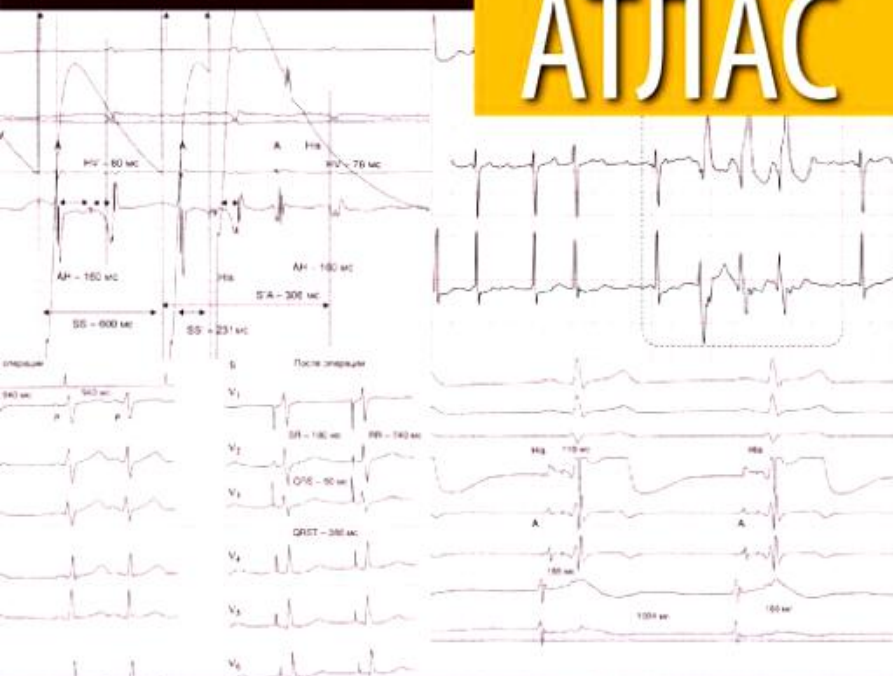


Е.В. Колпаков, В.А. Люсов,
Н.А. Волов, А.В. Тарасов

ЭКГ ПРИ АРИТМИЯХ

АТЛАС



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»

ЭКГ при аритмиях : атлас

Авторы Колпаков Е.В., Люсов В.А., Волов Н.А.

Библиография: ЭКГ при аритмиях. Атлас: руководство. Колпаков Е.В., Люсов В.А., Волов Н.А. и др. 2013. - 288 с. :ил.

Год издания: 2013

Аннотация:

Атлас включает вводную часть, где кратко изложена история электрофизиологии сердца; раздел, содержащий примеры ЭКГ и ЭГ сердца с комментариями при аритмиях; приложения в виде краткого словаря по аритмиям, а также справочный материал о главных создателях современной электрофизиологии сердца.

Материал подготовлен сотрудниками кафедры госпитальной терапии № 1 РНИМУ им. Н.И. Пирогова и сотрудниками отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца НУЗ ЦКБ № 1 ОАО "РЖД".

Атлас предназначен врачам-кардиологам, терапевтам, хирургам, занимающимся проблемами аритмологии, а также студентам старших курсов медицинских вузов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Атлас аритмий» не претендует на окончательный вариант «на все времена» медицинского пособия по электрокардиографии. Авторы полагают, что всегда имеется необходимость поделиться своими впечатлениями с коллегами и обсудить неясные проблемы в той или иной области. Конечно, это в достаточной мере относится и к аритмиям. Несмотря на большое количество выпускаемых изданий, трудно представить себе, что они в полной мере освещают все вопросы и проблемы в области диагностики и лечения аритмий. Забываются основополагающие труды, касающиеся собственно сути записываемой электрокардиограммы, некоторых спорных вопросов электрофизиологического исследования (современные пособия по регистрации электрограмм сердца напоминают учебники по высшей математике: сложные кривые, рисунки и формулы расчета). В то же время целесообразно для врачей общей практики, чаще встречающихся с больными на различной стадии заболевания, иметь простые пособия, в которых можно найти ответы на наиболее частые вопросы:

- вариант аритмии, возможные разновидности;
- принципы, которыми руководствуются узкие специалисты при решении вопроса о тактике лечения;
- варианты течения аритмии как заболевания. Авторы не ставили перед собой задачи дать примеры или ответы на все возможные варианты аритмий. Предполагается еще раз напомнить механизмы образования потенциалов сердца, их особенности, варианты регистрации и интерпретации в свете всех современных технических возможностей и требований. С этой целью весь материал изложен в двух главах, приложениях и словаре наиболее употребляемых терминов и фамилий.

В **первой главе** приводится историческая справка развития метода электрокардиографии как основного в общей системе электрофизиологических исследований.

Во **второй главе**, содержащей пять частей, даны примеры различных вариантов ЭКГ при аритмиях с комментариями их трактовки полученных результатов как собственно первичного исследования; при электрофизиологическом исследовании, включая интракардиальное и чреспищеводное исследование, при различных вариантах постоянной электрокардиостимуляции и трактовок, возникающих в этом случае изменений; электрокардиографически сложные варианты аритмий.

Приложения носят чисто справочный характер и позволят расширить кругозор читателей в области электрофизиологии и электрофизиологии сердца.

Приносим свою благодарность всем сотрудникам кафедры госпитальной терапии № 1 РНИМУ им. Н.И. Пирогова и НУЗ ЦКБ № 1 ОАО «РЖД», помогавшим в написании и оформлении данного труда.

ВВЕДЕНИЕ

Первые данные о существовании биоэлектрических потенциалов («животного электричества») были получены в третьей четверти VIII в. при изучении природы «удара», наносимого некоторыми рыбами с *электрическими органами* при защите или нападении. В то же время итальянский физиолог и врач Л. Гальвани своими исследованиями заложил основу учения о биоэлектрических потенциалах. Многолетний научный спор (1791 - 1797) между Л. Гальвани и физиком А. Вольтой о природе «животного электричества» завершился двумя крупными открытиями: были получены данные, подтверждающие существование биоэлектрических явлений в живых тканях, и открыт новый принцип получения электрического тока при погружении пары разнородных металлов в электролитический раствор - создан гальванический элемент (*вольтов столб*). Подтверждение наблюдений Л. Гальвани стало возможным лишь после применения чувствительных электроизмерительных приборов - *гальванометров*. Первые такие исследования были проведены итальянским физиком К. Маттеуччи (1837). Систематическое изучение биоэлектрических потенциалов было начато немецким физиологом Э. Дюбуа-Реймоном (1848), который доказал их существование в нервах и мышцах в покое и возбуждении. Ему не удалось (в силу большой инерционности гальванометра) зарегистрировать быстрые, длящиеся тысячные доли секунд колебания биоэлектрических потенциалов при проведении импульсов в нервах и мышцах. Немецкий физиолог Ю. Бернштейн (1886) проанализировал форму потенциала действия; французский ученый Э.Ж. Марей (1875) применил для записи колебаний потенциалов бьющегося сердца капиллярный электрометр; русский физиолог Н.Е. Введенский использовал (1883) для прослушивания ритмических разрядов импульсов в нерве и мышце телефон, а физиологи голландец В. Эйнтховен (1903) и А.Ф. Самойлов (1907), стали использовать для исследований струнный гальванометр (высокочувствительный и малоинерционный прибор для регистрации электрических токов в тканях) в экспериментах и затем в клинической практике. Значительный вклад в изучение биоэлектрических потенциалов внесли русские физиологи: В.В. Правдич-Неминский (1913-1921) впервые зарегистрировал электроэнцефалограмму, А.Ф. Самойлов (1912-1929) исследовал природу нервно-мышечной передачи возбуждения, а Д.С. Воронцов (1932) открыл следовые колебания биоэлектрических потенциалов, сопровождающие потенциал действия в нервных волокнах. Дальнейший прогресс в изучении биоэлектрических потенциалов тесно связан с успехами электроники, позволившими применить в физиологическом эксперименте электронные усилители и *осциллографы* (американские физиологи Г. Бишоп, Дж. Эрлангер и Г. Гассер в 30-40-х годах XX в.), а также методику введения *микроэлектродов* в отдельные клетки и волокна. Основные исследования в направлении механизмов генерации и проведения биоэлектрических потенциалов были проведены на аксонах гигантских кальмаров. Диаметр этих волокон в 50-100 раз больше, чем у позвоночных животных, и достигает 0,5-1 мм в диаметре, что позволяет вводить внутрь волокна-микроэлектроды, инъецировать в протоплазму различные вещества. Изучение ионной проницаемости мембраны гигантских нервных волокон позволило английским физиологам А. Ходжкину, А. Хаксли и Б. Катцу (1947-1952) сформулировать современную *мембранную теорию возбуждения*.

Современная кардиология начинается с внедрения метода клинической электрокардиографии (Самойлов Н.Ф., Эйнтховен В., 1901-1903).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

СА-блокада - синусно-предсердная блокада
CLC - Клерк-Леви-Критеско
LGL - Лоун-Ганон-Левин
AB - атриовентрикулярный
АД - артериальное давление
АТС - антитахикардическая стимуляция
АТФ - аденозинтрифосфорная кислота
ВВФСУ - время восстановления функции синусового узла
ВПСП - возбуждающий постсинаптический потенциал
ЖТ - желудочковая тахикардия ИБС - ишемическая болезнь сердца ИМ -
инфаркт миокарда МА - мерцательная аритмия МЭС-синдром - синдром
Морганьи- Эдемса-Стокса
НЦД - нейроциркуляторная дистония ПД - потенциал действия ПП -
потенциал покоя
ПСП - постсинаптический потенциал СВ - суправентрикулярный СВТ -
суправентрикулярная тахикардия Синдром WPW - синдром Вольфа-
Паркинсона-Уайта СП - систолический показатель СПВЖ - синдром
преждевременного возбуждения желудочков
СССУ - синдром слабости синусового узла ЧП - чреспищеводный
ЧПЭС - чреспищеводная электростимуляция сердца
ЧСС - частота сердечных сокращений
ЭГ - электрограмма
ЭДС - электродвижущая сила
ЭКГ - электрокардиограмма
ЭКС - электрокардиостимулятор
ЭОС - электрическая ось сердца
ЭС - электрокардиостимуляция
ЭФИ - электрофизиологическое исследование

ГЛАВА 1. ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

1.1. Историческая справка

Электрофизиология - раздел физиологии, изучающий различные электрические явления в живых тканях организма (биоэлектрические потенциалы), а также механизм действия на них электрического тока. Первые исследования «животного электричества» относятся к 1791 г. (Л. Гальвани). Л. Гальвани заметил, что замыкание цепи из двух *разнородных металлических проводников*, включающая препарат лягушки и вызывает сокращение ее лапок. Этот феномен был истолкован как результат возникающего в живой ткани электрического тока. В своих экспериментах А. Вольта (1793) подтвердил этот феномен как результат электрического тока. Аналогичный результат Л. Гальвани получил, касаясь обнаженным нервом мышцы без использования металлического проводника. Таким образом было доказано, что источником электрического импульса является живая ткань. В 1797 г. опыты Л. Гальвани повторил немецкий ученый А. Гумбольдт. Итальянский физиолог К. Маттеуччи в 1837 г. выявил наличие разности электрических потенциалов между поврежденной и неповрежденной частями мышцы. Он обнаружил также, что в мышце при сокращении возникает электрический импульс, достаточный для возбуждения другого нейромышечного комплекса.

Дюбуа-Реймон, усовершенствовав методику эксперимента (1848), подтвердил, что повреждение мышцы или нерва всегда сопровождается возникновением разности потенциалов, уменьшающейся при возбуждении. Электрический потенциал, вызывающий раздражение возбудимых тканей, был назван потенциалом действия (по терминологии того времени «отрицательным колебанием»).

Дальнейшее развитие **электрофизиологии** связано с совершенствованием технических средств регистрации слабых и быстротекущих электрических колебаний. Физиолог Ю. Бернштейн (Германия) предложил при исследовании живых тканей (1888) использовать для изучения токов действия, так называемый, дифференциальный реотом и описал электрофизиологические феномены: **скрытый период, время нарастания и спада потенциала действия**. Капиллярный электрометр позволял более точно измерять малые значения электродвижущей силы (ЭДС), которые регистрировали в эксперименте на изолированном сердце (Марей Ж., 1875) и на скелетной мышце (Самойлов А.Ф., 1908). Н.Е. Введенский (1884) использовал телефон, как генератор звуковых сигналов, при регистрации потенциалов действия. Советский физиолог В.Ю. Чаговец создал теорию электролитической диссоциации для объяснения механизма появления электрических потенциалов в живых тканях (1896). В дальнейшем Ю. Бернштейн сформулировал в 1902 г. основные положения мембранной теории возбуждения, теоретически обоснованные учеными П. Бойлом и С. Конуэем (Англия, 1941), А. Ходжкином, Б. Катцем и А. Хаксли (США, 1949). В начале XX в. для электрофизиологических исследований стали использовать струнный гальванометр. С его помощью В. Эйнтховен и А.Ф. Самойлов (1901- 1907) записали первые электрокардиограммы. Неискаженная регистрация любых форм биоэлектрических потенциалов стала возможной лишь с введением в практическую **электрофизиологию** (30-40-е годы XX в.) электронных

усилителей и осциллографов (Г. Бишоп, Дж. Эрлангер и Г. Гассер, США; И.Г. Тарханов, Б.Ф. Вериге, В.Я. Данилевский, Д.С. Воронцов, А.Б. Коган, П.Г. Костюк, М.Н. Ливанов и др., СССР).

1.2. Электрофизиологическая теория возбудимых тканей

Электрические потенциалы лежат в основе механизма генерации таких процессов, как **возбуждение, торможение, секреция**.

Электрический ток - наиболее универсальный раздражитель живых структур. Химические, механические и другие раздражители при действии на клеточные мембраны трансформируются в электрические потенциалы. Методы электрофизиологических исследований используются во всех разделах физиологии для получения вызванных потенциалов и регистрации деятельности различных органов и систем, а также в клинической практике. К ним относятся электрокардиография, электроэнцефалография, электромиография, электроретинография, электродермография (регистрация изменений электрических потенциалов кожи) и др.

Мембранная теория возбуждения - общепринятая в физиологии теория, объясняющая механизм возбуждения мышечных и нервных клеток. В ее основе лежит предположение, что при раздражении возбудимой клетки на поверхностной мембране происходит молекулярная перестройка с изменением проницаемости мембраны и появлением трансмембранных ионных токов.

Сердечная мышца обладает следующими четырьмя основными свойствами: **автоматизмом, возбудимостью, проводимостью и сократимостью**. Из всех свойств главным является возбудимость. Способность клеток-проводителей ритма сердца к автоматизму определяется наличием нейроспонтанной медленной диастолической деполяризации, а время, необходимое для достижения порогового уровня, - скоростью этого процесса. Изучением процесса возбудимости занимались Брукс, Хоффман, Саклинг и Ориас (1955).

В миокарде выявлено три типа волокон, обладающих различной возбудимостью: **P-волокна**; **V₁-волокна**, для которых величина потенциала действия остается постоянной вне зависимости от степени гиперполяризации клеточных мембран, и **V₂-волокна**, для которых амплитуда потенциала действия постоянная до тех пор, пока гиперполяризующий ток не достигнет определенного значения, а затем начинает увеличиваться прямо пропорционально величине приложенного гиперполяризующего тока. Доказаны следующие функциональные особенности поведения кардиомиоцитов во время фазы диастолы:

- пороги возбудимости миокарда во время фазы диастолы (середина интервала *T-P* и начало сегмента *PQ* ЭКГ) минимальны;

- вещества, влияющие на коронарный кровоток (питуитрин, амилнитрит), обмен веществ миокарда [строфантин К, трифосаденин (АТФ*)], вегетотропные средства (ацетилхолин, атропин, эпинефрин), бактериальные токсины, гормоны надпочечников и другие факторы, изменяющие длительность эффективного рефрактерного периода и величину порога

возбудимости в период относительного рефрактерного периода (в фазу диастолы), не изменяют возбудимость миокарда.

В основе распространения процесса возбуждения по миокарду лежат факторы, изменение консерватизма которых равносильно утрате основных свойств миокардиального волокна - **возбудимости и проводимости**. Этот консерватизм наиболее выражен в фазу деполяризации и полной реполяризации мышечных волокон миокарда (нулевая и четвертая фазы по Хофману и Крейнфильду, 1960). В нулевую фазу никакое раздражение не может повлиять на характер процесса возбуждения вследствие большой скорости деполяризации. В четвертую фазу (полная диастола сердца) пороги возбудимости миокарда не меняются в силу развития приспособительной реакции, имеющей глубокий физиологический смысл, ибо это позволяет пейсмекеру ритмически запускать всю сложную гетерогенную систему вне зависимости от предшествующего неадекватного воздействия.

Для феномена **укорочения рефрактерности** характерен ряд особенностей и признаков, которые никогда не встречаются в нормальном инфарктном миокарде, а характерны только для альтирированного сердца:

- значительный статистический разброс величин порогов возбудимости при нанесении тестирующего стимулирующего импульса в период укорочения рефрактерности;

- появление при укорочении фазы рефрактерности таких феноменов, как «*deerp phase*» (глубокая фаза) и «отсутствие ответа»;

- снижение частоты усвоения навязываемого ритма;

- появление в деятельности миокарда тенденции к десинхронизации.

Таким образом, можно полагать, что при нарушении электрофизиологических характеристик сердечного цикла, выражающихся в укорочении эффективного рефрактерного периода и, следовательно, эквипотенциальности системы, возбудимость миокарда подвергается изменениям, указывающим на развитие в сердечной мышце парабриотического состояния. Патогенез экстрасистол связан с переходной фазой парабриотического процесса, возможно, объясняемой «эффектом Введенского». Это также можно объяснить изменением хронаксии желудочков: при удлинении фазы в одном, укорачивался период хронаксии в другом. При развитии в участках миокарда, соседствующих с поврежденными кардиомиоцитами, преэстрасистолической деполяризации возникают экстрасистолические сокращения.

Эктопический очаг и синусный узел образуют сложную интерферирующую систему. Эктопический очаг возбуждения в миокарде оказывает тормозящее влияние на активность синусового узла, что проявляется в виде возникновения компенсаторной паузы. Кроме того, желудочки сердца или другие его отделы (в зависимости от того, где появился очаг внеочередного возбуждения - экстрасистолы) после внеочередного сокращения могут находиться в состоянии рефрактерности, в силу чего очередной нотопный импульс не вызывает их сокращения. Только при тяжелых кардиопатиях (электролитно-стероидная кардиомиопатия, острое отравление динитрофенолом, этанолом и др.) при электрическом раздражении

желудочков может быть изменение функции синусового узла из-за утраты предсердно-желудочковым узлом синаптических свойств. При дезорганизации функции синусового узла, выраженной брадикардией предсердно-желудочковая область утрачивает свои однонаправленные синаптические свойства и начинает проводить возбуждение в обоих направлениях.

Гипотеза о возникновении абсолютной рефрактерности желудочков во время рефрактерной паузы не подтверждается. Во время постэкстрасистолической компенсаторной паузы в синусном узле не наступает состояние полной рефрактерности миокарда. Таким образом, ни в миокарде желудочков, ни в волокнах водителей ритма во время постэкстрасистолической компенсаторной паузы не развивается состояние полной рефрактерности.

1.3. Собственно теория регистрации потенциалов сердца - электрокардиография

Электрокардиография - метод исследования сердечной мышцы путем регистрации биоэлектрических потенциалов работающего сердца. Сокращению сердца (*систоле*) предшествует возбуждение миокарда, сопровождающееся перемещением ионов через оболочку клетки миокарда, в результате которого изменяется разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны. Измерения с использованием микроэлектродной техники показывают, что обычно разность потенциалов составляет около 100 мВ. В норме возбуждение последовательно охватывает различные отделы камер сердца, поэтому на поверхности сердца регистрируется меняющаяся разность потенциалов между возбужденными и находящимися в покое участками. Благодаря электропроводности тканей организма эти электрические процессы можно регистрировать электродами, зафиксированными на поверхности тела.

Первая электрокардиограмма (ЭКГ) больного была записана Августом Уоллером в 1887 г. с использованием *капиллярного электрометра* конструкции Габриеля Липпмана (G. Lippman). Этот прибор позволял регистрировать только два отведения. Будучи физиологом, А. Уоллер обозначил эти отведения исходя из анатомической структуры сердца и предположения о том, что два важнейших отдела сердца определяют появление этих кривых. Зубцы на кривой записи были обозначены V_1 и V_2 .

В. Эйнтховен также использовал электрометр конструкции Г. Липпмана, при этом на регистрируемой кривой регистрировалось две волны, которые были обозначены буквами *A* и *B*. Позднее, усовершенствовав прибор, исследователям удалось зарегистрировать электрическую активность предсердий. Уоллер обозначил ее буквой *A* (первая буква слова *atrial*). Эйнтховен, который уже использовал букву *A* для обозначения первой волны, производимой желудочками, предложил букву *P* латинского алфавита. Его номенклатура, таким образом, лишилась внутренней логики: буквы *A* и *B* обозначали изменения, происходящие после активации предсердий, потенциал возбуждения которых был обозначен буквой *P*, расположенной в середине алфавита.

Впоследствии В. Эйнтховен ввел понятие «три стандартных отведения от конечностей» и описал ЭКГ в норме. В дальнейшем совместно с Фаром и Ваартом были разработаны основы векторного анализа ЭКГ:

- проекция вектора электродвижущей силы сердца на оси стандартных отведений;
- построение электрической оси;
- определение угла α .

Вне сомнения, В. Эйнтховен, используя букву P , ссылается на Рене Декарта, который часто использовал ее для обозначения точки (*point*) на кривой. Уоллер отказался от использования предложенной В. Эйнтховеном системы обозначений.

Дальнейшее усовершенствование капиллярного электрометра позволило регистрировать уже 4 волны. В. Эйнтховен обозначил их $ABCD$, отбросив литеру P . Теперь волны маркировали следующим образом:

- A - электрическая активность предсердий;
- B - первое отклонение кривой вниз;
- C - первое отклонение кривой вверх;
- D - последняя волна, направленная вверх (в настоящее время известная как стадия реполяризации желудочков).

В. Эйнтховен разработал математическую формулу, компенсирующую инертность столбика ртути, используемого в капиллярном электрометре. Электрокардиографический комплекс при этом получал более сложную форму за счет дополнительных волн. В 1895 г. он опубликовал схему, на которой были изображены наложенные друг на друга две кривые: кривая, полученная при регистрации капиллярным электрометром, и математически компенсированная кривая.

Поскольку литеры $ABCD$ были использованы для обозначения волн на некорригированной кривой, ученый был вынужден найти другие обозначения для математически компенсированной кривой ЭКГ. Этими новыми обозначениями стали буквы $PQRST$. В последующих работах с применением *струнного гальванометра* В. Эйнтховен продолжал пользоваться обозначением $PQRST$. С использованием этого прибора через несколько лет удалось зарегистрировать новую волну - зубец U .

Высокая информативность и относительная техническая простота метода, его безопасность и отсутствие каких-либо неудобств для больного обеспечили широкое распространение **электрокардиографии** в медицине и физиологии.

Основные узлы современного электрокардиографа - усилитель, гальванометр и регистрирующее устройство. При записи меняющейся картины распределения электрических потенциалов на движущуюся бумагу получается периодическая специфическая кривая - электрокардиограмма (рис. 1.1 и 1.2).

Зубец P отражает изменение активности предсердий, зубцы $QRST(U)$ - электрическую систолу желудочков сердца. Форма зубцов в разных отведениях, в общем, различна. Сравнимость ЭКГ у разных лиц достигается

стандартными условиями регистрации: способом наложения электродов на кожу конечностей и грудной клетки (обычно используется 12 отведений), чувствительностью аппарата (1 мм = 0,1 мВ) и скоростью движения бумаги (обычно 25 или 50 мм/с). Исследуемый, как правило, находится в положении лежа, в условиях покоя (при специальных исследованиях - на фоне физической, лекарственной или других нагрузок).

1.4. Альтернативные обозначения элементов электрокардиограммы

В медицинской литературе существуют другие обозначения зубцов электрокардиограммы. Краус и Николаи предложили свое обозначение зубцов: $P = A$ (*Atriumzacke*), $Q = Ia$, $R = I$ (*Initialzacke*), $S = Ip$, $T = F$ (*Finalzacke*). Гофман предложил обозначать горизонтальные отрезки электрокардиограммы буквами греческого

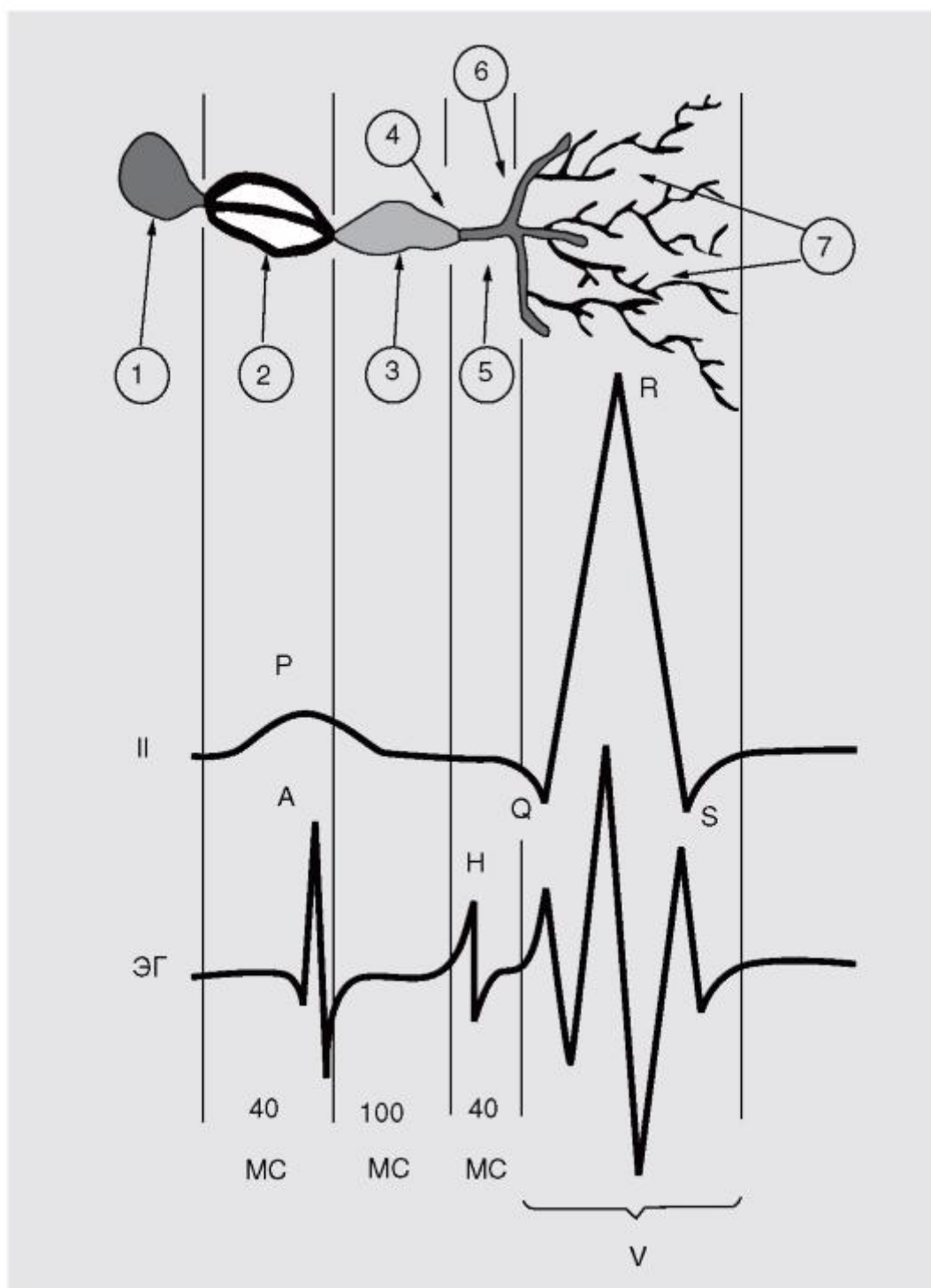


Рис. 1.1. Схема сопоставления элементов проводящей системы сердца и интервалов ЭКГ с наименованиями зубцов по В. Эйнтховену: 1 - синусовый узел (Кис-Фляка); 2 - синоатриальные проводящие пути (Венкебаха, Бахмана, Тореля); 3 - предсердно-желудочковый узел/соединение (Ашофа-Товара); 4 - пенетрирующая часть АВ-соединения; 5 - пучок Гиса; 6 - ножки пучка Гиса; 7 - волокна Пуркинью; зубец *P* - изменение активности предсердий; *QRS* - желудочковый комплекс (электрическая систола желудочков); *T(U)* - фаза деполяризации

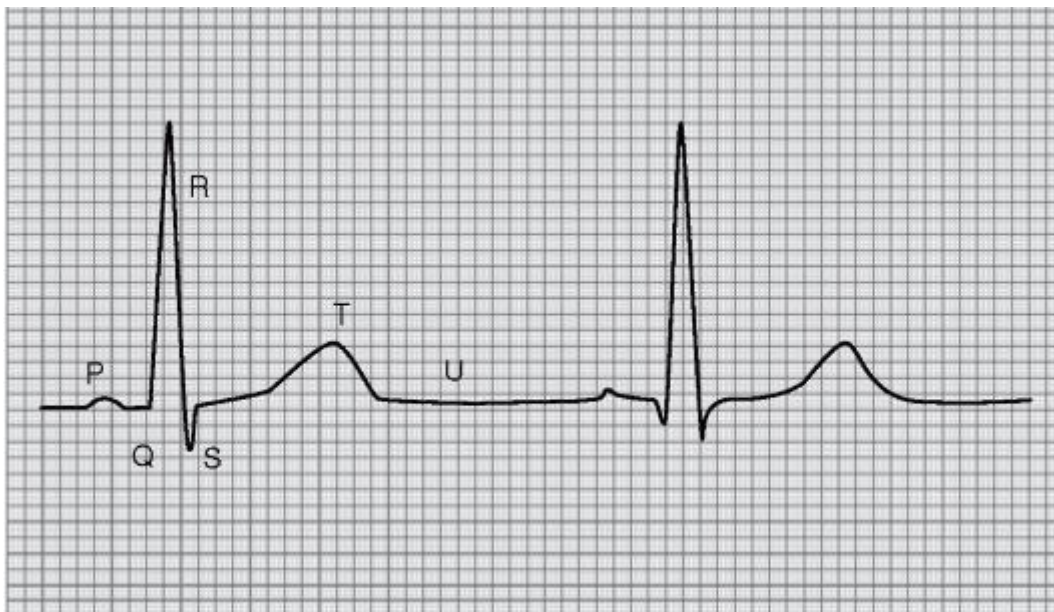


Рис. 1.2. Вариант нормальной электрокардиограммы

алфавита: интервал между *P* и *Q* - буквой α ; между *S* и *T* - буквой β ; между *T* и *P* - буквой γ .

