

6. Законы и аксиоматика кардиометрии

6.1 Законы кардиометрии

Закон № 1

Кровь движется по сосудам в режиме повышенной текучести (назван «третьим режимом» в отличии от ламинарного и турбулентного), характеризующегося малым трением при течениях, за счет кольцеобразного сочетания элементов крови и плазмы.

Следствия:

- 1) Вся анатомия сердца и сосудов предназначена для создания и поддержания этого режима течения;
- 2) Сердечный цикл состоит из десяти фаз, каждая из которых выполняет определенную

функцию создания и поддержания гемодинамики;

3) Качество функций зависит от амплитуды и интенсивности сокращения соответствующих мышц сердечно-сосудистой системы;

4) Поддержание в норме параметров гемодинамики обеспечивает компенсационный фазовый механизм сокращения мышц сердечно-сосудистой системы, заключающийся в усилении сокращения одних мышц, при снижении сокращения смежных мышц.

Закон № 2

СА и АВ узлы сердца, а также барорецепторы аорты БА, – нервные центры являются барорецепторами, и генерация ими нервных импульсов (импульсов действия) зависит от наличия давления на них объемами крови.

Следствие:

Давление на барорецептор является единственным источником генерации нервного импульса (импульса действия), который запускает механизм сокращения мышц сердечно-сосудистой системы.

Закон № 3

СА-узел обеспечивает закрытие предсердно-желудочковых клапанов.

Следствие:

Если в конце каждой фазы систолы предсердия, предсердно-желудочковые клапаны не за-

крылись, то образовавшееся остаточное давление в предсердии будет воздействовать на СА-узел и обязательно вызовет повторную генерацию сокращения предсердия, отображающуюся на ЭКГ в виде второй волны Р (основы аритмии предсердий).

Закон № 4

АВ-узел управляет тремя механизмами предварительной подготовки структуры потока крови в сосудах, заключающихся в:

- 1) Регулировки диастолического давления в аорте (сонной артерии);

2) Создании вихревых потоков крови перед открытием клапана аорты (сонной артерии);

3) Открытию клапана аорты (сонной артерии).

Следствия:

1) При больших физических нагрузках генерация фазы L – j может повторяться до 7 раз.

Закон № 5

БА-барорецепторы аорты (сонной артерии), выполняют функцию удержания структуры кровотока и продвижения ее по сосудам в режиме повышенной текучести.

Следствие:

Амплитуда растяжения аорты регулирует сопротивление кровотоку.

Закон № 6

Амплитуда фаз ЭКГ соответствует амплитуде сокращения мышц сердца.

анализируется:

- амплитуда сокращения предсердий P;
- амплитуда сокращения межжелудочковой перегородки R;

- амплитуда сокращения миокарда S;
- амплитуда сокращения межжелудочковой перегородки при электромеханическом сопряжении (максимум фазы S-L);
- амплитуда расширения аорты T.

Закон № 7

Работа фаз Q – R – S происходит в аэробном режиме только за счет затрат кислорода, без накопления лактата в мышцах сердца.

Следствие:

Количественная оценка кислорода производится при помощи соотношения скорости сокращения межжелудочковой перегородки в фазе Q – R к скорости сокращения миокарда в фазе R – S.

Закон № 8

Работа фазы S – L происходит при электромеханическом сопряжении в анаэробном режиме с накоплением лактата в мышцах сердца.

Следствие:

Количественная оценка лактата производится при помощи соотношения скорости сокращения межжелудочковой перегородки в фазе S – L

к скорости сокращения миокарда в этой же фазе, но на фоне общего напряжения всех мышц сердца, произошедшего в предыдущей фазе и сохраняющегося до конца систолы, с учетом воздействия давления на них объема крови, находящегося в желудочках сердца.

Закон № 9

При работе фазы L – j, происходящей под воздействием электромеханического сопряжения, проявляется остаток креатинфосфата, обеспечивающего энергетическую функцию АТФ в следующем сердечном цикле.

