тем, что ни один импульс из предсердий не проходит к желудочкам. Предсердия возбуждаются под влиянием синусового узла, желудочки - атриовентрикулярного. Зубцы P не связаны с желудочковым комплексом, наслаиваются на различные моменты систолы и диастолы желудочков. В связи с тем, что предсердия сокращаются чаще, чем желудочки, расстояние P-P меньше R-R.

- блокада ножек пучка Гиса - нарушение или полное прекращение проведения возбуждения по правой или левой ножке пучка Гиса. Блокада правой ножки пучка Гиса диагностируется по грудным отведениям; имеются изменения в стандартных отведениях. Блокада левой ножки пучка Гиса также характеризуется изменениями как в грудных, так и в стандартных отведениях.

Контрольные вопросы:

1. Какие свойства сердечной мышцы можно оценить по ЭКГ?
2. Основные виды аритмий.
3. Изменение возбудимости и появление экстрасистол.
4. Нарушение функции проводимости.

Литература:

1. Лекции.

2. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. Справочник под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: "Медицина", - 1986.- 415 с.
3. Муратко В.В., Струтинский А.В. Электрокардиография: Учеб. пособие. М.: Медицина, 1991.- 288 с.
4. Нормальна фізіологія. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 287-350.
5. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Носадрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 182-199.
6. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 288 с.
7. Практикум по частной биофизике и нормальной физиологии, под редакцией В.П.Мищенко, г. Полтава, 1992, с. 166-173.

РАБОТА N 6

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУЛЬСА И КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ.

Для работы необходимы: пульсотаксометр, ИЭК-1, реоплетизмограф, тонометр, фонендоскоп, секундомер.

Задание 1. Исследовать пульс методом пальпации.

Лучевую артерию слегка прижимают подушечками указательного, среднего и безымянного пальцев к подлежащей кости в дистальном конце предплечья. Пульс считают в течении 1 минуты, определяют частоту, ритм, наполнение, напряжение в покое и после физической нагрузки (15 - 20 приседаний).

Задание 2. Записать и проанализировать сфигмограмму.

Оценить следующие качества пульса: частоту, ритм, высоту, скорость.

Задание 3. Измерить артериальное давление в покое и после физической нагрузки.

Артериальное давление определяют аускультативным методом по Короткову. После физической нагрузки (20 приседаний за 30 сек) измерить давление сразу и через 5 мин. По реакции на физическую работу определить тип реакции сердечно-сосудистой системы: I тип - нормотонический - незначительное повышение систолического давления и неизменное или чуть повышенное диастолическое давление; II тип

- гипертонический - значительно повышено систолическое и диастолическое давление; III тип - гипостенический - незначительное понижение (до 10 мм. рт.ст.) систолического и диастолического давления; IV тип - астенический - учащение сердечной деятельности при незначительных изменениях систолического артериального давления.

Если при II, III, IV типах реакции восстановительный период удлинится более чем на 5 мин, эти реакции считаются неадекватными, они свидетельствуют о низкой функциональной способности сердечно-сосудистой системы.

Контрольные вопросы:

1. Законы гемодинамики.
2. Артериальный пульс. Скорость пульсовой волны.
3. Клинические характеристики пульса.
5. Анализ сфигмограммы.
6. Методы определения кровяного давления.
7. Факторы, влияющие на величину давления.
8. Понятие пульсового, среднединамического давления.
9. Изменение давления при физической работе.

Литература:

1. Лекции.
2. Физиология человека, Г.И.Косицкий, М, 1985, с. 239-240, 267-292, 270-271, 278-283.
3. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. Справочник под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: "Медицина", - 1986.- 415 с.
4. Нормальна физиология. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров"я, 1994.- С. 287-350.
5. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Ноздрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 218-238.
6. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - С. 117-119, 126-127.

РАБОТА № 7

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ.

Для работы необходимы: реоплетизмограф, ИПК-1, реограммы, реограф.

Задание 1. Определить величину систолического и минутного объема кровотока в покое и после физической нагрузки.

У испытуемого в состоянии покоя определяют систолическое и диастолическое давление по методу Короткова. Рассчитывают величину пульсового давления (ПД), выясняют возраст (В), определяют частоту пульса (ЧП). Полученные данные подставляют в формулу Старра для расчета систолического и минутного объема кровотока:

$$CO = 10\sqrt{1 + 0,5 \text{ ПД} - 0,6 \text{ ДД} - 0,6 \text{ В}};$$

$$MO = CO * \text{ЧП}.$$

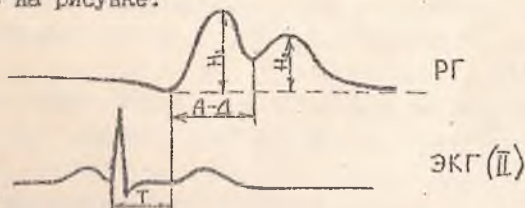
Подобные расчеты произвести с данными, полученными после физической нагрузки (20 приседаний за 30 сек).