1.5. Общие принципы анализа электрокардиограммы

Электрокардиография относится к информативным и наиболее распространенным методам обследования. Она представляет собой относительно недорогой, но ценный метод электрофизиологической инструментальной диагностики. Прямым результатом является графическая запись изменения потенциалов, возникающих в результате работы сердца. На ЭКГ отражается усреднение всех векторов потенциалов действия, возникающих в определенный момент работы сердца. Метод дает возможность диагностировать заболевания и синдромы, требующие неотложной кардиологической помощи. Прежде всего, это инфаркт миокарда, пароксизмальные тахикардии, нарушения проводимости с синдромом Морганьи-Эдемса-Стокса (МЭС).

При анализе электрокардиограммы учитывают длительность интервалов и зубцов, высоту (амплитуду) зубцов, полярность и форму зубцов, частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолический показатель (СП) и т.д. Длительность интервалов и зубцов отражает скорость прохождения импульса по сердечной мышце, что обуславливает ритмичность ее сокращения и рассчитывается в секундах.

- Интервал *P-Q* - время прохождения возбуждения от синусового узла по предсердиям через предсердно-желудочковый узел до момента активации желудочков. Измеряют от начала зубца *P* и до начала зубца *Q*, если зубец *Q* отсутствует - до начала зубца *R*.

- Интервал *Q-T* (электрическая систола) измеряют от начала зубца *Q* до конца зубца *T*.

- Интервал *T-P* (отражает диастолическую фазу) измеряют от начала зубца *T* до конца зубца *P*.

- Длительность зубца *P* (время деполяризации предсердий) измеряют от начала его восходящей ветви до конца нисходящей.

- Длительность комплекса *QRS* (время деполяризации желудочков) измеряют от начала зубца *Q* (при отсутствии от начала восходящей части зубца *R* от изоэлектрической линии) до конца зубца *S*.

- Длительность зубца *T* (конечная часть желудочкового комплекса) измеряют от начала его восходящей части до конца нисходящей.

- Зубец *U* непостоянный, отражает процесс реполяризации (следовые потенциалы) волокон Пуркинье, длительность измеряется по приведенной ниже формуле.

Все расчеты длительности интервалов и зубцов проводят обычным перерасчетом скорости записи за время:

$$t = L / V,$$

где *t* - время (с); *L* - длительность интервала или зубца (мм); *V* - скорость движения ленты (мм/с).

Обычно в современных электрокардиографах используют три стандартные скорости движения ленты: 25, 50 и 100 мм/с. При определении частоты сердечных сокращений за минуту измеряют продолжительность нескольких интервалов *R-R* в миллиметрах, переводят в секунды, вычисляют среднюю величину и рассчитывают по формуле:

$$\text{ЧСС} = 60 / R-R,$$

где 60 - количество секунд в минуте.

Систолический показатель (СП) - отношение длительности электрической систолы к величине интервала *R-R*. СП определяют по формуле:

$$\text{СП} = (Q-T / R-R) \times 100\%.$$

По величине СП можно косвенно судить о состоянии сердца пациента: чем выше относительная систола, тем выше его работоспособность.

1.6. Маркировка электродов и методика регистрации электрокардиограммы

В России и европейских странах принята следующая маркировка электродов электрокардиографов:

- **правая рука** - красный цвет;
- **левая рука** - желтый цвет;
- **правая нога** - черный цвет (заземление);
- **левая нога** - зеленый цвет;
- **грудной (V₁) электрод (V₁)** - белый цвет.

В ряде западных стран и США применяют другую маркировку электродов отведения от конечностей:

- **правая рука** - белый цвет;
- **левая рука** - черный цвет;
- **левая нога** - красный цвет;

- **правая нога** - зеленый цвет.

Грудные электроды маркированы следующим образом:

- V_1 - красный цвет;
- V_2 - желтый цвет;
- V_3 - зеленый цвет;
- V_4 - синий (голубой) цвет;
- V_5 - коричневый цвет;
- V_6 - черный цвет.

Во время записи ЭКГ на каналах электрокардиографа обычно устанавливается стандартное усиление электрического потенциала, равное 10 мм/мВ (калибровочный милливольт), в отдельных случаях калибровочный сигнал может быть уменьшен или увеличен, что определяется амплитудой регистрируемых потенциалов, которые могут быть значительно больше или меньше необходимой величины (происходит их обрезание). Обычная (стандартная) запись ЭКГ выполняется в 12 отведениях: три стандартных, три однополюсных и шесть грудных. Кроме того, производится запись стандартных отведений на высоте вдоха. По показаниям регистрируют *дополнительные отведения*. В каждом отведении необходимо регистрировать не менее 10 последовательных желудочковых комплексов *QRS* (иногда предлагается не менее четырех комплексов) при скорости 50 мм/с¹ (скорости 25 мм/с и 12,5 мм/с используют при скрининговых исследованиях или в других специальных случаях).

При записи ЭКГ пациента укладывают на кушетку. Для получения хорошего контакта электроды смазывают электропроводящим гелем или подкладывают салфетки, смоченные изотоническим раствором натрия хлорида. Электроды фиксируются на внутренней поверхности нижней трети предплечий и на наружной поверхности средней трети голени.

1.7. Системы отведений электрокардиограммы

Участок поверхности тела, на который накладывают электрод, называется позицией электрода. Две любые позиции электрода, между которыми в период возбуждения сердца обнаруживается разность потенциалов, являются двумя электрическими полюсами регистрации ЭКГ. Любая пара полюсов, через которые регистрируют разность потенциалов, называется отведением ЭКГ. В. Эйнтховеном (1908) было показано, что для оценки направления вектора электрического поля диполя сердца необходимо сопоставление показателей ЭКГ нескольких (минимум двух) отведений, обладающих определенными свойствами. Различные варианты отведений составляют так называемые системы отведений. Важным свойством этих отведений являются равноудаленность от сердца фиксированных накожных электродов, отсутствие существенных отклонений регистрации при небольших смещениях электродов, равенство осей отведений между собой и преобладание их длины над размерами сердца.

В клинической электрокардиографии классической геометрической системой отведений считается разработанная В. Эйнтховеном «схема равностороннего треугольника» во фронтальной плоскости. В. Эйнтховен,

выбравший для формирования трех отведений положение электродов на двух руках и левой ноге и объединивший попарно эти позиции, предложил рассматривать данные отведения как стороны «равностороннего треугольника», в центре которого расположено сердце. При этом предусмотрено такое соединение электродов с полюсами гальванометра (полярность отведений), при котором в каждом из трех отведений основные элементы нормальной ЭКГ (зубцы P , R , T) направлены вверх от изоэлектрической линии (положительное значение потенциалов), когда значения правой руки отрицательные по отношению к верхушке сердца или левой руке, а зоны положительного потенциала поверхно-

¹При скорости 50 мм/с - 1 мм = 0,02 с (2 мс); 25 мм/с - 1 мм = 0,04 с (4 мс), 12,5 мм/с - 1 мм = 0,08 с (8 мс).

сти тела соединены с положительным полюсом гальванометра. Направление ЭДС меняется в процессе возбуждения, но в конечном счете ЭДС направлена сверху вниз, справа налево и сзади вперед. Таким образом, верхняя половина туловища (правая рука, голова и шея) имеет отрицательный потенциал, а нижняя левая половина (обе ноги, левая рука) - положительный потенциал. В настоящее время, как уже было сказано, используют 12 основных отведений. Пары электродов, наложенных на конечности, по очереди подключают к аппарату. Система расположения электродов называется *электрокардиографическими отведениями*.

1.8. Треугольник Эйнтховена

Согласно теории В. Эйнтховена, грудная клетка может быть представлена в виде сферы, в центре которой находится электрический диполь сердца. Область, в которой регистрируются потенциалы, представляет собой равносторонний треугольник, обращенный вершиной книзу. Плоскость треугольника располагается во фронтальной плоскости, а диполь сердца находится в его центре. Вектора потенциалов возбуждения сердца на электрокардиограмме от конечностей можно проецировать на стороны треугольника. Однако ввиду того, что сердце является трехмерным органом, вектор результирующего потенциала не направлен строго параллельно фронтальной плоскости. Таким образом, фронтальная проекция вектора меньше, чем фактический размер результирующей разности потенциалов. Эта проекция представляет размер *манифестной*, т.е. проявляющейся, а не актуальной разности потенциалов в определенный момент сердечного цикла.

1.9. Стандартные отведения от конечностей

Стандартные отведения от конечностей являются двухполюсными отведениями. Они регистрируют разность потенциалов между двумя точками, не предоставляя прямой информации о потенциале на отдельной конечности.

• Отведение I = потенциал левой руки - - потенциал правой руки.

• Отведение II = потенциал левой ноги -

- потенциал правой руки.

- Отведение III = потенциал левой ноги -
- потенциал левой руки.

1.10. Взаимоотношения зубцов электрокардиограммы

В. Эйнтховеном было установлено взаимоотношение зубцов в трех стандартных отведениях. Он указал, что манифестная ЭДС сердца, регистрируемая во II отведении, равна ЭДС I отведения + ЭДС III отведения, что может быть выражено простой формулой:

$$E_2 = E_1 + E_3$$

Данное положение доказано. В каждом из отведений регистрируется разность потенциалов от конечностей. Если потенциал правой руки обозначить П, левой руки - Л, а левой ноги - Н, то:

- ЭДС I отведения - $E_1 = Л - П$.
- ЭДС II отведения - $E_2 = Н - П$.
- ЭДС III отведения - $E_3 = Н - Л$. Следовательно:

$$E_1 + E_3 = (Л - П) + (Н - Л) = Н - П.$$

Поскольку выражением величины ЭДС сердца является высота зубцов ЭКГ, то одноименные и синхронно зарегистрированные зубцы II отведения по своей величине равны алгебраической сумме зубцов I и III отведений.

Практически величина зубцов во II отведении не всегда равна сумме величин зубцов I и III отведений. Объясняется это тем, что вершины одноименных зубцов в различных отведениях не совпадают. Зубец R во II отведении, например, может достигнуть максимальной высоты в тот момент, когда зубец R в I или III отведениях начал уменьшаться или достиг изоэлектрической линии. В этом случае сумма величин зубцов R в I и III отведениях будет меньше величины зубца R во II отведении. Однако при одновременной записи ЭКГ в трех отведениях видно, что для каждого момента времени взаимоотношение величины зубцов подчиняется правилу Эйнтховена.

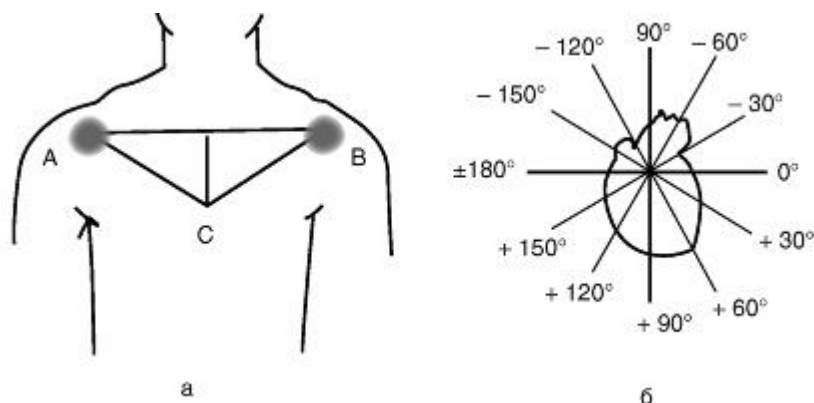


Рис. 1.3. Схема расположения осей отведения во фронтальной плоскости: а - треугольник Эйнтховена; б - система ориентации электрических осей сердца по Бейли

1.11. Электрическая ось сердца

Оси стандартных отведений по Эйнтховену изображают в виде равностороннего треугольника, центром которого является сердце - источник ЭДС (рис. 1.3):

- I отведение - правая рука (-) - левая рука (+).
- II отведение - правая рука (-) - левая нога (+).
- III отведение - левая рука (-) - левая нога (+).

Усиленные однополюсные отведения с конечностей по Бейли:

• aVR - объединенные вместе электроды с левой руки и левой ноги, а потенциалы снимаются с правой руки (+).

• aVL - объединенные вместе электроды с правой руки и левой ноги, а потенциалы снимаются с левой руки (+).

• aVF - объединенные вместе электроды с правой руки и левой ноги, а потенциалы снимаются с левой ноги (+).

Оси усиленных однополюсных отведений располагаются между осями стандартных отведений (рис. 1.4).

1.12. Система осей

Все оси отведений от конечностей расположены в вертикальной (фронтальной) плоскости. По осям Бейли определяют положение ЭДС сердца.

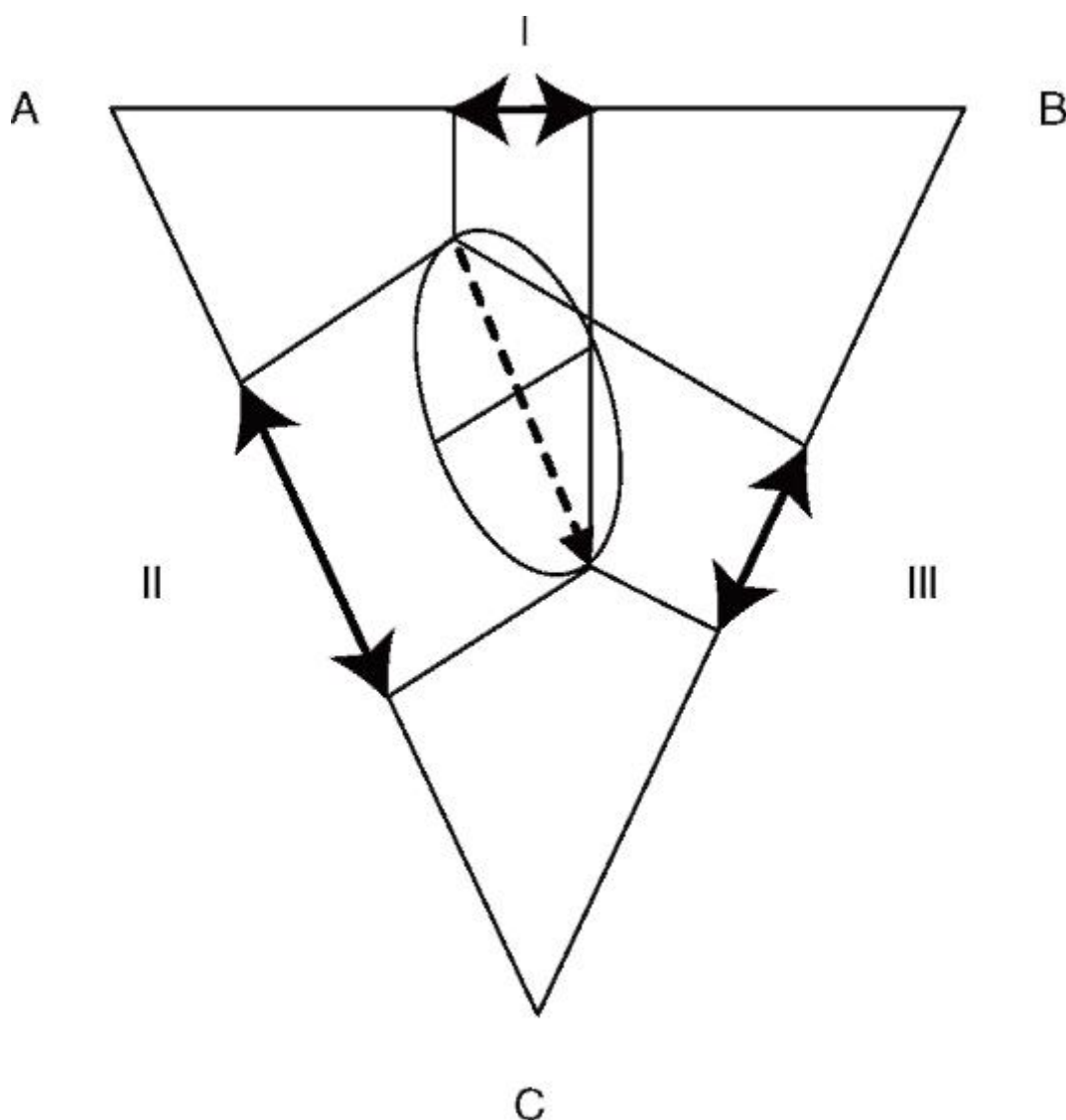


Рис. 1.4. Схема построения векторов оси сердца в треугольнике Эйнтовена в основных отведениях: I - АВ; II - АС; III - ВС

1.13. Фильтрация шумов при регистрации электрокардиограммы

Основные источники помех при регистрации ЭКГ принято разделять на высокочастотные: биологического происхождения - миограмма; наводки от окружающего оборудования - шум 50 (60) Гц; быстрые изменения потенциала поляризации электродов - «броски» изолинии;

Таблица 1.1. Основные виды помех на ЭКГ и средства борьбы с ними

Вид помех	Способ устранения	«Побочные эффекты» на ЭКГ
Шум (60) Гц	50 Фильтрация заграждающим конструктивные электрокардиографе решения)	полосно-фильтром решения (аппаратные решения)
	Расположение оборудования с учетом электромагнитных помех	При неправильной конструкции и фильтра - уменьшение амплитуд Q , R , S , артефактов стимулятора Нет

а	Миограмм Фильтрация низких частот Наложение электродов больших мышечных массивов	Уменьшение амплитуд Q, R, S, вне артефактов стимулятора, расширение QRS Нет или минимальные
Шумы высоких частот	Фильтрация низких частот Использование качественных электродов, контактной среды	Уменьшение амплитуд Q, R, S, артефактов стимулятора, расширение QRS Нет
Дрейф изолинии	Фильтрация высоких частот Использование активных систем стабилизации изолинии (ADS) Использование качественных электродов, контактной среды	Уменьшение смещения сегмента ST Задержка до 0,5 с в выводе ЭКГ Нет

артефакты регистрации. Низкочастотные - медленные изменения потенциала поляризации электродов - дрейф изолинии. Способы устранения помех приведены в табл. 1.1.

1.14. Отведения электрокардиограммы

Основные отведения электрокардиограммы

При регистрации ЭКГ всегда используют 12 отведений: 6 - от конечностей и 6 - грудных.

Стандартные отведения. Первые три стандартных отведения были предложены В. Эйнтховеном. Электроды накладываются следующим образом.

Общие отведения. Каждая точка, в которой проводится регистрация потенциалов, называется отведением. Отведения I, II и III накладывают на конечности: I - правая рука, левая рука; II - правая рука, левая нога; III - левая рука, левая нога.

- I отведение: левая рука (+) и правая рука (-).
- II отведение: левая нога (+) и правая рука (-).
- III отведение: левая нога (+) и левая рука (-). Оси этих отведений в грудной клетке образуют во фронтальной плоскости так называемый *треугольник Эйнтховена*.

Усиленные от конечностей aVR, aVL, aVF. Регистрируют также усиленные отведения от конечностей: aVR, aVL, aVF - однополюсные отведения (по Бейли).

Грудные отведения. Однополюсные грудные отведения обозначаются буквой V (по Вильсону, рис. 1.5).

При однополюсном отведении регистрирующий электрод определяет разность потенциалов между конкретной точкой электрического поля (к которой он подведен) и гипотетическим электрическим нулем.

В основном регистрируют 6 грудных отведений: с V₁ по V₆. Отведения V₇, V₈, V₉ редко используют в клинической практике, они нужны только для более точных и детальных исследований.

Для поиска и регистрации патологических феноменов «немых» участков миокарда применяют дополнительные отведения, не входящие в стандартный набор.

- Дополнительные отведения, расположение электродов и соответственно нумерация по аналогии с грудными отведениями Вильсона продолжают в левую подмышечную область и на заднюю поверхность левой половины грудной клетки. Они специфичны для задней стенки левого желудочка.

- Брюшные отведения предложены в 1954 г. Ж. Ламбер. Они специфичны для переднеперегородочного отдела левого желудочка, нижней и нижнебоковой стенок левого желудочка. В настоящее время их практически не используют.

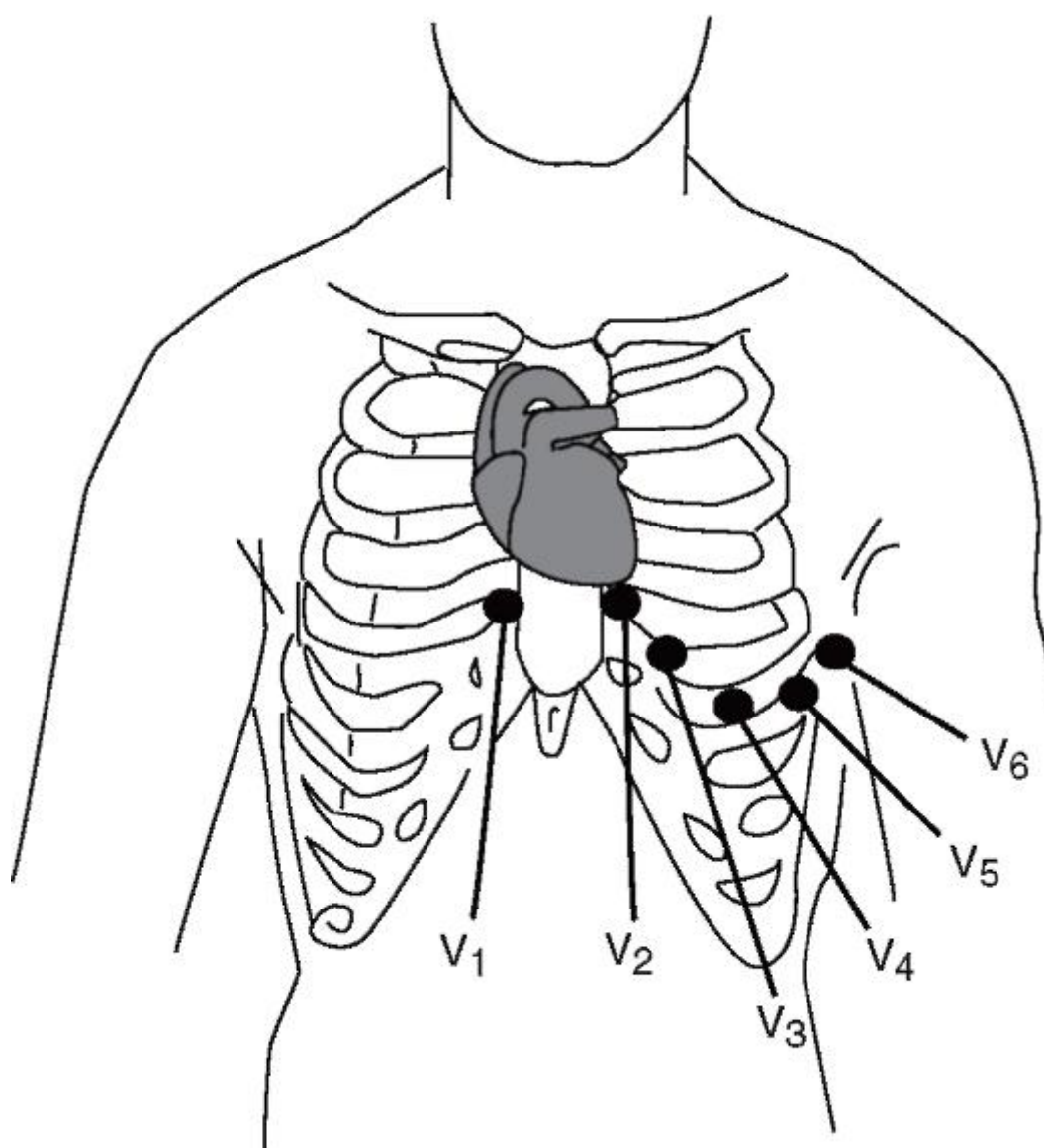


Рис. 1.5. Схема стандартного расположения электродов V1-V6 при регистрации грудных отведений по Вильсону

Отведения **Расположение регистрирующего электрода**

V1	В четвертом межреберье у правого края грудины
V2	В четвертом межреберье у левого края грудины
V3	На середине расстояния между V ₂ и V ₄
V4	В пятом межреберье по срединно-ключичной линии
V5	На пересечении горизонтального уровня IV отведения и передней подмышечной линии
V6	На пересечении горизонтального уровня IV отведения и средней подмышечной линии
V7	На пересечении горизонтального уровня IV отведения и задней подмышечной линии
V8	На пересечении горизонтального уровня IV отведения и срединно-лопаточной линии
V9	На пересечении горизонтального уровня IV отведения и паравертебральной линии

• Отведения по Небу-Гуревичу предложены в 1938 г. (Nebh W., Гуревич К.Я.). Три электрода образуют приблизительно равносторонний треугольник, стороны которого соответствуют трем областям: задней стенке сердца, передней и прилегающей к перегородке. Правильное понимание нормальных и патологических векторов деполяризации и реполяризации клеток миокарда позволяют получить большое количество важной клинической информации. Правый желудочек обладает малой массой, оставляя лишь незначительные изменения на ЭКГ, что приводит к затруднениям в диагностике его патологии по сравнению с левым желудочком.

Дополнительные отведения

Отведения по Небу. Довольно широко в клинической практике используют двухполюсные грудные отведения по Небу. Электроды при этом размещают в трех точках:

- первый - во втором межреберье у правого края грудины, электрод от правой руки;
- второй - в точке, находящейся на уровне верхушки сердца по задней подмышечной линии, электрод от левой руки;
- третий - на месте верхушечного толчка, электрод с левой ноги.