Следствие:

Количественная оценка креатинфосфата производится при помощи соотношения скорости

сокращения межжелудочковой перегородки в фазе L – j к скорости сокращения миокарда в этой же фазе, но на фоне общего напряжения всех мышц сердца, произошедшего в предыдущей фазе и сохраняющегося до конца систолы, без учета воздействия давления на них ударного объема крови.

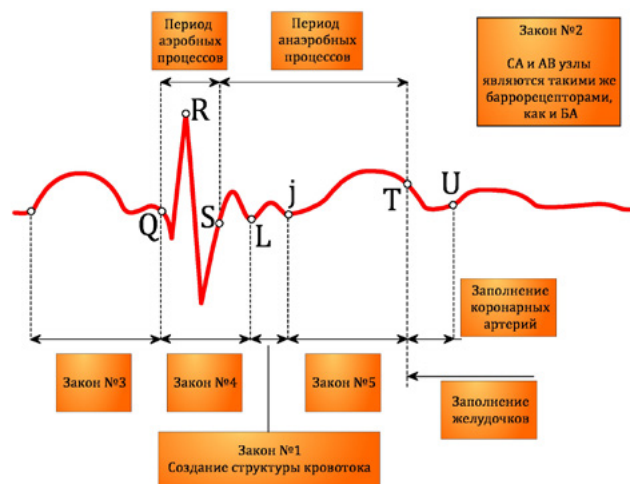


Рис. 87. Проявление законов кардиометрии в различных частях ЭКГ

6.2 Использование законов в аксиоматике

Аксиоматика – это способ построения науки, используемый во всех естественных науках. Целью аксиоматики является доказательство соответствия наблюдаемого явления истине. При этом, в дальнейшем доказанное соответствие принимается как инструмент логического умозаключения для вывода остальных утверждений. Как основные, так и сформулированные на их основе законы, явления и положения являются также аксиомами и в дальнейшем принимаются в априори и не подвергаются сомнению. В процессе развития доказательной базы формируются теоремы, позволяющие на практике реализовать теорию.

Важнейшим условием при выборе аксиом является их непротиворечивость. Существует правило, определяющее отсутствие противоречий положений и выводов друг другу в теоремах, сформулированных на основе принятых аксиом в данной науке. Наоборот, дальнейшие теоремы должны подтверждать правильность выбора ранее принятых без доказательных аксиом.

На принципах аксиоматики строятся все естественные науки. Это принцип познания истины.

Кардиометрия основана на отмеченных положениях аксиоматики.

Чтобы быть уверенным в правильности интерпретации кардиосигналов, необходимо установить не менее трех проявлений изменений их форм, вызванных одним процессом. При этом они не должны противоречить друг

другу, а подтверждать первопричину вызвавших их процессов. Это является основой точного выявления причины отклонения от нормы.

Например. При слабом сокращении межжелудочковой перегородки, отображаемой на ЭКГ в виде снижения амплитуды R зубца, должны быть изменения в других фазах. Они вызываются компенсационным механизмом, направленным на поддержание параметров гемодинамики в норме. Поэтому будет увеличена амплитуда сокращения S зубца. Если этого не наблюдается, то рост давления в аорте будет ниже нормы, что диагностируется по РЕОграмме в фазе быстрого изгнания. Тогда вывод может быть один, что качество мышц не справляется с созданием давления в желудочке и результатом является слабый выход крови в аорту. При этом амплитуда волны Т может быть увеличена, с целью снижения сопротивления кровотоку. В результате параметры гемодинамики будут в норме, но за счет сдвига функций сердца и сосудов в патологическую зону. Вывод один: надо восстанавливать метаболизм мышц сердца, в частности, нормализовывать функцию сокращения межжелудочковой перегородки.

Также важен анализ субъективной симптоматики. Поиск трех признаков проявления изменений, вызванных одной причиной, может происходить при одновременном анализе ЭКГ, РЕОграммы и субъективных симптомов.