Задание 2. Определить относительную скорость кровотока с помощью индикатора потока частиц ИПК-1 (демонстрация).

Задание 3. Произвести запись реограммы конечностей.

Для регистрации реограммы конечностей используют электроды, которые накладывают продольно на плечо и предплечье или на бедро и голень. Чем больше расстояние между двумя электродами, тем больше колеблется сопротивление между ними и тем выше реографические волны. Испытуемого укладывают за 15 мин до начала исследования. После настройки установки и наложения электродов записывают реограмму, а затем калибровочный сигнал в 0,1 Ом, нажимая кнопку калибратора.

По реограмме определить величину систолического притока (по реографическому индексу /РИ/ или по отношению амплитуды реограммы Н (мм) к высоте калибровочного сигнала Е (мм)). У здоровых людей РИ колеблется от 1 до 3. Схематическое изображение такой реограммы представлено на рисунке.



АД - расстояние от начала подъема кривой до начала отраженной или дикротической волны (характеризует период изгнания крови из левого желудочка).

H1 - высота основной волны;

2,25 "

H_2 - высота отраженной волны.

Соотношение H_2/H_1 характеризует состояние оттока крови из артерий в вены и тонус венозных сосудов. PI (отношение H_1 к величине калибровочного сигнала) характеризует величину артериального притока и эластичность сосудов.

Заостренная или зазубренная вершина волны указывает на значительное повышение тонуса сосудов. Закругленные и уплощенные реографические волны, огдаженность или отсутствие дополнительных волн на нисходящей части кривой, нерегулярность появления, указывают на потерю сосудистой стенкой эластических свойств. Высокая венозная волна, превышающая по высоте артериальный подъем кривой, указывает на появление венозного застоя.

Контрольные вопросы:

1. Систолический и минутный объем кровообращения.
2. Линейная и объемная скорость кровотока.
3. Основные принципы реографии.
4. Реограмма и ее показатели.

Литература:

1. Лекции.
2. Нормальная физиология. /Под ред. В.И.Билимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 267-350.
3. Общй курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Ноздрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 182-199.
4. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 298 с.
5. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. Справочник под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: "Медицина", - 1986. - 415 с.
6. Функциональная диагностика в стоматологической практике, Прохончуков и др., М, 1980, с. 73-133.

РАБОТА N 8

НЕРВНАЯ И ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА И СОСУДОВ.

Для работы необходимы: кимограф, универсальный штатив, кардиограф Эггельмана, пробковая пластина, набор инструментов, вата, марля, физиологический раствор Рингера, лигатура, источник тока,

электроды, растворы хлористого кальция, адреналина (1×10^{-5} - 1×10^{-6} г/мл) и ацетилхолина (1×10^{-7} - 1×10^{-8} г/мл).

Задание 1. Изучить рефлекс Гольца на сердце лягушки.

У декапитированной, но не обезглавленной лягушки вскрыть сердце, не вскрывая брюшную полость. Подсчитать число сокращений в минуту, зарегистрировать кардиограмму. Затем отрывисто ударять по животу лягушки рукояткой пинцета. Следить за работой сердца. Определить время остановки сердца в секундах. Повторить наблюдения. Зарегистрировать кардиограмму. Разрушить спинной мозг и повторить опыт.

Задание 2. Изучить влияние раздражения вагосимпатического ствола на работу сердца лягушки.

У той же декапитированной лягушки найти вагосимпатический ствол. Зарегистрировать кардиограмму и подсчитать число сокращений за 1 мин. Нанести кратковременное раздражение с помощью электродов, зарегистрировать кардиограмму. Не удалось найти результат раздражения и симпатического воздействия. Через 2 - 3 минуты нанести длительное раздражение. Отметить, будут ли соответствовать время остановки сердца и время раздражения.

Задание 3. Изучить влияние избытка ионов кальция, калия, растворов адреналина и ацетилхолина на работу сердца.

Обнаженное сердце лягушки осторожно приподнять пинцетом и отделить маленькими ножницами от тела, сохранив все отделы сердца, и особенно водитель ритма (венозный синус).

