

**Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»**

**Кафедра внутренних болезней №3  
с курсом функциональной диагностики**

Автор:

Ю.О. Пашевич ассистент

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
для проведения практического занятия  
по учебной дисциплине «Основы функциональной диагностики»  
для студентов  
4 курса медико-диагностического факультета,  
обучающихся по специальности  
1- 79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

**Тема 1: Анатомо-физиологические основы  
электрокардиографии. Нормальная электрокардиограмма.  
Показания к электрокардиографическому исследованию и  
оформление заключения**

Время: 5 часов

Утверждено на заседании кафедры внутренних болезней №3 с курсом  
функциональной диагностики  
(протокол № 5 от 17.05.2024)

2024г.

## **УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ**

### **Учебная цель:**

формирование у студентов базовой профессиональной компетенции для диагностики заболеваний внутренних органов с применением функциональных методов исследования.

### **Воспитательная цель:**

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал;
- сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- осознать социальную значимость своей будущей профессиональной деятельности;
- научиться соблюдать учебную и трудовую дисциплину, нормы медицинской этики и деонтологии.

### **Задачи:**

В результате проведения учебного занятия студент должен

#### **знать:**

- основные принципы организации работы отделения функциональной диагностики;
- правила техники безопасности, устройство и принцип работы оборудования и аппаратуры, предназначенной для функциональных методов исследования;
- принципы подготовки пациента, показания и противопоказания к функциональным методам исследования, алгоритм и методику проведения основных исследований;
- основы клинической интерпретации полученных результатов;
- основные функциональные методы диагностики в клинической практике;
- нормы медицинской этики и деонтологии;
- проявление инфекционных заболеваний, связанных с оказанием медицинской помощи;
- правила оказания медицинской помощи при неотложных состояниях;

#### **уметь:**

- составлять алгоритм функционального обследования пациентов, проводить и интерпретировать результаты основных функциональных методов исследования, применяемых в кардиологии, пульмонологии, неврологии;
- оценивать показания и противопоказания к проведению функциональных исследований;
- правильно интерпретировать результаты диагностического обследования пациента с заболеваниями внутренних органов;
- формулировать заключение после проведенных диагностических функциональных исследований;
- оказывать первую медицинскую помощь при неотложных состояниях.
- предупреждать и распознавать инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи;
- коммуницировать с пациентами и медицинским персоналом, в соответствии с нормами этики и деонтологии, а так же осуществлять свою учебную и рабочую деятельность в соответствии с этими нормами;

### **владеть:**

- методологией проведения функциональных исследований (ЭКГ, холтеровское мониторирование, суточное мониторирование артериального давления, нагрузочные пробы, спирометрия);
- навыками работы с диагностическим оборудованием и методами инструментального функционального исследования сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем;
- интерпретацией проведенных функциональных исследований с формированием заключения;
- навыками коммуникации с пациентами и медицинским персоналом, в соответствии с нормами этики и деонтологии, а так же осуществлять свою учебную и рабочую деятельность в соответствии с этими нормами;
- навыками предупреждения распространения инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи;
- навыками оказания неотложной медицинской помощи при заболеваниях внутренних органов.

### **Мотивация для усвоения темы**

Электрокардиография – метод исследования сердца, не теряющий своего значения с течением времени. Она остается одним из самых распространенных и неотъемлемых методов кардиологической диагностики, продолжает развиваться и совершенствоваться.

ЭКГ является ценным диагностическим инструментом. По ней можно оценить источник (так называемый водитель) ритма, регулярность сердечных сокращений, их частоту. Все это имеет большое значение для диагностики различных аритмий. По продолжительности различных интервалов и зубцов ЭКГ можно судить об изменениях сердечной проводимости. Изменения конечной части желудочкового комплекса (интервал ST и зубец T) позволяют врачу определить наличие или отсутствие ишемических изменений в сердце (нарушение кровоснабжения).

Важным показателем ЭКГ является амплитуда зубцов. Увеличение ее говорит о гипертрофии соответствующих отделов сердца, которая наблюдается при некоторых заболеваниях сердца и при гипертонической болезни.

### **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ**

Набор ЭКГ, учебных таблиц, ситуационных задач по теме, тесты по теме занятия, как в электронном так и в бумажном виде, телевизор

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН**

1. Анатомия: строение сердца и его клапанного аппарата, особенности кровоснабжения и иннервации сердца; проводящая система сердца — морфофункциональная характеристика.
2. Гистология: особенности строения кардиомиоцитов, клеток-пейсмекеров
3. Физиология: особенности работы сердца в различные фазы сердечного цикла.
4. Пропедевтика внутренних болезней: семиотика некоронарогенных заболеваний. ЭКГ-признаки данных состояний.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Анатомическое и физиологическое строение сердца. Функции сердца. Анатомическая ориентация сердца.

2. Генерация и проведение возбуждения в сердце. Понятие о векторных величинах.

3. Формирование нормальной электрокардиограммы (ЭКГ). Электрокардиографические отведения: стандартные, усиленные от конечностей, грудные, по Небу, по Слопаку, правые грудные отведения, высокие грудные отведения, V7-V9. Методика записи ЭКГ. Нормальная ЭКГ (основные зубцы – P, Q, R, S, T, U, сегменты – PQ, ST, TP и интервалы – PQ, QT, электрическая ось сердца, повороты сердца). Электрокардиографические проявления нарушений работы ЭКС: изменение амплитуды и направления спайка, блокада выхода, конкуренция ритмов и др.

4. Варианты нормальной ЭКГ. Требования к электрокардиографическому заключению.

5. Интерпретация ЭКГ в норме. Выделение нормы и патологии всех зубцов, сегментов, интервал. Вероятные ошибки регистрации ЭКГ

### **ХОД ЗАНЯТИЯ**

#### **Теоретическая часть**

Сердце – полый мышечный орган, главной задачей которого является системная циркуляция и снабжение органов и тканей кровью.

Сердечная мышца имеет форму конуса. Основание органа расширено и обращено кзади и вверх. К основанию органа подходят магистральные сосуды. Строение и функции сердца - неразрывно связаны.

#### **Функции сердца**

**Автоматизм** – способность сердца вырабатывать импульсы вызывающие возбуждение. В норме наибольшим автоматизмом обладают клетки синусового узла, расположенные в правом предсердии [1].

**Проводимость** – способность сердца проводить импульсы от места их возникновения до сократительного миокарда. В норме импульсы проводятся от синусового узла к мышцам предсердий и желудочков.

**Возбудимость** – способность сердца возбуждаться под влиянием импульсов. Функцией возбудимости обладают клетки проводящей системы и сократительного миокарда. Во время возбуждения сердца образуется электрический ток, который регистрируется в виде ЭКГ.

**Сократимость** – способность сердца сокращаться под влиянием импульсов. Сердце – насос, перекачивающий кровь в большой и малый круг кровообращения. **Тоничность** – способность сердца сохранять свою форму в диастоле [1].

**Рефрактерность** – возбудимость проводящей системы сердца и сократительного миокарда меняется в различные периоды сердечного цикла. В частности, во время систолы, клетки сердца не возбуждаются, то есть они рефрактерны к раздражениям. Во время абсолютного рефракторного периода сердце не может возбуждаться и сокращаться независимо от силы поступающего к нему импульса. Абсолютный рефракторный период – QRST[1].

Стенка сердечной мышцы состоит из трех слоев: внутреннего, среднего и наружного:

1. Внутренний слой (эндокард) состоит из соединительнотканной пластинки и покрывает всю внутреннюю поверхность сердца. Сухожильные мышцы и нити, фиксирующиеся к эндокарду, образуют сердечные клапаны. Под эндокардом находится дополнительная базальная мембрана.

2. Средний слой (миокард) состоит из поперечнополосатых мышечных волокон. Каждое мышечное волокно представляет собой скопление клеток – кардиомиоцитов. Визуально между волокнами видны темные полосы, которые являются вставками, играющими важную роль в передаче электрического возбуждения между кардиомиоцитами. Снаружи мышечные волокна окружены соединительной тканью, в которой находятся нервы и кровеносные сосуды, обеспечивающие трофическую функцию.

3. Наружный слой (эпикард) представляет собой серозный листок, плотно срастающийся с миокардом[1].

### **Кровоснабжение миокарда**

Кровоснабжение сердца осуществляется по двум основным сосудам - правой и левой коронарным артериям, начинающимся от аорты тотчас выше полулунных клапанов( схематическое расположение которых можно проанализировать на рисунке 1).

