

INTRACARDIAC HEMODYNAMIC REGULATION OF EQUALITY OF BLOOD FILLING OF PAIRED CHAMBERS OF THE HEART, INCLUDING THE CAVITIES OF BOTH CARDIAC AURICLES**Kornilova – Kolesinskaya R.***MD, PhD, Associate Professor S.D. Asfendiyarov
Kazakh National Medical University,
Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan.***ВНУТРИСЕРДЕЧНАЯ ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РАВЕНСТВА КРОВЕПОЛНЕНИЯ ПАРНЫХ КАМЕР СЕРДЦА, ВКЛЮЧАЯ ПОЛОСТИ ОБОИХ УШЕК СЕРДЦА****Корнилова – Колесинская Р.Д.***кандидат мед. наук, доцент РГППХВ
«Казакский национальный медицинский
университет им. С.Д. Асфендиярова»
Министерства здравоохранения Республики Казахстан.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15220769>***Abstract**

The research paper outlines findings of the cardiac cycle analysis (heart cycle). The cardiac cycle described in the paper demonstrates activity through curves reflecting pressure changes in the left and right heart cavities during one cardiac cycle. The research revealed that paired chambers are filled synchronically (simultaneously) in structures of each pair – left and right atria, left and right ventricles. The filling mechanisms differ for each pair.

Аннотация

В статье изложены результаты анализа сердечного цикла (кардиоцикла). Процессы кардиоцикла в кинематике впервые зафиксированы в виде девяти кривых изменений давления в полостях левого и правого отделов сердца в течение одного кардиоцикла. Выявлены механизмы кровенаполнения парных камер. Они своеобразны у каждой пары.

Keywords: adjacent chambers; septal motion; interventricular septum; pressure gradients.

Ключевые слова: смежные камеры; движения перегородок; межжелудочковая перегородка (МЖП); градиенты давления.

Введение

Несмотря на колоссальное количество работ, посвященных исследованию деятельности сердца, нерешенные проблемы, связанные с работой данного органа, возникают вновь и вновь. Этот факт свидетельствует о том, что данный орган является уникальным. А это значит, что сердце обладает свойствами, которые ещё не выявлены. Но в период эволюционного развития возможности и способности человека увеличиваются, и некоторым исследователям удаётся сравнительно легко решать те проблемы, решение которых ранее считалось невозможным.

Вполне допустимо, что появление новых проблем в деятельности сердца в какой-то степени связано с быстрым и успешным развитием технических наук, что сопровождается нередко изобретениями и внедрениями в медицинскую практику новых методов, технологий, новых приборов, аппаратов и прочее.

Нередки случаи, когда специалисты, используя новые технологии и методы, открывают особенности изучаемых органов, о которых они, специалисты, ранее не знали, или знали, но не придавали им должного значения. Так, хирурги-кардиологи 5 специалистов и соавторов (Никитин А.С., Лобачева Г.В., Бахтадзе З.Ш., Сайдалиева З.О., Макрушин И.

М.) во главе с академиком Бокерия Л.А., применили эхокардиографию (УЗИ сердца) с целью непрерывного наблюдения за состоянием сердца во время операции на этом же сердце. Было обнаружено, что причиной раннего послеоперационного осложнения является **остановка движений межжелудочковой перегородки** (МЖП) [1,2].

Хирурги, определив причину раннего послеоперационного осложнения, приступили к организации целенаправленного лечения.

Физиологи, ознакомившись с данной информацией, провели исследование по выявлению роли движений МЖП в здоровом сердце взрослого человека. Результаты исследования показали, что в течение кардиоцикла наблюдаются движения не только МЖП, но и обе атриовентрикулярные перегородки (АВП) смещаются в виде выпячивания или вдавливания в сторону смежной камеры. При этом давление в камерах изменяется – в полости, куда смещается перегородка, ёмкость уменьшается, что сопровождается повышением давления, а в камере, из которой перегородка выпячивается, всё наоборот – ёмкость увеличивается, давление падает, возникает всасывательный эффект.