6.3 Принцип верификации диагноза

В философском словаре слово «верификация» определяется следующим образом: «(от лат. *verus* – истинный и *facio* – делаю) подтверждение. Предположение (гипотеза) может быть верифицировано, т.е. его истинность может быть доказана как с помощью опыта, так и с помощью связного логического доказательства» [41].

Это определение определяют два пути поиска истины, первый – опытный, второй – логического доказательства.

В кардиологии, как и в медицине вообще, сложилась практика верификации только че-

рез опытный путь. Это связано с тем, что в основе кардиологии лежат знания, сформированные опытным путем. Теоретическая база, объясняющая функционирование различных частей сердечно – сосудистой системы, имеет значительные противоречия, а порой ложные представления о физических процессах. Так, понимание структуры течения жидкости при ламинарном движении, которое было перенесено в описание движения крови по сосудам, ошибочно основывается на том, что все элементы жидкости движутся параллельно

Таблица. Гемодинамический КПД при условии существования ламинарного режима в сосудах

Сосуды	Диаметр, см	Длина, см	Скорость течения крови см/сек.	Число Рейнольдса	Гидравлич. КПД сосудов, %
Аорта	1,0	40	50	1670	39,4
Большие артерии	0,3	20	13	130	3
Главные артериальные ветви	0,1	10	8	27	0,42
Терминальные артерии	0,06	1	6	12	1,1
Артериолы	0,002	0,2	0,3	0,02	$3,15 \cdot 10^{-4}$
Капилляры	0,0008	0,1	0,07	0,002	$2,5 \cdot 10^{-5}$
Венулы	0,003	0,2	0,07	0,007	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Терминальные вены	0,15	1	1,3	6,5	1,5
Главные ветви вен	0,24	10	1,5	12	0,44
Большие вены	0,6	20	3,6	72	3,4
Полая вена	1,25	40	33	1375	40

стенкам трубки, в которой оно происходит [3]. Однако, ни в одном курсе физики этого нельзя найти, так как ламинарный режим, по определению, будет концентрировать все элементы жидкости в центре потока, что, в конечном итоге, приведет к повышенным затратам энергии на преодоление повышенного трения при движении жидкости [3]. Из таблицы видно, что при ламинарном режиме, коэффициент полезного действия (КПД) очень низок и не может существовать в сосудах [42]. При этом давление в аорте должно быть на уровне 2 атмосфер, хотя реально оно не может превышать 200 мм.рт.ст. Этот подход не позволил математически описать реальную гемодинамику.

Приняв за основу не реальную модель, кардиология не смогла создать теорию, позволяющую логически анализировать процессы гемодинамики в сердечно-сосудистой системе.

Результатом явилось то, что верификация кардиосигналов до настоящего времени осуществлялась только через клинические сравнительные исследования. И вторым, очень важным фактом, является то, что различные приборы могут регистрировать одни и те же параметры со значительными различиями между собой [43].

В естественных науках любой объект исследования рассматривается с позиции логики доказательства, являющейся основой методологии научного исследования. В учебных программах медицинских образовательных учреждений он вообще отсутствует, поэтому его суть надо кратко отметить здесь.

В естественных науках существует два типа доказательств, прямой и косвенный [44]:

Прямой метод основан на:

1. Наличии математического описания исследуемого процесса.
2. Аксиоматических положениях используемых для объяснения процесса. Это недоказуемая база, которая является основой для логических выводов. Аксиомы должны быть однозначны в понимании.
3. Повторяемости процесса. Исследуемый процесс должен регистрироваться не менее трех раз в различных условиях.
4. Моделировании и прогнозировании влияния различных условий на данный процесс.

Косвенный метод исключения основан на:

1. Аксиоматических положениях, используемых для построения системы логического отрицания и подтверждения аргументов, определяющих существование наблюдаемого процесса.

