

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
САМАРКАНДСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ

РЕФЕРАТ

ТЕМА: НАСОСНАЯ ФУНКЦИЯ СЕРДЦА

Выполнил: Юсупова П.

Проверил: Абдурахмонова К.С.

Самарканд 2014г.

НАСОСНАЯ ФУНКЦИЯ СЕРДЦА ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ»

План:

- **Насосная функция сердца**
- *Систола желудочков.*
- *Диастола желудочков.*
- **Физиологический анализ сердечного выброса:**
- *Эхокардиографическое исследования левого желудочка.*
- *Литература*

Систола желудочков. Период напряжения желудочков состоит из двух фаз: фазы асинхронного сокращения и фазы изометрического (изоволюметрического) сокращения. Фаза асинхронного сокращения - начальная часть систолы. Начало этой фазы совпадает с началом деполяризации миокард желудочков. При этом имеет место неодновременность развития деполяризации, то есть неодновременность охватывания возбуждения разных участков миокард, и, как следствие, асинхронная распространения сократительного процесса в мышцах желудочков. Первыми сокращаются кардиомиоциты, которые расположены возле волокон ведущей системы. Фаза изометрического сокращения - это часть систолы желудочков, которая протекает при закрытых атриовентрикулярных и полулунных клапанах.

1. Период изгнания - занимает большую часть систолы желудочков. Он разделяется на протосфигмический интервал, фазу быстрого и фазу медленного изгнания. Протосфигмический интервал характеризует процесс открытия полулунных клапанов. Фаза быстрого изгнания начинается с момента открытия полулунных клапанов, когда градиент давления между желудочками и сосудами наибольший. В эту фазу из сердца выбрасывающая большая часть крови. Фаза медленного изгнания начинается в момент, когда отток крови к периферии начинает превышать ее поступление из сердца и градиент давления между желудочками и сосудами уменьшается. Конец этой фазы наступает с прекращением систолы, когда внутрижелудочковое давление начинает резко падать.

Диастола желудочков.

1. Период расслабления миокард начинается с протодиастолического интервала - переходного между фазового состояния, которое отвечает времени, тратящему на закрытие полулунных клапанов. Начало этого интервала совпадает с началом расслабления миокард желудочков, а его конец - с моментом полного смыкания заслонок полулунных клапанов. После закрытия клапанов начинается фаза изометрического расслабления миокард, которая проходит при закрытых атриовентрикулярных клапанах. Открытие этих клапанов свидетельствует об окончании периода расслабления.

2. Период наполнения желудочков - наиболее длительный период диастолы. Он состоит из фазы быстрого наполнения, фазы медленного наполнения и фазы наполнения за счет систолы предсердь. В первые две фазы - наполнение желудочков осуществляется пассивно. Во время систолы предсердь заполнение желудочков происходит активно. Фаза быстрого наполнения начинается одновременно с открытием атриовентрикулярных клапанов. В этот часовой промежуток осуществляется основное наполнение желудочков кровью. В фазу медленного наполнения желудочков кровью не происходит. Эта фаза исчезает, когда частота сердечных сокращений превышает 110-130 уд.хв.

Асинхронизм деятельности правого и левого сердца;

Большинство фаз деятельности правого и левого желудочков начинаются и заканчиваются не одновременно. Этот асинхронизм определяется разными экстракардиальными условиями для правых и левых отделов сердца, а также неодинаковыми свойствами миокард обоих желудочков. Поскольку асинхронное сокращение правого желудочка более длительно, чем левого, механическая систола последнего начинается раньше. Механическая систола левого желудочка также заканчивается раньше, чем механическая систола правого желудочка. Такое же соотношение наблюдается и для моментов закрытия аортального и пульмонального клапанов (концов протодиастолических интервалов). Наполнение правого желудочка начинается раньше, чем левого. То же можно сказать и о начале фазы медленного наполнения. Систола правого предсердия начинается кое-что раньше, чем левого предсердия.