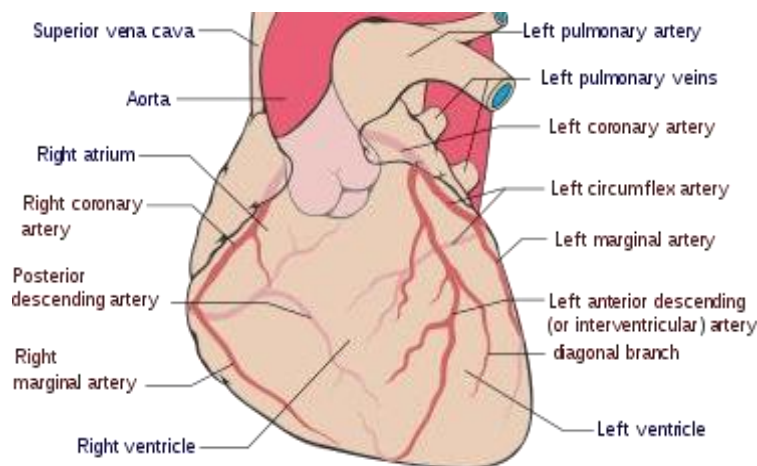


Рисунок 1. — Расположение коронарных сосудов

## **Левая коронарная артерия**

Левая коронарная артерия начинается из левого синуса Вальсальвы, направляется вниз к передней продольной борозде, оставляя справа от себя легочную артерию, а слева - левое предсердие и окруженное жировой тканью ушко, которое обычно ее прикрывает. Она представляет собой широкий, но короткий ствол длиной обычно не более 10-11 мм.

Левая коронарная артерия разделяется на две, три, в редких случаях на четыре артерии, из которых наибольшее значение для патологии имеют передняя нисходящая (ПМЖВ) и огибающая ветви (ОВ), или артерии.

*Передняя нисходящая артерия* является непосредственным продолжением левой коронарной.

По передней продольной сердечной борозде она направляется к области верхушки сердца, обычно достигает ее, иногда перегибается через нее и переходит на заднюю поверхность сердца.

От нисходящей артерии под острым углом отходят несколько более мелких боковых ветвей, которые направляются по передней поверхности левого желудочка и могут доходить до тупого края; кроме того, от нее отходят многочисленные септальные ветви, прободающие миокард и разветвляющиеся в передних 2/3 межжелудочковой перегородки. Боковые ветви питают переднюю стенку левого желудочка и отдают ветви к передней папиллярной мышце левого желудочка. Верхняя септальная артерия дает веточку к передней стенке правого желудочка и иногда к передней папиллярной мышце правого желудочка.

На всем протяжении передняя нисходящая ветвь лежит на миокарде, иногда погружаясь в него с образованием мышечных мостиков длиной 1-2 см. На остальном протяжении передняя поверхность ее покрыта жировой клетчаткой эпикарда.

*Огибающая ветвь левой коронарной артерии* обычно отходит от последней в самом начале (первые 0,5-2 см) под углом, близким к прямому, проходит в поперечной борозде, достигает тупого края сердца, огибает его, переходит на заднюю стенку левого желудочка, иногда достигает задней межжелудочковой борозды и в виде задней нисходящей артерии направляется к верхушке. От нее отходят многочисленные ветви к передней и задней папиллярным мышцам, передней и задней стенкам левого желудочка. От нее также отходит одна из артерий, питающих синоаурикулярный узел.

## **Правая коронарная артерия**

Правая коронарная артерия начинается в правом синусе Вальсальвы. Сначала она располагается глубоко в жировой ткани справа от легочной артерии, огибает сердце по правой атриовентрикулярной борозде, переходит на заднюю стенку, достигает задней продольной борозды, затем в виде задней нисходящей ветви

опускается до верхушки сердца. Артерия дает 1-2 ветви к передней стенке правого желудочка, обеим папиллярным мышцам правого желудочка, задней стенке правого желудочка и заднему отделу межжелудочковой перегородки; от нее также отходит вторая ветвь к синоаурикулярному узлу.

### **Основные типы кровоснабжения миокарда**

На основе анализа данных коронарографии выделяют три основных типа доминантности кровоснабжения миокарда. Доминантность кровоснабжения миокарда определяет артерия, отдающая заднюю нисходящую артерию.

- Если задняя нисходящая артерия отходит от правой коронарной артерии, говорится о правом типе доминантности кровоснабжения миокарда.
- Если задняя нисходящая артерия отходит от огибающей артерии (ветви левой коронарной артерии), говорится о левом типе доминантности кровоснабжения миокарда.
- Ситуация кровоснабжения задней нисходящей артерии и правой, и огибающей коронарными артериями называется содоминантным кровоснабжением миокарда.

Это подразделение базируется в основном на вариациях кровоснабжения задней или диафрагмальной поверхности сердца, поскольку кровоснабжение переднего и боковых отделов является достаточно стабильным и не подвержено значительным отклонениям.

*При среднем типе* все три основные коронарные артерии развиты хорошо и достаточно равномерно. Кровоснабжение левого желудочка целиком, включая обе папиллярные мышцы, и передних 1/2 и 2/3 межжелудочковой перегородки осуществляется через систему левой коронарной артерии. Правый желудочек, в том числе обе правые папиллярные мышцы и задняя 1/2-1/3 перегородки, получает кровь из правой коронарной артерии. Это, по-видимому, наиболее распространенный тип кровоснабжения сердца.

*При левом типе* кровоснабжение всего левого желудочка и, кроме того, целиком всей перегородки и частично задней стенки правого желудочка осуществляется за счет развитой огибающей ветви левой коронарной артерии, которая достигает задней продольной борозды и оканчивается здесь в виде задней нисходящей артерии, отдавая часть ветвей к задней поверхности правого желудочка.

*Правый тип* наблюдается при слабом развитии огибающей ветви, которая или заканчивается, не доходя до тупого края, или переходит в коронарную артерию тупого края, не распространяясь на заднюю поверхность левого желудочка. В таких случаях правая коронарная артерия после отхождения задней нисходящей артерии обычно дает еще несколько ветвей к задней стенке левого желудочка. При этом весь правый желудочек, задняя стенка левого желудочка, задняя левая папиллярная мышца и частично верхушка сердца получают кровь из правой коронарной артериолы.

В покое величина коронарного кровотока равна примерно 0,8 - 0,9 мл/г в минуту, что составляет около 5% общего минутного объема. При интенсивной работе коронарный кровоток может возрасти в 4 раза, и примерно во столько же раз увеличивается потребление сердцем кислорода[1].

### **Строение и функции проводящей системы сердца**

Импульсы для возбуждения сердца возникают в синусовом узле, распространяются по обоим предсердиям и достигают атриовентрикулярного узла. Затем по пучку Гиса, его ножкам и волокнам Пуркинье они проводятся к сократительному миокарду (схема расположения проводящей системы сердца рассмотрена на рисунке 2).

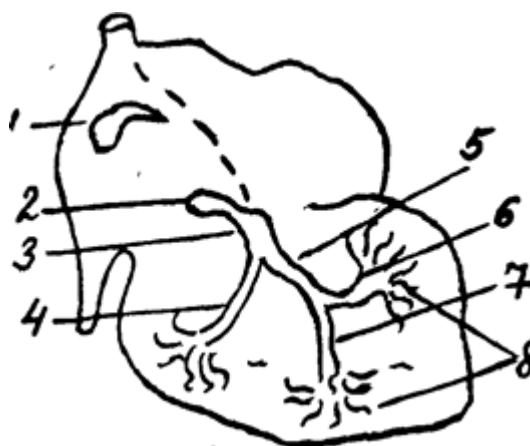


Рисунок 2. — Схематическое расположение проводящей системы сердца

- 1 — синусовый узел
- 2 — атриовентрикулярный узел
- 3 — ствол пучка Гиса
- 4 — правая ножка пучка Гиса
- 5 — левая ножка пучка Гиса
- 6 — передняя ветвь
- 7 — задняя ветвь
- 8 — волокна Пуркинье.