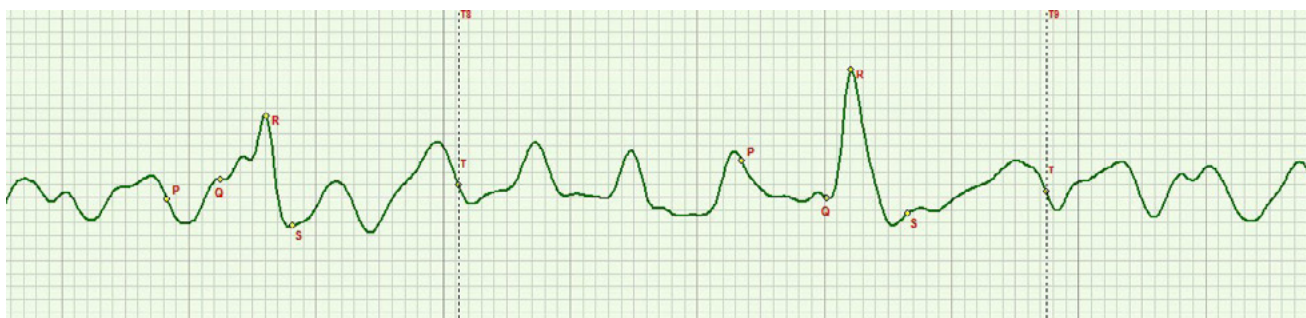


Рис. 88. ЭКГ с несколькими Р волнами. При снижении эластичности миокарда, вызванного проблемами коронарного кровотока предсердия берут на себя нагрузку. Р волна вновь образовываться перестанет после закрытия предсердно – желудочковых клапанов

2. Регистрации не менее трех раз исследуемого процесс в различных условиях.

Наилучшим является прямое доказательство в совокупности с косвенным. Отмеченные принципы лежат в основе теории доказательств и методологии научных исследований в естественных науках [42].

Еще раз отметим, что принцип верификации в кардиологии основан на опытном подтверждении соответствия формы кардиосигнала другим номенклатурно-принятым формам, условно принятыми за эталоны.

Недостаток:

1. Нет логического аппарата для объяснения исследуемого объекта, что порождает множество несоответствий между результатами, полученными различными методами.

Следствие:

1. Отсутствует единая логическая теория функционирования сердечно-сосудистой системы.

2. Существует объяснение только частных, не системных, характеристик кардиосигналов.

Для доказательства соответствия различных форм кардиологических сигналов определенным физиологическим процессам, как в пределах нормы, так и различным патологическим, и что очень важно, критическим состояниям, необходимо принять аргументы, которые можно использовать как аксиомы при доказательстве. При этом система доказательств должна содержать следующие позиции:

1. Наличие базы данных различных кардиосигналов одного и того же пациента.

2. Наличие аксиом (аргументов), в том числе математической модели гемодинамики.

3. Наличие не менее трех признаков изменений формы кардиосигналов, объясняемых с помощью аксиом (аргументов).

4. Логическое обоснование связи изменений формы кардиосигнала с биофизическими процессами, вызывающими их.

5. Теоретическое прогнозирование (моделирование) развития процесса при различных условиях.

6. Практическая регистрация прогнозируемых изменений формы кардиосигналов, после воздействия на биофизический процесс.

Аргументами должны служить ключевые понятия, входящие в теорию гемодинамики. Мы предлагаем девять законов гемодинамики, отмеченных выше:

На основании принятых законов, а также физики движения жидкости в эластичных трубках, можно сформулировать ряд правил, которые также могут быть использованы как аргументы, объясняющие компенсационный механизм работы сердечно-сосудистой системы [37].

Законы позволяют верифицировать любую форму ЭКГ, установив ее соответствие биофизическим процессам, происходящим в сердечно-сосудистой системе. Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1.

На рисунке 88 представлена форма ЭКГ имеющая несколько Р волн. В классической кардиологии эта форма классифицируется как предсердная аритмия.