Давление в полостях сердца в разные фазы сердечного цикла

Повышение внутрисердечного давления начинается через 0,04-0,08 с после начала деполяризации волокон мышц предсердь. Систола предсердь характеризуется быстрым повышением давления до 5-8 мм рт.ст. В это время

происходит изгнание из них крови в желудочки. С началом расслабления миокард передсердь давление у них начинает падать до 0 мм рт.ст. Это падение прекращается в момент, который отвечает началу механической систолы желудочков. Следующий подъем давления в передсердиях связан с поступлением крови из вен. Это повышение достигает максимума во время расслабления миокард желудочков. Как только давление в последних снижается к величине давления в передсердиях, открываются клапаны и кровь из передсердь начинает интенсивно перемещаться в желудочки. При этом давление в передсердиях снижается.

С началом диастолы внутрижелудочковое давление падает. Между моментом закрытия полулунных и раскрытия створчатых клапанов полость желудочка закрыта - фаза изометрического расслабления. Эта фаза заканчивается, когда давление в желудочках становится чуть меньшим от давления в передсердиях, в результате чего створчатые клапаны раскрываются и кровь, которая заполняла предсердие, сначала быстро, а затем медленно затекает в желудочки (фазы быстрого и медленного наполнения желудочков). В начале фазы быстрого наполнения давление в желудочках достигает минимальной величины близкой к нулю. При заполнении желудочков кровью он растет, достигая к началу систолы 2-4 мм рт.ст.

Изменение объема желудочков во время деятельности сердца;

Во время фазы изометрического сокращения периода напряжения объем желудочков практически не изменяется. Основные изменения объема желудочков связаны с выбросом из них крови (период изгнания), когда наблюдается уменьшение объема. На протяжении фазы изометрического расслабления периода расслабления, объем желудочков сохраняется неизменным, а затем при наполнении желудочков кровью (фазы быстрого и медленного наполнения периода наполнения) резко растет.

В конце диастолы, то есть при максимальном расширении полости желудочков, каждый из них способен вместить максимальное количество крови. Эта диастолическая емкость желудочков (конечно-диастолическая емкость) наполнена объемом крови, какой условно разделяют на три фракции: систолический (ударный) объем, резервный объем и остаточный объем.

Систолический объем - это количество крови, которая выбрасывающаяся из сердца при каждом сердечном сокращении в покое. Резервный объем - то количество крови, которая может быть выброшена сердцем дополнительно к систолическому объему (например, при физической нагрузке). Остаточный объем

крови - это то количество крови, которая не выбрасывается из желудочков при самом сильном сокращении миокарда.

Сумму остаточного и резервного объема называют функциональной резервной емкостью или конечно-систолической емкостью желудочков.

Физиологический анализ сердечного выброса:

Методы определения сердечного выброса

Важными гемодинамическими показателями является систолический (ударный) и минутный объем сердца. Минутный объем сердца (минутный объем кровообращения) - это количество крови, выбрасываемая сердцем за 1 минуту, то есть минутный объем сердца равняется ударному объему сердца, умноженному на количество сердечных сокращений. Систолический и минутный объемы сердца обобщенно называют сердечными выбросами.

Определение величины сердечного выброса

Наиболее точную информацию о состоянии насосной функции как правых, так и левых отделов сердца дает прямое измерение параметров гемодинамики, полученных путем катетеризации камер сердца. Эта методика была разработана А. Курнаном, Д. Ричардсоном и В. Форсманом, за что они были удостоены Нобелевской премии в 1956 году. Однако, применение этого метода является ограниченным, поскольку нуждается в дорогой аппаратуре, а инвазия суживает возможности применения при проведении клинико-физиологических исследований.

Такие же ограничения касаются и прямого метода А. Фика. Он был предложен в 1870 году и базируется на определении величины поглощения кислорода за минуту и артериовенозной разницы содержания кислорода. Для определения содержания кислорода в артериальной и венозной крови необходимо проводить пункцию магистральной артерии и катетеризацию полых вен, что и является основным недостатком данной методики. Существует модификация метода Фика, в которой артериовенозную разницу кислорода определяют, проводя анализ поглощения в легких биологически индифферентного газа, который добавляется в газовую смесь. Это позволяет отказаться от необходимости проведения газового анализа крови, однако точность методики уменьшается.