При регистрации ЭКГ с первого и второго электродов получают отведение **D** (*dorsalis*), оно принципиально соответствует первому стандартному отведению, а также отведению V₇. При положении переключателя отведений в положение 2 регистрация происходит от электродов первого и третьего, при этом записывается отведение **A** (*anterior*), соответствующее Пстандартному отведению, а еще

ближе по форме к отведению V_4 . При использовании электродов второго и третьего (переключатель отведений ставят на цифру 3) регистрируется отведение I (*inferioir*), соответствующее III стандартному отведению, а также отведению V_3 .

Ортогональные отведения отражают проекции потенциалов сердца на три взаимно перпендикулярные плоскости: *фронтальную, горизонтальную и сагиттальную*. Регистрируют три ортогональных отведения: **X** - поперечное, **Y** - вертикальное, **Z** - переднезаднее.

Наибольшее распространение получила система *корректированных ортогональных отведений Франка*. Для их получения используют 7 электродов. Пять из них помещают в четвертом межреберье, шестой - на задней поверхности шеи или на лбу, седьмой - на левой голени.

- **A** - средняя аксиллярная линия слева.
- **J** - средняя аксиллярная линия справа.
- **E** - срединная линия спереди.
- **M** - срединная линия сзади.
- **C** - между точками E и A.
- **H** - шея или лоб.
- **F** - левая голень.

Для регистрации отведения **X** используют положительные электроды **E**, **C**, **A** и отрицательный электрод **J**. Отведение **Y** записывается с помощью положительных электродов **F** и **M** и отрицательного **H**. Отведение **Z** регистрируется с помощью положительных электродов **A** и **M** и отрицательных **J**, **E** и **C**.

В *системе Франка* электроды расположены на неодинаковом расстоянии от сердца, что вызывает изменения величины регистрируемых потенциалов. Для корректирования этих изменений используют систему сопротивлений.

Отведение Лиана используют в случае необходимости четкого выявления зубца R. Один из электродов помещают на *рукоятке грудины (под яремной вырезкой)*, присоединив к нему провод с правой руки (отрицательный). Вторым электродом располагают в пятом межреберье у правого края грудины, соединив его с проводом от левой руки (положительный). Переключатель отведений ставят в позицию 1.

Отведения по Масону-Ликару (Mason- Likar). Модификация стандартных 12 отведений предложена Масоном в 1966 г. Ее применяют в странах Западной Европы при проведении проб с физической нагрузкой и при холтеровском мониторинге. Для предотвращения наводок, возникающих при изменении положения тела, электроды от конечностей *«стягиваются»* на туловище. Электроды от рук расположены в соответствующих подключичных ямках. Электрод с левой ноги размещается в левой подвздошной области, чаще всего на ости подвздошной кости.

По заявлению ряда авторов, ЭКГ, зарегистрированная таким методом, полностью соответствует записанной с помощью стандартных отведений. Однако дальнейшие исследования показали ряд существенных отличий:

- тенденцию к повороту электрической оси вправо;
- значительную редукцию амплитуд зубца *R* в отведениях I и aVL;
- значительное увеличение амплитуды зубца *R* в отведениях II, III и aVF;
- изменения в правых грудных отведениях - тенденцию к формированию RSR'-паттерна.

1.15. Анализ электрокардиограммы

Во время обсуждения процедуры измерений амплитуды рабочая группа Европейского кардиологического общества всесторонне обсуждала термин «базовая линия» (*baseline*). Было признано, что идея базовой линии может вводить в заблуждение, так как подразумевает наличие некоторого истинного (референсного) уровня, так называемой **изоэлектрической линии**. Однако с исторической точки зрения термин широко используется в кардиологической среде, поэтому понятие «базовая линия» было сохранено. Предложено использование других терминов: «базовый уровень» (*base level*), «референсная линия» (*reference line*).

Базовый уровень - референсный вольтаж в определенной точке времени, например начало волны P. Вольтаж определяется с помощью некоторых процедур, определений или алгоритмов.

Референсная линия - функция времени, используемая для определения амплитуд. Она высчитывается из одного или нескольких базовых уровней в пределах одного или нескольких компонентов комплекса *PQRST*.

Приведенные выше определения происходят из оригинальных определений, используемых в программном обеспечении для анализа ЭКГ. Они призваны помочь в определении негоризонтальных референсных линий. Однако большинство членов рабочей группы не рекомендовали использование негоризонтальной референсной линии, так как при таком подходе велик риск потери диагностически значимой информации. В этом свете термин «базовая линия» (*baseline*) означает горизонтальную референсную линию, исчисляемую из единственного базового уровня.

Электрическая ось сердца (ЭОС) - проекция результирующего вектора возбуждения желудочков во фронтальной плоскости (проекция на ось I стандартного электрокардиографического отведения). Обычно она направлена вниз и влево (нормальные значения 30-70°), но может и выходить за эти пределы у высоких людей и лиц с повышенной массой тела (вертикальная ЭОС с углом 70-90° или горизонтальная с углом 0-30°). Отклонение от нормы может означать и наличие каких-либо патологий (аритмии, блокады, тромбоэмболия), и нетипичное расположение сердца (крайне редко). Нормальная электрическая ось называется нормограммой, отклонения ее от нормы влево или вправо - соответственно левоили правограммой (см. рис. 1.3, б).

1.16. Другие методы регистрации электрокардиограммы

Внутрипищеводная (чреспищеводная) электрокардиография. Активный электрод вводится в полость пищевода. Метод позволяет детально оценивать электрическую активность предсердий и предсердно-желудочкового соединения. Метод важен при диагностике некоторых видов блокад сердца.

Векторкардиография. При векторкардиографии регистрируется изменение электрического вектора работы сердца в виде проекции объемной фигуры на плоскости отведений.

Прекардиальное картирование. На грудную клетку пациента накладывают электроды (обычно матрица с электродами 6х6), сигналы от которых обрабатываются компьютером. Метод используется, в частности, как один из методов определения объема повреждения миокарда при остром инфаркте миокарда.

1.17. Диагностические методы электрокардиографии

Велоэргометрия - важный нагрузочный тест, который используется при диагностике ишемической болезни сердца (ИБС). Кроме велоэргометрии часто применяют нагрузку на тредмиле (бегущая дорожка). В этом случае исследователь может произвольно менять варианты нагрузки в зависимости от необходимых условий исследования с учетом возраста и состояния пациента.

Холтеровское мониторирование. Термином «холтеровское мониторирование» обозначают непрерывную регистрацию электрической

активности сердца в течение 24 ч и более на любой электромагнитный носитель. В своей основе такой ЭКГ-мониторинг принципиально отличается от других методов периодической электрокардиорегистрации, при которой электрическая активность сердца записывается лишь в течение короткого времени, поэтому ее нельзя считать истинно холтеровским мониторированием. Возможность передачи электрокардиограмм по радиоканалу была впервые продемонстрирована Н.Ж. Холтером уже в 1949 г. Обобщив двадцатипятилетний опыт исследований в области регистрации электрических явлений и возможности передачи по радио электроэнцефалограмм, Н.Ж. Холтер создал и представил в 1961 г. новый метод регистрации ЭКГ.

Клинические показания к холтеровскому мониторированию многочисленны. Однако в рамках данной главы стоит особенно отметить использование холтеровского мониторинга для выявления нарушений ритма и оценки их частоты, идентификации типа аритмии, оценки эффективности медикаментозного лечения, определения возможных механизмов нарушений ритма, выяснения аритмической этиологии клинических симптомов и оценки работы водителя ритма.

Чреспищеводное электрофизиологическое исследование. Регистрация ЭКГ при одновременной чреспищеводной стимуляции сердца для проведения электрофизиологических тестов с целью определения окна тахикардии, выполнения программируемой ЭС, определения времени восстановления функции синусового узла (ВВФСУ) или спонтанного ритма, исследования функции АВ-проводения (точка Венкебаха).

1.18. Требования к клиническому заключению при анализе электрокардиограммы

Описание основных элементов ЭКГ

- Деполяризация предсердий (зубец P).

- Сегмент $PQ(R)$.
- Деполяризация желудочков (комплекс QRS).
- Реполяризация желудочков (зубец T).
- Электрическая систола желудочков (интервал $Q-T$).
- Зубец U .

Анализ электрокардиограммы

Алгоритм анализа ЭКГ

- Общая визуальная оценка технической пригодности ЭКГ (используя вышеприведенные параметры).
- Анализ сердечного ритма и проводимости.
- Определение частоты сердечных сокращений.
- Определение положения ЭОС (во фронтальной плоскости).
- Определение поворотов сердца вокруг продольной оси.
- Определение поворотов сердца вокруг поперечной оси.
- Анализ зубца P .
- Анализ комплекса QRS .
- Анализ сегмента ST .
- Анализ зубца T
- Анализ интервала $Q-T$
- Электрокардиографическое заключение.

1.19. Электрокардиограмма при нарушениях ритма сердца

Рабочий вариант электрокардиографической классификации аритмий, наиболее характерных с точки зрения клинических проявлений и методов.

Правильные и неправильные

- Нормокардии.
- Брадикардии.
- Синусовые.
- АВ-блокады.
- Тахикардии:
 - синусовые;
 - суправентрикулярные;
 - желудочковые.
- Мерцательная аритмия (фибрилляция предсердий):
 - брадиформа мерцательной аритмии;
 - тахиформа мерцательной аритмии.
- Аллоритмии (экстрасистолии и другие неправильные ритмы).

Варианты электрокардиограмм при нарушениях проводимости (в соответствии с классификацией МКБ-10)

Класс: IX Болезни системы кровообращения

• Блок (I30-I52) - другие болезни сердца I44 Предсердно-желудочковая [атриовентрикулярная] блокада и блокада левой ножки пучка [Гиса]

I 44.0 Предсердно-желудочковая блокада первой степени

I 44.1 Предсердно-желудочковая блокада второй степени

I 44.2 Предсердно-желудочковая блокада полная

I 44.3 Другая и неуточненная предсердножелудочковая блокада

I 44.4 Блокада передней ветви левой ножки пучка

I 44.5 Блокада задней ветви левой ножки пучка

I 44.6 Другие и неуточненные блокады пучка

I 44.7 Блокада левой ножки пучка неуточненная

I 45 Другие нарушения проводимости

I 45.0 Блокада правой ножки пучка

I 45.1 Другая и неуточненная блокада правой ножки пучка

I 45.2 Двухпучковая блокада

I 45.3 Трехпучковая блокада

I 145.4 Неспецифическая внутрижелудочковая блокада

I 45.5 Другая уточненная блокада сердца

I 45.6 Синдром преждевременного возбуждения

I 45.8 Другие уточненные нарушения проводимости

I 45.9 Нарушение проводимости неуточненное

I 46 Остановка сердца

I 46.0 Остановка сердца с успешным восстановлением сердечной деятельности

I 46.1 Внезапная сердечная смерть, так описанная

I 46.2 Остановка сердца неуточненная

I 47 Пароксизмальная тахикардия

I 47.0 Возвратная желудочковая аритмия

I 47.1 Наджелудочковая тахикардия

I 47.2 Желудочковая тахикардия

I 47.9 Пароксизмальная тахикардия неуточненная

I 48 Фибрилляция и трепетание предсердий

I 49 Другие нарушения сердечного ритма

I 49.0 Фибрилляция и трепетание желудочков

I 49.1 Преждевременная деполяризация предсердий

- I 49.2 Преждевременная деполяризация, исходящая из соединения
- I 49.3 Преждевременная деполяризация желудочков
- I 49.4 Другая и неуточненная деполяризация
- I 49.5 Синдром слабости синусового узла
- I 49.8 Другие уточненные нарушения сердечного ритма
- I 49.9 Нарушение сердечного ритма неуточненное
- I 50 Сердечная недостаточность
- I 50.0 Застойная сердечная недостаточность
- I 50.1 Левожелудочковая недостаточность
- I 50.2 Сердечная недостаточность неуточненная
- I 51 Осложнения и неточно обозначенные болезни сердца

Можно видеть, что варианты суправентрикулярных тахикардий существуют как самостоятельные варианты в виде синдромов преждевременного возбуждения желудочков:

- синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта (синдром WPW);
- синдром укороченного интервала P- Q (синдром CLC).

В общепризнанной литературе, посвященной электрокардиографии, варианты ЭКГ рассматриваются более широко. При этом приходится постоянно указывать на этиологические и гемодинамические причины, ведущие к изменению тех или иных показателей электрокардиограммы, как отражение происходящих процессов в кардиомиоцитах и миокарде.

Нормальным ритмом сердца является **синусовый ритм**. Это означает, что водителем ритма является синусовый узел - наиболее «быстрый» физиологический генератор импульсов. Синусовый узел расположен в верхней части стенки правого предсердия. Вначале деполяризуются клетки правого предсердия, затем левого. Импульс достигает предсердно-желудочкового соединения и стимулирует желудочки, распространяясь по ножкам пучка Гиса.

Критерии нормального синусового ритма:

- зубец *P* фиксируется перед каждым комплексом *QRS*;
- ритм правильный, однако нерегулярный, коррелирует с актом дыхания (дыхательная или ювенильная аритмия);
- частота возбуждений сердца 60-100 в минуту;
- максимальная высота зубца *P* в отведениях II и III составляет 2,5 мм;
- зубец *P* имеет позитивную направленность в отведениях I и II, двухфазный в V_1 ;
- все зубцы *P* имеют одинаковую форму в данном отведении.

Последние два критерия подробнее рассматриваются в специальных работах по морфологии элементов электрокардиограммы. Любой ритм, при котором отсутствует последовательное возбуждение предсердий и желудочков, можно считаться аритмией.

Нарушения синусового ритма:

- синусовая аритмия;
- синусовая асистолия;
- синусовая тахикардия (частота более 100 в минуту¹);
- синусовая брадикардия (частота менее 50 в минуту¹);
- синусовая пауза (*sinus arrest*);
- синусно-предсердный блок выхода (*exit block*);
- синдром слабости синусового узла (СССУ), или *sick sinus syndrome (SSS)*.

При частоте ритма выше 100 в минуту (только для взрослых) следует воспользоваться алгоритмом оценки тахикардии.

Синусовая аритмия - неправильный синусовый ритм с периодами учащения и урежения ритма, что может быть вариантом синдрома слабости синусового узла (*sick sinus syndrome*).

Электрофизиологические механизмы. Нерегулярное образование импульсов в синусовом узле в результате:

- рефлекторного изменения тонуса блуждающего нерва в связи с фазами дыхания;
- самопроизвольного изменения тонуса блуждающего нерва вне связи с дыханием;
- органического повреждения синусового узла. **Причины.**

Дыхательная синусовая аритмия часто встречается у молодых здоровых людей, детей, больных нейроциркуляторной дистонией, реконвалесцентов.

Недыхательная синусовая аритмия. **Апериодическая форма** - повреждение синусового узла (ИБС, острый инфаркт миокарда,

¹Пределы частоты сокращений нормально сформированного сердца взрослого человека.

кардиосклероз, миокардиты, интоксикация сердечными гликозидами). **Периодическая форма** наблюдается при повреждении синусового узла или у больных нейроциркуляторной дистонией, реконвалесцентов и молодых здоровых лиц.

Электрокардиографические признаки.

Дыхательная синусовая аритмия:

- дыхательные колебания различие длительности интервалов R-R, превышающие 150 мс;

- сохранение синусового ритма при дыхательных пробах;

Недыхательная синусовая аритмия:

- постепенное (периодическая форма) или скачкообразное (апериодическая форма) изменение продолжительности интервалов R- R более 150 мс;

- сохранение синусового ритма при физических нагрузках;

- сохранение аритмии при задержке дыхания.

Синусовая тахикардия - увеличение ЧСС больше 100 в минуту при сохранении правильного синусового ритма (с источником автоматизма в синусовом узле и обычном пути проведения импульса по желудочкам).

Электрофизиологические механизмы. Повышение автоматизма синусового (синусопредсердного) узла в результате:

- увеличения тонуса симпатической нервной системы;
- органического поражения синусового узла;
- токсического поражения синусового узла.

Причины.

Экстракардиальная форма:

- физическая нагрузка;
- эмоциональное напряжение;
- лихорадка;
- тиреотоксикоз;
- нейроциркуляторная дистония (НЦД);
- острая сосудистая недостаточность;
- интоксикация;
- дыхательная недостаточность. *Интракардиальная форма:*
- сердечная недостаточность;
- тяжелый приступ стенокардии - острый коронарный синдром;
- острый инфаркт миокарда;
- миокардит и др.

Электрокардиографические признаки:

увеличение ЧСС более 100 в минуту; синусовый ритм; положительный зубец *P* в отведениях I, II, aVF, V₄-V₆. При выраженной синусовой тахикардии наблюдаются:

- укорочение интервала *P-Q* (но не менее 0,12 с) и продолжительности интервала *Q-T*;
- увеличение амплитуды зубца *P* в отведениях I, II, aVF;
- увеличение или снижение амплитуды зубца *T*;
- косовосходящая депрессия сегмента *ST* (не более 1 мм ниже изолинии), которая может сохраняться после прекращения тахикардии (*посттахикардиальный синдром*).

Дифференциальная диагностика.

С пароксизмальной наджелудочковой тахикардией: со значительной ЧСС более 160 в минуту; по наличию деформированных или ретроградных зубцов *P*.

С трепетанием предсердий 2:1 - в отведениях II, III, aVF можно выявить пилообразный рисунок зубцов трепетания, волн F ; расстояния между вершинами волн F не превышают

200-300 мс.

Синусовая брадикардия - урежение ЧСС менее 60 в минуту при сохранении синусового ритма.

Электрофизиологические механизмы.

Понижение автоматизма синусового (синусопредсердного) узла в результате повышения тонуса парасимпатической нервной системы, воспалительных или дегенеративных повреждений синусового узла, токсических влияний на синусовый узел.

Причины.

Экстракардиальная форма:

- ваготония у спортсменов;
- гипотиреоз;
- повышение внутричерепного давления;
- нейроциркуляторная дистония;
- передозировка медикаментов (*в-адреноблокаторов, сердечных гликозидов и др.*). *Интракардиальная форма:*

- острый инфаркт миокарда;
- атеросклеротический и постинфарктный кардиосклероз;
- миокардит.

Электрокардиографические признаки:

уменьшение ЧСС до 55-40 в минуту и менее;

правильный синусовый ритм; положительный зубец P в отведениях I, II, aVF, V_4 - V_6 .

Для ваготонической синусовой брадикардии характерны увеличение ЧСС при физической нагрузке и положительная лекарственная проба с *атропином*, часто она сочетается с синусовой дыхательной аритмией.

При органической синусовой брадикардии дыхательные и *атропиновые* пробы отрицательные, при физической нагрузке ЧСС увеличивается незначительно.

Синусно-предсердная блокада (СА-блокада) - замедление и периодически наступающее прекращение распространения на предсердия и желудочки отдельных импульсов, вырабатываемых синусовым узлом.

Механизм. Нарушение проведения в области *синусно-предсердного соединения*, т.е. в пограничной зоне между синусовым узлом и миокардом предсердий.

Причины. Органическое повреждение предсердий: хроническая ИБС; острый инфаркт миокарда; миокардиты; миокардиодистрофии; пороки сердца

и др. Интоксикация препаратами дигиталиса, хинидином, передозировка β -адреноблокаторами, антагонистами кальция, выраженная ваготония.

Электрокардиографические признаки. Ритм синусовый, но неправильный: периодически выпадают отдельные сердечные циклы (зубцы P и комплексы $QRST$). Удлиненные интервалы $P-P$ во время пауз (блокирование импульса) равны или чуть короче по продолжительности, чем 2 интервала $P-P$ (реже 3-4 интервала $P-P$). После длинных пауз интервал $P-P$ постепенно укорачивается. Во время длинных пауз возможно появление медленных выскальзывающих комплексов и ритмов.

Острый инфаркт миокарда развивается при нарушении коронарного кровообращения, обусловленном тромбозом или выраженным длительным спазмом коронарной артерии.

Оценка снижения сегмента ST . Разногласие во взглядах на физиологическое значение смещения вниз сегмента ST состоит в принципиально неправильной оценке степени отклонения.

Интервал $P-Q$ отражает время, необходимое для деполяризации предсердий, проведения импульса через предсердно-желудочковое соединение, пучок Гиса и его ветви.

Интервал $P-Q$ измеряется от начала зубца P до начала зубца Q (при его отсутствии - до начала зубца R). Сегмент PQ отсчитывается от конца зубца P .

Продолжительность интервала $P-Q$ зависит от частоты сердечного ритма: чем реже ритм, тем длиннее интервал. Нормальными значениями являются 120-200 мс.

Изменение морфологии сегмента ST . Рассматривая отклонение сегмента ST относительно отрезка TP возможно следующее: точка отхождения зубца Q (или R) от отрезка PQ находится на одном уровне с точкой отхождения сегмента ST от зубца S , оба эти места смещены вниз от изоэлектрической линии, это является не смещением ST как такового, а обусловлено появлением зубца Ta .

Даже случаи, когда место отхождения отрезка ST располагается ниже уровня отхождения начального желудочкового комплекса от отрезка PQ , могут не являться показателем смещения вниз отрезка ST как такового. Следует принять во внимание возможность искривления отрезков PQ и ST вследствие появления предсердной волны Ta . Если оба отрезка (прерываемые комплексом QRS) можно соединить таким образом, что они образуют одну плавную овальную волну, отвечающую предсердному зубцу Ta , то речь идет не о смещении сегмента ST как такового.

Собственно депрессия сегмента ST . Если нельзя соединить оба эти отрезка в одну плавную волну, но в месте расположения комплекса QRS возникает отчетливая ступенька вниз, то отрезок ST не является продолжением отрицательного зубца Ta и представляет самостоятельное смещение вниз отрезка ST (естественно, в таких случаях может быть влияние волны Ta).

Любое такое самостоятельное смещение вниз отрезка *ST*, возникающее независимо от предсердного зубца *P*, следует расценивать как отклонение от нормы. Снижение амплитуды более 500 мкВ следует считать явно патологическим.

Трепетание предсердий - учащение сокращений предсердий до 200-400 в минуту обычно при сохранении правильного регулярного предсердного ритма.

Механизмы: повышение автоматизма клеток проводящей системы предсердий; длительная ритмичная циркуляция круговой волны возбуждения *re-entry*.

Причины:

- ревматизм;
- миокардиты;
- врожденные и приобретенные пороки сердца (чаще при стенозе митрального клапана);
- острый инфаркт миокарда;
- хроническая ИБС;
- фиброзные изменения в области синусового узла;
- дилатация предсердий;
- интоксикация препаратами *хинидина, наперстянки*.

Электрокардиографические признаки:

- наличие на ЭКГ частых (до 200-400 в минуту) регулярных, похожих друг на друга предсердных волн *F*, имеющих характерную пилообразную форму. Лучше выявляются в отведениях II, III, aVF, V₁, V₂;
- в большинстве случаев правильный регулярный желудочковый ритм с одинаковыми интервалами *R-R*. При изменении степени предсердно-желудочковой блокады интервалы *R-R* неодинаковы;
- нормальные неизмененные желудочковые комплексы, каждому из которых предшествует определенное количество предсердных волн *F* (2:1, 3:1, 4:1 и т.д.);
- комплекс *QRS* отражает сумму процессов деполяризации желудочков;
- ширину комплекса *QRS* измеряют от начала зубца *Q* до конца зубца *S*. В норме эта ширина не превышает 100 мс. Соотношение амплитуд зубцов *R* и *S* зависит от положения электрической оси сердца;
- максимальная амплитуда комплекса *QRS* не превышает 2,6 мВ.

ГЛАВА 2. ПРИМЕРЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ И КОММЕНТАРИИ К НИМ

2.1. Электрокардиограммы при различных вариантах аритмий

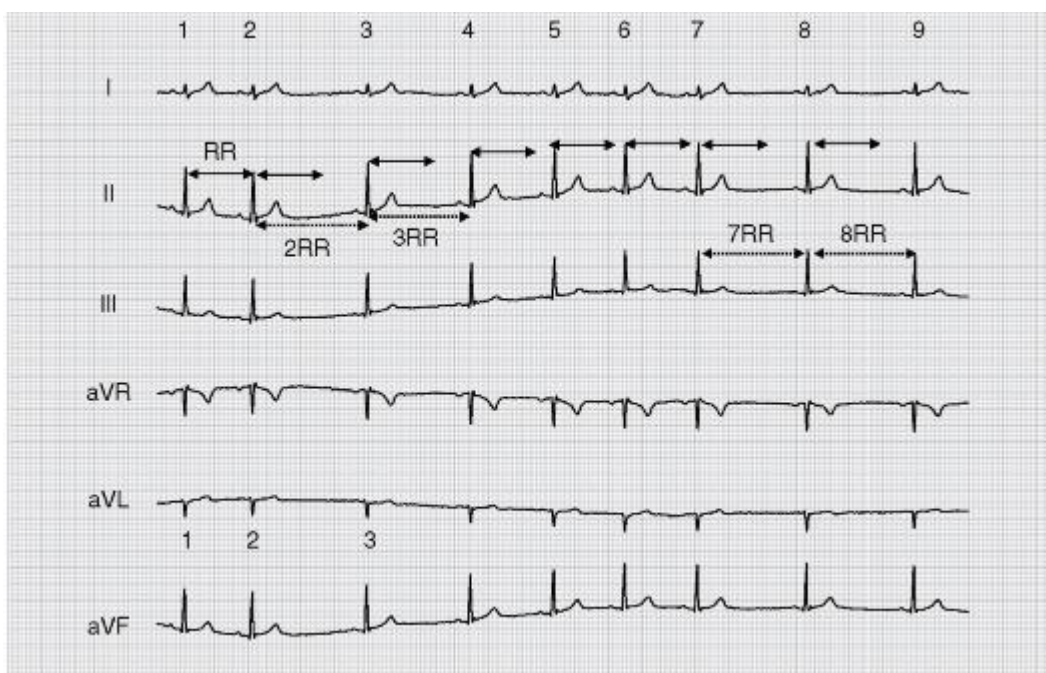


Рис. 2.1.1. Синусовая аритмия

$P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 320 мс.

1. $R-R$ - 800 мс, $P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 320 мс.
2. $R-R$ - 1360 мс, $P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 360 мс.
3. $R-R$ - 1200 мс, $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 400 мс.
4. $R-R$ - 960 мс, $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 400 мс.
5. $R-R$ - 840 мс, $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 400 мс.
6. $R-R$ - 840 мс, $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 400 мс.
7. $R-R$ - 1280 мс, $P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 360 мс.
8. $R-R$ - 1240 мс, $P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 400 мс.

Комментарии

- Необходимо отметить, что при скорости 25 мм/с невозможно с необходимой точностью измерять интервалы ЭКГ, в первую очередь ширину QRS -комплекса, длительность интервалов $P-Q$ и $Q-T$, поэтому регистрация ЭКГ у больных с аритмиями должна выполняться со скоростью не менее 50 мм/с.

- Важным для диагностики и лечения является интерпретация изменения изопотенциальности сегмента ST по отношению к изолинии, например в отведении, усиленном от конечности (aVR) в третьем $QRST$ -комплексе. Согласно решению европейских экспертов, такие колебания могут рассматриваться как вариант нормы колебания *baseline* (базовой линии).

Как трактовать изменения $R-R$ -интервала и остальных интервалов?

Исходя из того, что колебания интервала $R-R$ не выходят за пределы статистической нормы (менее 150 мс), следует их отнести также к варианту нормы.