Однако при попытке выявить механизмы изучаемых процессов обнаружено, что механическая деятельность сердца изучена недостаточно. В приведённом выше примере для выявления механизма,

формирующего равенства объемов крови между артериальным выбросом и венозным возвратом, не достаёт информации о деятельности правого желудочка во время фазы изгнания. При исследовании механизма наполнения парных камер сердца равными объемами крови, оказалось, что для этой цели тоже не хватает информации о кардиоцикле правого отдела сердца.

Долгие поиски кимограммы с синхронной записью всех процессов одного кардиоцикла как будто закружаются. Выбор пал на две, подходящие нам, структуры. Одна из них находится в книге учебное пособие «Функции сердца» автор немецкий физиолог Г. Антони, (1986, рис.17-25), [3]. А так же классический учебник «Медицинская физиология» (рис. 9-5) авторы Артур Гайтон, Джон Холл, 2006. [4]. На обоих рисунках кроме регистрации кривых изменений давления в левом предсердии, левом желудочке, аорте и кривой изменения объема левого желудочка, синхронно записаны также ЭКГ и ФКГ (тоны сердца). Всего 6 кривых, из них 4 показателя кардиоцикла структур левой половины сердца. ЭКГ и ФКГ информация о работе сердца берётся с поверхности тела, как обычно, но с соблюдением синхронности с другими показателями.

Участие в кардиоцикле процессов правого отдела сердца нигде не зафиксировано, что свидетельствует о неполном использовании показателей кардиоцикла.

Принятое в литературе описание последовательности периодов и фаз, а так же их длительность в долях секунды, представлялись в форме таблицы типа «систола-диастола» (смотреть табл.№1 в конце данной статьи). При этом предполагается, что ПЖ якобы в точности повторяет действия ЛЖ, поэтому в описании кардиоцикла пишется часто не ЛЖ (единственное число), как это есть на самом деле, а желудочков. Кардиоцикл предсердий вовсе не упоминается и в таблицу не вставляется.

Несмотря на утверждение, что ПЖ якобы точно повторяет движения ЛЖ, в источниках учебной литературы появлялись в то время (1986) сообщения об особенностях кардиоцикла ПЖ, о фазовых расхождениях между левым и правым желудочками сердца и прочее. Но сами авторы считали, что можно не брать во внимание эти сообщения и вот почему: «Все эти фазовые различия относительно невелики (10 - 30мс) и практически не влияют на гемодинамику» [3, стр.77]. Но если учесть, что эти различия не эпизодичны, а стационарные, т.е. переходят от цикла к циклу, то с данным заключением трудно согласиться. Тем не менее, чтобы принять или отклонить высказанное предположение необходимо тщательное изучение кимограммы с синхронной (одновременной) записью показателей кардиоцикла всего сердца. Это значит, что к 6-ти показателям цикла левого отдела необходима синхронная запись ещё 3-х показателей правого отдела сердца. Это кривые изменений давления в полостях правого желудочка, правого предсердия и в лёгочной артерии, т.е. 3 показателя цикла правого отдела сердца.

Итак, **необходима синхронная запись девяти кривых, характеризующих полный кардиоцикл, т.е. цикл всего сердца.** Такие записи кривых дав-

ления делаются через катетер (зонд). Поэтому сначала проводят мини операцию. Ее называют катетеризация сердца [5].

Первая в мире катетеризация сердца была выполнена в 1929 году выпускником Берлинского университета Вернером Форсманом. Будучи молодым врачом – урологом, Форсман произвёл катетеризацию полости *собственного* правого предсердия. В дальнейшем, дальше правого предсердия в сердце Форсману пройти не удалось. Начальник на следующий день, увидев рентгеновские снимки, строго, вплоть до увольнения с работы, запретил вводить катетер в собственное сердце, а тем более пациентам.