**Синусовый узел**, узел Кис-Флака, или **синоатриальный узел** расположен субэндокардиально в стенке правого предсердия латеральнее устья верхней полой вены, между отверстием верхней полой вены и правым ушком

предсердия, в пограничной борозде. Длина САУ  $\approx 15$  мм, ширина его  $\approx 5$  мм и толщина  $\approx 2$  мм. В общем случае он имеет серповидную форму; его ширина варьирует от 9 до 15 мм; состоит из тела (ширина центральной части которого 5 мм, а толщина 1,5-2 мм) и конусовидных концов. Учащение и урежение ритма происходит под влиянием адренергических и холинергических воздействий обусловленных изменением концентрации ионов кальция. Возбуждение синусового



узла не отражается на ЭКГ. Нормальная частота ритма в покое — от 60 до 80 ударов в минуту. Частота сердечных сокращений (ЧСС) ниже 60 в минуту называется брадикардией, а выше 100 — тахикардия. Кровоснабжение синусового узла осуществляется синоатриальной артерией, в 60% случаев эта артерия отходит от правой коронарной артерии, а в 40% - от левой. Иннервация синусового узла осуществляется симпатической и парасимпатической нервной системами САУ богато иннервирован симпатическими и правым парасимпатическим нервами сердца, которые вызывают, соответственно, положительный и отрицательный хронотропные эффекты

Импульс с синусового узла достигает миокарда предсердий. Выделяют тракты: передний (Бахмана), средний (Венкебаха) и задний (Тореля) тракты. **Передний тракт (Бахмана)** идет по передневерхней стенке правого предсердия и разделяется на две ветви у межпредсердной перегородки, одна из которых направляется к левому предсердию, другая подходит в верхнюю часть АВ соединения. **Средний тракт (Венкебаха)** также опускается вниз по межпредсердной перегородке от СУ до АВ соединения (верхней части). Самый длинный — **задний синоатриовентрикулярный тракт (Тореля)** начинается от заднего края СУ, проходит по нижней части межпредсердной перегородки и сливается с нижней частью АВ соединения. В норме возбуждение достигает АВ-узла по более коротким передним и средним трактам. По проводящей системе предсердий импульс проходит в два раза быстрее, чем по мышечной ткани. В предсердиях имеется небольшое количество клеток, способных вырабатывать импульсы для возбуждения сердца, однако в обычных условиях эти клетки не функционируют.

Из предсердий импульс попадает в **атриовентрикулярный узел /узел Ашоффа–Тавара/** – он расположен в нижней части правого предсердия справа от межпредсердной перегородки его длина – 5 мм, толщина – 2 мм. Основная функция АВ-узла – задержка сверхчастых импульсов. В АВ-узле самая низкая скорость распространения электрических импульсов во всей проводящей системе сердца. Она равна примерно 10 см/с (для сравнения: в предсердиях и пучке Гиса импульс распространяется со скоростью 1 м/с, по ножкам пучка Гиса и всем нижележащим отделам вплоть до миокарда желудочков — 3-5 м/с).

Коллагеновые волокна делят АВУ на кабельные структуры. Эти структуры создают анатомическую основу для продольной диссоциации проведения. Проведение возбуждения по АВУ возможно как в антероградном, так и в ретроградном направлениях. АВУ, как правило, оказывается функционально разделённым продольно на два проводящих канала (медленный  $\alpha$  и быстрый  $\beta$ ) — это создаёт условия для возникновения пароксизмальной узловой реципроктной тахикардии. Продолжением АВУ является общий ствол пучка Гиса.

В 90% случаев артерия атриовентрикулярного узла отходит от правой коронарной артерии, а в 10% - от ramus circumflexus левой коронарной артерии.

**Пучок Гиса (предсердно-желудочковый пучок)** не имеет четкой границы с АВ-узлом, проходит в межжелудочковой перегородке и имеет длину 2 см, после чего делится на левую и правую ножки соответственно к левому и правому

желудочкам. Поскольку левый желудочек работает интенсивнее и больше по размерам, то левой ножке приходится разделиться на две ветви — переднюю и заднюю. Прободающая часть ствола Гиса кровоснабжается из артерии АВУ; правая ножка и передняя ветвь левой ножки — от передней межжелудочковой венечной артерии; задняя ветвь левой ножки — от задней межжелудочковой венечной артерии

**Волокна Пуркинье** связывают конечные разветвления ножек и ветвей пучка Гиса с сократительным миокардом желудочков. Кровоснабжение волокон Пуркинье осуществляется из капиллярной сети артерий соответствующей области миокарда.

Способностью генерировать электрические импульсы (т.е. автоматизмом) обладает не только синусовый узел. Природа позаботилась о надежном резервировании этой функции. Синусовый узел является водителем ритма первого порядка и генерирует импульсы в частотой 60-80 в минуту. Если по какой-то причине синусовый узел выйдет из строя, станет активным АВ-узел — водитель ритма 2-го порядка, генерирующий импульсы 40-60 раз в минуту. Водителем ритма третьего порядка являются ножки и ветви пучка Гиса, а также волокна Пуркинье. Автоматизм водителя ритма третьего порядка равен 15-40 импульсов в минуту. Водитель ритма также называют пейсмейкером (pacemaker, от англ. pace — скорость, темп).

При возбуждении миокарда создается электродвижущая сила (ЭДС), которая распространяется на поверхность человеческого тела (электрическое поле) и служит основой для регистрации ЭКГ. Для измерения величины потенциала в различных точках электрического поля используют гальвонометр (электрокардиограф) [2].

### **Нервная регуляция.**

Сердце, как и все внутренние органы, иннервируется вегетативной нервной системой. Парасимпатические нервы являются волокнами блуждающего нерва, которые иннервируют образования проводящей системы, а также миокард предсердий и желудочков. Центральные нейроны симпатических нервов залегают в боковых рогах спинного мозга на уровне I-IV грудных позвонков, отростки этих нейронов направляются в сердце, где иннервируют миокард желудочков и предсердий, образования проводящей системы.

Центры нервов, иннервирующих сердце, всегда находятся в состоянии умеренного возбуждения. За счет этого к сердцу постоянно поступают нервные импульсы. Тонус нейронов поддерживается за счет импульсов, поступающих из ЦНС от рецепторов, заложенных в сосудистой системе. Эти рецепторы располагаются в виде скопления клеток и носят название рефлексогенной зоны сердечно-сосудистой системы. Наиболее важные рефлексогенные зоны располагаются в области каротидного синуса, в области дуги аорты.

Блуждающие и симпатические нервы оказывают на деятельность сердца противоположное влияние по 5 направлениям:

1. хронотропное (изменяет частоту сердечных сокращений);
2. инотропное (изменяет силу сердечных сокращений);
3. батмотропное (оказывает влияние на возбудимость);
4. дромотропное (изменяет способность к проводимости);
5. тонотропное (регулирует тонус и интенсивность обменных процессов).

Парасимпатическая нервная система оказывает отрицательное влияние по всем пяти направлениям, а симпатическая нервная система – положительное.

Таким образом, *при возбуждении блуждающих нервов* происходит уменьшение частоты, силы сердечных сокращений, уменьшение возбудимости и проводимости миокарда, снижает интенсивность обменных процессов в сердечной мышце.

*При возбуждении симпатических нервов* происходит увеличение частоты, силы сердечных сокращений, увеличение возбудимости и проводимости миокарда, стимуляция обменных процессов.

### **Рефлекторные механизмы регуляции деятельности сердца.**

В стенках сосудов располагаются многочисленные рецепторы, реагирующие на изменения величины артериального давления и химического состава крови.

Особенно много рецепторов имеется **в области дуги аорты и сонных (каротидных) синусов.**

*При уменьшении АД* происходит возбуждение этих рецепторов и импульсы от них поступают в продолговатый мозг к ядрам блуждающих нервов. Под влиянием нервных импульсов снижается возбудимость нейронов ядер блуждающих нервов, усиливается влияние симпатических нервов на сердце, в результате чего частота и сила сердечных сокращений увеличиваются, что является одной из причин нормализации величины АД.

*При увеличении АД* нервные импульсы рецепторов дуги аорты и сонных синусов усиливают активность нейронов ядер блуждающих нервов. В результате замедляется ритм сердца, ослабевают сердечные сокращения, что также является причиной восстановления исходного уровня АД.

Деятельность сердца рефлекторно может измениться при достаточно сильном возбуждении рецепторов внутренних органов, при возбуждении рецепторов слуха, зрения, рецепторов слизистых оболочек и кожи. Сильные звуковые и световые раздражения, резкие запахи, температурные и болевые воздействия могут обусловить изменения в деятельности сердца.

При возбуждении миокарда создается электродвижущая сила (ЭДС), которая распространяется на поверхность человеческого тела (электрическое поле) и служит основой для регистрации ЭКГ. Для измерения величины потенциала в различных точках электрического поля используют гальвометр (электрокардиограф) [1].

### **Потенциал действия кардиомиоцитов**

В потенциале действия кардиомиоцитов различают 5 фаз (0, 1, 2, 3 и 4, схема предложена на рисунке 3).

Фаза 0 (деполяризации) - возникает за счёт быстрого входа ионов натрия внутрь клетки, что вызывает быстрое изменение трансмембранного потенциала (от -90мВ до +30мВ).