Более широкое применение получили методы разведения индикатора (Стюарта-Гамильтона) и метод терморазведения (термодилуции). В основе метода Стюарта-Гамильтона есть введение в локтевую вену неспособного к диффузии через сосудистую стенку красителя (синего Эванса). После введения индикатора, определяют его концентрацию в крови с помощью оксигемографа и по кривой,

которая отображает процесс прохождения индикатора по сердечно-сосудистой системе устанавливают минутный объем кровотока (МОК). Метод термодилуции является модификацией метода разведения индикатора. В этом случае в сосудистое русло вводят изотонический раствор глюкозы или хлорида натрия, температура которого является выше или более низко, чем температура тела человека. Кривая изменения температуры крови, которая регистрируется термодатчиком, является аналогичной к кривой, полученной при применении метода Стюарта-Гамильтона. Наиболее точные результаты можно получить в том случае, когда растворы вводить непосредственно в полости сердца путем катетеризации.

Наибольшее распространение получили неинвазивные методы определения величины сердечных выбросов. К ним принадлежат реография, ультразвуковая локация сердца (эхокардиография) и электромагнитная и ультразвуковая флоуметрия. Последних два метода позволяют определить среднюю линейную скорость кровотока в аорте за один сердечный цикл. Зная площадь поперечного перерезу аорты, которую определяют приэхо- или рентгенологическом исследовании, можно рассчитать объемную скорость кровотока в аорте, которая и будет равняться сердечному выбросу.

Сердечный выброс при изменении положения тела.

Изменение положения тела сопровождается значительными изменениями в работе сердца. Именно поэтому нормальные величины сердечных выбросов у человека наводятся для стандартных условий - горизонтальное положение тела.

Перевод тела из горизонтального положения в вертикальное обуславливает депонирование крови в венах нижней половины тела. Вследствие этого будет меньше возвращение крови к правым полостям сердца, а затем и левых, а следовательно уменьшение систолического объема.

Уменьшение систолического объема крови при переводе человека в вертикальное положение наблюдается закономерно, причем это уменьшение составляет 30-40 % к величине систолического объема в горизонтальном положении.

Снижение венозного возвращения крови к сердцу само собой не является прямой причиной уменьшения систолического объема, поскольку резервный объем крови вполне достаточной для того, чтобы обеспечить сердечные выбросы. Для этого необходимо лишь увеличить мощность сердечного сокращения. Именно это - относительная недостаточность мощности сердечного сокращения и является

непосредственной притворю уменьшение систолического объема крови. При этом длительность внутрижелудочкового давления падает.

Уменьшение систолического объема при ортостатических влияниях обычно сопровождается компенсаторным учащением сердечных сокращений. Благодаря этому МОК уменьшается незначительно. При высоком качестве регуляции системы кровообращения изменение положения тела из горизонтального в вертикальное не сопровождается любыми неприятными ощущениями.

Характеристика тонов сердца:

Первый тон выслушивается как короткий, достаточно интенсивный звук над сердцем, однако оптимально он выражен в участке верхушки сердца. С 1 тона начинается систола сердца.

Основным компонентом является клапанный компонент. Он обусловлен колебанием створок атриовентрикулярных клапанов и сухожильных нитей в фазу изометрического сокращения. Второй компонент - мышечный - возникает в результате колебания, связанного с напряжением миокард желудочков во время изометрического сокращения. Третий компонент - сосудистый - колебание начальных отделов аорты и легочной артерии, открытием полулунных клапанов в фазу быстрого изгнания. Четвертый компонент - предсердный - возникает в результате колебания, связанного с сокращением передсердь. При аускультации первый тон начинается с этого компонента, поскольку колебания, вызванные систолой передсердий сливаются со звуковыми колебаниями, обусловленными систолой желудочков и аускультативно воспринимаются как один тон.