При катетеризации сердца катетер (зонд) (специальная гибкая полая трубка) вставляется в периферическую вену. Форсман носик катетера вставил в локтевую вену собственной левой руки. Затем под контролем рентгена катетер правой рукой довёл до собственного правого предсердия. Катетеризацией сердца по Форсману начали заниматься американские врачи и физиологи в годы 2-ой мировой войны. Примерно в 1947г. доктор Циммерман впервые в мире ввёл катетер в ЛЖ. В левый желудочек катетер вводят через периферическую артерию в аорту, из аорты – в левый желудочек, затем в левое предсердие, т.е. ретроградно. В ~1948г тот же врач – хирург и рентгенолог Циммерман разработал одномоментную 4-х камерную катетеризацию сердца. Через катетеры можно изучать сердце с внутренней его поверхности. Но для этого необходимо иметь специальные приборы. Размер, форма и масса (вес) этих вещей, а также инструментов, зависят от величины диаметра катетера. Кроме того, много других технических трудностей удалось преодолеть, и катетеризация сердца для диагностики и лечения болезней сердца заработала. Для записи данных вводят миниатюрные датчики давления: в правые желудочек и предсердие, в лёгочную артерию; и так же в левые - желудочек и предсердие, в выносящий сосуд -- в аорту. Всего 6 датчиков, 7-ой датчик давления вводят в полость перикарда для регистрации кривой изменения объема желудочков в течение каждого кардиоцикла.

Вставленные датчики реагируют на постоянные изменения давления в полостях исследуемых органов. Принятые изменения давления трансформируются в датчиках на нервные импульсы, которые выходят от датчиков по тонким проводам к усилителю, а от него в блок регистрации. В блоке регистрации к 7 вышеуказанным кривым добавляется еще две записи, характеризующие состояние сердца в течение кардиоцикла. Это электрокардиограмма (ЭКГ) и фонокардиограмма (ФКГ, тоны сердца). Информация о состоянии сердца берется с поверхности тела. Все 9 кривых регистрируются синхронно (одновременно).

Данные операции проводятся в специально оборудованных лабораториях, со строгим соблюдением специально разработанных правил. Выполняются эти операции с диагностической и лечебной целью. У лиц со здоровым сердцем катетеризация этого органа запрещена согласно морально этическим законам. В тоже время кривые изменения давления и объема крови для анализа нормального сердечного цикла должны быть записаны у пациента с

заведомо здоровым сердцем, с синхронной регистрацией 9-ти показателей, характеризующих циклическую деятельность **обоих** отделов сердца. Эта процедура довольно рискованная и трудная, как с морально этической точки зрения, так и методической (технической) стороны.

Учитывая, описанные барьеры, которые выявлялись по мере разработки и применения разных способов катетеризации сердца, можно предположить, что копии кимограмм с синхронной записью 9-ти показателей кардиоцикла могут быть размещены в ранее изданных источниках научной и учебной литературы. Целенаправленный поиск дал быстрый результат. Рисунок с копией необходимой кимограммы был найден в учебнике «Физиология человека» под редакцией чл. - корр. АМН СССР Г.И. Косицкого издание третье, переработанное и дополненное (2-ое вышло в 1972 г.). Москва «Медицина» 1985. 544 с., ил.