Фаза 1 - отражает раннюю быструю реполяризацию в результате транзитного выхода калия из клетки.

Фаза 2 (плато) - развивается в результате уравнивания выходящего тока ионов калия входящим током ионов кальция. Кальций входит в клетку через потенциалзависимые кальциевые каналы. Их активация происходит в результате деполяризации мембраны во время фазы 0. В сердце обнаружены кальциевые

каналы двух типов: L и T. Кальциевые каналы T-типа активируются при заряде на мембране примерно в  $-50$  мВ. Их активация и инактивация происходит быстро. Кальциевые каналы L-типа активируются при мембранном потенциале в  $-20$  мВ и остаются открытыми относительно продолжительное время (в среднем 200 мс). Выходящий ток калия во время фазы плато обеспечивается несколькими типами калиевых каналов. По мере инактивации кальциевых каналов баланс между входящим током кальция и выходящим током калия нарушается, ток калия начинает доминировать и фаза плато завершается.

Фаза 3 представляет собой период быстрой конечной реполяризации, в ходе которой происходит выход ионов калия из клетки, а также замедление входа ионов кальция и натрия внутрь клетки. Выходящий ток калия возвращает мембранный потенциал рабочего кардиомиоцита к уровню мембранного потенциала покоя. В это время натриевые каналы начинают переходить из инактивированного в закрытое состояние, что позволяет рабочему кардиомиоциту возбуждаться в ответ на сверхпороговые раздражители. Такое состояние мембраны получило название — относительная рефрактерность.

Фаза 4 (фаза покоя) является интервалом между окончанием реполяризации и началом следующего потенциала действия. Восстановление мембранного потенциала покоя (**Фаза 4**) сопровождается работой  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФ-азы которая удаляет из клетки ионы натрия, прошедшие внутрь во время фазы 0. Кроме того, происходит восстановление концентрации ионов кальция за счёт работы  $3\text{Na}^+-1\text{Ca}^{2+}$  антипортера и  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФ-азы. Мембранный потенциал покоя для рабочего кардиомиоцита составляет примерно  $-85$  —  $-90$  мВ.

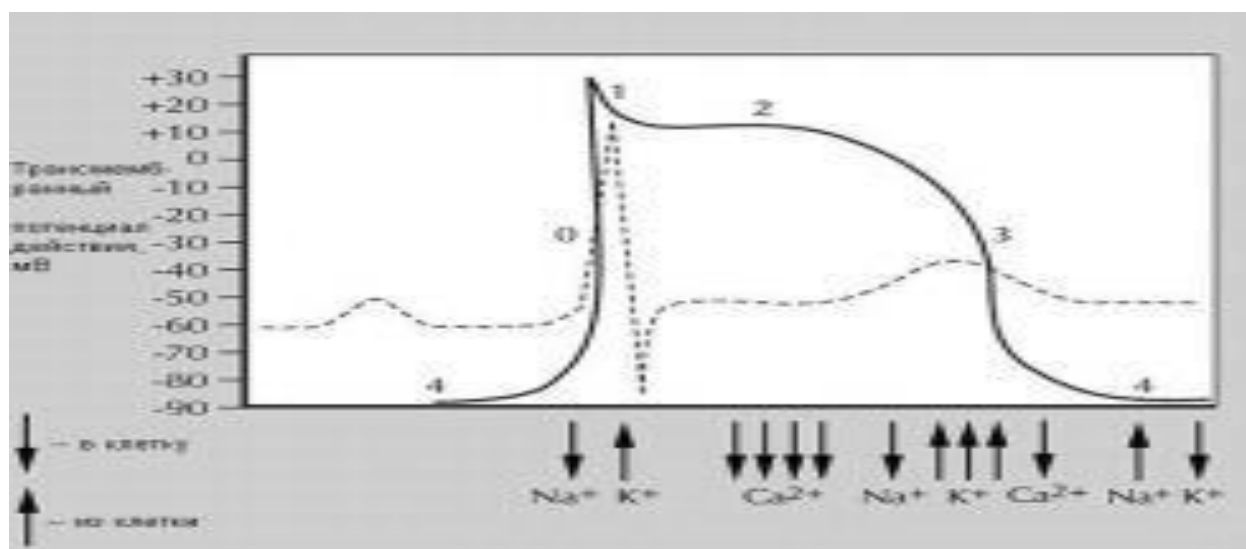


Рисунок 3. — Потенциал действия кардиомиоцитов

Длительность потенциала действия кардиомиоцитов составляет 200-400 мс, т. е. более чем в 100 раз превышает соответствующую величину для скелетных мышц и нервных волокон. Это имеет большое функциональное значение в физиологии сердечно-сосудистой системы.

Позитивная деполяризация, возникшая в одной клетке приводит к

распространению возбуждения на остальные клетки. Таким образом электрический импульс распространяется по всему сердцу. Скорость деполяризации определяет скорость проведения электрического импульса по сердечной мышце.

В современной электрокардиографии распространение волны де- и реполяризации в сердце рассматривается с позиций **дипольной теории**. Согласно этой теории, каждая возбужденная мышечная клетка представляет собой элементарный диполь, т.е. электрическую систему, состоящую из двух равных по величине и противоположных по знаку зарядов, находящихся на бесконечно малом расстоянии друг от друга. Положительный полюс диполя формируется на стороне невозбужденного, а отрицательный – на стороне возбужденного участка миокардиального волокна. Между полюсами возникает разность потенциалов, определяющая элементарную электродвижущую силу (ЭДС) диполя. ЭДС диполя – векторная величина, направленная от отрицательного полюса к положительному. В сердце одновременно (в каждый момент систолы) возбуждается многочисленных мышечных волокон. Каждое из них представляет собой элементарный диполь с определенной ЭДС, которые различно располагаются в пространстве и суммируются по правилу сложения векторов. Полученный суммарный вектор характеризует суммарную ЭДС, создаваемую сердцем в данный момент.

Следовательно сердце можно рассматривать как единый диполь, вокруг которого возникает электрическое поле с силовыми линиями. Отрицательным полюсом сердечного диполя является основание сердца, положительным – верхушка. Его пространственным изображением является ЭОС. Для измерения величины потенциала в различных точках электрического поля используют гальвонометр (электрокардиограф) [1,2,5].

### **ЭКГ отведения**

Специальное расположение электродов называется отведением.

1913 г. Эйнтховен предложил для записи ЭКГ **3 стандартные отведения**. Эти электроды /2-х полюсные/ регистрируют разность потенциалов между двумя точками тела. Для записи этих отведений электроды накладывают на правой руке (красная маркировка), левой руке (желтая маркировка), левой ноге (зеленая маркировка); четвертый электрод устанавливают на правую ногу (черная маркировка) для подключения заземляющего провода. Стандартные отведения обозначают I, II, III:

I ст. – правая рука (красная маркировка) и левая рука (желтая маркировка),

II ст. – правая рука (красная маркировка) и левая нога (зеленая маркировка),

III ст. – левая рука (желтая маркировка), и левая нога (зеленая маркировка) [1,2,3].

### **Усиленные отведения**

Предложены в 1942 г. Гольдбергером. Это однополюсные отведения, в них имеется индифферентный электрод потенциал которого близок к нулю и активный электрод. Активный электрод присоединяют к положительному полюсу гальванометра, а индифферентный – к отрицательному. В качестве отрицательного электрода используется т.н. объединенный электрод, образующийся при соединении электродов от двух других

конечностей. В электрокардиографии применяют три усиленных отведения от конечностей – отведения aVR, aVL и aVF. Обозначение происходит от первых букв английских слов: A (augmented) – усиленный; V (voltage) – напряжение; R, L, F (right, left, foot) – правый, левый, нога. Это усиленные отведения от правой руки, левой руки и левой ноги[2,3].

### **Грудные отведения**

Грудные отведения предложены Вильсоном в 1934 г. и регистрируют разность потенциалов между активным электродом, помещаемые на различные участки грудной клетки и объединенным электродом от трех конечностей, объединенный потенциал которых равен нулю. Грудные однополюсные отведения обозначаются буквой V, что отражает физический символ напряжения. Большей частью регистрируют 6 грудных отведений: с V1 по V6.

Отведение V1 – электрод помещают в 4-е межреберье справа от грудины (красная маркировка).

Отведение V2 – электрод располагается в 4-е межреберье слева от грудины (желтая маркировка).

Отведение V3 – на половине расстояния между V2 и V4 (зеленая маркировка). Отведение V4 – в 5-м межреберье по среднеключичной линии (коричневая маркировка).

Отведение V5 — в 5-м межреберье по передней подмышечной линии (черная маркировка).