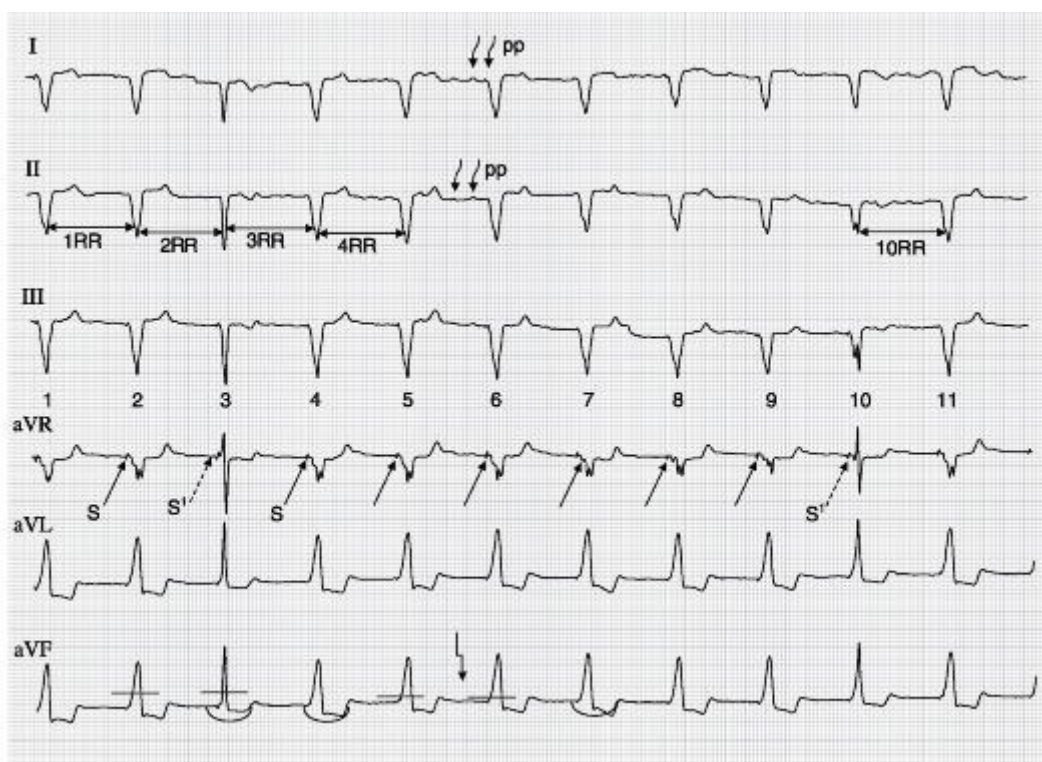


Рис. 2.1.2. ЭКС с желудочковой экстростимуляцией при брадиформе мерцательной аритмии

Комментарии

1. Ритм равномерно навязан ЭКС, все интервалы $R-R$ по длительности одинаковы.

2. В I отведении такого типа «рр»-волны обычно трактуются как волны неправильной формы трепетания предсердия. Волны мерцания предсердий, изменяющиеся от мелковолнового трепетания неправильной формы до мелковолнового мерцания, что можно отнести к брадиформе мерцания-трепетания. Можно подтвердить это интерпретацией таких «рр»-волн во II отведении в момент их интерференции с зубцом T третьего комплекса.

3. Частота стимуляции приближается к собственной частоте возбуждения желудочков (*fusion* в третьем и десятом комплексах), S^1 -стимул в третьем комплексе совпадает с возбуждением желудочка, в десятом - скрывается в комплексе.

4. Часто задаваемый вопрос об интерпретации смещения сегмента ST . При сравнении величины и формы смещения сегмента ST следует отметить разность амплитуды смещения от комплекса к комплексу; отсутствие такого смещения в других отведениях.

Вследствие того что это изменение отмечается при желудочковой стимуляции, такое изменение ЭКГ трактуется как постстимуляционное изменение реполяризации миокарда.

Для контроля таких изменений следует отметить величину и форму смещения сегмента ST , форму и амплитуду зубца T для дальнейших наблюдений.

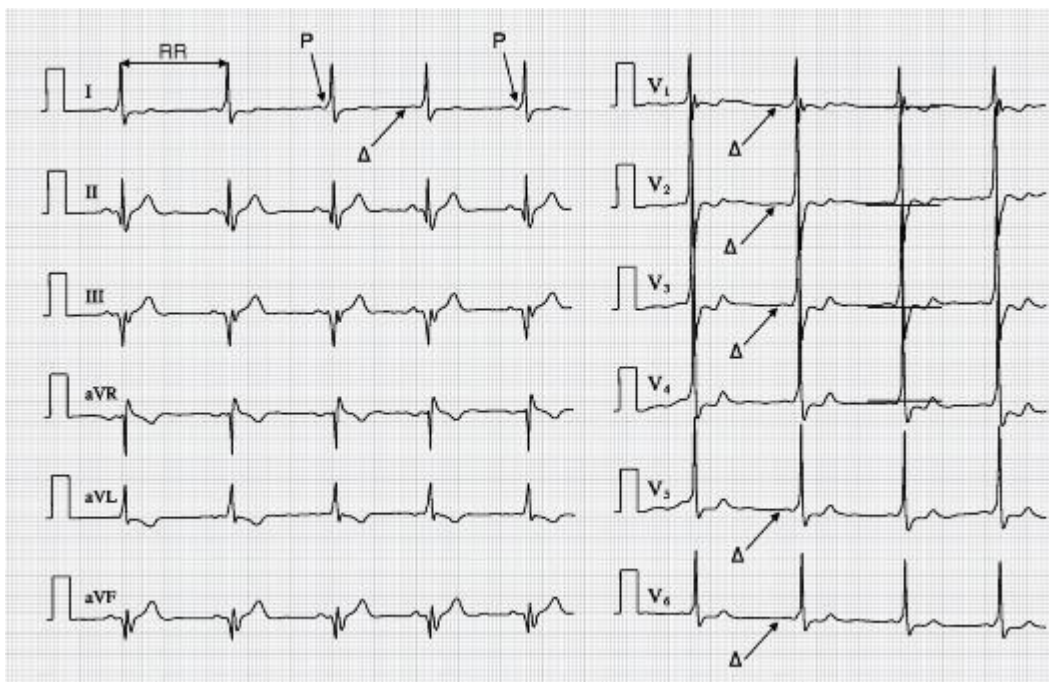


Рис. 2.1.3. Вариант синдрома WPW

1. $P-Q$ - 120 мс, QRS - 120 мс, $QRST$ - 410 мс.

2. В отведениях I, V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆ регистрируется Δ-волна скорости записи 25 мм/с. Заключение: следует предположить наличие синдрома WPW, тип АВ.

Комментарии

- Интерес представляют изменения S-T-интервала в отведениях I, V₁, V₂, V₃, V₄.
- S-T-интервал находится на изолинии в отведениях I и V₁, что следует отнести к варианту нормы реполяризации при синдроме WPW.

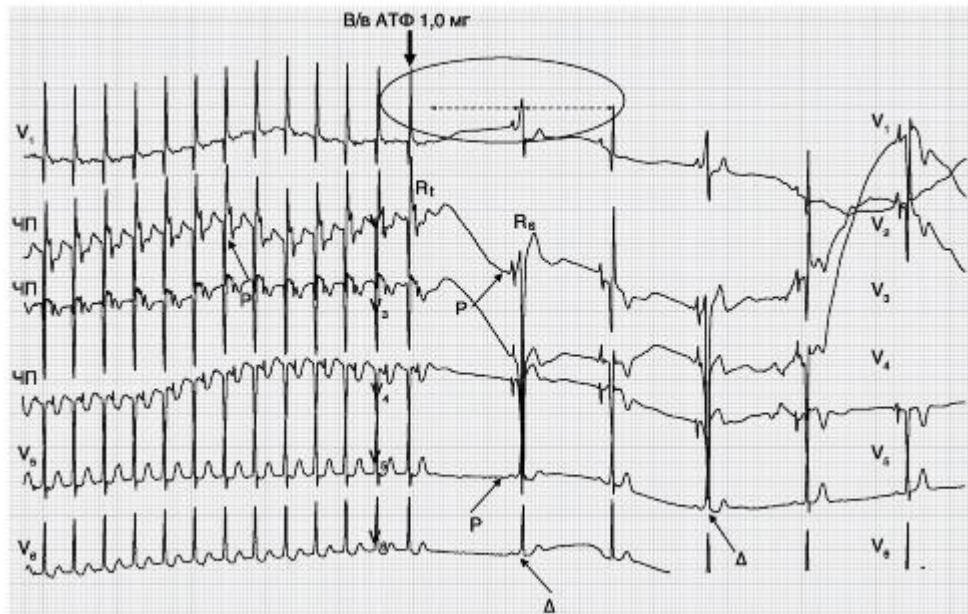


Рис. 2.1.4. Купирование реципрокной суправентрикулярной тахикардии внутривенным введением АТФ (чреспищеводная электрокардиограмма) Признаки реципрокной узловой СВТ:

- узкий комплекс QRS;
- потенциал зубца P регистрируется после желудочкового комплекса;
- Δ-волна регистрируется в левых грудных отведениях, что может указывать на наличие аномального проведения в левых отделах сердца (*Gallagher*).

Комментарии

- Внутриузловая реципрокная тахикардия:
 - узкий желудочковый комплекс QRS на тахикардии, конфигурация желудочкового комплекса после восстановления ритма не изменились;
 - при записи чреспищеводной ЭКГ потенциал зубца P регистрируется после желудочкового комплекса;
 - после восстановления ритма регистрируют нормальный синусовый ритм;
 - интервал $Q-P > P-Q$.
- Интересное наблюдение: интервал R-R после восстановления ритма равен интервалу $R_S-R_S + R_t-R_t$.

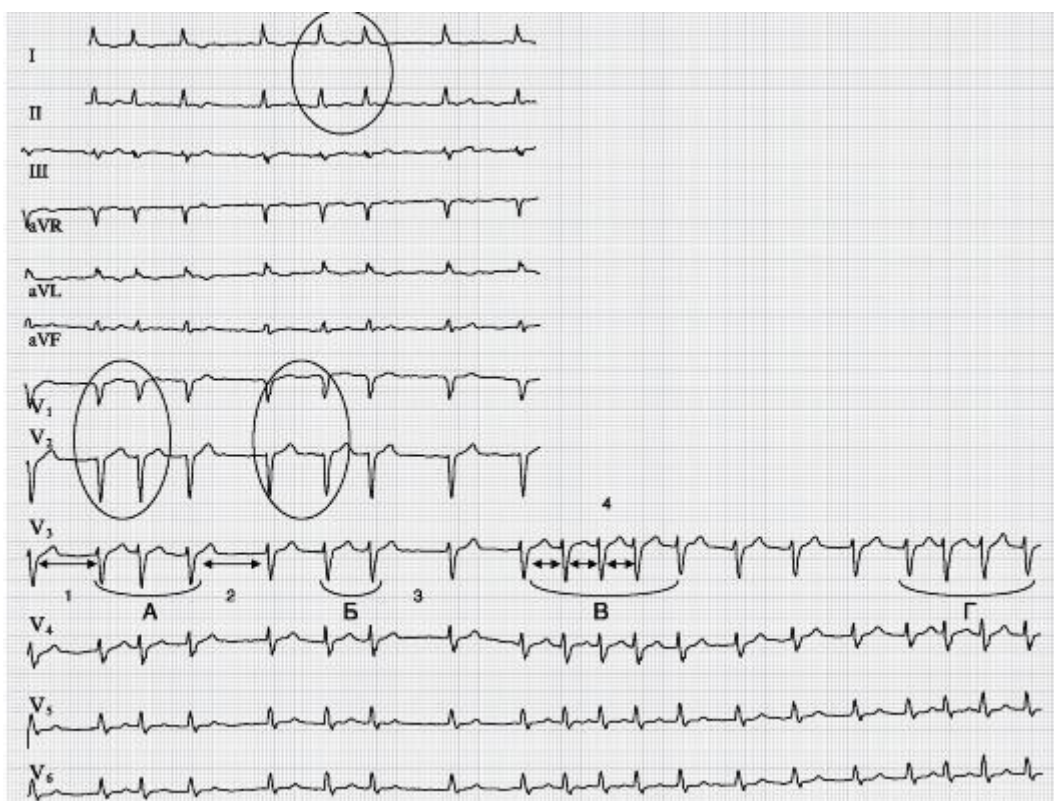


Рис. 2.1.5. Вариант тахикардиформы мерцательной аритмии

1. Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 Мв/см.

2. QRS - 100 мс, R-R - 400-800 мс (150-75 в минуту), QRST - 320-400 мс.

А. Типичная форма тахикардиформы мерцательной аритмии.

Б. Высокая степень аритмии с колебаниями частотного интервала от 400 мс (150 в минуту) до 800 мс (75 в минуту) с различной периодичностью высокой частоты.

В. Стрелки интервалов 1, 2, 3, 4 наглядно показывают высокую степень дисперсности интервалов R-R, что обычно соответствует большому (до 50%) дефициту пульса.

Г. Нельзя не указать на различие групп комплексов высокой частоты по количеству желудочковых сокращений QRS (от 3 до 5 в группе) и интервалов между ними: в группе комплексов А - 400-480 мс; в группе комплексов Б - 520-440 мс; в группе комплексов В - 400-360-360-400 мс; в группе комплексов Г - 360-400-400 мс.

Комментарии

- При таком варианте мерцания предсердий радиочастотная абляция должна рекомендоваться по жизненным показаниям, так как медикаментозные методы лечения будут неэффективны.

- Целесообразность выполнения сложных вариантов абляции для получения синусового ритма должна определяться этиологией заболевания и данными электрофизиологического исследования.

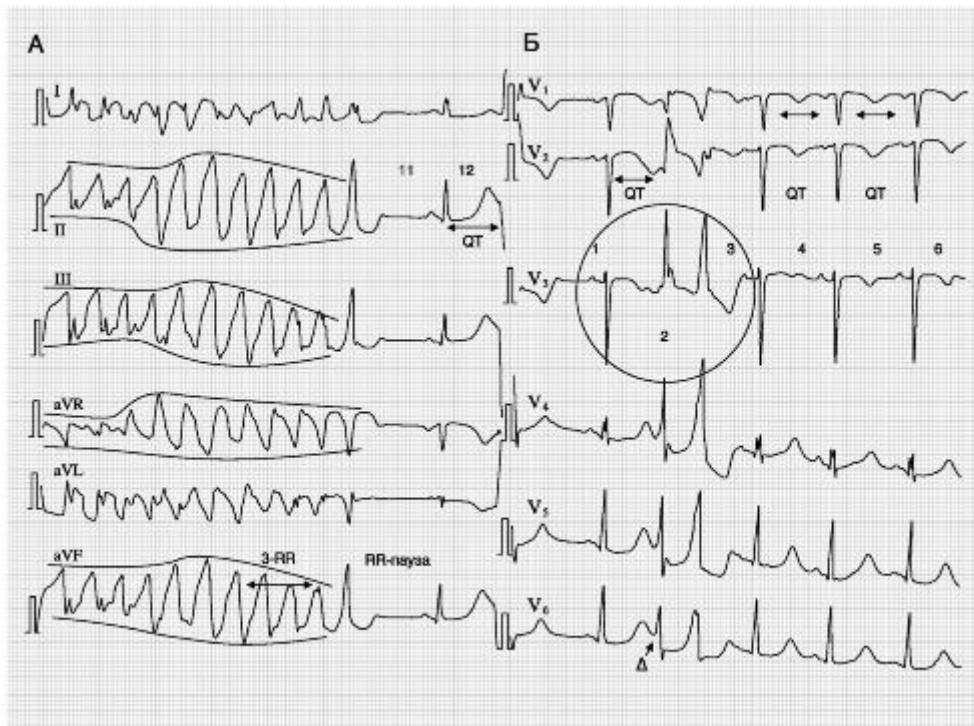


Рис. 2.1.6. Фибрилляция желудочков по типу «пируэт» со спонтанным восстановлением ритма сердца

1. На ЭКГ присутствуют все формальные признаки стандартизации: скорость записи 25 мм/с и калибровочный сигнал 1 мВ/см.

2. На нормальном ритме зафиксировано: $PQ(R)$ - 92 мс, QRS - 106 мс, $QRST$ - 360 мс.

3. В разделе А записи ЭКГ:

- всего в разделе зафиксировано 12 желудочковых циклов, из них первые три (1, 2, 3) с элементами комплекса QRS и высоким зубцом T во II, III и aVF, интервал $S-T$ в I и aVL отведениях высокоположительный по типу коронарного;

- с 4 по 10 комплексы становятся монофазными с тенденцией к снижению амплитуды и переходом без изменения интервала $R-R$ к блокированному комплексу QRS (11-й комплекс) типа желудочковой экстрасистолы, так как после типичной постэкстрасистолической паузы продолжительностью в три интервала $R-R$ восстанавливается нормальный синусовый ритм (12-й комплекс) с нормальным расположением интервала $S-T$ и высоким зубцом T в aVF отведении.

В разделе Б записи ЭКГ:

- предсердная экстрасистола (второй комплекс) - наличие зубца P в отведении V_3 по типу «P» на «7» переходит в сцепленную вставленную желудочковую экстрасистолу, что характерно для экстрасистолии такого типа, легко трансформирующуюся в желудочковую тахикардию типа «пируэт»;

- ритм сердца без постэкстрасистолической паузы перешел в синусовый ритм;

- в отведениях V_3, V_4, V_5, V_6 в начальной части R волны второго желудочкового комплекса регистрируется Δ -волна, что может указывать на наличие аномальных путей проведения, характерных для синдрома WPW.

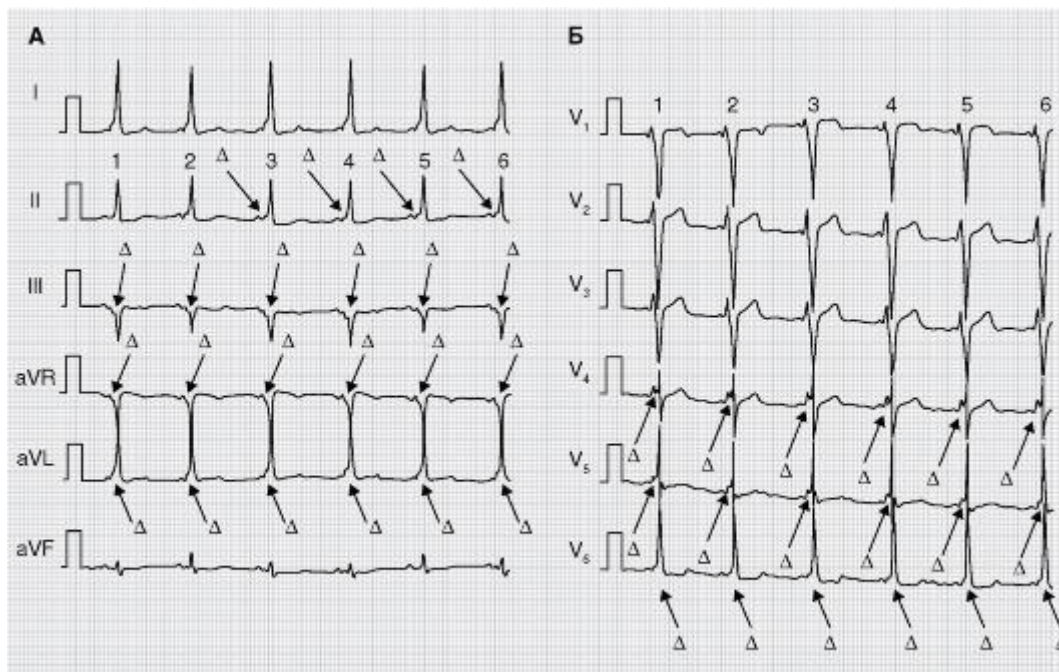


Рис. 2.1.7. Вариант ЭКГ при синдроме WPW тип АВ

1. Δ-волна во всех стандартных и в V_4 , V_5 , V_6 грудных.
2. В табло А все зубцы P синхронны по полярности всем зубцам R .
3. В отведении III и aVR форма желудочкового комплекса QS, нельзя уверенно указать, что в aVR можно описать желудочковый комплекс как r'S.
4. Следует отметить отсутствие отчетливого зубца T в II, III, aVF, в остальных отведениях панели А можно указывать как очень малую величину зубца T .
5. На панели Б в отведении V_1 зарегистрировано изменение конфигурации S-T-интервала во втором комплексе с положительной на отрицательную, и корытообразная форма сменилась отрицательным зубцом T . В V_5 S-T-интервал уплощен до изолинии, в V_6 S-T-интервал отрицательный.
6. Переходная зона в V_4 .

Комментарии

- Все указанное можно рассматривать при отсутствии клинических проявлений аритмии как вариант нормы.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

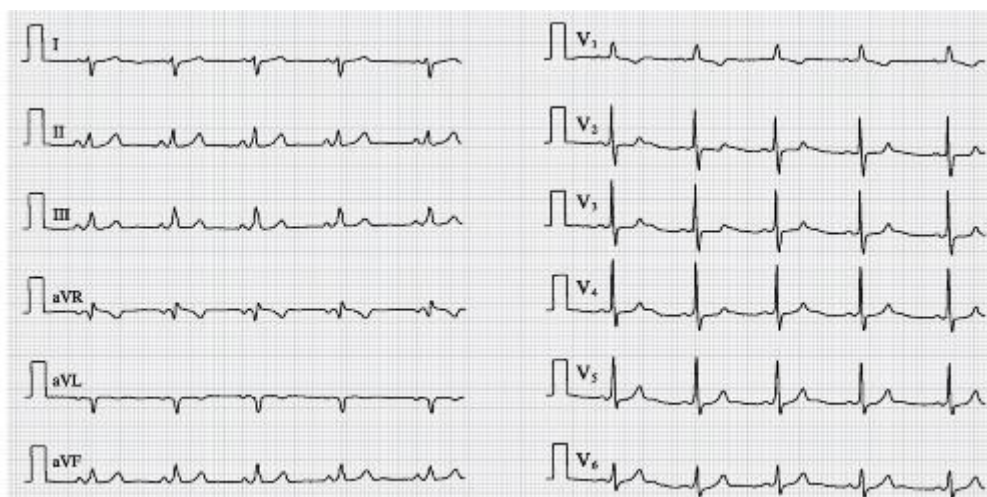


Рис. 2.1.8. Вариант синдрома преждевременного возбуждения желудочков с пароксизмами суправентрикулярной тахикардии

P - Q - 80 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 440 мс; переходная зона в V_6 .
Комментарии

- Q - S в отведении aVL можно считать отражением II стандартного отведения.
- Во II, III стандартных отведениях и в V_1 регистрируется только зубец R . Во II, III стандартных отведениях зубец T симфазен с зубцом R (+), в V_1 грудном - отрицательный.
- Вариант нормы: зубец Q в отведении aVR ; низкий зубец R в V_6 может быть объяснен поворотом электрической оси сердца.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

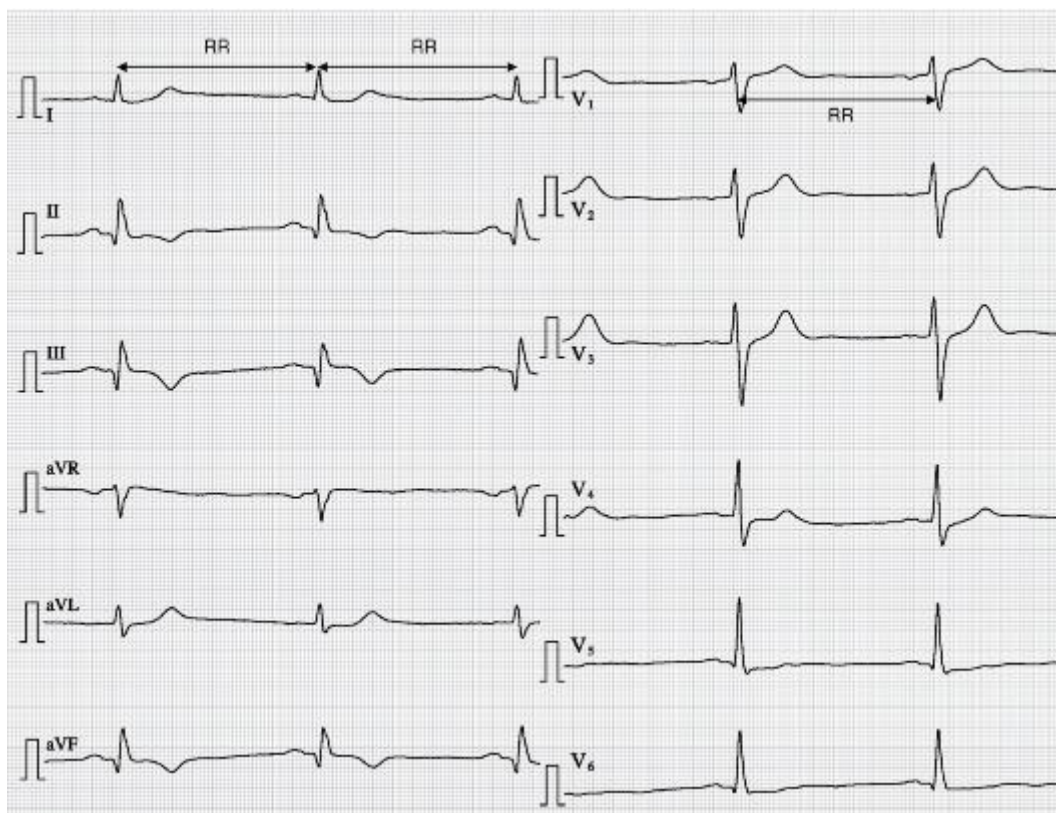


Рис. 2.1.9. Синусовая брадикардия. Вариант ЭКГ после операции на сердце (п/о) QRS - 80 мс, P-Q - 120 мс, QRST - 400 мс, R-R - 1000 мс.

Комментарии

- Ритм синусовый, равномерный, частота возбуждений 60 в минуту.
- Зубец Q в II, III и aVF отведениях. Величина Q = R в III отведении.
- Переходная зона в V₁-V₂.
- S-T в отведении V₅-V₆ на изолинии, в aVF отрицательный зубец T.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.
- «P» двуфазный в V₁.
- «P» отрицательный в aVR₁ V₂.

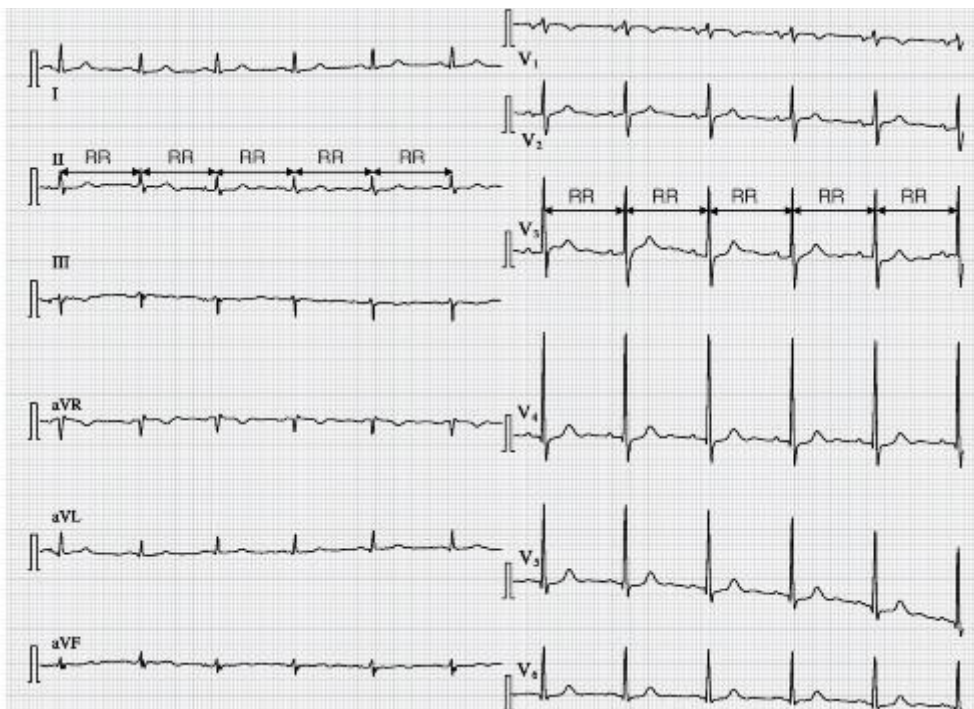


Рис. 2.1.10. Электрокардиограмма при нормокардии

P-Q - 160 мс, QRS - 80 мс, QRST - 360 мс, R-R - 960 мс (63 в минуту).

Переходная зона в V₂-V₃, снижение вольтажа желудочков в отведениях стандартных (I, II, III) и усиленных от конечностей (aVR, aVL, aVF) и в V₁.