В учебнике на стр. 252 расположен Рис. 125 с подписью: Схематизированные кривые изменений давления в правых (а) и левых (б) отделах сердца, тонов сердца (в), объёма желудочков (г) и электрокардиограмма (д.). Несколько ниже мелким шрифтом идёт нумерованный перечень (от 1 до 8 включительно) фаз кардиоцикла. Фазы на рис. отделены друг от друга вертикальными линиями, в правом и левом отделах раздельно. Расстояние между линиями означает продолжительность фаз. Временной масштаб размещён в верхней части рис. В тексте учебника на той же стр. написано: «Пример регистрации фаз сердечного цикла приведён на рис.125. Кривые записаны при частоте сердечных сокращений 75 в минуту. В этом случае общая длительность сердечного цикла – систола, диастола, пауза – равна 0,8 с.». Далее продолжается описание фаз сердечного цикла. На основании приведённых цитат можно заключить следующее – первоиздатель учебника довольно убедительно утверждает, что **рис.125 является копией кимограммы с синхронной записью показателей цикла обоих (левого и правого) отделов сердца**. Однако редакторы журнала, будучи уверенными в том, что рисунок, взятый из учебника, нельзя применять (не может быть использован) в качестве материала для научного исследования, поэтому статью печатать отказали.

История зонда (катетера) в лечебном заведении города Москва.

Отсутствие возможности приобрести нужный материал для исследования неизученных механизмов деятельности здорового сердца, послужили стимулом для изучения истории становления методов прижизненного внутрисердечного исследования, применяя зонд (катетер) в Московских лечебных заведениях. С помощью компьютера найдено, что в 1950-51гг. была создана группа, проводившая данные исследования под руководством проф. А.Н. Бакулева при кафедре факультетской хирургии 2-го Московского медицинского института. В 1953 г. доктор Мешалкин Е.Н. на этом материале защитил диссертацию на тему: «Ангиография у больных с врождёнными пороками сердца». Примерно в 1952 г. к этой группе присоединился проф. Бабский Е.Б., который в данное время руководил физиологической лабораторией Центрального научно-исследо-

вательского института протезирования и протезостроения. Поскольку в научные интересы профессора входило создание новых аппаратов и приборов, а так же усовершенствование действующих приборов, данный переход профессора всех устраивал. Позднее лаборатория была преобразована в лабораторию клинической физиологии при кардиохирургической клинике, руководимой А.Н. Бакулевым. В 1956 г. создаётся Институт грудной хирургии на базе 1-- Градской клинической больницы. Академик Бакулев – создатель Института, он же стал его первым директором. Группа по внутрисердечным исследованиям работу продолжает в Институте. К нему присоединяют лабораторию клинической физиологии. Проф. Бабский Е.Б. возглавил работу по созданию новых методик и приборов для изучения состояния сердечно-сосудистой системы и для изучения опорно-двигательного аппарата. Вот тут-то, вероятно, группой исследователей под руководством проф. Бабского Е.Б. была собрана и заработала установка для одномоментной 4-х камерной катетеризации сердца.

Следовательно, группой исследователей руководили двое крупных учёных – академик Бакулев А.Н. хирургической частью работ и профессор Бабский Е.Б. физиологическим комплексом этих исследований.

В 1959 г. доктор Савельев В.С. на этом материале защитил докторскую диссертацию на тему: «Гемодинамика при врождённых пороках сердца». Заглавие диссертации напрямую свидетельствует о том, что установка для синхронной регистрации 9-ти показателей для каждого сердечного цикла работает здесь. Данное утверждение подкрепляется следующими событиями.

В 1966 г. в Москве на базе рентгенологического отделения института грудной хирургии открыли лабораторию внутрисердечных методов исследования. Спустя 5 лет, в 1971г. лабораторию переименовали в отделение рентгенохирургических методов исследования и лечения сердца и сосудов, что свидетельствует о росте данного заведения. В эти годы в Москве других лабораторий подобного направления не обнаружено.

Важно отметить, что в том же 1966 г. издание «Медицина» Москва выпустило учебник «Физиология человека» под редакцией Е.Б. Бабского с со-редакторами. Это 1-ое издание учебника. В этой книге на одной из страниц размещён рис. с копией кимограммы с синхронной записью показателей цикла не только левого, но и правого отделов сердца. Подпись рис. и пояснения в тексте те же, что и приведёны выше в 3-тём издании учебника. Спустя 6 лет после выхода 1-го издания, т.е. в 1972 г., вышло 2-ое издание учебника «Физиология человека» под ред. Бабского с со-редакторами примерно с теми же, что и 1-ое и 3-ье издания. Последнее, переработанное и дополненное, вышло, спустя 13 лет после выхода 2-го изд., но под ред. профессора Косицкого Г.И. Фамилия Бабский Е.Б. в чёрной рамке стоит первой в списке соавторов учебника.