В физиологических условиях может наблюдаться усиление или ослабление громкости первого тона. Усиление громкости тона может наблюдаться у людей с тонкой грудной стенкой, при физической нагрузке, нервном возбуждении, наклоне туловища вперед. Ослабление громкости первого тона связано с утолщением грудной стенки в результате откладывания значительного количества жировой клетчатки, выраженным развитием грудных мышц.

Кроме изменения громкости первого тона может наблюдаться его физиологическое раздвоение (вместо одного тона сердца выслушивается два последовательных коротких тона). Это обусловлено асинхронной деятельностью желудочков, а именно опозданием окончания систолы правого желудочка.

Второй тон оптимально выслушивается во втором межреберьи слева (над легочной артерией) и дело (над аортой) от грудины во время диастолы.

Образуется за счет колебаний, возникающих в начале диастолы при закрытии полулунных клапанов аорты и легочной артерии, током крови, которая ударяется о них. Это первый, клапанный компонент.

Второй компонент - сосудистый обусловлен колебанием стенок аорты и легочной артерии.

У практически здоровых людей может наблюдаться усиление или ослабление громкости второго тона. Усиление может наблюдаться при тонкой грудной стенке, наклоне туловища вперед. В норме громкость второго тона над аортой и над легочной артерией одинаковая, невзирая на то что давление в аорте выше чем давление в легочной артерии. Это объясняется тем, что клапаны аорты лежат глубже и более удаленные от уха обследующего. У детей до 10-14 лет наблюдается физиологичное усиление второго тона над легочной артерией, в результате ее более поверхностного размещения.

В некоторых случаях выслушивается раздвоение второго тона. При физической нагрузке это предопределено повышением давления в аорте и поступления у нее большего количества крови, которая вызывает увеличение длительности систолы в левом желудочке по сравнению с правым. Благодаря этому диастола левого желудочка начинается кое-что позже чем в правом, и легочный компонент второго тона выслушивается раньше. Физиологичное раздвоение второго тона может наблюдаться в конце вдоха или выдоха. Это объясняется снижением давления в грудной клетке в конце выдохе, который предопределяет задержку крови в расширенных легочных сосудах, и как следствие уменьшения поступления крови к левой половине сердца. Получив меньше крови в диастолу, левый желудочек меньше выбрасывающий ее в систолу. Для правого желудочка во время вдоха создаются противоположные условия, в результате чего его систола продлевается и легочный компонент второго тона выслушивается позже. Во время выдоха имеют место противоположные изменения сравнительно с вдохом, потому аортальный компонент второго тона возникает позже легочного, что и обуславливает раздвоение второго тона.

Функциональные шумы.

Они возникают в результате нарушения ламинарности тока крови в полостях сердца и сосудах. Эти шумы могут выслушиваться или между первым и вторым тонами, то есть во время систолической паузы, или между вторым и следующим первым тоном, то есть во время диастолической паузы. В первом

случае шум называется систолическим, а во втором - диастолическим.

Сердечные шумы также разделяются на функциональные и органические. Последние предопределены изменениями структуры клапанного аппарата (недостаточность клапанов), или уменьшением диаметра (стеноз) отверстий.

Функциональные сердечные шумы возникают при изменении соотношения размеров полостей и клапанных отверстий сердца с формированием так называемых относительных стенозов или недостаточности клапанов. Наблюдается это в детском и молодом возрасте.

Функциональные шумы за чрезвычайно жидким исключением есть систолическими и чаще всего выслушиваются над легочной артерией. Это объясняется, тем, что в детском возрасте разница между просветом правого желудочка и просветом легочной артерии больше, чем соответствующая разница между левым желудочком и аортой. Также легочная артерия у детей легко сжимается при глубоком выдохе в результате повышения внутригрудного давления.

Функциональные шумы отличаются значительной лабильностью: они то появляются, то исчезают, возникая при одном положении тела обследуемого, они могут исчезать при втором. Их появление связано с психическим возбуждением, или же с физической нагрузкой. При глубоком вдохе они или резко ослабляются, или совсем исчезают, в конце же вдоха, напротив, появляются или усиливаются.