Комментарии

- Ритм синусовый, равномерный.
- Частота сокращений, рассчитанная автоматом и по линейке, различается.
- Следует обратить внимание на общее снижение вольтажа желудочков в стандартных и усиленных отведениях и в V₁.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

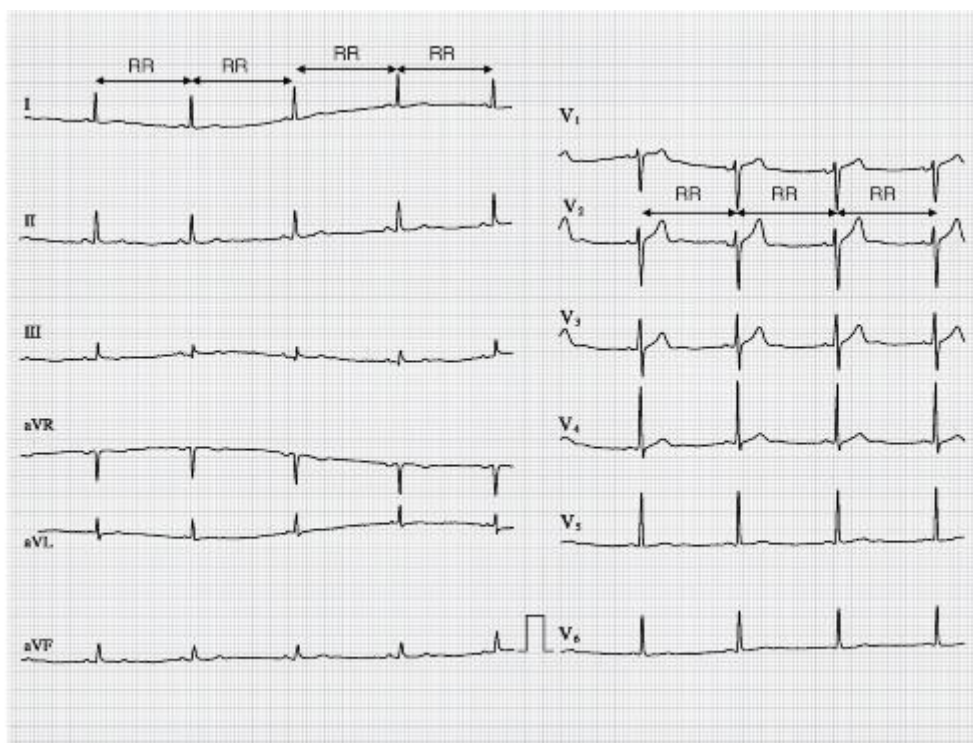


Рис. 2.1.11. Вариант синусового ритма при умеренной брадикардии
P-Q - 80 мс, *QRS* - 60 мс, *QRST* - 480 мс, *R-R* - 1120 мс (54 в минуту).

Переходная зона в V_3 , снижение вольтажа желудочков в отведениях стандартном III и усиленном aVF . Это вариант брадиформы синдрома Клерка-Леви-Критеско (CLC) или короткого *P-Q*-интервала.

Комментарии

- Ритм синусовый, равномерный.
- Частота пульса на нижней границе нормы.
- Ритм, зарегистрированный на ЭКГ, равномерный.
- Следует обратить внимание на снижение вольтажа желудочков в отведениях стандартном III и усиленном aVF .
- При брадикардии обращает внимание укорочение интервала *P-Q* - 80 мс, сужение желудочкового комплекса *QRS* - 60 мс, достаточно удлиненный *QRST* - 480 мс.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

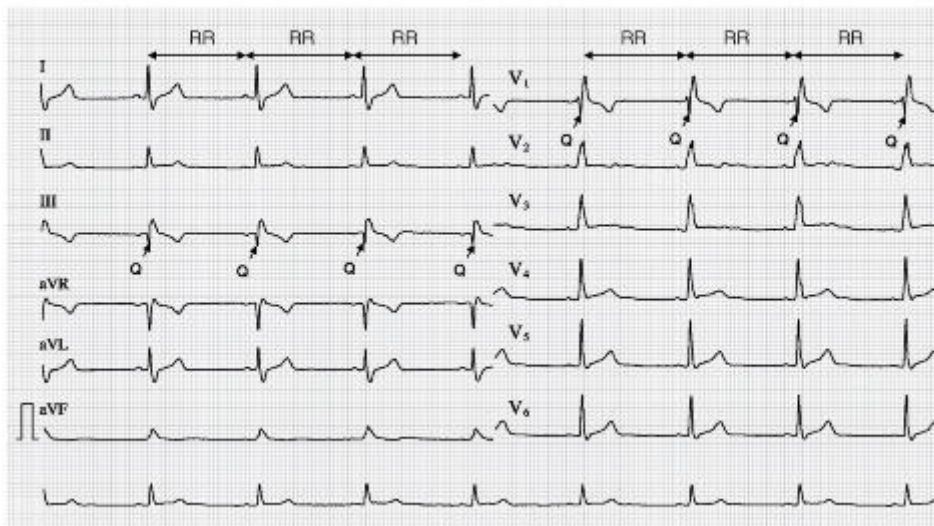


Рис. 2.1.12. Вариант ЭКГ с синусовым ритмом

$P-Q$ - 136мс, QRS - 144 мс, $QRST$ - 439 мс, зубец Q в отведениях III и V_1 .

Комментарии

- Зубец Q в отведениях III стандартном и V_1 грудном.
- Комплекс QRS : нисходящая часть зубца в отведениях III и aVF отклонена от срединной внутрижелудочковой оси (*intracoid deflection*).
- Зубец T в отведениях III, aVR , V_1 отрицательный.
- Блокированная форма зубца R в V_2 .
- Зубец T на изолинии в отведениях aVF , V_2 , V_3 .
- Низкий вольтаж зубца R в отведениях aVR , aVF .
- S_I , Q_{II} , T_{III} - блокада правой ножки пучка Гиса.
- Интерпретацию машинной обработки о наличии нижнего инфаркта миокарда (ИМ) можно считать ошибочной, более вероятно тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) или вариант формирования легочного сердца.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

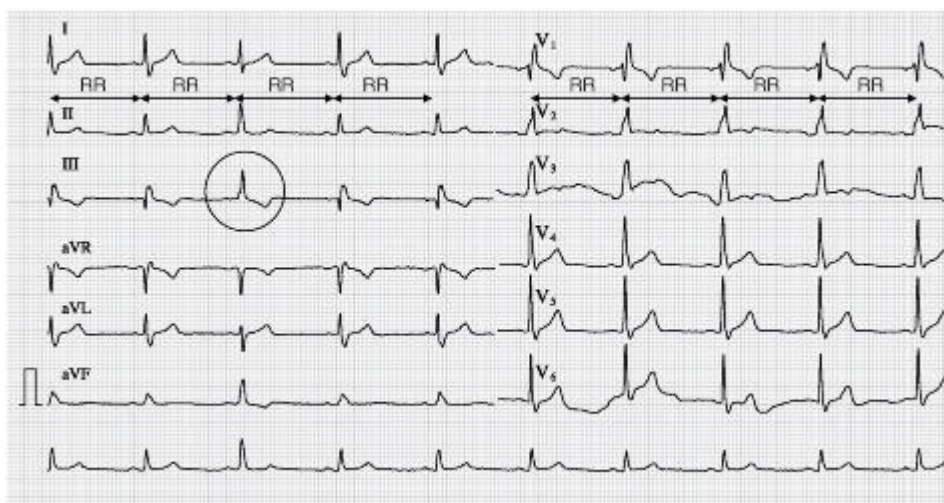


Рис. 2.1.13. ЭКГ с персистирующим аномальным проведением

P - Q - 144 мс, QRS - 144 мс, $QRST$ - 440 мс, зубец Q в отведениях III и V_1 .

Комментарии

- Зубец Q в отведениях aVR и грудном V_1 .

Нисходящая часть зубца R_{III} ; желудочкового комплекса QRS отклонена (смещение *intrinsicoid deflection*).

- Зубец T отрицательный в отведениях III, aVR , V_1 .
- Блокированная форма зубца R в отведении V_2 .
- Зубец T сглажен в отведениях aVF , V_2 .
- Низкий вольтаж зубца R в отведениях aVR , aVF .
- Инвертированный по направлению оси комплекс QRS .
- Автоматическое заключение ЭКГ как нижний ИМ следует считать ошибочным, инвертированное направление оси комплекса QRS можно трактовать как предикат возникновения желудочковой тахикардии.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

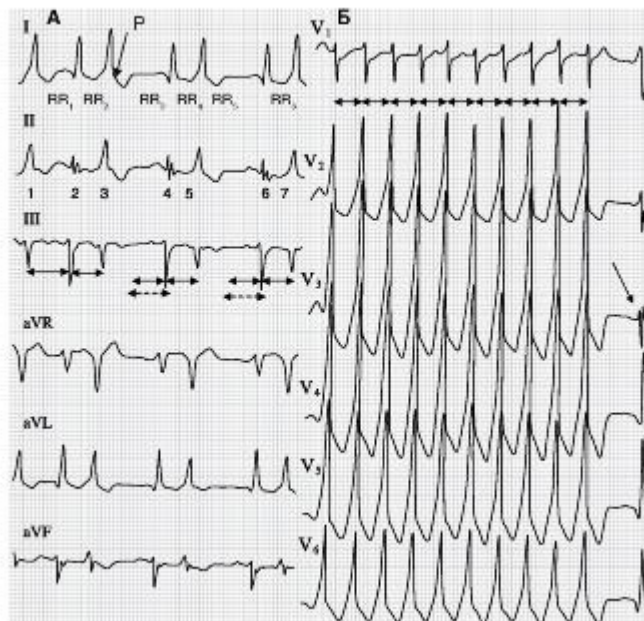


Рис. 2.1.14. Вариант ЭКГ со сцепленной экстрасистолией и пароксизмом СВ-тахикардии и спонтанным восстановлением ритма сердца

1. Табло А: P - Q - 200 мс (P - Q - 160 мс), QRS - 80 мс (QRS - 80 мс), $QRST$ - 320 мс ($QRST$ - 280 мс).

2. Экстрасистола: P - Q отсутствует, QRS - 160 мс, $QRST$ - 360 (280) мс по типу бигеминии.

3. Табло Б: зубец P на зубце T , QRS - 160 мс, R - R - 320 мс (188 в минуту), $QRST$ - 200 мс, R - R' - 680 мс (88 в минуту).

Комментарии

- Отсутствует калибровочный потенциал (сигнал).
- Наличие сцепленной экстрасистолии затрудняет определение стандартных показателей ЭКГ. Поэтому измерение проведено в III

стандартном отведении второго желудочкового комплекса и в V_3 , предполагая скорость 25 мм/с: $P-Q$ - 200 мс ($P-Q$ - 160 мс); QRS - 80 мс (QRS - 80 мс); $QRST$ - 320 мс ($QRST$ - 200 мс); $R-R_1$ - 440 мс, $R-R_2$ - 360 мс, $R-R_3$ - 720 мс, $R-R_4$ - 360 мс, $R-R_5$ - 720 мс, $R-R_6$ - 360 мс.

- $R-R_2 = R-R_4 = R-R_6$; $R-R_3 = R-R_5$.

- Заключение: нельзя исключить наличие персистирующего аномального пути проведения по типу пучка Кента (синдром WPW типа В), что может быть подтверждено пароксизмом СБТ.

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см

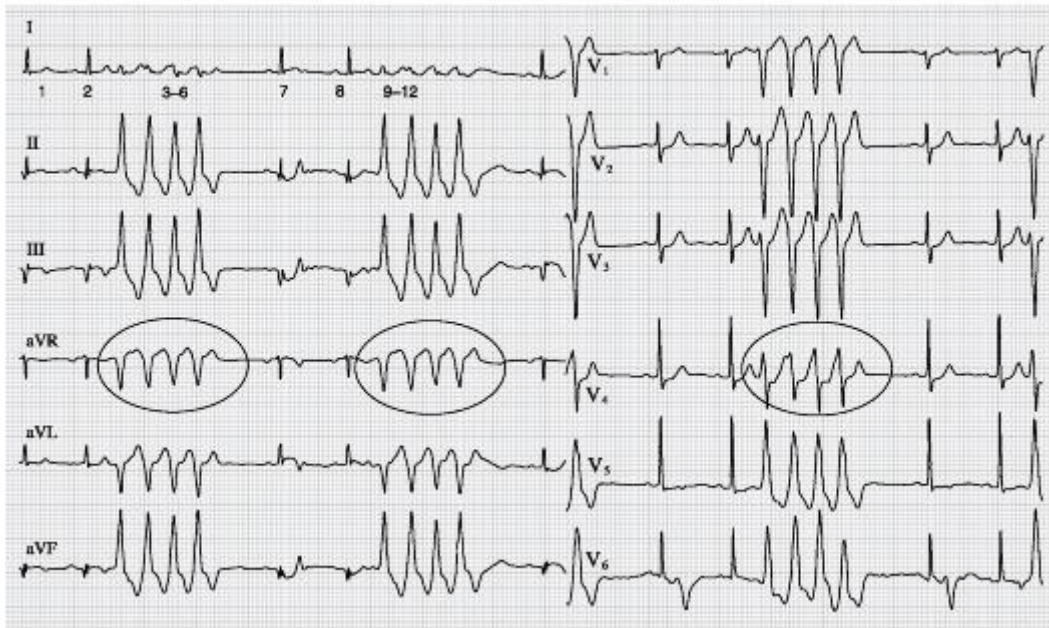


Рис. 2.1.15. Синусовый ритм с периодами тетрагеминии

$R-R_1$ - 800 мс, $P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 320 мс.

Колебания $R-R$ - 800 мс, 440 мс, 320 мс, 240 мс, 280 мс, 960 мс.

Комментарии

- Во втором (2) синусовом комплексе нельзя исключить возможность функции ретроградного проведения на предсердия с невысокой скоростью проведения, около 280 мс, и началом возникновения цикла *re-entry*.

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

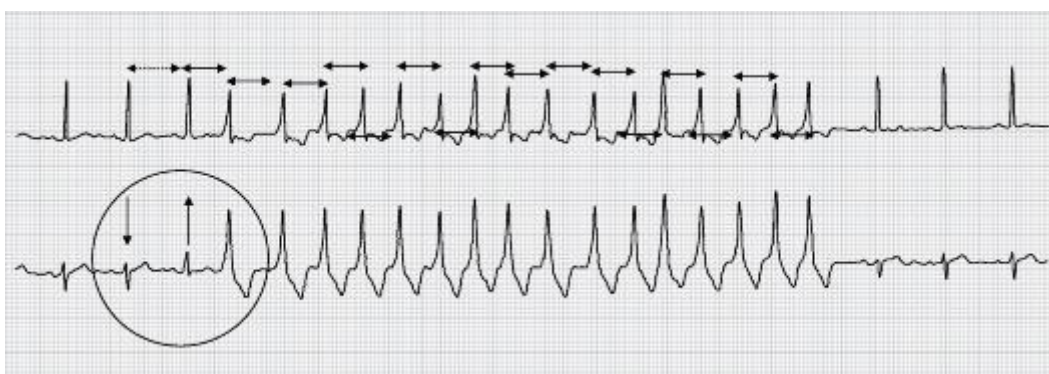


Рис. 2.1.16. Синусовый ритм с периодом пароксизма тахисистолической формы мерцательной тахикардии. Пароксизм тахисистолической формы мерцательной аритмии и спонтанное восстановление синусового ритма

Комментарии

- Пароксизму тахисистолической формы МА предшествует период синусовой аритмии с колебаниями интервала $R-R$ 760-778-768 мс.
- Пароксизм узловой тахикардии начинается с укорочения интервала $R-R$ до 512 мс.
- Перед возникновением пароксизма тахисистолической формы МА произошел поворот электрической оси возбуждения желудочков при сохранении синусового ритма.
- Колебания интервалов $R-R$ при пароксизме тахикардии от 368 до 684 мс, период интервала $R-R$ перед восстановлением ритма 416 мс.
- Вариации интервала $R-R$ при пароксизме тахикардии: 684-536-472-472-504-432-432-512-584-496-368- 456-480-458-416 мс. Пауза перед восстановлением ритма 872 мс.
- Синусовый ритм после восстановления колеблется от 816 до 840 мс.
- Вывод: можно предполагать наличие аномального внутриузлового медленного антеградного проводящего пути.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

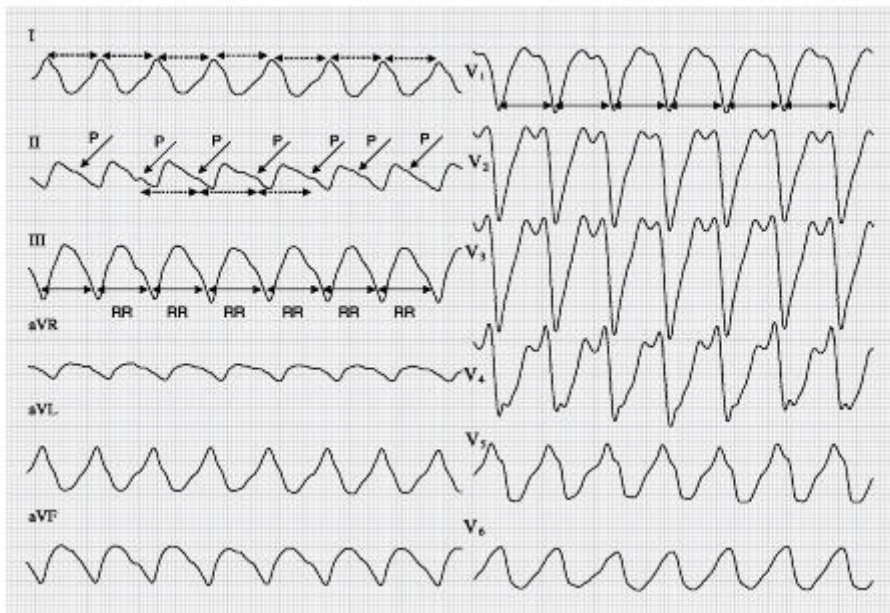


Рис. 2.1.17. Пароксизм низкоузловой тахикардии $R-R$ - 300 мс (200 в минуту), $QRST$ - 280 мс.

Комментарии

- Все $R-R$ -интервалы равны.
- Периодически регистрируется, по-видимому, волна «P» (интерференция с диссоциацией).
- Монофазная кривая желудочковых сокращений.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

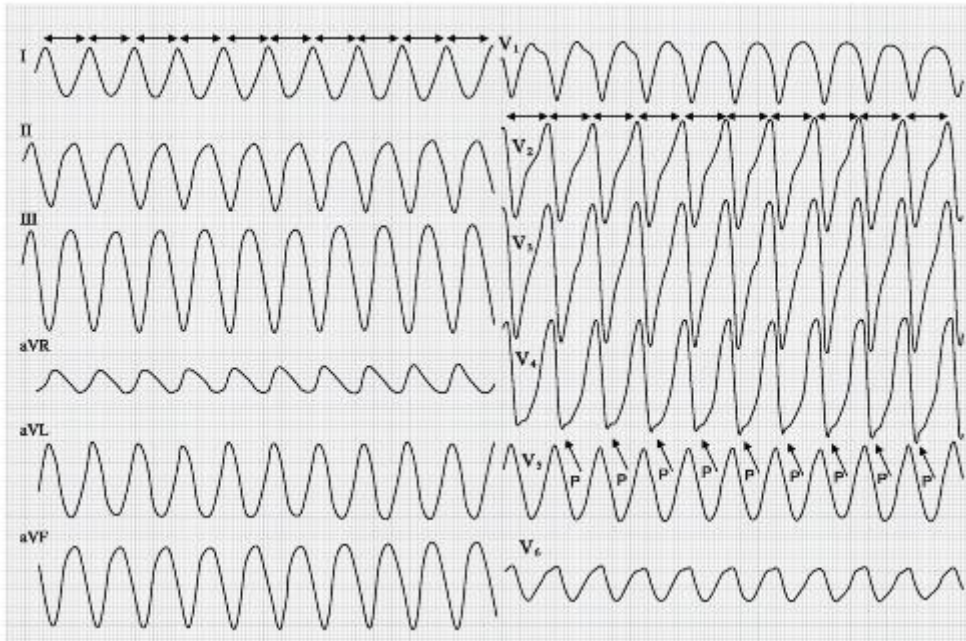


Рис. 2.1.18. Желудочковая тахикардия с ретроградным проведением $R-R$ - 300 мс (200 в минуту), QRS - 200 мс.

Комментарии

- Монофазная кривая, равномерная частота возбуждения, отсутствие всех стандартных признаков комплекса QRS .
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

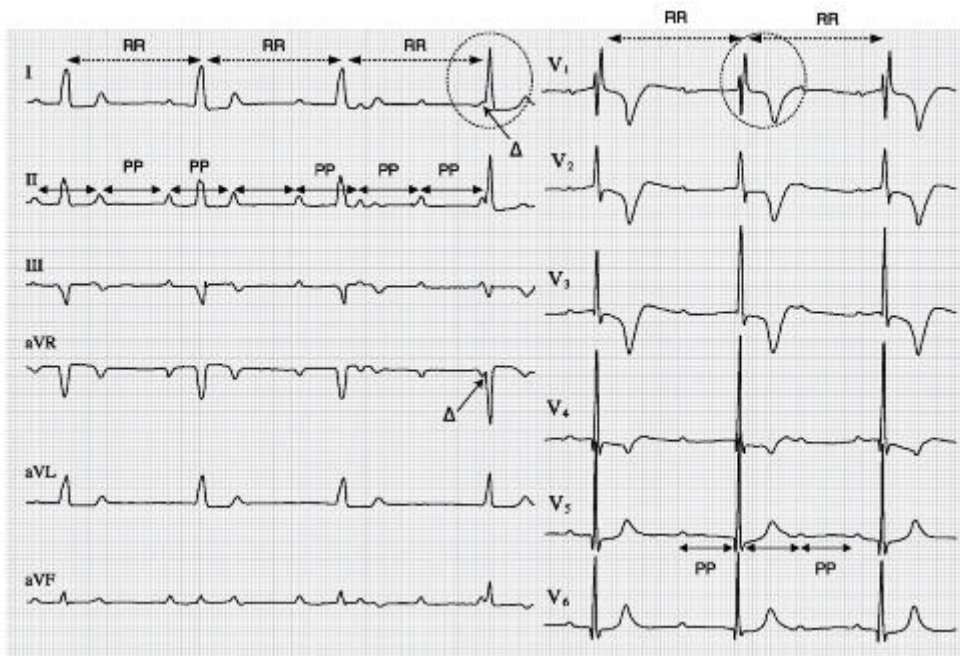


Рис. 2.1.19. ЭКГ при АВ-блокаде II степени с элементом предвозбуждения $P-Q$ отсутствует, $P-P$ - 600 мс (100 в минуту), $R-R$ - 1400 мс (43 в минуту), QRS - 120 мс, $QRST$ - 520 мс. QRS_1 - частичное проведение по предсердно-желудочковому узлу из предсердия.

QRS_2 - признаки частичной блокады правой ножки пучка Гиса (нет существенного расширения комплекса $QRS > 120$ мс).

Комментарии

- Нельзя исключить наличие аномального предсердно-желудочкового проведения в выделенном желудочковом комплексе - изменение амплитуды и ширины комплекса QRS, т.е. конфигурации.

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

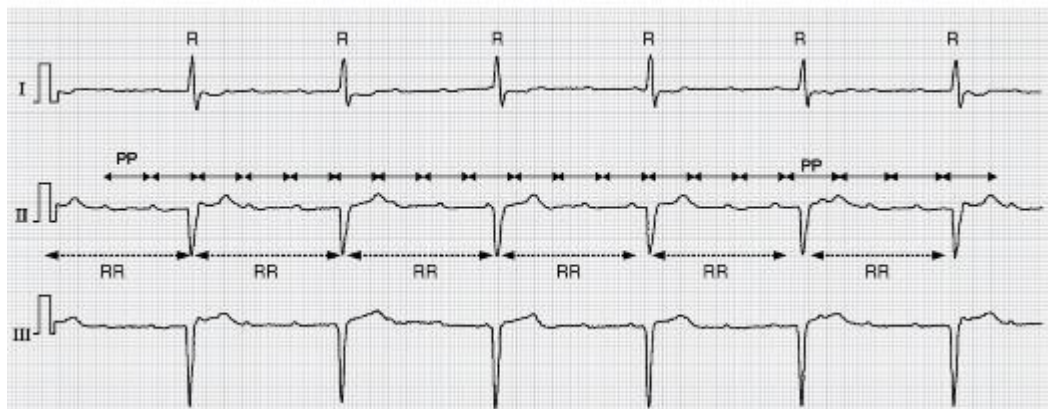


Рис. 2.1.20. Узловая АВ-блокада по типу интерференции с диссоциацией $P-P$ - 320 мс (188 в минуту), $R-R$ - 1600 мс (38 в минуту), P - 80 мс, QRS - 200 мс, $QRST$ - 680 мс.

Комментарии

- Можно предполагать наличие предсердной тахикардии с проведением 3:1.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

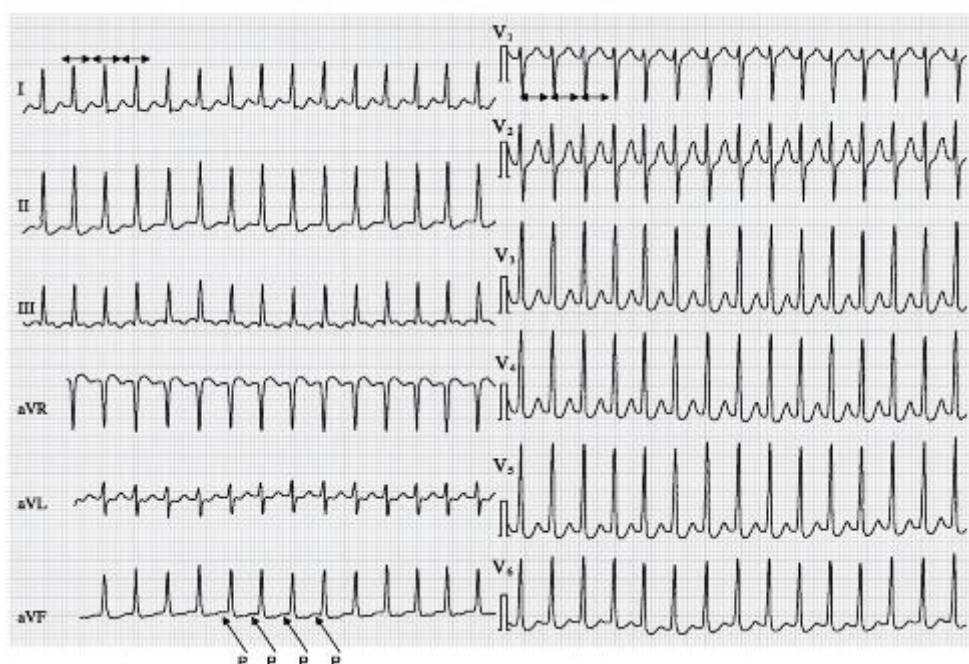


Рис. 2.1.21. Пароксизмальная суправентрикулярная тахикардия $R-R$ - 320 мс (188 в минуту), QRS - 80 мс, $QRST$ (QT) - 270 мс.