Во всех 3-х выше перечисленных изданиях учебника в главе по физиологии кровообращения имеется выше упомянутый рисунок с размещённой на нём копией кимограммы. Причем фазы правого

и левого желудочков вертикальными линиями отделены друг от друга. Подписи в рис. и разъяснения в тексте во всех 3-х изданиях одинаковы.

Измерение длительности фаз сердечного цикла это лишь начало, вернее подготовка рисунка к его расшифровке. Рисунок с 9 кривыми, характеризующими полный кардиоцикл всего здорового сердца, позволяет получить полную информацию о кардиоцикле. Например, выявить точные сведения о работе каждого из 2-х желудочков сердца, детали их взаимодействия; в частности о значении их фазовых расхождений, а также решить ряд вопросов, которые не поддаются решению без данных об одновременном (синхронном) действии всего кардиоцикла. Например, изучить гемодинамическую регуляцию процессов, протекающих в течение кардиоцикла; раскрыть до конца работу механизма, поддерживающего равенство между венозным возвратом (правое предсердие) и артериальным выбросом (ЛЖ); выявить механизмы, обеспечивающие мгновенную и адекватную реакцию сердца на запросы метаболизма. В общем кимограмма с синхронной записью цикла обоих желудочков у человека со здоровым сердцем и сосудами содержит большое количество информации о деятельности самого сердца и может значительно расширить знания о принципах непрерывной работы здорового сердца в течение всей жизни человека.

Безусловно, это понимали и первообладатели обсуждаемого нами рисунка, но у них, вероятно, были другие цели и задачи, связанные с внутрисердечным исследованием гемодинамики. Об этом можно судить, исходя из названия тем, упомянутых выше, защищенных докторских диссертаций.

Первообладатели этой чрезвычайно ценной записи поступили **исключительно мудро**. Они подготовили кимограмму к анализу, снабдили её временным масштабом и разместили как рисунок в учебнике. Учебник переиздавался, и рисунок переходил из одного издания в другое и, наконец, (спустя ~50 лет) оказался *востребованным*. Мы **должны** с благодарностью принять этот ценный подарок и постараться оправдать надежды исследователей, сделавших синхронную запись процессов сердечного цикла обеих половин сердца и сумевших размножить и сохранить её в течение ~50-и лет, как раз полвека! Следует учесть, что сроки перехода рисунка с кимограммой из одного издания учебника в другое приходят к концу. Так, в 2003г. учебник снова переиздан. Рис. с кимограммой сохранился и в этой книге, но **без временного масштаба**, что осложняет возможность применения этой кимограммы для фазового анализа сердечного цикла. А в следующем издании может не быть и самого рисунка в переизданном, переработанном и дополненном учебнике. Вот почему мы дорожим копией этой кимограммы, которая по существу является очень ценным документом.

С целью подтвердить необходимость данной кимограммы для изучения механизмов, обеспечивающих непрерывное нормальное кровообращение у взрослого человека со здоровым сердцем, приводим ниже по тексту описание работ при прямой и обратной связи между правым предсердием и левым желудочком сердца. Благодаря этим связям ве-

личина объема крови, поступающей в круги кровообращения примерно одинакова. Что очень важно для нормального тока крови по большому и малому кругам кровообращения. Фаза **медленного наполнения камер сердца кровью**

В эту фазу кровь по приносящим венам непрерывно продолжает поступать в предсердия. Какие либо косвенные влияния на кровоток в виде, например, всасывательного эффекта и другие, в этот период отсутствуют. Поэтому **энергия притока венозной крови, оттекающей от всех органов и тканей по полым венам в правое предсердие, отображает в частности, линейная и объёмная скорости кровотока, уровень метаболизма в организме и соответственно запросы метаболизма в текущий момент** (Гайтон А., Холл Дж. [6]).