Согласно логике доказательств, отмеченной ранее и существующей в естественных науках, рассмотрим данную форму ЭКГ.

1. ЭКГ, зарегистрированная на восходящей аорте, как наиболее информативная и являющаяся графической суммой всех стандартных форм отведения [37].

2. Для анализа формы ЭКГ используются отмеченные ранее законы, которые являются аргументами и соответствуют требованиям аксиоматики.

3. Находим три логически взаимосвязанных проявления:

3.1. Слабая релаксация мышц миокарда. Отсутствие S зубца.

3.2. Из-за слабой релаксации давление с СА-узла барорецептора не снимается и генерируется еще Р волна.

3.3. Фаза PQ удлинена – требуется больше времени для преодоления слабого растяжения мышц миокарда.

4. Определяем, какие причины, с точки зрения физики, могут привести к изменению формы ЭКГ. Логика рассмотрения должна выявить первопричину изменений.

Каждая фаза сердечного цикла ограничена по времени [37]. В данном случае снижение релаксации мышц миокарда не позволяет наполнить достаточным объемом крови желудочки и закрыть предсердно-желудочковый клапан (закон №3). Только после его закрытия может начаться генерация импульса действия АВ узлом (закон №4). Поэтому остаточное давление в предсердиях продолжает действовать на СА узел, что и вызывает генерацию вторичной Р волны. Подтверждением отмеченному является удлинение PQ фазы, вызванное малой растяжимостью мышц миокарда.

Других изменений формы ЭКГ, соответствующих другим физическим процессам, нет. В этом случае нам помогает сделать вывод метод косвенного доказательства – метод исключения. Это усиливает логику прямого доказательства.

Вывод: первопричиной изменений формы ЭКГ является слабая релаксация мышц миокарда. Лечение должно быть направлено именно на устранения этой патологии.

5. Моделирование развития процесса.

Моделирование должно исходить из точного определения первопричины патологии. В

данном случае слабая релаксация возможна только при слабой энергетике митохондрий и в первую очередь малой энергии АТФ. Это связано с проблемами коронарного кровотока и нехваткой кислорода.

Поэтому, можно прогнозировать в двух направлениях. Что будет, если ничего не предпринимать, и что будет при правильном выборе лечения?

В первом направлении можно прогнозировать то, что при дальнейшем развитии слабости миокарда необходимо будет снижать сопротивление кровотоку со стороны аорты, что проявится в увеличении амплитуды волны Т. Это индикатор снижения сопротивления за счет расширения аорты. Но расширение аорты имеет свои пределы. Если их достичь, то наступят условия роста диастолического АД.

Другие процессы не могут возникнуть, так как для этого нет оснований с точки зрения физики (метод исключения).

В случае лечения должна остаться одна Р волна и увеличится амплитуда S зубца.

6. Терапия пациента была направлена на восстановление коронарного кровотока. В результате прогноз изменения формы ЭКГ оправдался.

Приведенная логика поиска первопричины патологии, отражаемой в форме ЭКГ, была отработана на более 2000 пациентов. В конечном итоге удалось классифицировать все встречающиеся изменения ЭКГ, используя за основу фазовый анализ сердечного цикла. При этом удалось понять и прогнозировать летальные исходы за несколько десятков минут до полной остановки сердца. Отработанные методы лечения позволили снизить смертность в клинических условиях до 80 %.

Добавим, что дополнительная информация, получаемая при фазовом анализе сердечного цикла в виде косвенного измерения фазовых объемов крови и синхронной точечной реографии аорты, позволяет достоверно верифицировать любые изменения ЭКГ [37].

Пример 2.