Комментарии

- Отсутствие предсердного комплекса, хотя нельзя исключить указанные стрелками зазубрины как потенциал зубца P.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

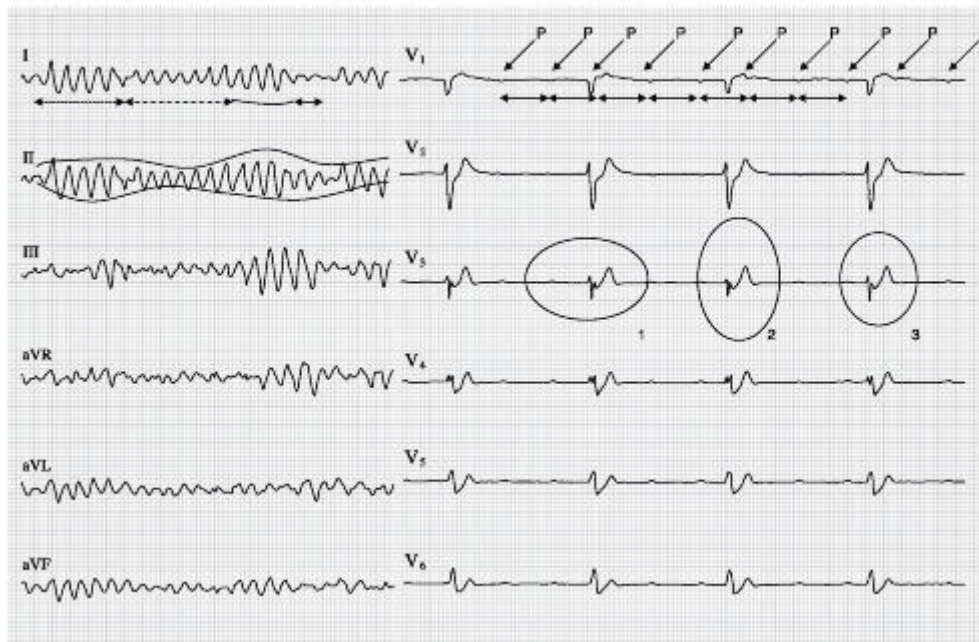


Рис. 2.1.22. Пароксизм фибрилляции желудочков. Фибрилляция желудочков со спонтанным восстановлением ритма, полная АВ-блокада, блокада ножек пучка Гиса (острый инфаркт миокарда задней стенки). Веретенообразная и/или двунаправленная тахикардия

Частота *P-P* и *R-R* не совпадает, т.е. полная предсердно-желудочковая блокада. Комментарии

- Осцилляция фибрилляции желудочков носит периодический характер, что может указывать на вероятность спонтанного восстановления ритма.
- Ширина комплекса *QRS* <120 мс.
- Длительность интервала *PQ* во всех выделенных комплексах различна, что указывает на предсердно-желудочковую блокаду.
- Низкая амплитуда комплекса *QRS* характерна для выраженной общей ишемии миокарда.
- Об объеме ишемии можно судить по конфигурации комплекса *QRS* во всех отведениях:
 - V_1 : *QS* с низкой амплитудой;
 - V_2 : *rS*, измененный сегмент *ST* и признаки блокады правой ножки пучка Гиса;
 - V_3 : *rS*, измененный сегмент *ST*;
 - $V_4 = V_5 = V_6$: *rS*, измененный сегмент *ST*.
- Можно рассматривать данный вариант тахикардии как «пирует» или двунаправленную веретенообразную тахикардию.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

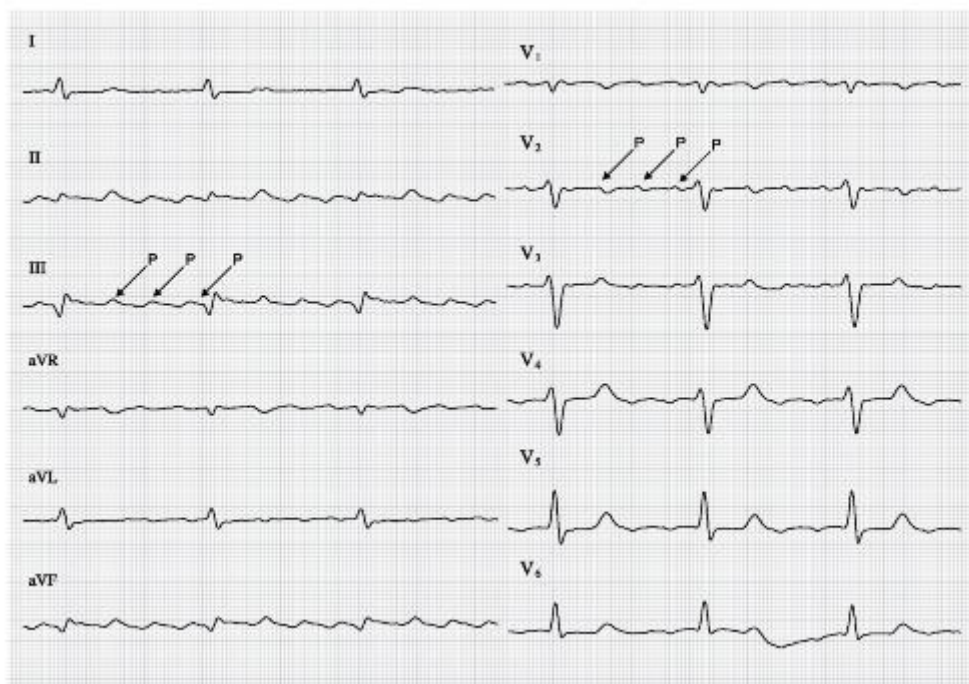


Рис. 2.1.23. Правильная форма трепетания предсердий

Комментарии

- Низкая амплитуда комплекса QRS в стандартных и усиленных отведениях.
- В грудных отведениях:
 - переходная зона в V₂;
 - в отведениях с V₂ по V₄ зубец S > R;
 - ST сглажен в отведениях с V₁ по V₂;
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

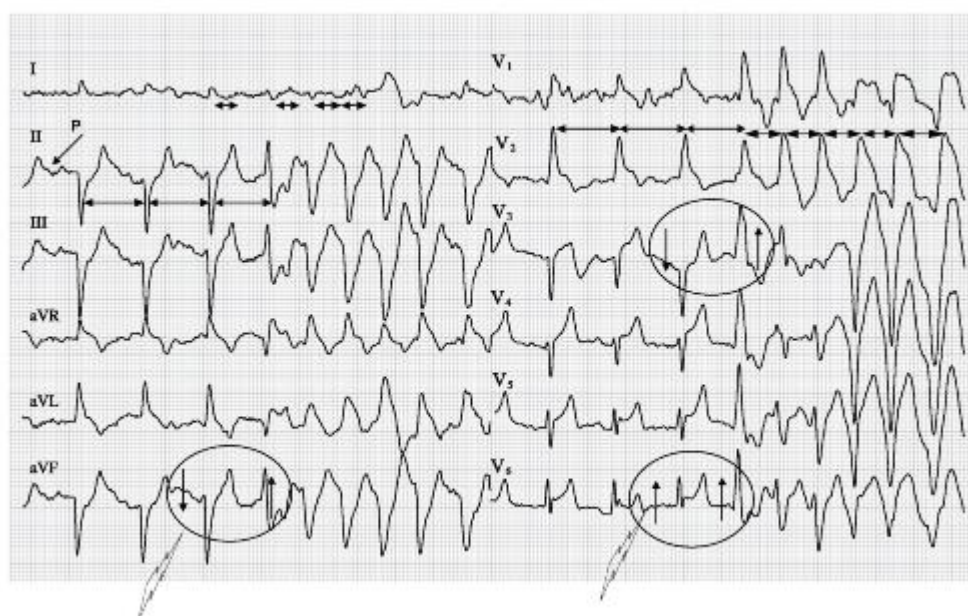


Рис. 2.1.24. Полиморфная аритмия по типу «torsade de pointes». Пароксизм желудочковой аллоритмии

Комментарии

- Пароксизм аритмии начинается с изменения проведения возбуждения от предсердий к желудочкам и поворотом ЭОС (*torsade de pointes*).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.
- ↑ - направление максимум QRS-комплекса.

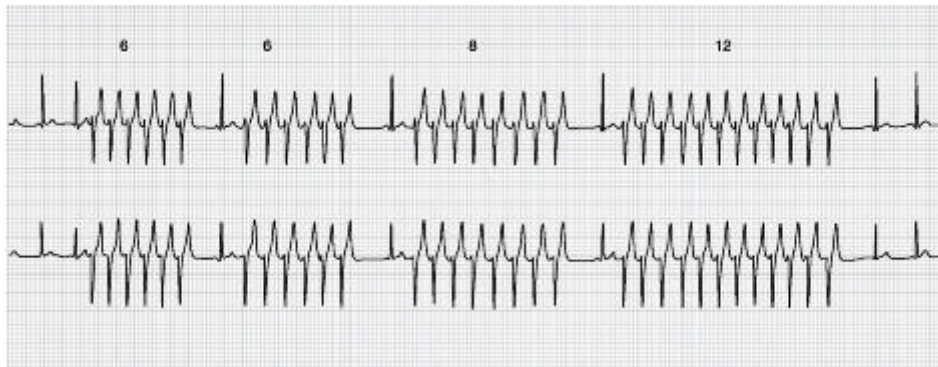


Рис. 2.1.25. Вариант аллоритмии по типу брадитахикардии

Комментарии

- Периоды предсердного ритма сменяются периодами узловой разогревающейся тахикардии начиная с 6 по 12 желудочковый комплекс.
- $R-R$ - 1120 мс с укорочением до 528 мс, пауза 1350 мс - укорочение 792 мс, пауза 1640 мс - укорочение 764 мс, пауза 1608 мс - укорочение 689 мс, пауза 1568 мс и $R-R$ - 1312 мс.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

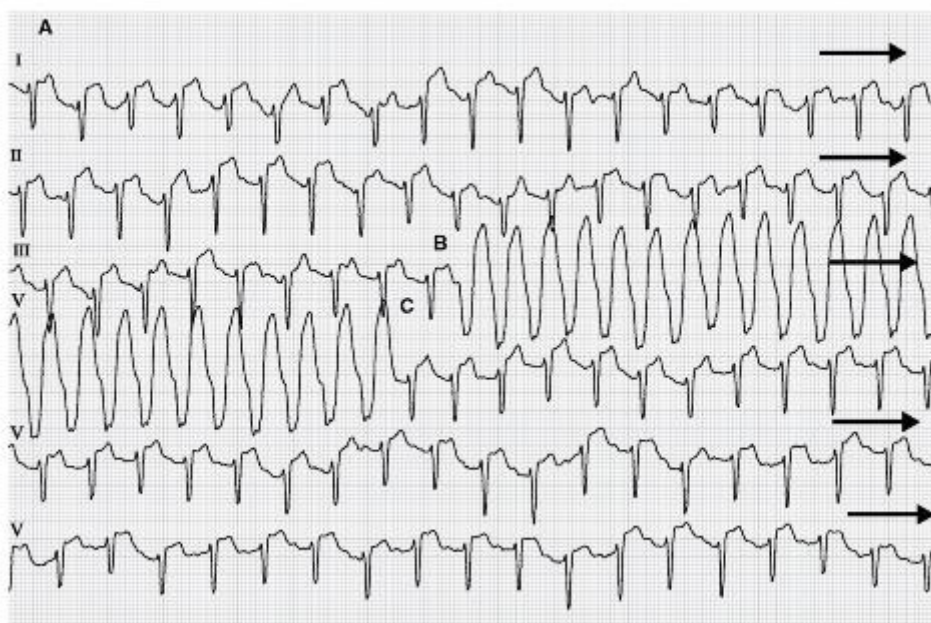


Рис. 2.1.26. Пароксизм желудочковой тахикардии. Последовательная запись ЭКГ у больного с желудочковой тахисистолой и спонтанным восстановлением синусового ритма $P-Q$ - 240 мс, QRS - 100 мс, $R-R$ - 480 мс (125 в минуту).

Комментарии

- А - начальный сегмент записи ЭКГ, узловая тахикардия.
- В - сегмент начала желудочковой тахиаритмии.
- С - прекращение желудочковой тахикардии.
- ЧСС в сегменте А 125 в минуту.
- ЧСС в сегменте В 188 в минуту.
- ЧСС в сегменте С (окончание тахикардии) 125 в минуту.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

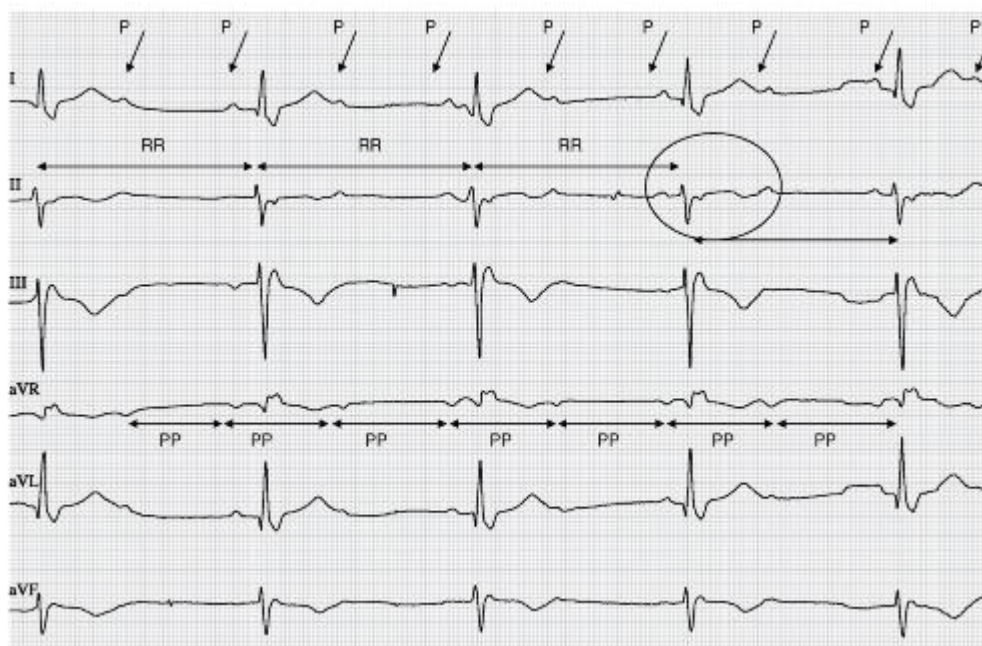


Рис. 2.1.27. АВ-блокада 2:1

R-R - 1260 мс (48 в минуту), P-P - 640 мс (94 в минуту); QRS - 80 мс, P-Q - 140 мс, QRST - 480 мс. Комментарии

• Предсердно-желудочковая блокада в проксимальной части (догисовой) предсердно-желудочкового соединения без расширения желудочкового комплекса QRS, т.е. без блокады ножек пучка Гиса.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.



Рис. 2.1.28. АВ-блокада I степени в сочетании с трехпучковой блокадой P-Q - 200 мс, QRS - 140 мс, QRST - 360 мс.

Комментарии

- Низкая блокада ножек пучка Гиса.
- Удлинение интервала P-Q.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

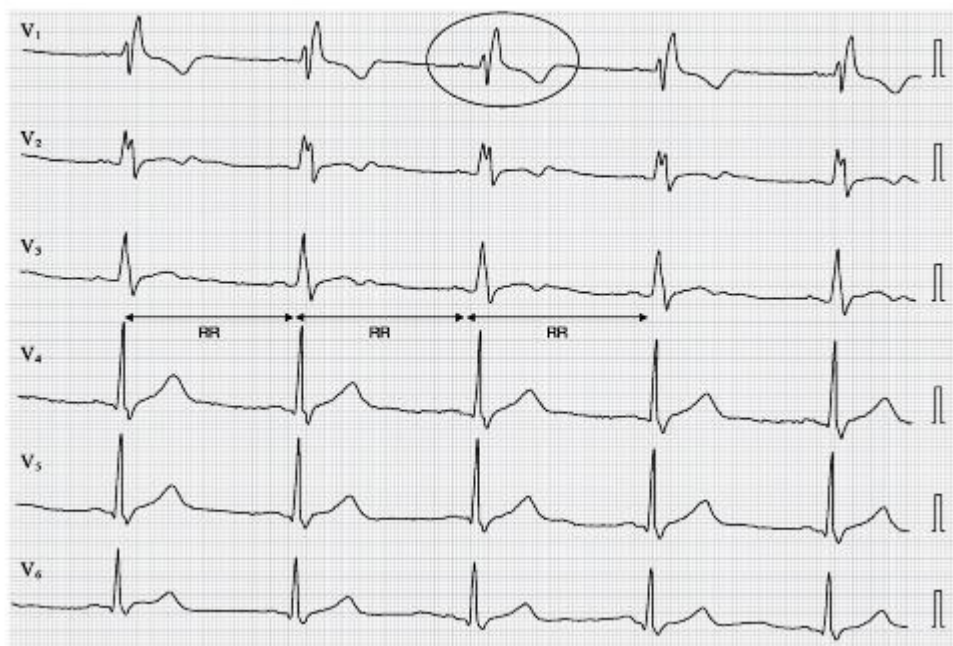


Рис. 2.1.29. Вариант ЭКГ с блокадой правой ножки пучка Гиса P-Q - 120 мс, QRS - 80-120 мс, QRST - 400 мс, R-R - 960 мс (63 в минуту).

Комментарии

- Блокада правой ножки пучка Гиса.
- Нормальный интервал P-Q.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

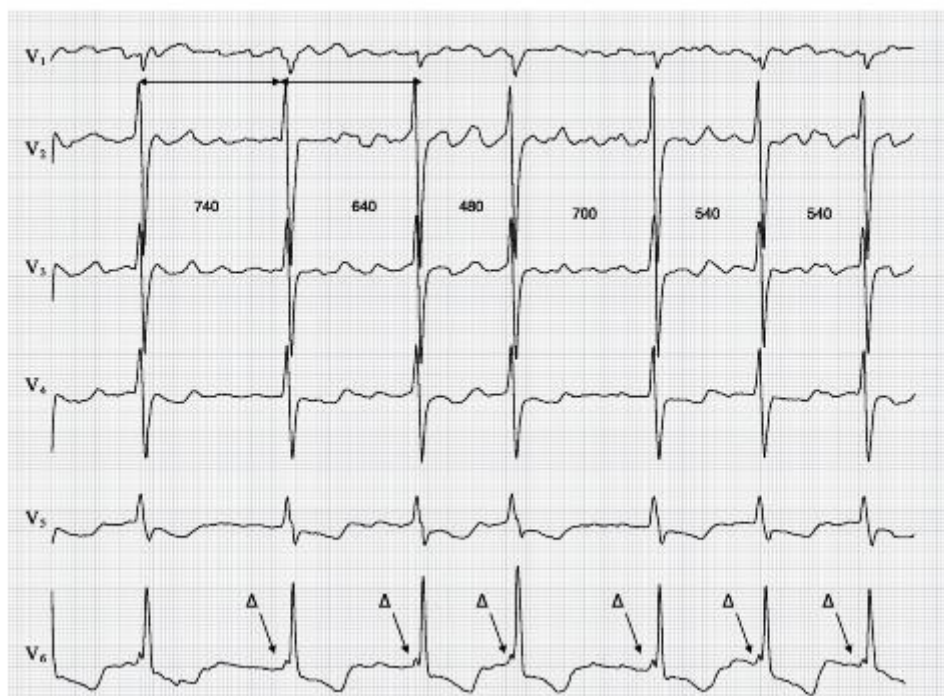


Рис. 2.1.30. ЭКГ при крупноволновой мерцательной аритмии (фибрилляции предсердий) при синдроме WPW QRS - 100 мс, QRST - 360 мс.

Комментарии

- Крупноволновая мерцательная аритмия.
- Δ-волна в левом грудном отведении V₆.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

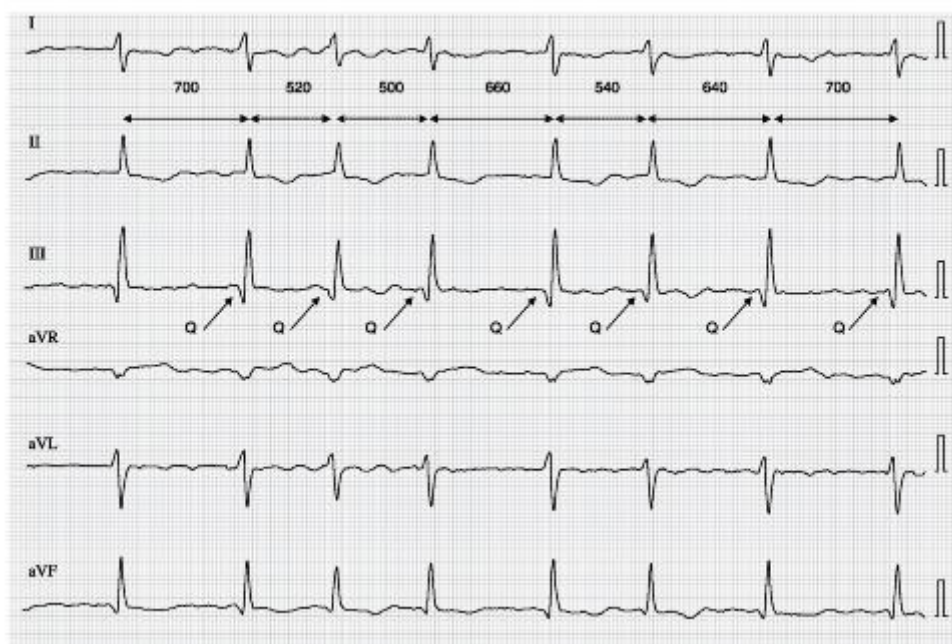


Рис. 2.1.31. ЭКГ при нормоформе мерцательной аритмии QRS - 80 мс, QRST - 300 мс.

Комментарии

- Блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса.

- Зубец Q в III стандартном и aVF усиленном от левой ноги отведениях.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

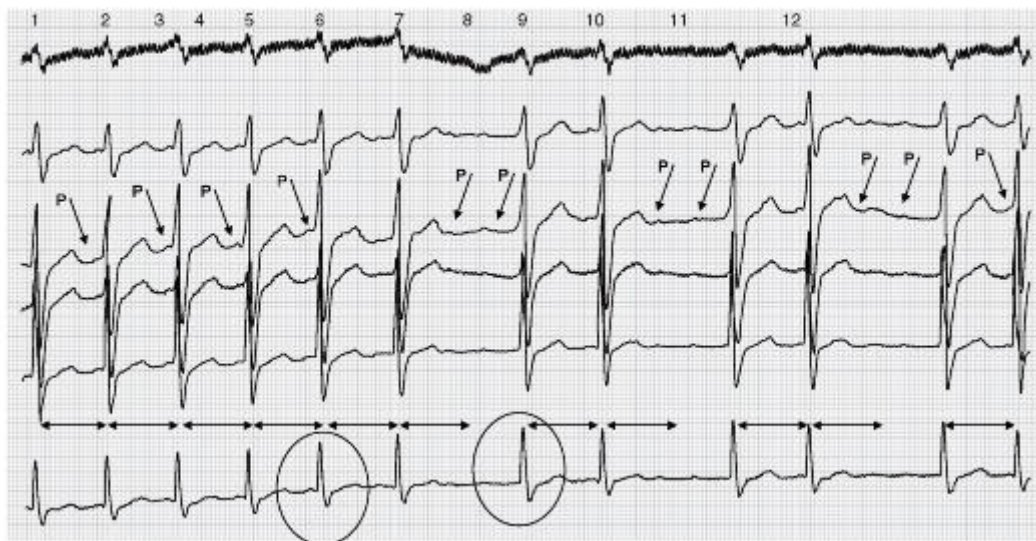


Рис. 2.1.32. Интерференция с диссоциацией при предсердной тахикардии

1-5: *R-R* - 400 мс.

5-6: *R-R* - 460 мс.

6-7: *R-R* - 1400 мс.

7-8: *R-R* - 440 мс.

8-9: *R-R* - 740 мс.

9-10: *R-R* - 400 мс.

10-11: *R-R* - 500 мс.

11-12: *R-R* - 200 мс.

P-Q - 80 мс, *P-Q*₁ - 200 мс, *QRST* - 520 мс, *QRST* - 600 мс.

Комментарии

- Интерференцию можно рассматривать как вариант предсердно-желудочковой блокады.
 - *P-Q* - 80 мс при тахикардии и *P-Q* - 200 мс при блокаде.
 - При тахикардии конфигурация комплекса *QRS* весьма напоминает вариант WPW-синдрома.
 - Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

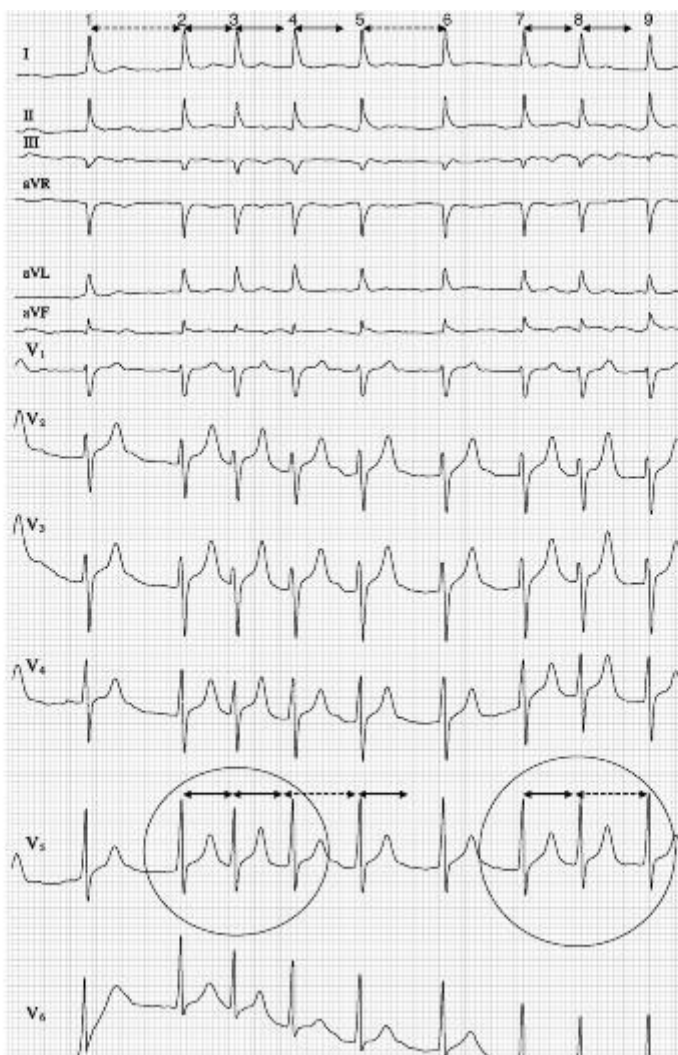


Рис. 2.1.33. Вариант мерцательной аритмии с групповыми пробежками

$R-R_1$ - 680 мс, $R-R_2$ - 400 мс, $R-R_3$ - 440 мс, $R-R_4$ - 520 мс, $R-R_5$ - 600 мс, $R-R_6$ - 600 мс, $R-R_7$ - 400 мс, $R-R_8$ - 520 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

- Можно представить группу сокращений как пробежку узловой экстрасистолии.
- Регистрируется определенная закономерность в виде желудочковых пробежек с увеличивающимся интервалом $R-R$ с периодичностью в 5 желудочковых комплексов, что присуще для аритмии в виде нескольких характерных комплексов.
- Следует обратить внимание на совпадение интервалов в комплексах аритмии 2, 3, 4, 6, 7, 8; выделено в кружочках.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

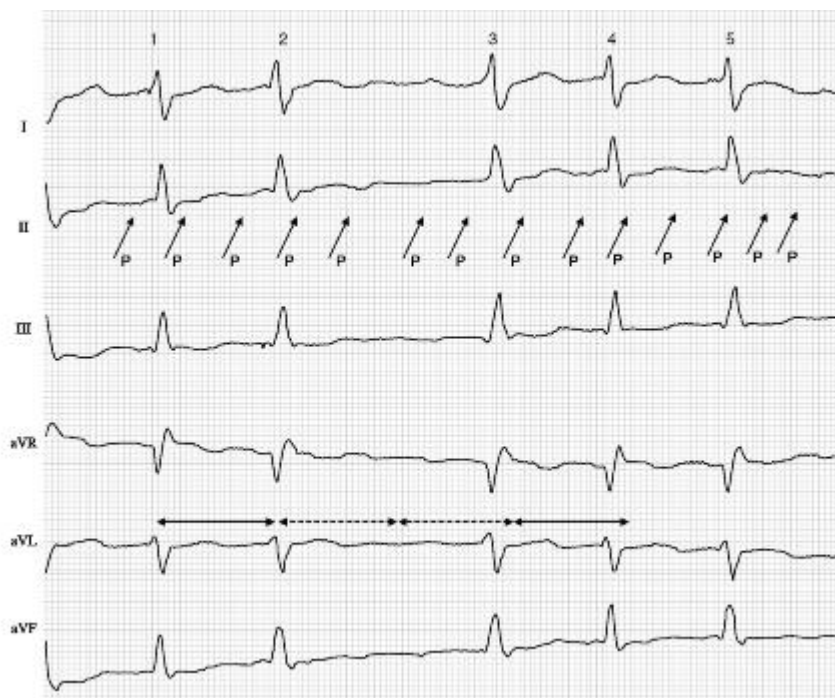


Рис. 2.1.34. Брадиформа мерцательной аритмии (неправильная форма трепетания предсердий $F-F < 350$ мс) $QRS - 100$ мс, $QRST - 280$ мс, $R-R_1 - 800$ мс, $R-R_2 - 1520$ мс, $R-R_3 - 800$ мс, $R-R_4 - 840$ мс.