Итак, во время фазы медленного наполнения желудочков кровь, втекающая по полым венам в правое предсердие, а затем в желудочек, несёт правому отделу сердца информацию об уровне метаболизма в организме и о запросах метаболизма в текущий момент.

Фаза медленного наполнения желудочков является продолжением фазы быстрого наполнения этих камер или вторым этапом их кровенаполнения. Кровь по приносящим венам поступает в предсердия, затем, из предсердий транзитом через открытые АВ клапаны течёт в желудочки, дополняя их до уровня, **приближённого** к конечному диастолическому объёму (КДО). По мере наполнения желудочков кровью, кровь начинает задерживаться в **предсердиях**, наполняя их. При наполнении кровью стенки предсердий, будучи тоньше, чем у желудочков, начинают растягиваться, создавая давление в этих камерах.

С этого момента давление в правом предсердии становится **адекватным стимулятором** (раздражителем) биоэлектрических структур, заложенных в стенке правого предсердия.

Но это другая тема. Она требует собственного рассмотрения. Мы это сделаем, но не сейчас. Сейчас сделаем попытку расшифровать прямую и обратную связи между правым предсердием и левым желудочком, какую роль играют эти связи в деятельности кардиоцикла и наконец, как осуществляются данные связи.

Прямая и обратная внутрисердечные связи между правым предсердием и левым желудочком в кардиоцикле.

Нас, конечно, интересует связь, которая существует в кардиоцикле и передаётся с помощью перегородок от правого предсердия к левому желудочку – прямая связь. Она проявляется во время систолы желудочков, которые вызываются потенциалами действия (ПД). Малейшие изменения кровотока, происходящие в правом предсердии (ПП), сразу передаются правому желудочку (ПЖ) через правую предсердножелудочковую перегородку и тут уже потребуется вмешательство ЛЖ, так как выявилась новая тема, требующая собственного рассмотрения, как и выше объявленная.

Читателю предлагается внимательно просмотреть кимограмму и две таблицы (№1 и №2). Все эти приложения расположены после окончания данного текста.

Таблица 1

Описание кардиоцикла «систола-диастола» желудочков по типу, принятому в литературе.

Цифры – время в долях сек.

I. Систола желудочков - 0,33 сек.

- 1). Период напряжения желудочков **0,08 сек.**
 а) фаза асинхронного сокращения 0,05 сек.
 б) фаза изоволюметрического напряжения 0,03 сек.
 2). Период изгнания крови 0,25 сек.
 а) фаза быстрого изгнания крови 0,12 сек.
 б) фаза медленного изгнания крови 0,13 сек.

II. Диастола желудочков – 0,37 сек.

- 1). Протодиастолический период 0,04 сек.
 2). Период изоволюметрического расслабления 0,08 сек.
 3). Период наполнения желудочков кровью 0,25 сек.
 а) фаза быстрого наполнения 0,08 сек.
 б) фаза медленного наполнения 0,17 сек.
 4). Период пресистолический - наполнение кровью желудочков до уровня КДО за счет систолы предсердий 0,10 сек.

Таблица 2

Длительность периодов и фаз в долях сек. кардиоцикла желудочков (левого и правого отдельно) и предсердий.