Изолированное сердце поместить в бикс с раствором Рингера. Подсчитать число сокращений в минуту. Добавить одну каплю раствора хлористого кальция, отметить изменение силы и амплитуды сокращений. Отмыть сердце от раствора и добиться исходных параметров сокращения. Добавить одну каплю хлористого калия. После подсчета числа сокращений вновь отмыть сердце и добавить каплю разведенного адреналина. Снова восстановить исходные параметры работы сердца и добавить раствора ацетилхолина. Сделать заключение.

Контрольные вопросы:

1. Иннервации различных отделов сердца.
2. Механизмы положительных и отрицательных влияний симпати-

ческих и парасимпатических нервов на сердце.

3. Влияние медиаторов, гормонов и электролитов на работу сердца.
4. Влияние стоматологических процедур на работу сердца.

Литература:

1. Лекции.
2. Физиология человека, Г.И.Косицкий, М, 1985, с.257-257.
3. Нормальна физиология. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 287-350.
4. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Ноздрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 204-243.
5. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 288 с.

РАБОТА N 9

СОБСТВЕННЫЕ И СОПРЯЖЕННЫЕ РЕФЛЕКСЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.

Для работы необходимы: кушетка, тонометр, фонендоскоп.

Задание 1. Изучить рефлекс Чермака с каротидных синусов.

Определить число сердечных сокращений. Надавить на область каротидных синусов (на уровне углов нижней челюсти) в течении 10 сек с обеих сторон одновременно. Определить изменение сердечных сокращений.

Задание 2. Изучить глазо-сердечный рефлекс (Давини - Ашнера).

Определить частоту пульса. Надавить на область глазных яблок в течении 10 сек и снова определить пульс. Слабая или нулевая выраженность глазо-сердечного рефлекса указывает на тормозное состояние соответствующих образований в центральных отделах парасимпатического отдела нервной системы.

Задание 3. Провести клиностатическую пробу.

Испытуемый стоит в свободной позе 10 мин около кушетки. На 1 и 5 минутах у него определяют АД и пульс. Затем испытуемый ложится на кушетку и у него определяют АД и пульс на 1 и 5 минутах.

Задание 4. Провести ортостатическую пробу.

В положении лежа у испытуемого на 1 и 5 минутах определяют АД и пульс. На 11 минуте переводят испытуемого в положение стоя и вновь определяют АД и пульс в то же время.

Контрольные вопросы:

1. Иннервация сердца и сосудов.
2. Рефлекторная регуляция сосудистого тонуса.
3. Собственные и сопряженные рефлексы сердечно-сосудистой системы.
4. Изменения в работе сердца и сосудов при изменении положения тела в пространстве.

Литература:

1. Лекции.
2. Физиология человека, Г.И.Косицкий, М, 1985, с.257-267.
3. Нормальна фізіологія. /Под ред. В.И.Филимонова.- К.:Здоров'я, 1994.- С. 287-350.
4. Общий курс физиологии человека и животных./Под ред. А.Д.Новдрачева. - М.: Высш. шк., 1991. - С. 182-199.
5. Физиология человека: в 4-х томах. Т.3./Под ред. Р.Ильмдта, Г.Тевса.- М.:Мир, 1986. - 288 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Функции сердца.....	3
1.1. Свойства сердечной мышцы.....	3
1.2. Фазы сердечной деятельности.....	7
1.3. Тоны сердца.....	9
1.4. Электркардиограмма.....	13
1.5. Регуляция работы сердца.....	18
2. Кровеносные сосуды.....	22
2.1. Особенности кровотока.....	22
2.2. Давление крови.....	23
2.3. Артериальный пульс и его характеристики.....	24
2.4. Капиллярный кровоток.....	26
2.5. Венозный кровоток.....	27
2.6. Регуляция кровособращения.....	28
3. Особенности кровособращения и регуляции в отдельных регионах.....	33
3.1. Кровособращение в сердце.....	33
3.2. Кровособращение в мозгу.....	34
3.3. Кровособращение в легких.....	35
3.4. Кровособращение в челюстно-лицевой области и полости рта.....	36
3.4.1. Кровособращение в пульпе зуба.....	36
3.4.2. Кровособращение в пародонте.....	37
3.4.3. Кровособращение в десне и периодонте.....	37
3.4.4. Капиллярное русло кожи челюстно-лицевой области.....	38
3.4.5. Регуляция кровособращения в челюстно-лицевой области.....	38
4. Изменения деятельности органов кровособращения при физической работе.....	42

ЛАБОРАТОРИЙНЫЕ РАБОТЫ

Работа N1. Свойства сердечной мышцы (проводимость, сократимость, автоматия).....	43
Работа N2. Свойства сердечной мышцы (возбудимость, сократимость).....	44
Работа N3. Выслушивание и регистрация тонов сердца.....	45
Работа N4. Методика регистрации электрической активности сердца.....	47