Комментарии

- Широкие комплексы возбуждения предсердий высокой частоты повторения без проведения на желудочек
- Периодическое выпадение возбуждения желудочков по типу постэкстрасистолической паузы.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

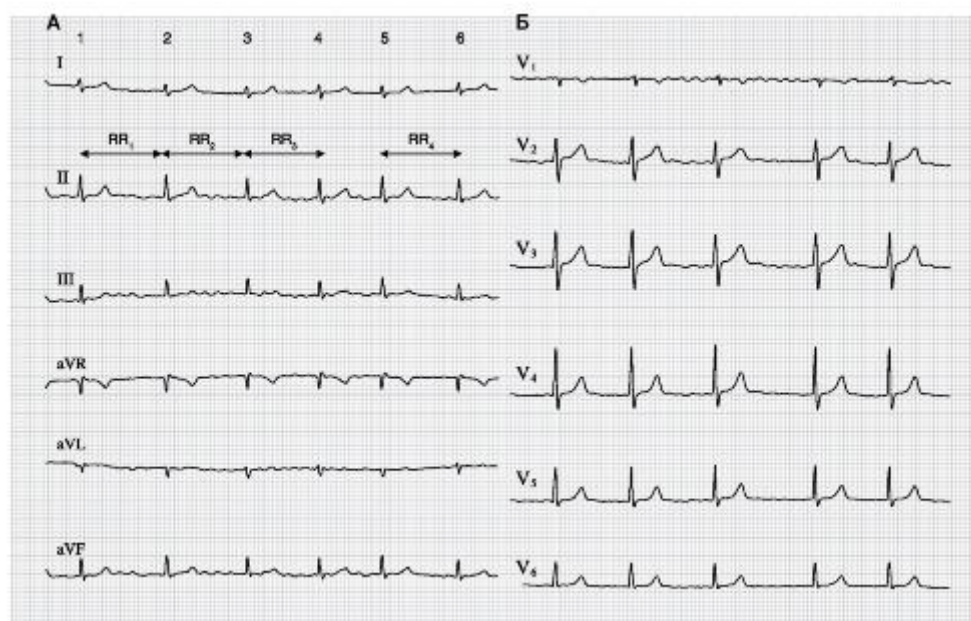


Рис. 2.1.35. Брадиформа мерцательной аритмии

$R-R_1 - 1000$ мс, $R-R_2 - 920$ мс, $R-R_3 - 800$ мс, $R-R_4 - 680$ мс, $R-R_5 - 800$ мс, $QRS - 80$ мс, $QRST - 360$ мс. Комментарии

• Вариант брадинормокардии при мерцательной аритмии с источником возбуждения в верхней части предсердножелудочкового соединения (узкий желудочковый комплекс QRS).

• Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

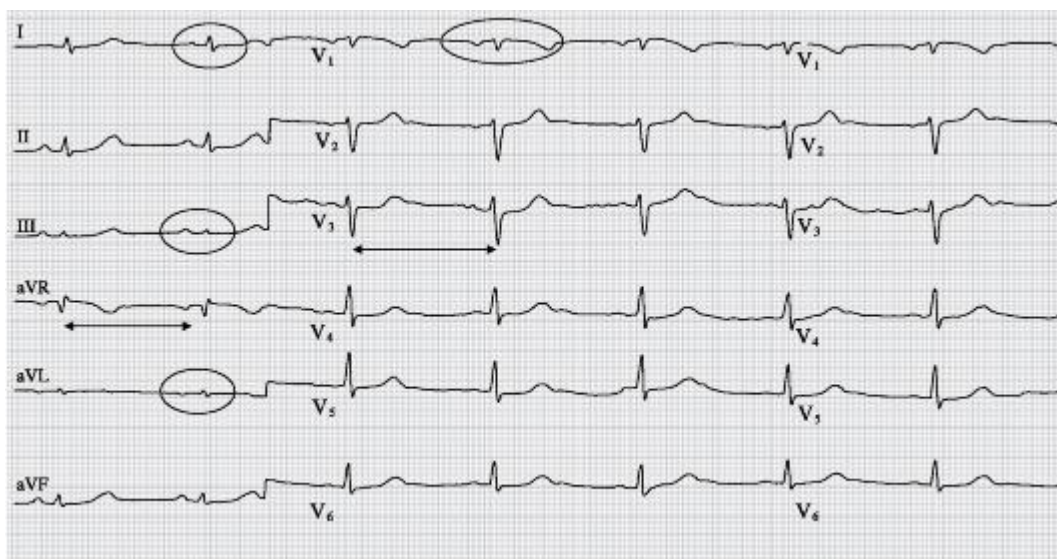


Рис. 2.1.36. Нормальный синусовый ритм

P-Q - 180 мс, *QRS* - 80 мс, *QRST* - 400 мс, *R-R* - 960 мс (63 в минуту).

Комментарии

- Очень низкий потенциал (вольтаж) желудочковых комплексов.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

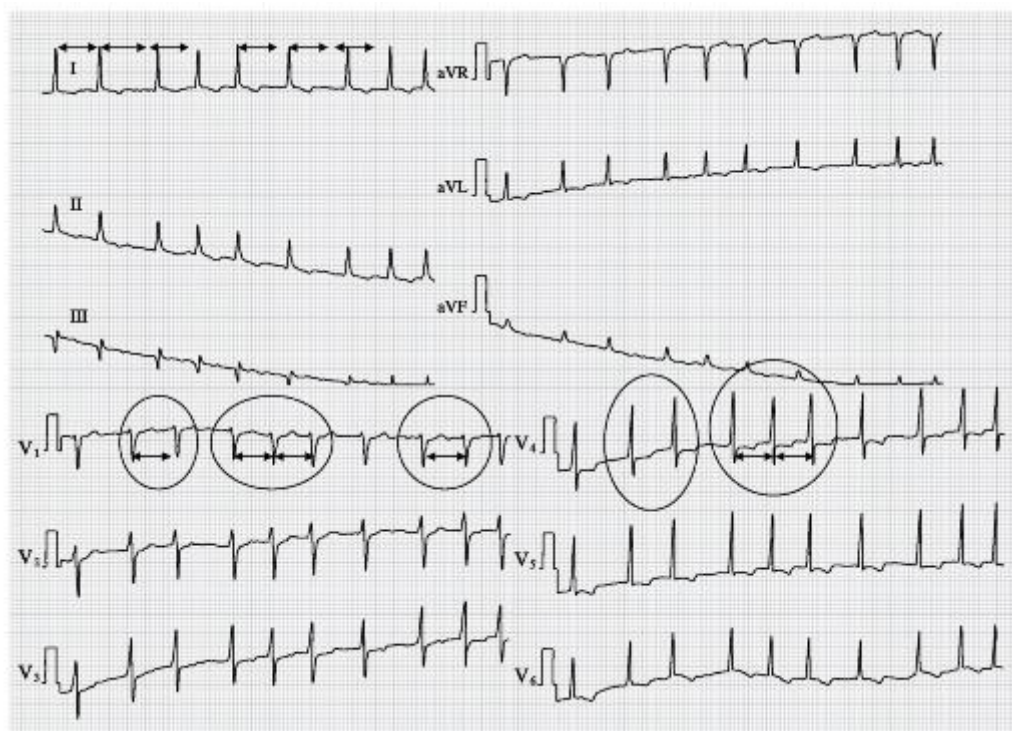


Рис. 2.1.37. Тахисистолическая форма мерцательной аритмии

R-R - 400-600 мс (150-100 в минуту), *QRS* - 80 мс, *QRST* - 280 мс.

Комментарии

- Парные (куплеты) и тройные (триплеты) сокращений желудочков.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

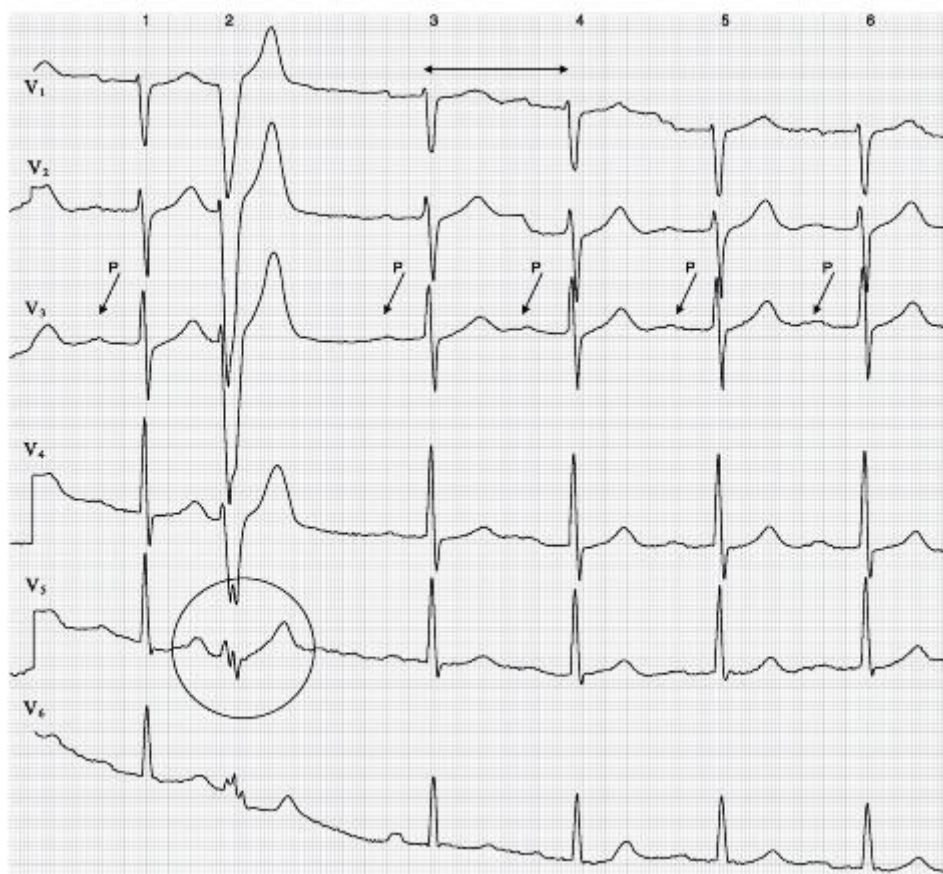


Рис. 2.1.38. АВ-блокада I степени (удлинение интервала *P-Q*)

P-Q - 220 мс, *QRS* - 80 мс, *QRST* - 340 мс, *R-R* - 660 мс (91 в минуту); *QRS* - 100 мс (блокада левой ножки пучка Гиса).

Комментарии

- Истинная желудочковая экстрасистола с блокированием задней ветви пучка Гиса и постэкстрасистолической паузой.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

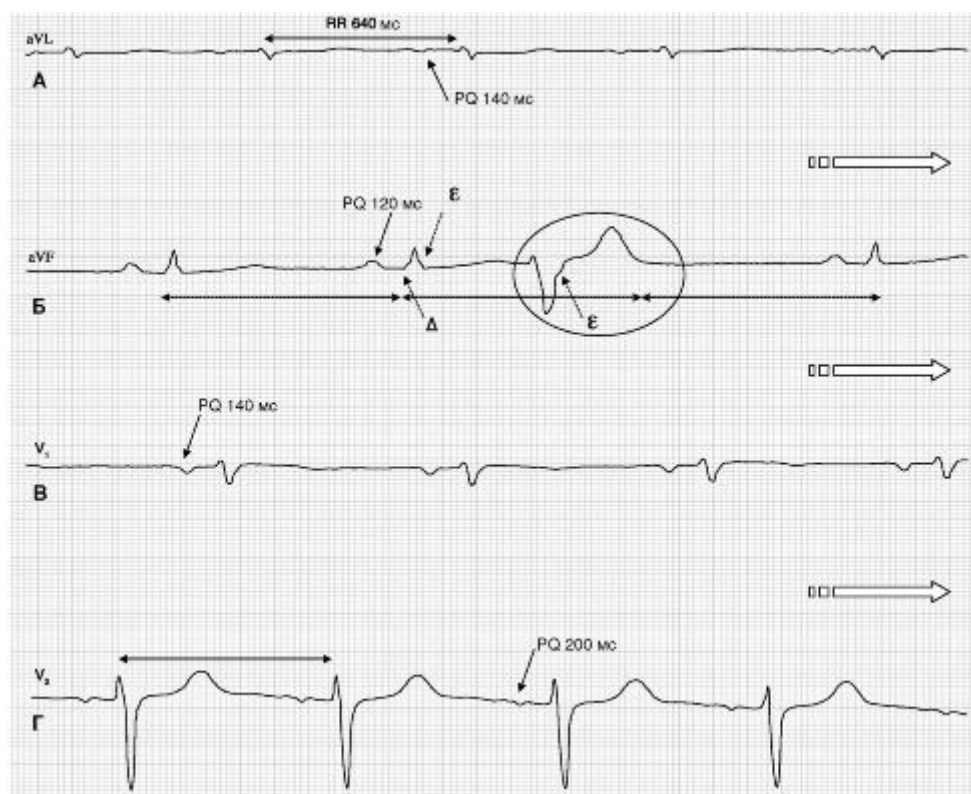


Рис. 2.1.39. ЭКГ синусового ритма в сочетании с АВ-блокадой I степени при синдроме WPW $P-Q - 200$ мс, $QRS - 80$ мс, $QRST - 320$ мс, $R-R - 640$ мс.

Комментарии

- От фрагмента «А» до фрагмента «Г» ЭКГ последовательная запись.
- ϵ - поствозбуждение (постэкситация).
- Δ -волна комплекса QRS в отведении aVF .
- Инверсия зубца P в отведениях правых грудных (V_1, V_2) и усиленном от конечности aVL .
- Узловая блокированная экстрасистола с ретроградным проведением.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

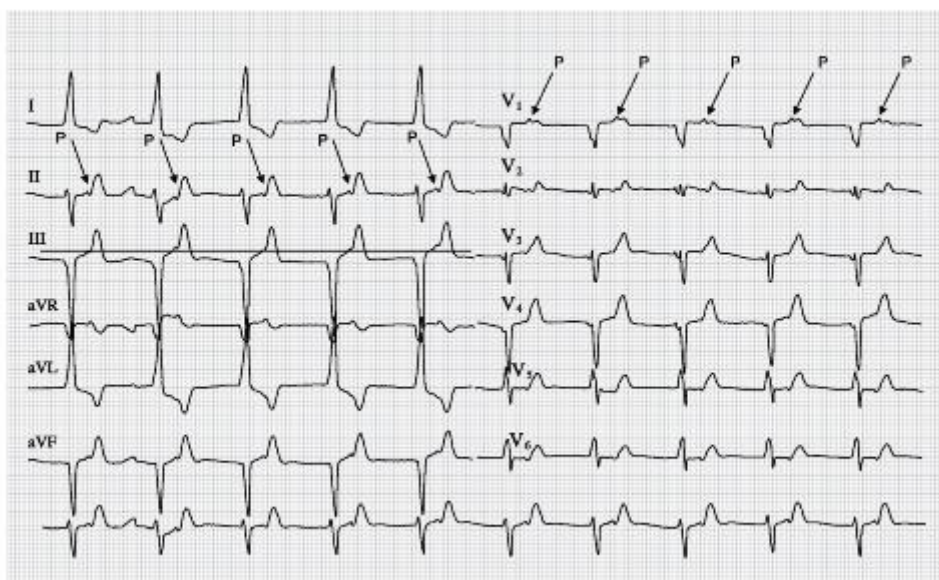


Рис. 2.1.40. ЭКГ при нормокардитической форме узлового ритма

QRS - 154 мс, $QRST$ - 505-515 мс, $R-R$ - 1000 мс (60 в минуту), $Q-P$ - 280 мс (ретроградное проведение).

Комментарии

- Узловой ритм с ретроградным проведением.
- Построение проекции изоэлектрической линии позволяет предположить изменение интервала $S-T$ по типу косонисходящего в I стандартном и косовосходящего в III стандартном отведениях.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

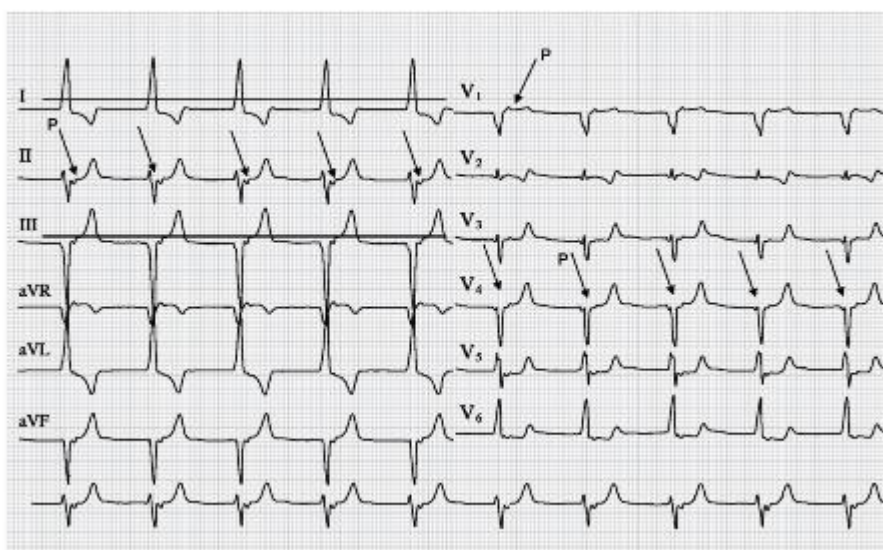


Рис. 2.1.41. Узловой ритм с ретроградным проведением

QRS - 202 мс, $Q-T$ - 515 мс, $Q-R$ - 100 мс, $R-R$ - 990 мс (61 в минуту).

Комментарии

- Определение уровня отклонений интервала $S-T$ от изолинии:
 - практически отсутствует отклонение интервала $S-T$ от проекции изоэлектрической линии;
 - отчетливо регистрируется ретроградное проведение из предсердно-желудочкового узла.
- Ретроградное проведение.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

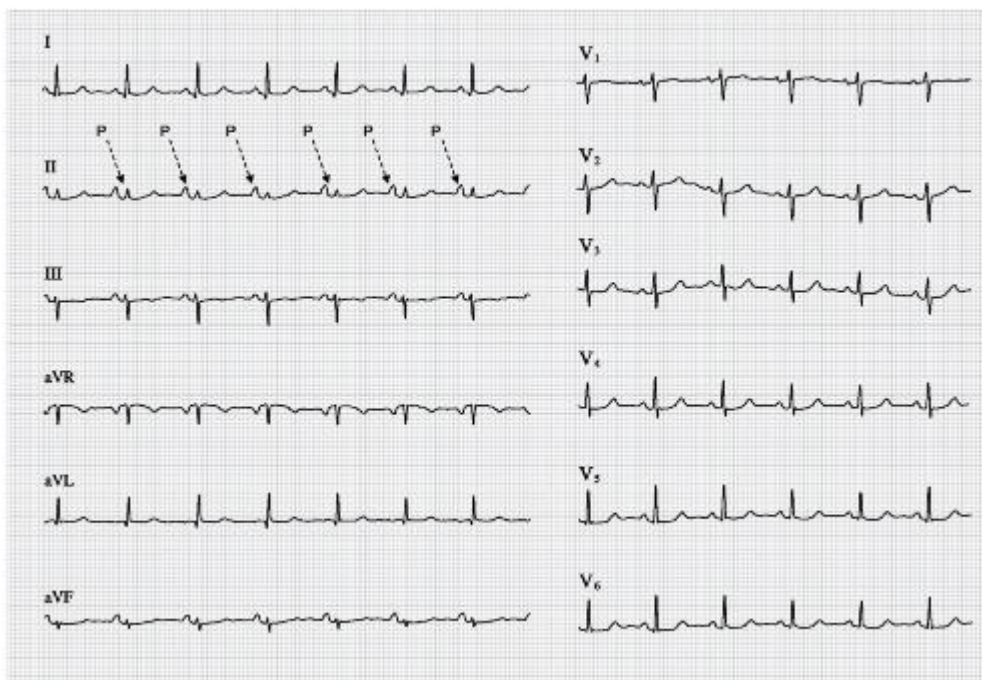


Рис. 2.1.42. Синусовый ритм - нормокардия

$R-R$ - 800 мс, $P-Q$ - 200 мс, QRS - 60 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

- Значительно снижена амплитуда RS во II стандартном и aVF усиленном от конечности отведениях.
- Амплитуда зубца P больше суммарной амплитуды комплекса QRS .
- Переходная зона в V_3 .
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

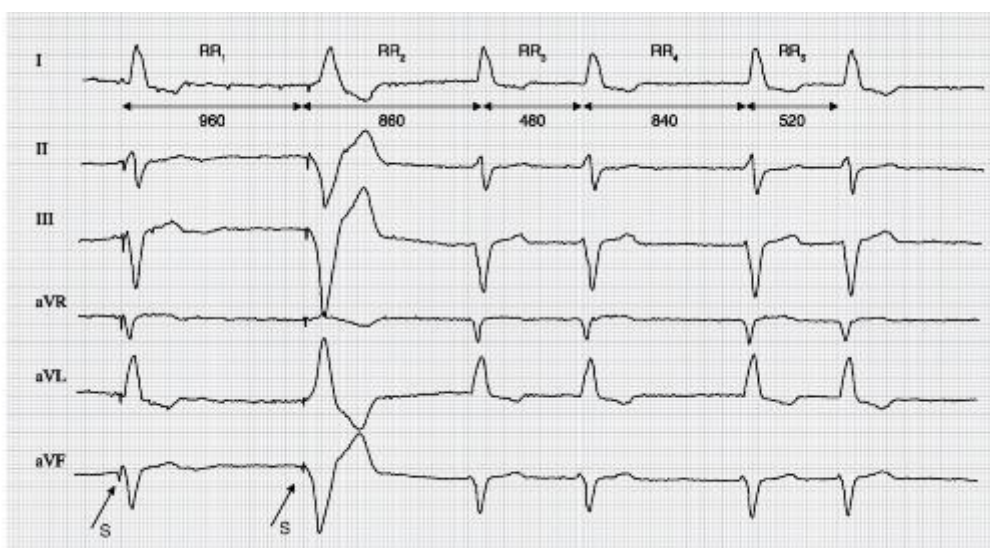


Рис. 2.1.43. ЭКГ при желудочковой электростимуляции на фоне узлового ритма и миграции водителя ритма сердца $R-R_1$ - 960 мс, $R-R_2$ - 860 мс, $R-R_3$ - 480 мс ($R-R_2 + R-R_3 = 1340$ мс), $R-R_4$ - 840 мс, $R-R_5$ - 520 мс ($R-R_4 + R-R_5 = 1360$ мс), QRS - 128 мс, $QRST(QT)$ - 406 мс.

Комментарии

- Следует обратить внимание на совпадение суммы интервалов: $R-R_2 + R-R_3 = 1340$ мс и $R-R_4 + R-R_5 = 1360$ мс.
- Скорость записи 50 мм/с; калибровочный сигнал 1 мВ/см.

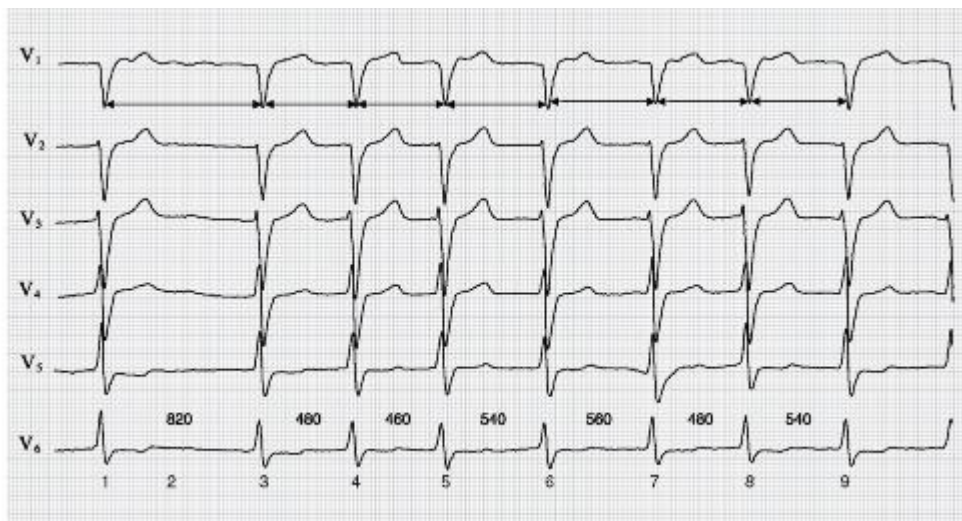


Рис. 2.1.44. Тахисистолическая форма мерцательной аритмии

QRS - 80 мс, QRST - 300 мс, R-R₁ - 820 мс, R-R₂ - 480 мс, R-R₃ - 460 мс, R-R₄ - 540 мс, R-R₅ - 560 мс, R-R₆ - 480 мс, R-R₇ - 540 мс, R-R₈ - 580 мс.

Комментарии

- Мелковолновая форма мерцания предсердий с постоянным источником ритма (водителем ритма) в проксимальной части атриовентрикулярного соединения (в догисовой части).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

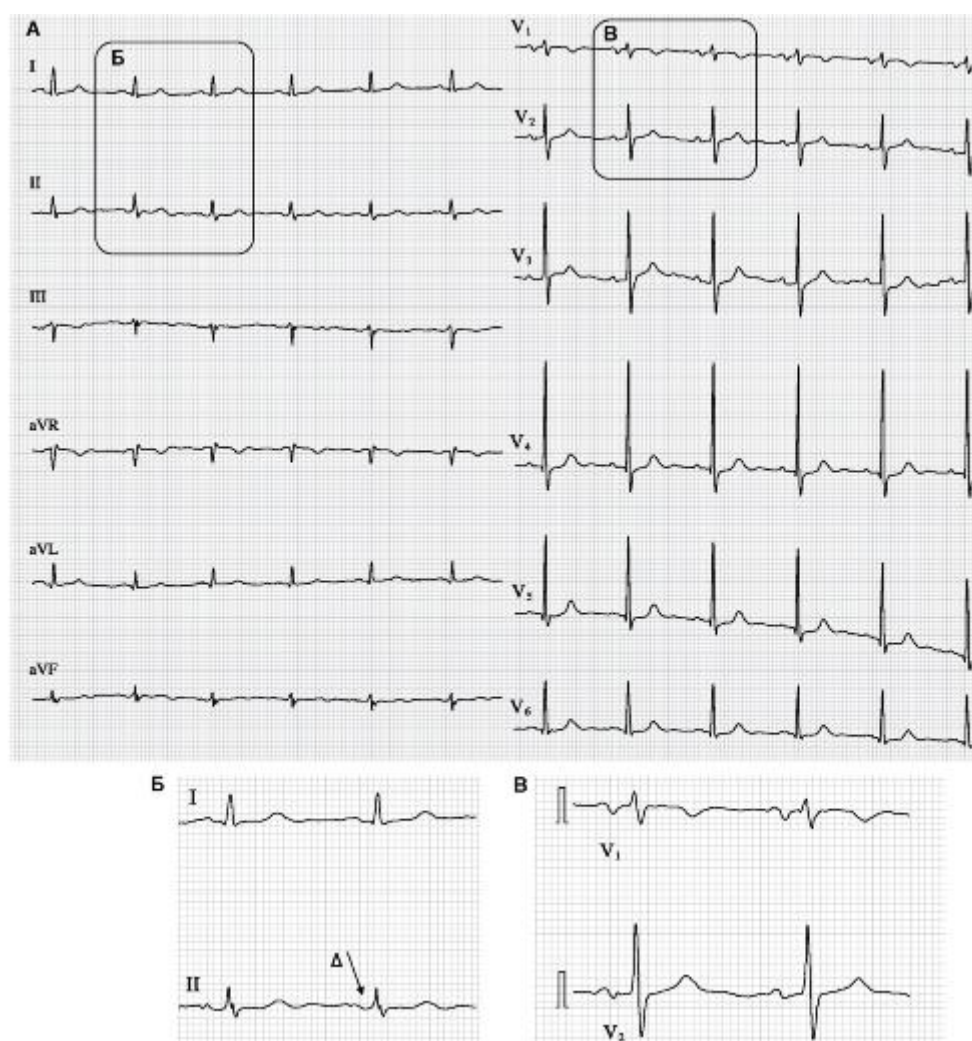


Рис. 2.1.45. Синусовый ритм

ЧСС - 68 в минуту (R-R - 916 мс), QRS - 80 мс, P-Q - 200 мс, QRST - 480 мс.