Отведение V6 – в 5-м межреберье по средней подмышечной линии (фиолетовая маркировка) [2,3,6].

### **Дополнительные отведения**

**Правые грудные отведения.** Правые грудные отведения обозначаются как V<sub>3R</sub>-V<sub>4R</sub>-V<sub>5R</sub>-V<sub>6R</sub>, применяются в выявлении поражений правого желудочка. Эти отведения необходимо снимать во всех случаях заднедиафрагмальных и заднебазальных инфарктов миокарда, а также когда локализация инфаркта миокарда по стандартным отведениям ЭКГ неясна. Регистрация V<sub>3R</sub>-V<sub>6R</sub> или хотя бы V<sub>4R</sub> в первые часы заболевания имеет очень большое значение для распознавания инфаркта миокарда правого желудочка. Для того чтобы снять дополнительные правые грудные отведения, активный электрод накладывают на правую половину грудной клетки «зеркально», симметрично по отношению к традиционным грудным отведениям. При этом электроды V<sub>1-2</sub> оставляют без изменения, а электроды V<sub>3-6</sub>, перенесенные на правую половину грудной клетки, формируют правые грудные отведения[1,4,6].

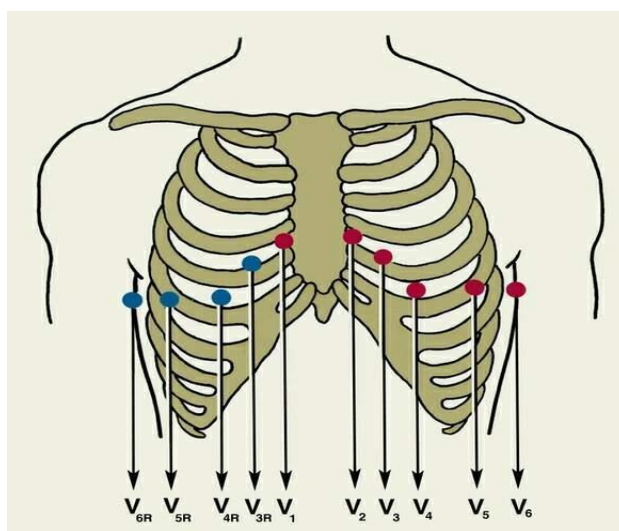


Рисунок 4. — Расположение электродов при снятии ЭКГ в правых грудных отведениях

Отведение V7, V8, V9 – электроды располагаются также в 5-м межреберье по задней подмышечной, лопаточной и паравертебральной линиям соответственно.

Применяются с целью диагностики изменений в **заднебазальных** отделах левого желудочка[1,3,4].

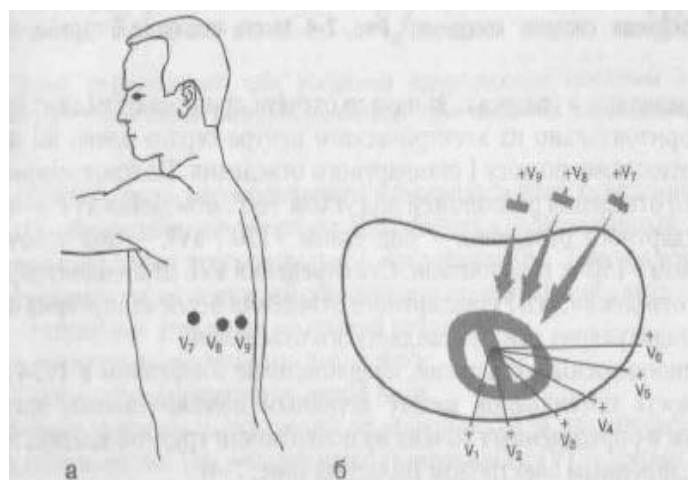


Рисунок 5. — Расположение электродов при диагностике изменений заднебазальных отделов левого желудочка

### ***Отведения по Слопаку***

Электрод с левой руки (желтого цвета) устанавливается в положении V7 (5-е межреберье по задней подмышечной линии), а с правой руки (красного цвета) перемещают последовательно во втором межреберье влево, начиная от левого края грудины (S1) до передней подмышечной линии (S4). Электроды S2 и S3 располагаются на равном расстоянии между S1 и S4.

Запись производится в положении переключателя на I стандартном отведении. Отведения применяются достаточно часто для выявления патологических изменений по *задней-базальной* стенке левого желудочка[3,4].

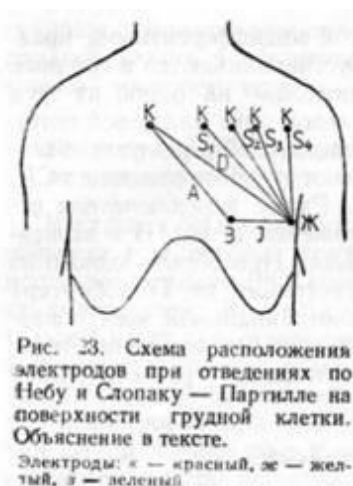


Рисунок 6. — Регистрация ЭКГ по Слопаку

### **Отведения по Небу**

Отведения по Небу являются двухполюсными. Они регистрируют разность потенциалов между двумя точками, расположенными на грудной стенке.

Электроды размещены на передней поверхности грудной клетки так, что образуют

«сердечный треугольник».

Электрод с правой руки — второе межреберье справа.

Электрод с левой руки — задняя подмышечная линия в пятом межреберье, (точка V7).

Электрод с левой ноги — пятое межреберье по левой срединно-ключичной линии (точка V4).

Во время записи ЭКГ одноканальным кардиографом переключатель отведений последовательно переводится на контакты I, II, III.

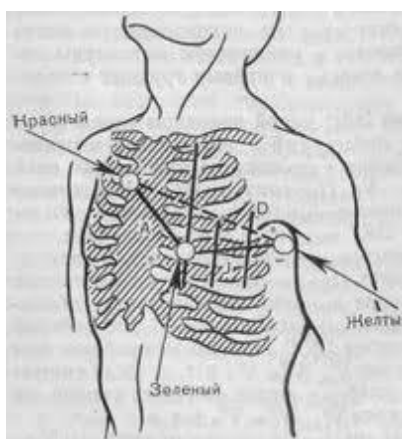


Рисунок 7. — Регистрация ЭКГ по Небу

Отведения маркируются так: первое - «D» Dorsalis. второе - «A» Anterior. третье - «I» Inferior.

В отведении D регистрируются положительный зубец P, четкий Q, высокий R, положительный зубец T. Зубец S может отсутствовать.

Кривая в отведении D напоминает ЭКГ в V<sub>6</sub>, но с большей амплитудой зубцов.



В отведении А амплитуда зубцов еще больше, чем в отведении D.

Зубец Р хорошо выражен, желудочковый комплекс напоминает ЭКГ в V<sub>4</sub>, но с большей амплитудой всех зубцов.

В отведении I зубец Р низкий, комплекс QRS состоит обычно из равных по амплитуде R и S, т. е. похож на V<sub>3</sub>. Зубец Т положительный [7,8].

Наибольшую ценность из отведений по Небу представляет отведение **Dorsalis**, которое помогает в диагностике очаговых изменений в области задней стенки левого желудочка. Что касается отведения **Anterior**, то оно используется для диагностики инфарктов передней стенки левого желудочка, а отведение **Inferior** помогает в диагностике инфарктов нижних отделов переднебоковой стенки. Достоинством отведений по Небу является то, что для записи не надо накладывать электроды на конечности. Именно поэтому отведения по Небу нашли широкое применение при мониторинге наблюдения за больными инфарктом миокарда или при длительной амбулаторной регистрации ЭКГ, в спортивной и профессиональной медицине, в телеэлектрокардиографии (запись ЭКГ по радио), при проведении проб с физической нагрузкой и т.д. [6,7]

**Высокие грудные отведения** регистрируются в основном для диагностики инфаркта миокарда высоких отделов переднебоковой стенки. При этом электроды ставят на 1-2 межреберья выше обычного уровня [7,8].

### **Требования к электрокардиографическому заключению**

Электрокардиографическое заключение состоит из двух частей:

а) описательной, где перечисляются те признаки, на которые врач счел необходимым обратить, и

б) собственно заключение, которое является логическим завершением, результирующей первой, описательной части.

Следует расшифровывать ЭКГ на специальных бланках, где указывается лечебное учреждение, Ф. И. О., адрес больного, пол, возраст, вес, рост, диагноз, АД больного, проводимая терапия (сердечные гликозиды,  $\beta$  - блокаторы, противоаритмические препараты, мочегонные, электролиты и др.).