Эхокардиографическое обследование левого желудочка:

Ультразвуковые методы обследования сердца заняли одно из ведущих мест в современной клинической медицине. Этому способствовало ряд факторов - это достоверность полученных результатов, неинвазивность, доступность и относительная простота процедуры. Обследование можно повторять неоднократно, не нанося вреда для обследуемого. Эти методы дают возможность визуализации сердца, оценки внутрисердечных объемов, изучения анатомии и функции межжелудочковой перегородки, клапанного аппарата сердца и сосудов (легочной артерии, аорты).

Структуры эхокардиограммы левого желудочка **Одномерная (М-) эхокардиография (от англ. motion- движение)**. Ультразвук фокусируется в узкий пучок, который проходит сквозь структуры сердца. Получается изображение этих структур развернутыми на плоскости во время их движения. При этом эхокардиограмма будет иметь вид ряда кривых,

каждая точка которых в определенный момент времени отображает положение структур сердца в тот же момент. Выделяют четыре основных позиции эхолокации. В первой позиции ультразвуковой луч пересекает переднюю грудную стенку, ткани переднего средостения, переднюю стенку правого желудочка, межжелудочковую перегородку, полость левого желудочка и его заднюю стенку.

Во второй позиции ультразвуковой луч пересекает переднюю грудную стенку, ткани переднего средостения, часть правого желудочка, межжелудочковую перегородку, полость левого желудочка, передняя и задняя створки митрального клапана и заднюю стенку левого желудочка.

В третьей позиции луч последовательно пересекает переднюю грудную стенку, ткани переднего средостения, часть выносящего тракта правого желудочка, частично переднюю стенку аорты, полость левого предсердия и заднюю стенку левого предсердия.

В четвертой позиции ультразвуковой луч последовательно пересекает переднюю грудную стенку, ткани переднего средостения, часть выносящего тракта правого желудочка, переднюю стенку аорты, полость аорты со створками аортального клапана, заднюю стенку аорты, полость левого предсердия и заднюю стенку левого предсердия. В данном положении датчика передней стенкой левого предсердия является задняя стенка аорты.

Характеристика изображений на одномерной эхокардиограммы в разных позициях.

В первой позиции ультразвуковой луч проходит через переднюю грудную стенку, переднюю стенку сердца, полость правого желудочка, межжелудочковую перегородку, полость левого желудочка, в которой пересекаются хорды митрального клапана, а также заднюю стенку левого желудочка и ткани, которые лежат за ней. Полость левого желудочка при этом ограничена снизу эндокардиальной поверхностью его задней стенки, а сверху - эндокардиальной поверхностью межжелудочковой перегородки.

Во второй позиции (ультразвуковой луч смещается вниз и латерально) в область исследования попадают последовательно передняя стенка правого желудочка, полость правого желудочка, межжелудочковая перегородка, передняя створка митрального клапана, часть полости левого желудочка и задняя стенка сердца в зоне перехода волокон миокарда левого предсердия в миокард левого желудочка. На эхокардиограмме во второй позиции наблюдаются обе створки

митрального клапана и их хорды, межжелудочковая перегородка и задняя стенка левого желудочка. Характерное изображение на эхограми во второй позиции имеет митральный клапан. От его передней створки во время диастолы эхосигналы отображаются М-подобной кривой. Задняя створка движется в противофазу к передней, но изкое-что меньшей амплитудой и на эхокардиограммы имеет вид W-подобной кривой. Вторая позиция позволяет оценить состояние митрального клапана.

В третьей позиции ультразвуковой луч проходит через переднюю грудную стенку, переднюю стенку сердца, полость правого желудочка, межжелудочковую перегородку, полость левого желудочка, в которой пересекаются хорды митрального клапана, а также заднюю стенку левого желудочка и ткани, которые лежат за ней (см. рис. 5). Полость левого желудочка при этом ограничена снизу эндокардиальной поверхностью его задней стенки, а сверху - эндокардиальной поверхностью межжелудочковой перегородки.

На эхокардиограмме в четвертой позиции (см. рис. 5) видно отображение от передней грудной стенки, передней стенки сердца, выносного тракта правого желудочка и два параллельных эхосигналы от стенок аорты, между которыми есть отображение от створок аортального клапана, а выше аорты - полость левого предсердия и его задняя стенка.