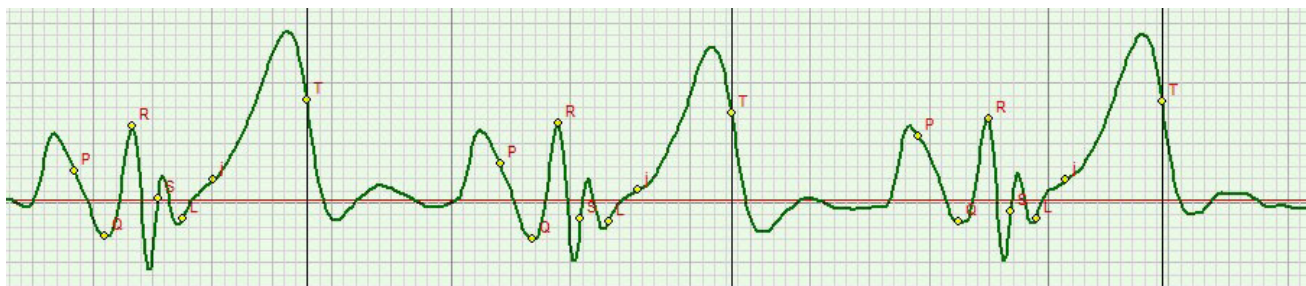
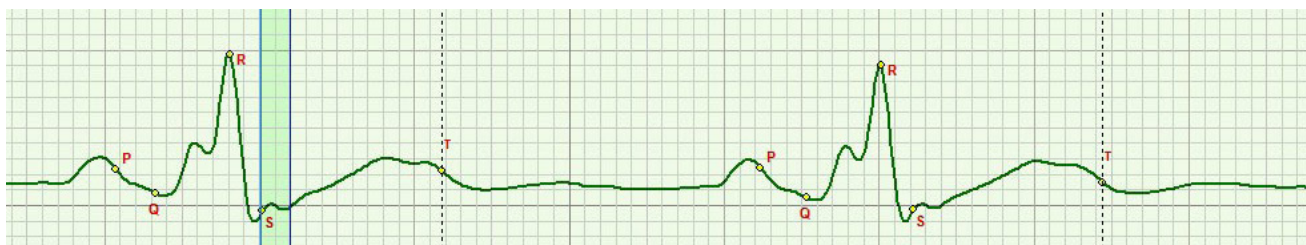
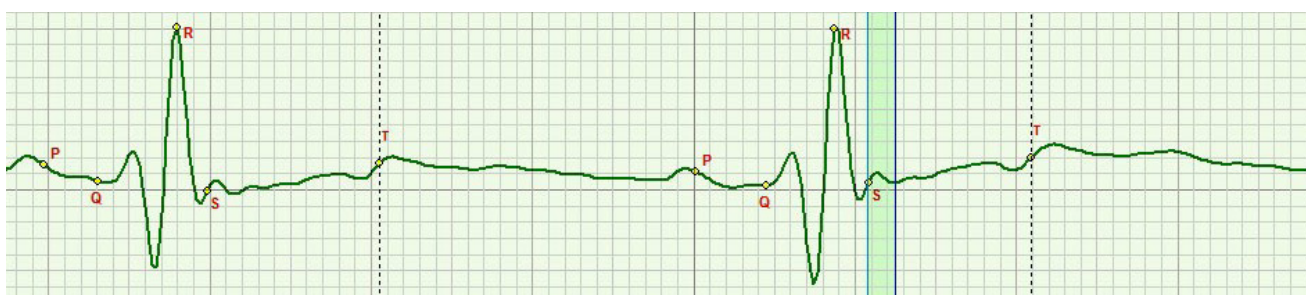


Рис. 89. ЭКГ с малыми амплитудами сокращения МЖП и миокарда



а)



б)

Рис. 90. ЭКГ аорты в положении лежа а) и сидя б)

На рисунке 89 представлена форма ЭКГ, имеющая малую амплитуду QRS комплекса и большие амплитуды P и T волн.

Учитывая предыдущие подробные рассуждения, в данном примере можно их упростить, сохранив логику поиска первопричины патологии.