Расшифровка начинается с формулы ЭКГ. Для этого описываются зубцы и интервалы ЭКГ, ниже описываются отклонения со стороны сегмента ST, зубца Т в тех отведениях, где они отличаются от нормы.

В электрокардиографическом заключении следует отметить следующее:

- 1) источник ритма сердца (синусовый или несинусовый ритм),
- 2) регулярность ритма сердца (правильный или неправильный ритм),
- 3) число сердечных сокращений (ЧСС),
- 4) положение электрической оси сердца,
- 5) наличие четырех электрокардиографических синдромов:

а) нарушений ритма сердца,

б) нарушений проводимости,

в) гипертрофии миокарда желудочков или предсердий или острых их перегрузок,

г) повреждений миокарда (ишемии, дистрофии, некрозов, рубцов) [5,7,8].

## Нормальная электрокардиограмма

Нормальная ЭКГ состоит из зубцов, сегментов и интервалов.

**ЗУБЦЫ** - это выпуклости и вогнутости на электрокардиограмме. На ЭКГ выделяют следующие зубцы:

P (сокращение предсердий),

Q, R, S (все 3 зубца характеризуют сокращение желудочков – деполяризация миокарда желудочков),

T (реполяризация миокарда желудочков),

U (непостоянный зубец, регистрируется редко).

## СЕГМЕНТЫ

Сегментом на ЭКГ называют отрезок прямой линии (изолинии) между двумя соседними зубцами. Наибольшее значение имеют сегменты P-Q (расчет индекса Макруза для оценки гипертрофий предсердий) и S-T (определение ишемии).

## ИНТЕРВАЛЫ

Интервал состоит из зубца (комплекса зубцов) и сегмента. Таким образом, интервал = зубец + сегмент. Самыми важными являются интервалы PQ и QT[1,3,5].

Зубцы ЭКГ обозначают латинскими буквами. Если амплитуда зубца составляет больше 5 мм, то этот зубец обозначают прописной (заглавной) буквой. Если же амплитуда зубца меньше 5 мм, то для его названия используют строчную (малую) букву.

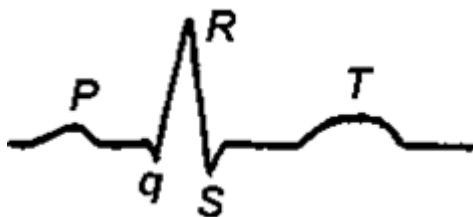


Рисунок 8. — Зубец P – предсердный комплекс

Первый зубец электрокардиограммы - P вызван возбуждением (деполяризацией) предсердий. Восходящее колено – деполяризация правого предсердия, нисходящее – левого (рисунок 8):

1. Амплитуда зубца P измеряется от изолинии до его вершины (при наличии нескольких вершин - до наибольшей), а продолжительность зубца - от его начала (точка отрыва от изолинии) до окончания (точка перехода в изолинию)

В норме (при синусовом ритме) зубец P положительный в II, I, aVF, V3-V6, отрицательный в aVR. В отведениях III, aVL, V1 – может быть положительным, двухфазным, даже отрицательным в III, aVL.

2.  $PII > PI > PIII$

Интервал PQ – измеряется от начала зубца P (то есть включает зубец P) до начала зубца Q (или до начала зубца R в случае отсутствия зубца Q). Соответствует времени, за которое волна деполяризации проходит по всей проводящей системе сердца: от СУ до миокарда желудочков. В норме интервал PQ равен 0,12–0,20 с. Измеряют обычно во II ст. отведении (рисунок 9).

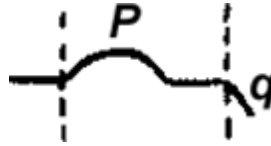


Рисунок 9. — Интервал PQ

**Комплекс QRS (желудочковый комплекс)** — отражает деполяризацию миокарда обоих желудочков. Он образован одним (чаще) или несколькими положительными зубцами, названными зубцами R, и отрицательными зубцами, названными Q и S. Продолжительность 0,06–0,10 с. Измеряют во II ст. отведении (рисунок 10).



Рисунок 10. — Комплекс QRS

**Зубец q** в среднем  $< 2$  мм, менее  $1/4$  R, но в  $q\text{III}$  — может быть равным 6 мм (при глубоком вдохе уменьшается),  $q\text{aVL}$  может быть до  $1/2$  амплитуды зубца R, в  $q\text{I}$  —

до 10% R,  $q\text{V5(V6)}$  — до 15% R. По продолжительности зубец **q** не более 0,03 сек. Не должно быть в  $V_1$ – $V_3$ !!!

**Зубец R:** Амплитуда (высота) в отведениях от конечностей  $> 5$  мм (не более 15 мм в I, и 11 мм в aVL), в грудных — 8 мм (но не более 25 мм). Прирост зубца R в грудных отведениях в норме от  $V_1$  до  $V_4$ . Зубец R в  $V_1$ ,  $V_2$  отражает возбуждение межжелудочковой перегородки и правого желудочка, в  $V_4$ – $V_6$  преимущественно отражает возбуждение левого желудочка. *Время внутреннего отклонения* в  $V_1$  не превышает 0,03 сек, в  $V_6$  — 0,05 сек (рисунок 11).

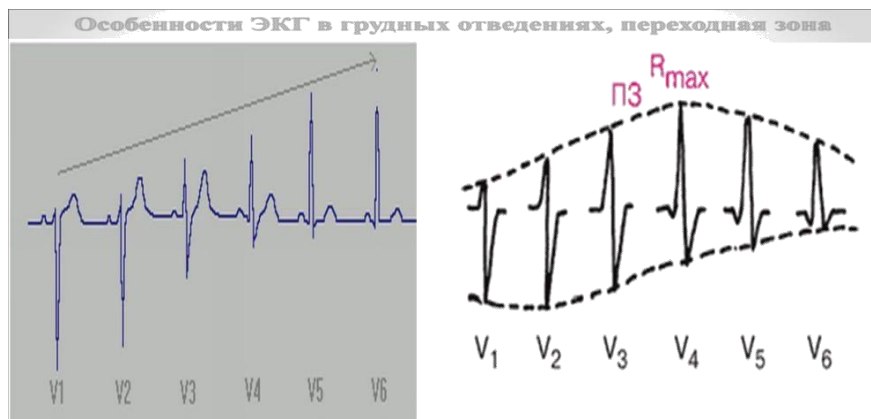


Рисунок 11 — Рост амплитуды зубца R в грудных отведениях

**Зубец S:** продолжительность 0,03–0,06 сек. Амплитуда до 20 мм. Может отсутствовать. Зубец S  $V_1$ , как правило, глубокий, обычно большей амплитуды, глубже чем в  $V_2$ , затем он уменьшается в  $V_3$ ,  $V_4$ .

В V5, V6 часто отсутствует. Отведение, где амплитуда зубца R равна амплитуде зубца S определяется как «переходная зона» (чаще это V3) [7,8].

**Сегмент ST** - отрезок от конца комплекса QRS до начала зубца Т. Точка перехода комплекса QRS в сегмент ST называется точкой **j** (от слова junction - соединение). Отклонения точки **j** от изолинии используют для количественной характеристики смещения сегмента ST (рисунок 12). Элевация сегмента ST оценивается в точке **j**, депрессия сегмента ST оценивается по правилу **j +60** или **80 мс** (в зависимости от частоты пульса). При смещении сегмента ST вверх определяют расстояние от верхнего края исходного уровня до верхнего края сегмента. При смещении сегмента вниз — от нижнего края исходного уровня до нижнего края сегмента.

В норме сегмент ST находится в отведениях от конечностей и грудных отведениях (за исключением V1-V3) на изолинии ( $\pm 0,5$  мм). В отведениях V1-V3 возможно смещение сегмента S-T вверх в среднем до 2 мм (не более 2,5 мм у мужчин менее 40 лет, не более 2мм у мужчин 40 лет и старше, не более 1.5 мм у женщин) [1].