Двухмерная (В-) эхокардиография (*от англ. bright- яркий*). Ультразвуковой пучок излучается зондом, который осуществляет быстрые колебания в пределах 90 °. Полученная при этом информация синтезируется на двухмерной плоскости (одно измерение - длина, а второй - ширина) в виде карты расположения отбивающих структур. Эта картина эквивалентна “срезу” сердца. Поскольку пучок колеблется с большой скоростью, ультразвуковое изображение точно воспроизводит движение структур в живом сердце. Выделяют три плоскости, в которых проводят обследование: плоскость четырех камер сердца, плоскость длинной оси, плоскость короткой оси. Исследование в плоскости четырех камер сердца из верхушечного доступа позволяет получить так называемый срез четырех камер сердца (рис. 6.А). В этой плоскости верхушка сердца на экране эхокардиографа размещена сверху. Правый и левый желудочки разделены межжелудочковой перегородкой, а правое и левое предсердие - межпредсердной перегородкой. Между желудочками и предсердиями визуализируются соответствующие клапаны. В зависимости от

заданий исследования и конституционных особенностей пациента рекомендуются разные позиции ультразвукового зонда.

Исследование в плоскости длинной оси из левого парастернального доступа позволяет визуализировать и оценить такие структуры сердца: передняя стенка аорты продолжается в межжелудочковую перегородку, задняя стенка аорты продолжается в переднюю створку митрального клапана. Перед аортой и межжелудочковой перегородкой размещен правый желудочек. Сзади аорты находится левое предсердие. Задняя стенка левого предсердия продолжается в заднюю стенку левого желудочка. Ближе к верхушке видно задняя папиллярная мышца, от которой отходят хорды к митральной створке. Собственно верхушка в этом срезе визуализируется редко.

Контрастная эхокардиография проводится путем быстрого внутривенного введения биологически совместимой жидкости, в результате чего на кончике иглы образуются микропузырьки газа, которые переносятся током крови к сердцу и могут быть обнаружены при эхокардиографическом исследовании в правых отделах сердца. Особенно четкой становится их визуализация при энергичном стряхивании жидкости в шприце перед введением. Эти микропузырьки по размерам превышают диаметр легочных капилляров, потому из правого желудочка они попадают в микрососудистую сетку легких, где быстро рассасываются и в левые отделы сердца не попадают. Метод контрастной эхокардиографии применяется: а) для идентификации регистрируемых отделов сердца и больших сосудов; б) для определения наличия внутрисердечных шунтов.

В доплеровской эхокардиографии используется свойство звуковой волны отражаться подвижным объектом вроде внутрисердечных эритроцитов. Этим можно воспользоваться для определения скорости и направления движения эритроцитов (а таким образом и крови) в сердечных камерах и больших сосудах. Полученная информация подается в виде накладки на эхограмму сердца.

Ультразвуковые методы обследования сердца заняли одно из ведущих мест в современной клинической медицине. Этому способствовало ряд факторов - это достоверность полученных результатов, неинвазивность, доступность и относительная простота процедуры. Обследование можно повторять неоднократно, не нанося вреда для обследуемого. Эти методы дают возможность визуализации сердца, оценки внутрисердечных объемов, изучения анатомии и функции

межжелудочковой перегородки, клапанного аппарата сердца и сосудов (легочной артерии, аорты).

При исследовании левого желудочка в режиме М-эхокардиографии используют третью позицию. Именно в этом положении ультразвуковой луч пересекает полость желудочка почти перпендикулярно. Все измерения проводят на участке между створками митрального клапана и папиллярными мышцами. Для точного определения размеров левого желудочка необходимо выполнить несколько условий: получить четкие и стойкие отражение от эндокардиальной поверхности межжелудочковой перегородки и задней стенки, отличить эти отражение от хорд митрального клапана, пересечь полость желудочка ультразвуковым лучом в перпендикулярном направлении. Во время систолы задняя стенка левого желудочка и межжелудочковая перегородка приближаются друг к другу. С началом диастолы стенки желудочка быстро расходятся. На эхокардиограмме левого желудочка определяют размеры от эндокардиальной поверхности межжелудочковой перегородки к эндокардиальной поверхности задней стенки. Диастолический размер измеряют на уровне окончания зубца Р электрокардиограммы, которая отвечает систоле передсердь. Систолический размер левого желудочка измеряется на уровне окончания зубца Т.