Учитывая принятую аксиоматику, сразу можно определить три логически взаимосвязанных проявления:

1. Малая амплитуда QRS комплекса.
2. Большая амплитуда T волны.
3. Большая амплитуда P волны.
4. Большая амплитуда SL фазы.

В данном случае фиксируем больше трех логических проявлений.

Малая амплитуда QRS комплекса, как R и S зубцов, указывает на слабые энергетические процессы в митохондриях. Другое исключается. Большая амплитуда P волны подтверждает слабую релаксацию мышц сердца. Большая T

волна расширяет аорту и снижает сопротивление кровотоку для слабого сердца.

Дополнительным подтверждением сделанным выводам служит наличие большой амплитуды SL фазы. Она указывает на значительное напряжение мышц в фазе напряжения, что является компенсационным механизмом.

В результате можно сделать вывод, что первопричиной патологии является энергетическая слабость АТФ в митохондриях мышц сердца. При этом остальные функции сердечно – сосудистой системы в норме.

Терапия пациента была направлена на нормализацию функций цепи доставки кислорода в митохондрии: серотонин – L-карнитин. А также, усиления действия кофермента Q.

В течение шести месяцев был получен устойчивый терапевтический эффект, проявившийся в нормализации фазовых амплитуд ЭКГ.

Пример 3.

На рисунке 90 представлены формы ЭКГ, полученные при ортостатической пробе. В классической кардиологии эта форма классифицируется как нарушение проводимости ножки пучка Гиса. Однако, столь сложная патология не может «вылечиваться» только за счет изменения положения тела, как это показано на рисунке 90 (а). Поэтому в данном случае верификация принципиально важна.

Три логически взаимосвязанных проявления:

1. Слабая релаксация мышц миокарда. Отсутствие S зубца.
2. Вместо сокращения миокарда, наблюдается его обратный ход (реверс). На ЭКГ провал переднего фронта зубца R.
3. Сопровождается определенной симптоматикой. Ощущение распираания в левом боку, в районе верхушки сердца, из-за реверсного хода миокарда.

В данном случае мы рассматриваем редкий случай работы МЖП. Для того, чтобы сократиться, МЖП необходимо вначале расслабиться, произведя значительное расширение, которое фиксируется на ЭКГ в фазе QR. Это явление мы назвали реверсивное движение. При этом наблюдается симптоматика в виде ощущения мышечного давления в зоне верхушки сердца. Это подтверждает реверсивный ход мышц. Это явление не стабильно и зависит от положения тела. При горизонтальном оно мало проявляется, а при вертикальном ярко выражено. Такая работа сердца может быть объяснена только с позиции фазового анализа

сердечного цикла. Дело в том, что в фазах QRS происходит подготовка структуры кровотока, согласно закона № 1 [37]. При этом клапаны закрыты и кровь не должна останавливаться. В случае, если кровь остановить, тогда она не выйдет в аорту.

Но в этот механизм работы сердца вносит корректировку врожденная аномалия коронарных артерий [45]. Коронарорезектомические фистулы при сокращении выбрасывают кровь в желудочек. Ее количество зависит от положения тела, поэтому амплитуда реверса зависит от объема выбрасываемой фистулами крови в желудочек.

С отмеченным феноменом люди живут долго. В нашей практике нормализовать реверсивное движение МЖП не удалось.

В этом разделе были представлены основные моменты логики доказательств, используемые в естествознании. Говорить о полной методологии нет смысла. Каждый конкретный случай требует всесторонних знаний. Именно это является основой успеха в науке.

Представленный метод верификации формы ЭКГ биофизическим процессам смог появиться только в результате создания полной теории фазового анализа сердечного цикла [37]. Ее отсутствие оказало влияние на развитие кардиологии, в которой накопилось много противоречий. Именно внесение логики в методы теоретического анализа, а также новые знания о фазовой структуре сердечного цикла позволили использовать принципы доказательств естественных наук в кардиологии.