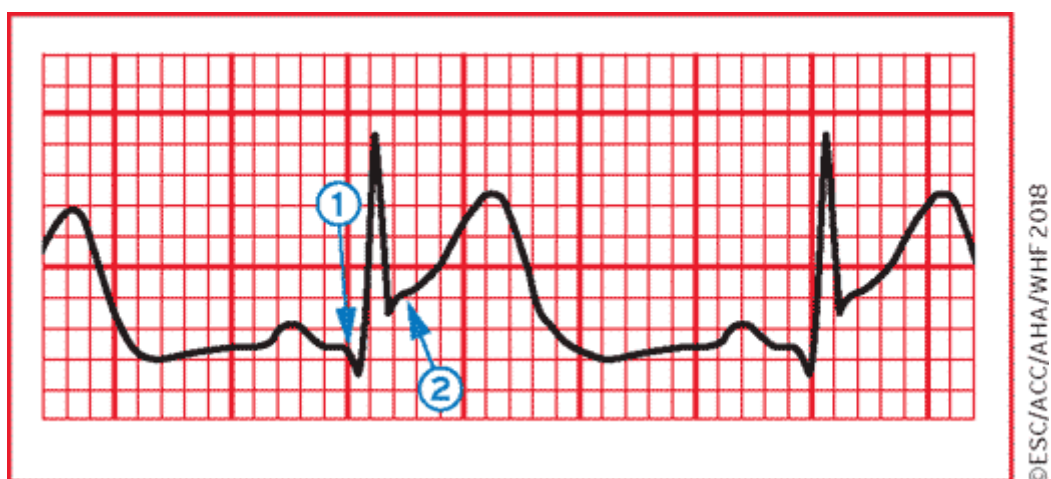


Рисунок 12. — Электрокардиографический пример элевации сегмента ST. Точка начала зубца Q, показанная стрелкой 1, служит в качестве точки отсчета, а стрелка 2 показывает начало сегмента ST или в точке J. Разница между ними определяет величину смещения сегмента ST. Оценка обеих точек должна быть проведена по верхней части линии записи электрокардиограммы

**Зубец Т** — регистрируется во время реполяризации желудочков (3фаза ПД). В норме всегда положительный в I, II, aVF, V2-V6, причем  $T_I > T_{II}$ ,  $TV1 < TV2 < TV3(V4)$ ,  $TV6 > TV1$ . В отведениях III, aVL, V1 — может быть положительным, двухфазным или отрицательным ( т.е. з.Т ,как правило положителен в тех отведениях, где комплекс QRS в основном представлен зубцом R , если доминирует зубец S , то з.Т может быть отрицательным.) В отведении aVR — з.Т отрицательный. Амплитуда з.Т в составляет в отведениях от конечностей - до 5 мм, в грудных отведениях - до 10 мм, но в V2-V3 может достигать 16 мм у молодых мужчин[1,2].

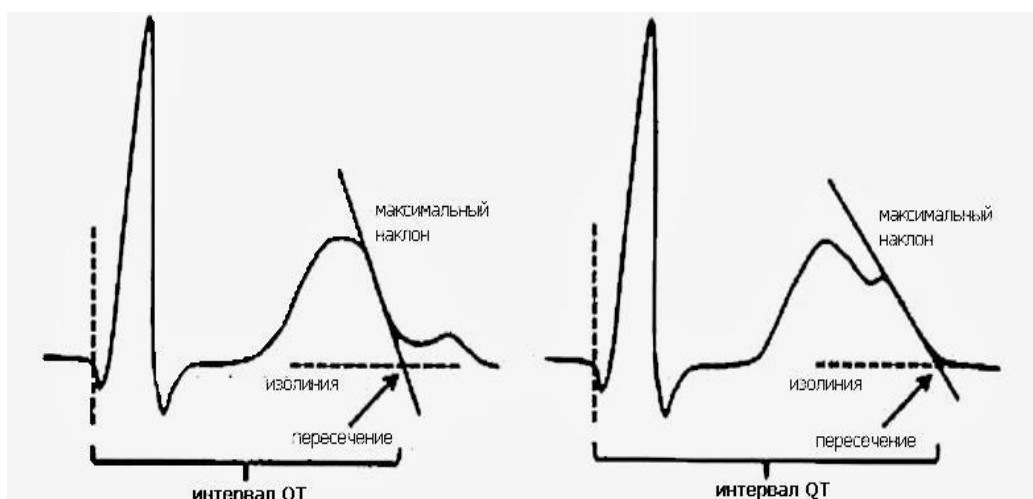


Рисунок 13. — Корригированный QT

**Интервал QT** – электрическая систола желудочков. Измеряется от начала зубца q до окончания зубца T в II (при затруднениях определения окончания з.Т- в V5 , реже в V2).

Фактическая продолжительность интервала Q - T сопоставляется с должной для данного ритма. Последняя вычисляется по формуле Базетта:

$$QT_{\text{должный}} = K \times \sqrt{R-R},$$

где K эмпирическая константа, равная 0,37 для мужчин и 0,40 для женщин; R - R длительность сердечного цикла в секундах.

Как полагают, укорочение или удлинение Q - T более чем на 10% от должной величины, что составляет около 0,04 с, является косвенным свидетельством функциональной несостоятельности миокарда. Укорочение и удлинение интервала QT (особая группа врожденные синдромы - каналопатии) может быть предиктором пароксизмальной желудочковой тахикардии и даже фатальной фибрилляции предсердий.

Но сегодня на ЭКГ покоя основным стандартом оценки интервала QT является расчет **корригированного интервала QT** (QTc) по формуле Базетта для расчета QTc ( $QTc = QT/\sqrt{R-R}$ ), реже используется формула Фредеричиа (QT/корень кубический из предшествующего RR интервала) и др. формулы (рисунок 13).

Диагноз *синдрома удлиненного интервала QT* (при отсутствии вторичных причин удлинения QT) устанавливают на основании  $QTc =$  или  $> 480$  (500) мс на **повторных** (не менее 3) **ЭКГ в 12-ти отведениях** (берется средняя из 3-5 циклов). Синдром удлиненного QT следует рассмотреть при наличии  $QTc =$  или  $> 460$  мс на **повторных ЭКГ в 12-ти отведениях** у пациентов с необъяснимыми обмороками[6,7].

Диагноз *синдрома короткого QT* устанавливают на основании  $QTc =$  или  $< 340$  мс; при наличии семейного анамнеза и жизнеугрожающих аритмий -  $QTc =$  или  $< 360$  мс. Оценить интервал QT можно при помощи таблицы 1.

Т а б л и ц а 1 — оценка интервала QTc.

Оценка	Взрослые мужчины , мсек	Взрослые женщины, мсек
Очень короткий	<330	<340
короткий	330-360	340-370
<b>нормальный</b>	<b>360-450</b>	<b>370-460</b>
пограничный	450-470	460-480
удлиненный	>470	>480
опасный	>500	>500

Moss A.J.,1993;АНА/ACCF/HRS,2009 ;АНА/ACCF, 2010;Viskin S., 2009

**Зубец U** – происхождение до сих пор неизвестно. Наличие выраженного зубца U увеличенной амплитуды указывает на гипокалиемию. Отрицательный зубец UI–II, V4–6 – ишемия миокарда, реже гипертрофия левого желудочка, иногда и у здоровых лиц[8,9].

### Частота ритма.

$ЧСС = 60/R-R$ , где 60— число секунд в минуте, R—R —длительность интервала в секундах. При записи ЭКГ со скоростью 50 мм/с одна маленькая клетка соответствует отрезку времени 0,02 с, со скоростью 25 мм/с одна маленькая клетка соответствует отрезку времени 0,04 с.

При неправильном ритме обычно считают максимальную и минимальную ЧСС согласно длительности самого маленького и самого большого интервала R-R соответственно[1,3].

### Электрическая ось сердца

Электрической осью сердца называется проекция результирующего вектора возбуждения желудочков во фронтальной плоскости. Электрическая ось сердца может отклоняться от своего нормального положения либо влево, либо вправо. Точное отклонение электрической оси сердца определяют по углу альфа (α). Если мысленно поместить результирующий вектор возбуждения желудочков внутрь треугольника Эйнтховена (рисунок 14). **Угол, образованный направлением результирующего вектора и осью I стандартного отведения, и есть искомый угол альфа**[3,4].



Рисунок 14. — Определение угла альфа

Нормальное положение ЭОС соответствует углу альфа QRS от 30 до 69°,

горизонтальное от  $+29^\circ$  до  $0^\circ$ ,  
 вертикальное от  $+70^\circ$  до  $+90^\circ$ ,  
 отклонение вправо от  $+91^\circ$  до  $119^\circ$ , резко вправо от  $+120^\circ$  и более, влево от  $-1^\circ$  до  $-29^\circ$ ,  
 резко влево от  $-30^\circ$  и менее.

### Способы определения положения ЭОС :

1. графические – с использованием различных систем координат;
2. по таблицам или диаграммам;
3. визуальные.

Точную величину угла альфа находят по специальным таблицам или схемам, предварительно определив на электрокардиограмме алгебраическую сумму зубцов желудочкового комплекса ( $Q + R + S$ ) в I и III стандартных отведениях.