На эхокардиограмме данный размер устанавливают при наибольшем сближении задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки. Таким образом, измеряемые размеры совпадают с концом диастолы и концом систолы, потому их называют соответственно конечно-диастолический и конечно-систолическим размерами левого желудочка.

На этом же уровне измеряют и толщину задней стенки левого желудочка как расстояние между эндокардиальной и эпикардиальной ее поверхностями в систолу и диастолу. В норме конечно-диастолический размер полости левого желудочка - $4,98 \pm 0,07$ см., а конечно-систолический составляет $3,53 \pm 0,07$ см. На этих же уровнях измеряют толщину задней стенки левого желудочка, как расстояние между эндокардиальной и эпикардиальной ее поверхностями в диастолу и систолу. В норме толщина задней стенки в диастолу составляет $0,97 \pm 0,03$ см, а в систолу - $1,69 \pm 0,1$ см. Систолическое утолщения миокарда задней стенки происходит в полость левого желудочка, так как перикард не дает возможности ему утолщаться наружу. Межжелудочковая перегородка имеет волокна как от левого, так и от правого желудочков, но последних гораздо меньше, потому утолщение перегородки

в систолу происходит преимущественно в сторону левого желудочка, в то время как в полость правого желудочка этого выпячивания почти не наблюдается. Толщину межжелудочковой перегородки, так как и задней стенки левого желудочка, измеряют в диастолу и систолу. В норме толщина перегородки в диастолу равняется $0,84 \pm 0,03$ см, а в систолу - $0,93 \pm 0,03$ см. Определение размеров кардиальных структур на эхокардиограммы осуществляется с учетом масштаба записи, представленной маркировочными метками, - интервал между двумя метками по вертикали отвечает расстоянию в 1 см.

Важными функционально-диагностическими показателями является конечно-диастолический и конечно-систолический объемы левого желудочка. Для их определения используются формулы :

КДР измеряют на уровне зубца Р, а КРС - после зубца Т электрокардиограммы. На этих же уровнях измеряют толщину задней стенки левого желудочка в диастолу (ТЗСД) и систолу (ТЗСС) - это расстояние между эндокардом и эпикардом задней стенки во время систолы и диастолы. За формулами высчитывают конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический (КСО), ударный (УО), минутный (МО) объемы сердца, фракцию изгнания (ФИ).

$$\text{КДО} = [(7 : (2,4 + \text{КДР})) \cdot \text{КДР}] \cdot \text{ЧСС}$$

$$\text{КСО} = [(7 : (2,4 + \text{КСР})) \cdot \text{КСР}] \cdot \text{ЧСС}$$

$$\text{УО} = \text{КДО} - \text{КСО}$$

$$\text{МО} = \text{УО} \cdot \text{ЧСС}$$

В норме, у взрослых людей, УО равняется 70-90 мл.

Минутный объем сердца (минутный объем кровотока) определяют как произведение УО и ЧСС. В норме, у взрослых людей, минутный объем сердца равняется 4,0-6,5 л.

Сократительную активность левого желудочка характеризует фракция изгнания (выбросам) (ФВ), которое определяется за формулой:

$$\text{ФВ} = (\text{УО} : \text{КДО}) \cdot 100 \%$$

В норме, у взрослых людей, ФВ равняется 54-64%.

Литература

1. Физиология сердечно-сосудистой системы. Д.Морман, Л.Хеллер, перев.с англ. М-С-П Минск 2000,-250с..
2. Физиология висцеральных систем. Под ред. А.Д. Ноздрачева, М., 1991.
3. Нормальная физиология : учебник / Орлов Р.С. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2010.- 832 с
4. Физиология человека / Покровский В. -М., 2003