Периоды, фазы желудочков	желудочки		Периоды, фазы предсердий	Сек.
	Левый секунды	Правый секунды		
Пресистола желудочков: а) Проведение ПД от СА узла к АВ Узлу	ПД СА УЗЛА и рецепторов		Пресистола предсердий Возбуждение КМЦ УС и предсердий	0,03
б) Наполнение желудочков кровью, обусловленное систолой предсердий	0,03	0,03	СИСТОЛА УС и предсердий	0,1
в) Асинхронное проведение возбуждения к желудочкам по ПСС	0,04	0,06	Протодиастола а) Расслабление б) Закрытие АВ клапанов.	0,04
СИСТОЛА желудочков:	0,28	0,3	ДИАСТОЛА предсердий:	0,72
1. Изоволюметрическое напряжение желудочков	0,06	0,02	Наполнение УС кровью Открытие полулунных клапанов ПЖ, затем ЛЖ	0,04 0,02
2. Изгнание крови из желудочков	0,22	0,28	Всасывание крови в предсердия	0,24
ДИАСТОЛА желудочков Протодиастола ЛЖ Продолжение изгнания крови из ПЖ	0,02	0,02 + 0,01	Всасывание крови в предсердия	0,02
Изоволюметрическое расслабление ЛЖ Протодиастола ПЖ Изоволюметрическое расслабление ПЖ	0,06	0,02 0,01	Всасывание крови в предсердия	0,06
Быстрое затем медленное наполнение сердца кровью	0,12 + 0,30	0,12 + 0,28	Быстр затем медленное пассивное перетекание крови из предсердий в желудочки	0,12+ 0,28

Внимание! Если цифры длительности фаз в долях сек обоих желудочков стоят на одном уровне –

это значит, что оба желудочка начали работать одновременно. Если цифры находятся на разных уровнях, то раньше начинает работу тот желудочек,

цифры которого находятся выше. **Значение сокращений, которые имеются в таблице:**

ПД САУ – потенциал действия синоатриального узла; **КМЦ** – кардиомиоцит; **УС** – ушко(и)

сердца; **ПСС** – проводящая система сердца; **АВ** – атриовентрикулярный или предсердножелудочковый; **ЛЖ** – левый желудочек; **ПЖ** – правый желудочек