Найти алгебраическую сумму зубцов желудочкового комплекса достаточно просто: измеряют в миллиметрах величину каждого зубца одного желудочкового комплекса QRS, учитывая при этом, что зубцы Q и S имеют знак минус (-), поскольку находятся ниже изоэлектрической линии, а зубец R - знак плюс (+). Если какой-либо зубец на электрокардиограмме отсутствует, то его значение приравнивается к нулю (0).

Далее, сопоставляя найденную алгебраическую сумму зубцов для I и III стандартных отведений, по таблице определяют значение угла альфа (рисунок 15) [1,2].

Таблица определения положения электрической оси сердца (по Дьеду)

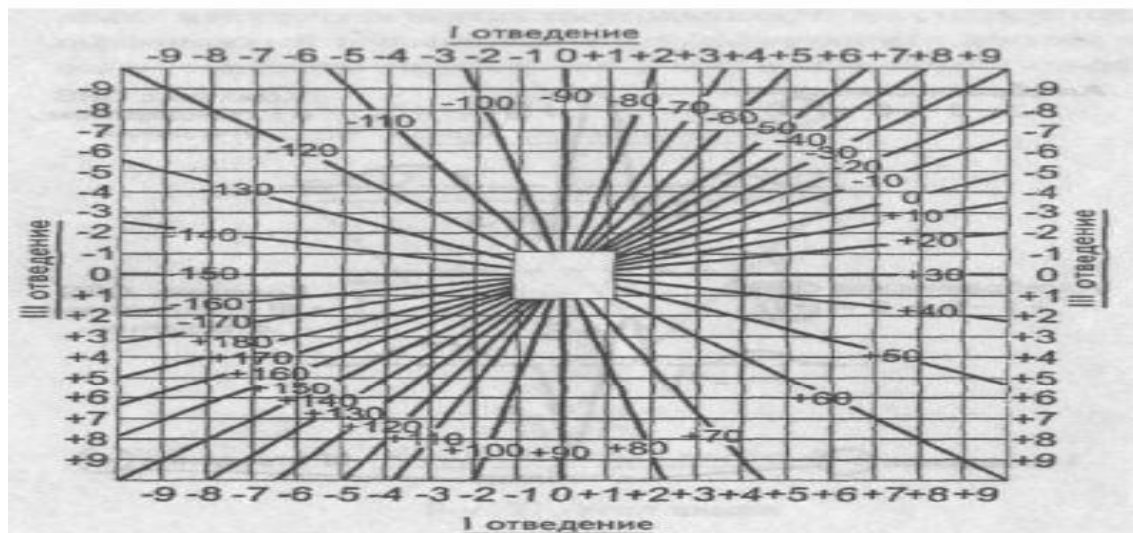


Рис. 29. Таблица определения угла альфа

Рисунок 15 — Определение ЭОС по Дьеду

Нормальное положение ЭОС соответствует углу альфа QRS от  $30^\circ$  до  $69^\circ$ ,  
 горизонтальное от  $+29^\circ$  до  $0^\circ$ ,  
 вертикальное от  $+70^\circ$  до  $+90^\circ$ ,  
 отклонение вправо от  $+91^\circ$  до  $119^\circ$ , резко вправо от  $+120^\circ$  и более

влево от  $-1^{\circ}$  до  $-29^{\circ}$

резко влево от  $-30^{\circ}$  и менее.

Визуальное определение электрической оси сердца

- Максимальное значение алгебраической суммы  $QRS$  наблюдается в том отведении, ось которого наиболее параллельна ЭОС

- Комплекс где  $R=S$  записывается в отведении, ось которого перпендикулярна ЭОС

Нормальное положение ЭОС (угол альфа  $+30^{\circ}$   $+69^{\circ}$ ):  $R_{II} > R_I > R_{III}$ , или  $R_{II} = R_I + R_{III}$   $R_{III} > S_{III}$ ,  $R_{aVL} = S_{aVL}$  (что существенно).

Горизонтальное положение ЭОС ( $0^{\circ}$   $+29^{\circ}$ ):  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $R_{aVF} = S_{aVF}$   $R_{II} > S_{II}$ ;  $S_{III} = R_{III}$

Вертикальное положение ЭОС ( $+70^{\circ}$   $+90^{\circ}$ ):  $R_{II} = R_{III} > R_I$ ;  $R_I = S_I$ ;  $R_{aVF} > R_{II, III}$   
Отклонение ЭОС вправо ( $+91^{\circ}$   $+120^{\circ}$ ):  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ,  $S_I > R_I$

Отклонение ЭОС резко вправо ( $+121^{\circ}$  и более):  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ,  $S_I > R_I$ ,  $R_{aVR} > Q(S)_{aVR}$

Отклонение ЭОС влево (менее  $0^{\circ}$ ):  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $R_{II} > S_{II}$ ;  $S_{III} > R_{III}$ ;  $S_{aVF} > R_{aVF}$

Отклонение ЭОС резко влево (менее  $-30^{\circ}$ ):  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $R_{II} < S_{II}$ ;  $S_{III} > R_{III}$  [1,3,5].

### Практическая часть

1. Законспектировать теоретический материал, демонстрируемый преподавателем;

2. Заполнить схемы и таблицы раздаточного материала;

3. Освоить методику решения задач по теме занятия;

4. Курировать пациента, совместно с преподавателем;

5. Расшифровать электрокардиограмму по теме занятия;

### Контроль усвоения темы

1. Решение ситуационных задач по индивидуальному заданию;

2. Решение индивидуальных тестовых заданий [9];

3. Расшифровка контрольной ЭКГ.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться студентами на:

- подготовку к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к дифференцированному зачету по учебной дисциплине;
- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия;

- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и пр.).

### Основные формы организации СРС



- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- изучение тем и проблем, не освещенных на лекциях и семинарских занятиях;
- компьютеризированное тестирование;
- изготовление дидактических материалов;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

#### **Перечень заданий СРС:**

- выполнение тестовых заданий (ЭУМК «Основы функциональной диагностики»)[9].

#### **Контроль СРС осуществляется в виде:**

- итогового занятия в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования;
- контрольной работы;
- обсуждения рефератов;
- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения ситуационной задачи на практических занятиях;
- проверки рефератов;
- индивидуальной беседы.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ УСРС**

**Рекомендуемыми формами организации УСРС являются:**

1. написание реферата на заданную тему;
2. подготовка мультимедийной презентации по заданной теме;

#### **Перечень заданий УСРС:**

Темы рефератов / мультимедийных презентаций: нет.

#### **Формы контроля выполнения УСРС:**

1. проверка и оценивание реферата по заданной теме;
2. проверка и оценивание мультимедийной презентации по заданной теме;
3. проверка и оценивание правильности решения ситуационных задач.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мурашко, В. В. Электрокардиография : учеб. пособие / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – 19-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2023. – 360 с. : ил.
2. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов. — 10-е изд., испр. — Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2020. — 560 с.
3. Давей, П. Наглядная ЭКГ : [учеб. пособие для вузов] / Патрик Давей ; пер. с англ. под ред. М. В. Писарева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 167 с.
4. Круглов, В. А. Электрокардиограмма в практике врача [Электронный ресурс] : руководство / В. А. Круглов, М. Н. Дадашева, Р. В. Горенков. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 136 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970469026.html>. – Дата доступа: 17.05.2024.
5. Основы электрокардиографии : практикум / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. пропедевтики внутренних болезней ; Э. А.

Доценко [и др.]. – 4-е изд. – Минск : БГМУ, 2020. – 95, [1] с. – Режим доступа: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/30121>. – Дата доступа: 17.05.2024.

6. Электрокардиография : учеб. пособие / Н. И. Волкова, И. С. Джериева, А. Л. Зибарев [и др. ]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 136 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970476697.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

7. Ярцев, С. С. Большой атлас ЭКГ : профессиональная фразеология и стилистика ЭКГ-заключений [Электронный ресурс] / С. С. Ярцев. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 664 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970464090.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

8. Ярцев, С. С. Практическая электрокардиография [Электронный ресурс] : справочное пособие для анализа ЭКГ / С. С. Ярцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 144 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970464045.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

9. Саливончик, Д. П. Функциональная диагностика: тестовые задания : учеб.-метод. пособие для студентов 5 курса специальности 1-79 01 04 «Мед.-диагност. дело» / Д. П. Саливончик, Н. И. Корженевская, Е. В. Кухорева ; УО «Гомел. гос. мед. ун-т», Каф. внутренних болезней № 3 с курсом функциональной диагностики. – Электрон. текстовые дан. (объём 540 Kb). – Гомель : ГомГМУ, 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 58 с.