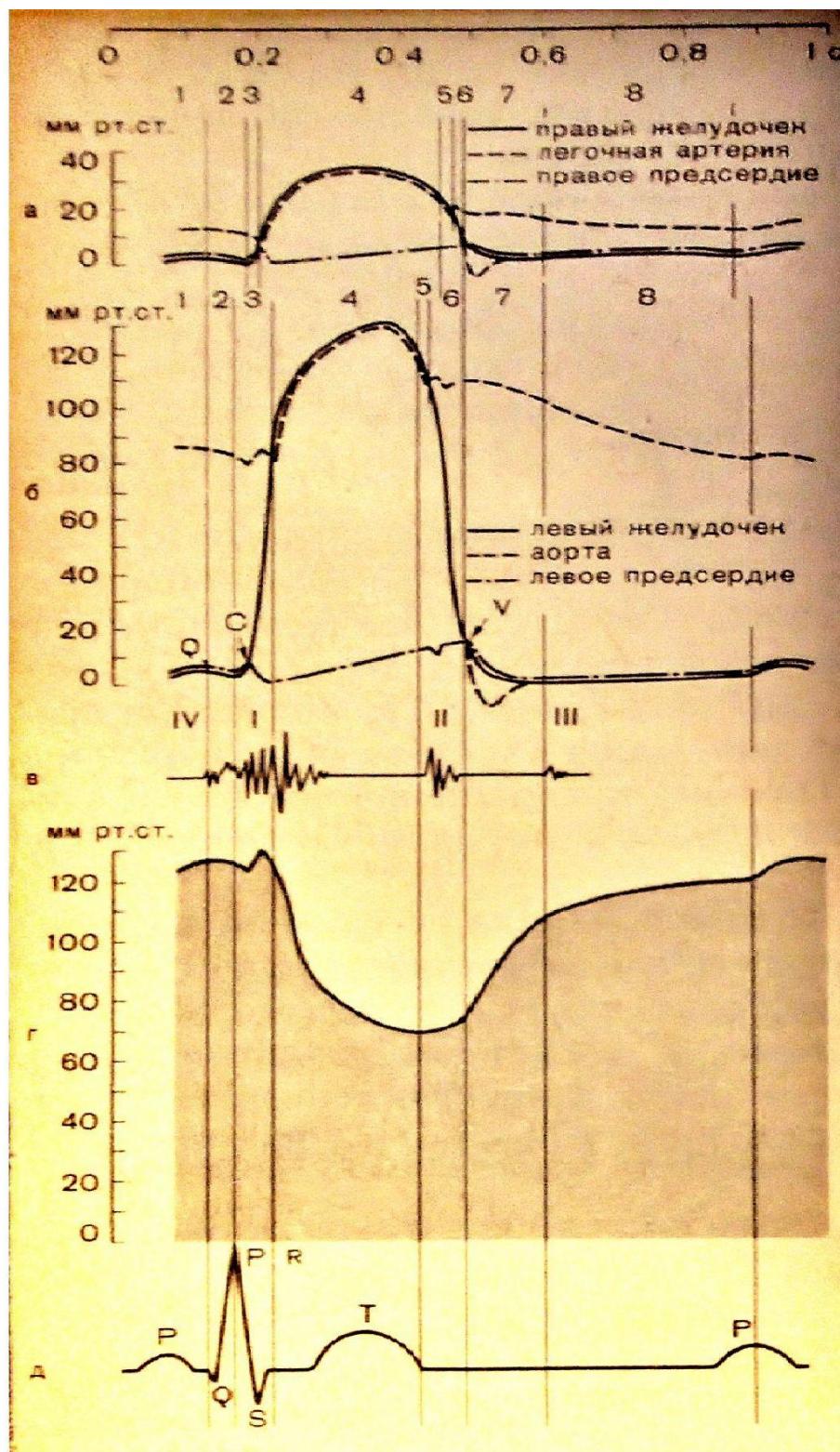


Рис.1. Схематизированные кривые изменений давления в правых (а) и левых (б) отделах сердца; тонов сердца (в); объёма желудочков (з) и электрокардиограмма (д).

I – IV – тоны ФКГ; 1- фаза систолы предсердий; 2 – фаза асинхронного проведения ПД к желудочкам по ПСС; 3 – фаза изоволюмет-го напряжения желудочков; 4 – фаза изгнания; 5 – протодиастолический период; 6 – фаза изоволюмет-го расслабления желудочков; 7 – фаза быстрого наполнения желудочков; 8 – фаза медленного наполнения желудочков.

Список литературы:

1.Бокерия Л.А., Никитин Е.С., Лобачева Г.В., Бахтадзе З.Ш., Сайдалиева З.О., Макрушин И.М. Роль межжелудочковой перегородки в развитии правожелудочковой недостаточности в ближайшем послеоперационном периоде у пациентов, перенесших вмешательство на сердце в условиях искусственного кровообращения. Клини. физиол. кровообр. 2012; 3; 17-22.

2.Бокерия Л.А., Алшибая М.М., Мерзляков В.Ю., Сокольская Н.О., Копылова Н.С., Скрипник Е.В. Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография у больных с различными формами ишемической болезни сердца. Клиническая физиология кровообращения. 2016; 13 (3); 139-47.

3.Антони Г. Функция сердца. В книге «Физиология человека» в 4-х томах, т.3. Под ред. Р Шмидта и Г. Тевса. Перевод с англ. Москва «Мир» 1986. (3,стр.77).

4.Гайтон А., Холл Джон Учебник «Медицинская физиология» (рис. 9-5) 2006

5.Давидсон Чарлез, Бонов Роберт Катетеризация сердца (Интернет).

6. Гайтон А.К., Холл Д.Э. Медицинская физиология. Пер. с англ. Под ред. В.И. Кобрин В.И. Москва. Логосфера; 2008. С.120