Комментарии

- Малая суммарная амплитуда комплекса QRS во всех стандартных и усиленных отведениях от конечностей.
- Можно предположить наличие Δ -волны во II стандартном отведении, расщепление зубца P во II стандартном отведении.
- Двухфазный зубец P в отведении V₁.
- Резюме: нельзя исключить наличие синдрома WPW.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

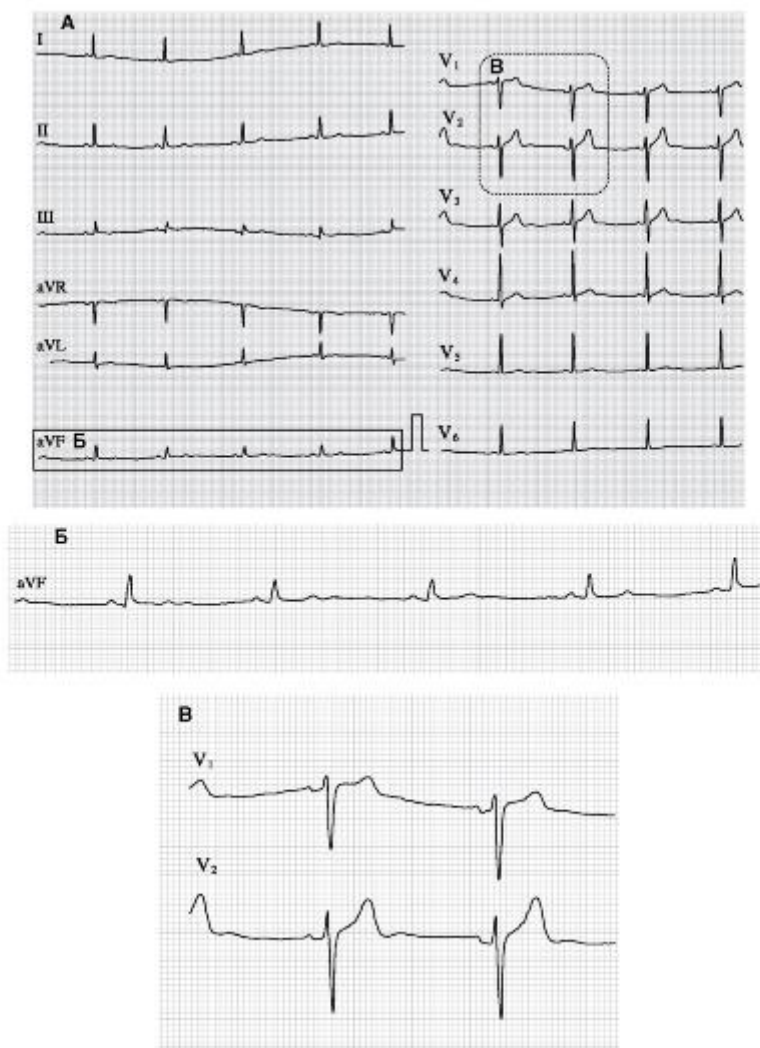


Рис. 2.1.46. ЭКГ при синусовом ритме

ЧСС - 54 в минуту (R-R - 1120 мс), QRS - 80 мс, P-Q - 120 мс, QRST - 400 мс.

А - общая запись отведений ЭКГ.

Б - увеличенный фрагмент II стандартного отведения.

В - увеличенный фрагмент правых грудных отведений V₁, V₂.

Комментарии

- Двухфазный зубец P в правом грудном отведении V₁.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

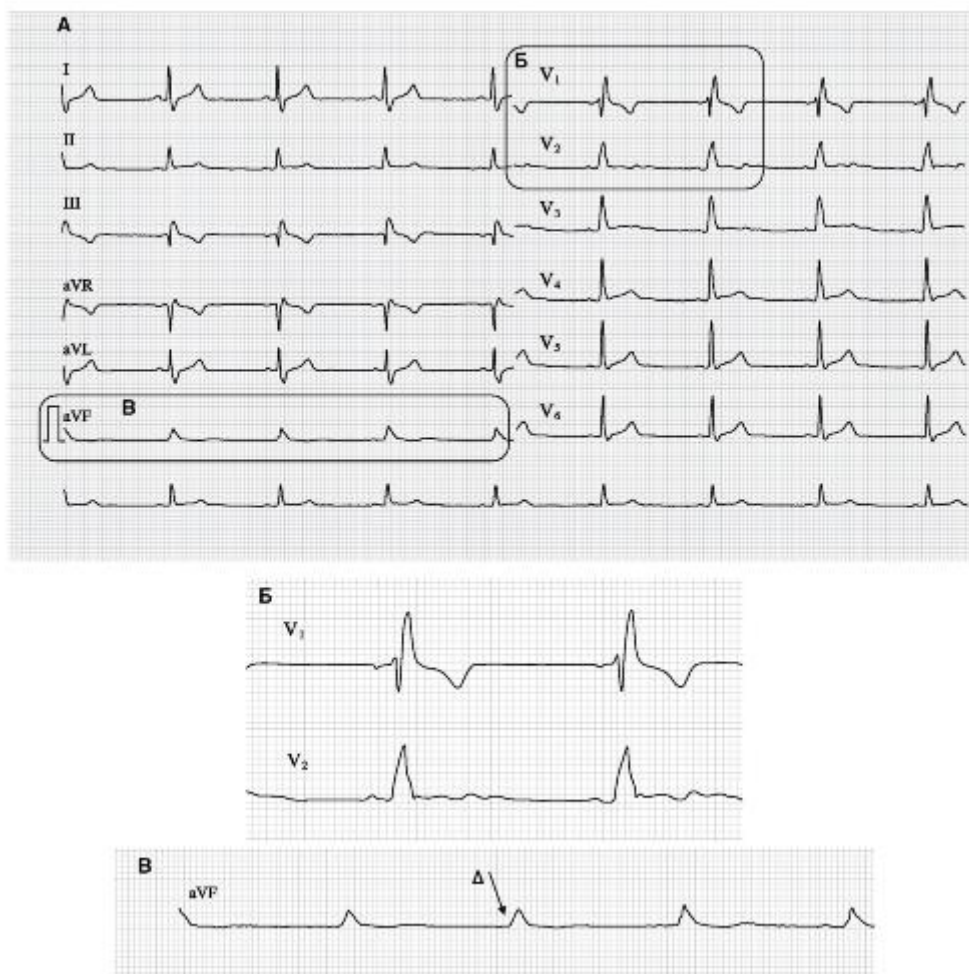


Рис. 2.1.47. ЭКГ при синусовом ритме

ЧСС - 50 в минуту, $R-R$ - 1200 мс, QRS - 144 мс, $P-Q$ - 136 мс, $QRST$ - 439 мс.

Комментарии

- Изменение комплекса QRS в усиленном от конечности aVF и правых грудных отведениях V_1, V_2 :

- А - фрагмент общей записи ЭКГ;

- Б - увеличенный фрагмент усиленного отведения от нижней конечности (правой ноги) с Δ -волной в отведении aVF ;

- В - увеличенный фрагмент правых грудных отведений V_1, V_2 с Δ -волной. Отрицательный зубец P в правом грудном отведении V_1 .

- Косовосходящий и нисходящий интервал $S-T$ в III стандартном и левых грудных V_5, V_6 отведениях.

- Сглаженный (на изолинии) зубец T в отведениях aVF, V_2, V_3 .

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

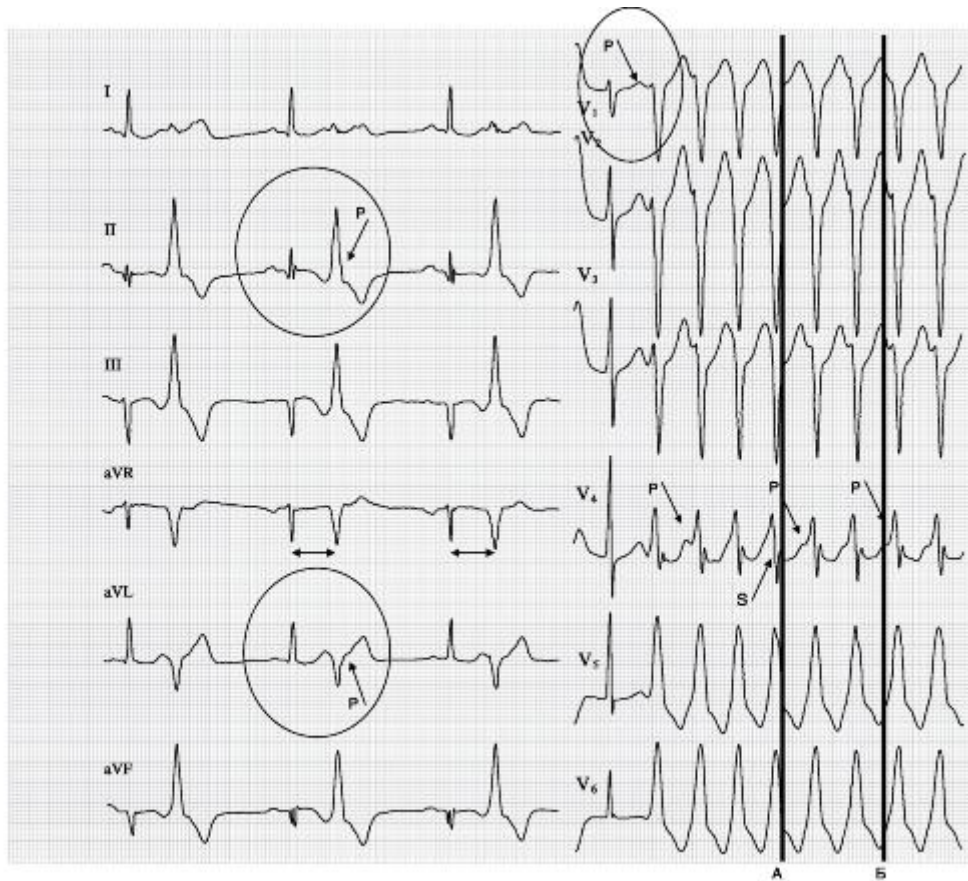


Рис. 2.1.48. Сцепленная экстрасистолия с пароксизмом желудочковой тахикардии

Комментарии

- Сцепленная экстрасистолия.
- Ретроградное проведение через узел с частичным поворотом ЭОС (III стандартное, aVL и aVF, усиленное от левой руки и нижней конечности, отведения).
- А - временная синхронизирующая линия для уточнения проекции зубца S в грудных отведениях.
- Б - временная синхронизирующая линия для уточнения проекции зубца P в грудных отведениях.
- Резюме: сцепленная внутриузловая реципрокная экстрасистолия и тахикардия.
- Развитие феномена диссоциации с интерференцией во время пароксизма тахикардии, т.е. нарушение проводимости в предсердно-желудочковом соединении.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

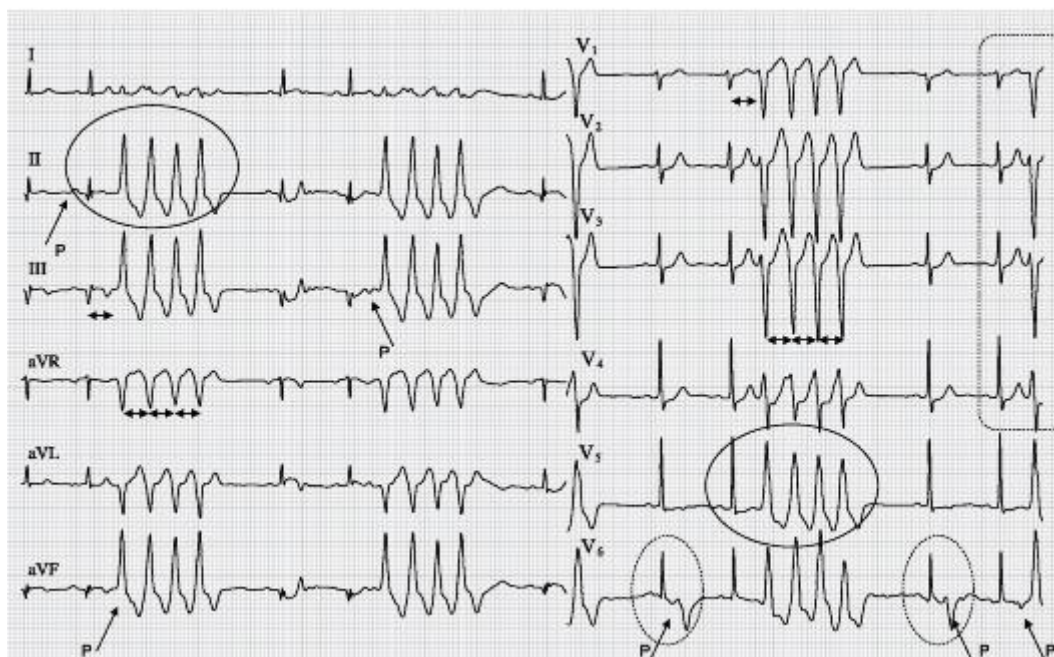


Рис. 2.1.49. Вариант пробежки желудочковой тахикардии с элементами реверсии ритма

$R-R$ - 800 мс (75 в минуту), QRS - 80 мс, $QRST$ - 280 мс, $R-R_t$ - 400 мс, $r-r$ - 280 мс, $R-R$ пауза 1000 мс.

Комментарии

- Пробежка узловой тахикардии с расширением QRS (желудочкового комплекса) и укорочением интервала $R-R$ (разогрев).
- Начало пробежки с переворота электрической оси желудочкового комплекса (только в усиленных aVL и грудном V_6 отведениях).
- Ретроградное проведение в предсердно-желудочковом узле после возникновения узловой экстрасистолы.
- Переворот электрической оси желудочков в грудных отведениях V_2 , V_3 , V_6 .
- Резюме: реципрокная внутриузловая тахикардия.

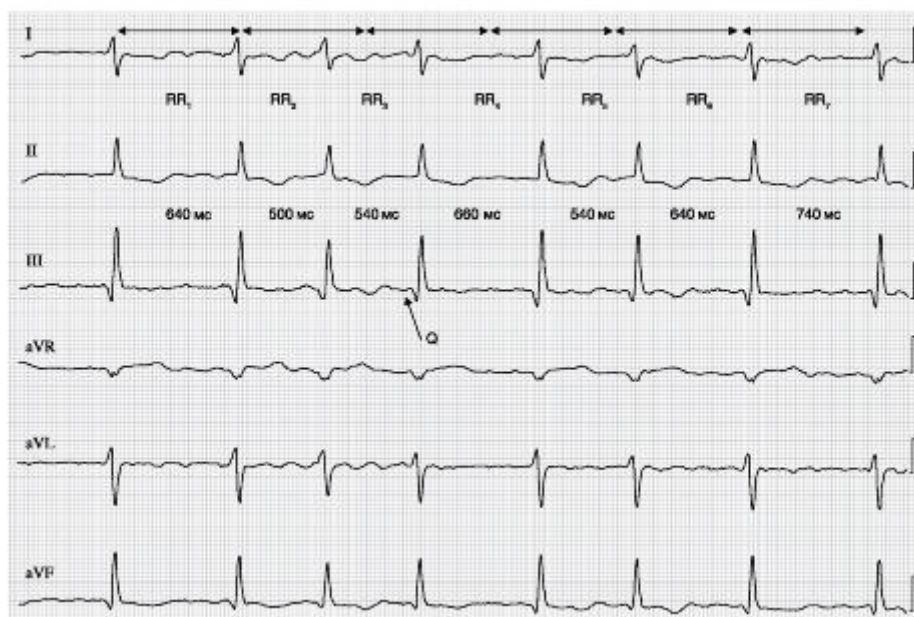


Рис. 2.1.50. Нормосистолическая форма мерцательной аритмии

QRS - 85 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

- Сглаженный зубец T в отведениях III стандартном и усиленном от конечностей aVL и aVF .
- Зубец Q в отведении III стандартном и комплекс QS в отведении, усиленном от конечности, aVR .

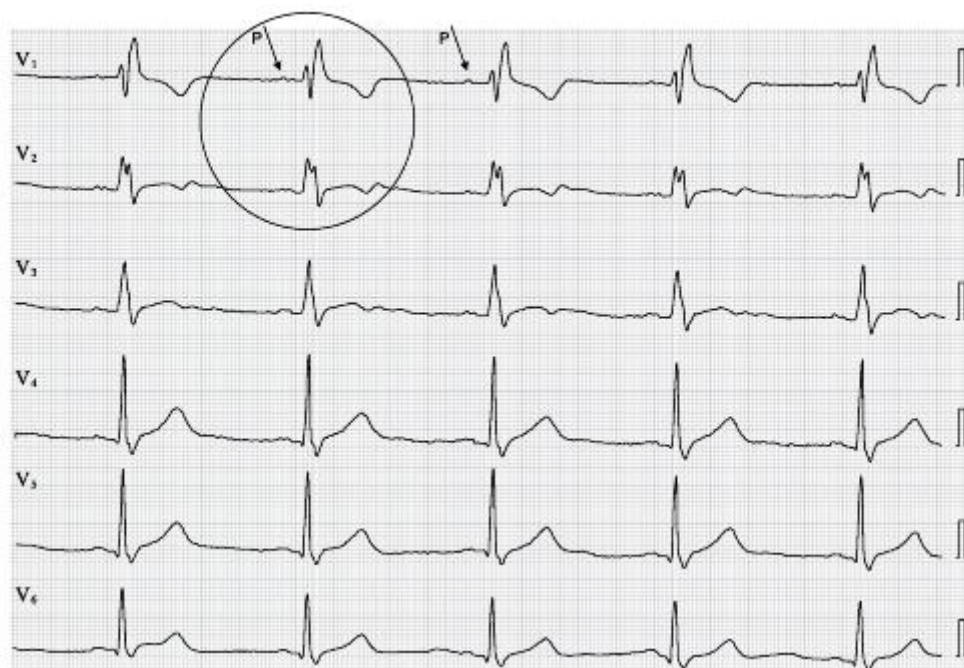


Рис. 2.1.51. Синусовый ритм с блокадой правой ножки пучка Гиса

$P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 400 мс, $R-R$ - 960 мс (63 в минуту).

Комментарии

- Вариант нормального синусового ритма с блокадой правой ножки пучка Гиса.



Рис. 2.1.52. Синусовая брадикардия с экстрасистолией $P-Q$ - 140 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 320 мс.

Комментарии

- Переходная зона в V_1 .
- Отрицательный зубец P в отведениях V_1, V_2 .

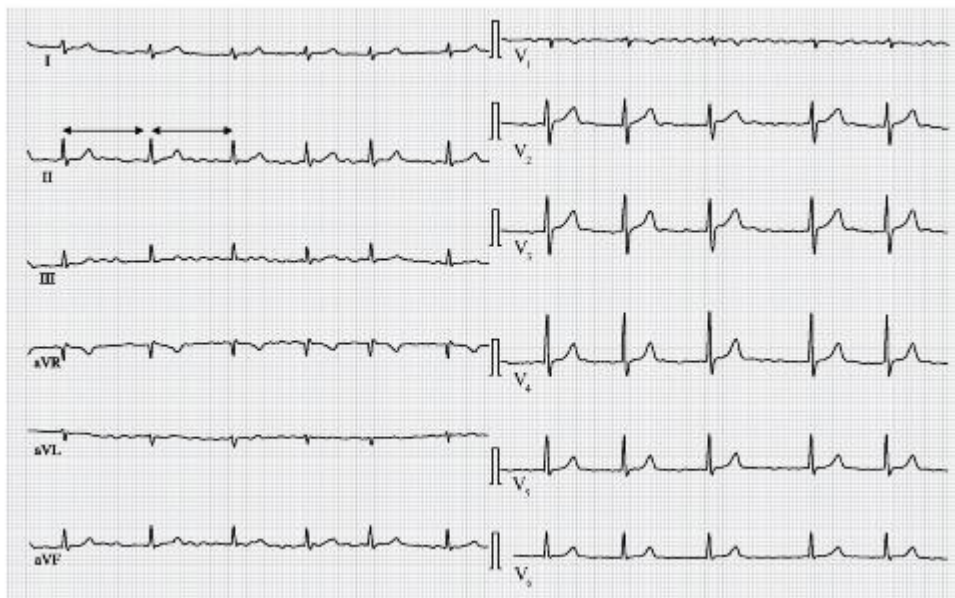


Рис. 2.1.53. Мерцательная аритмия

$R-R$ - 880-1080 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 369 мс.

Комментарии

- Значительное снижение суммарной амплитуды комплекса QRS .
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

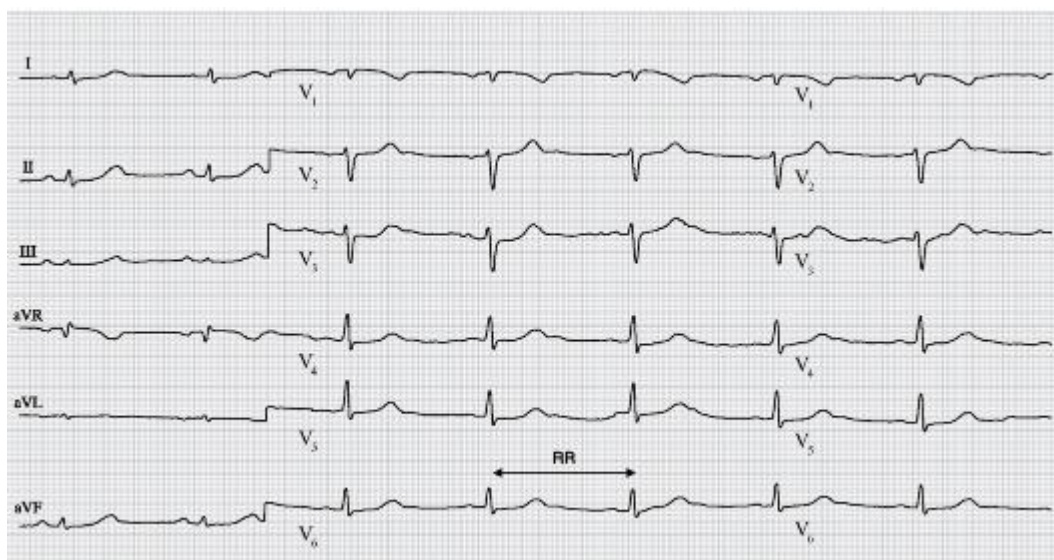
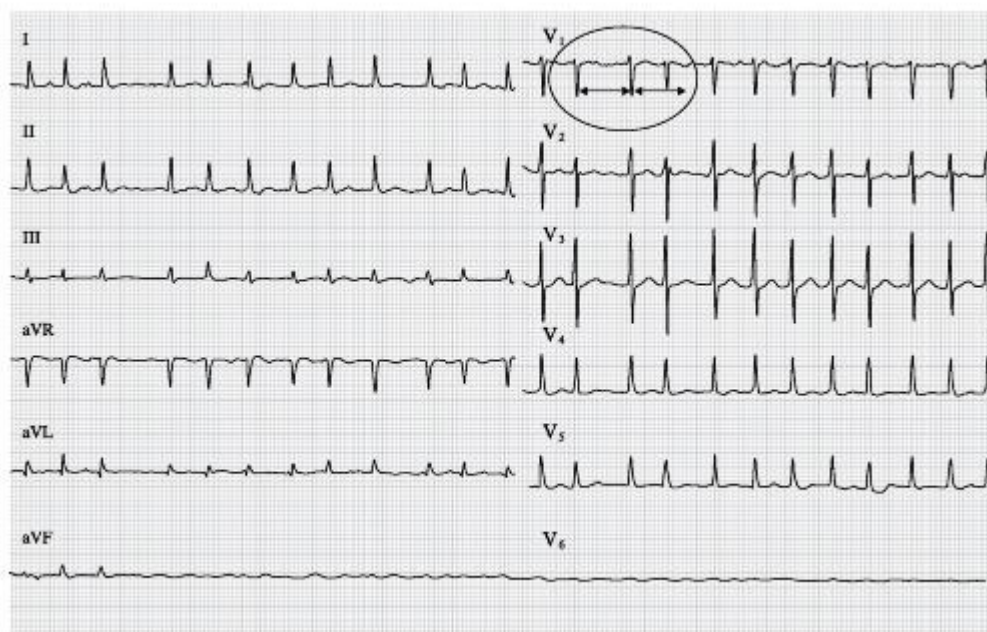


Рис. 2.1.54. Синусовый ритм

$P-Q$ - 140 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 500 мс, $R-R$ - 940 мс (64 в минуту).

Комментарии

- Пример нормального синусового ритма.
- Обращает внимание низкий суммарный вольтаж комплекса QRS , сглаженность зубца T в усиленном от конечности отведении aVL .
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Комментарии

- Обычный вариант тахисистолической формы мерцательной аритмии с незначительной дисперсией частоты ритма (с малой величиной дефицита пульса, нет экстрасистолии).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

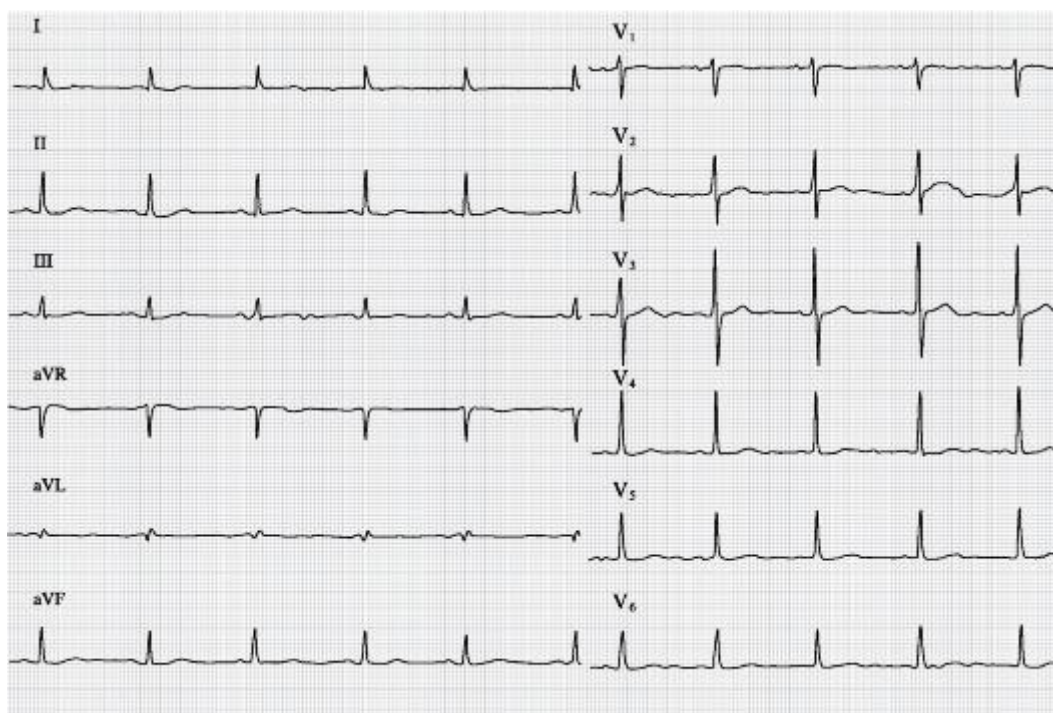


Рис. 2.1.56. Синусовая тахикардия

$R-R$ - 440 мс, $P-Q_s$ - 140 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

- Нормально сформированная электрокардиограмма при синусовом ритме.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

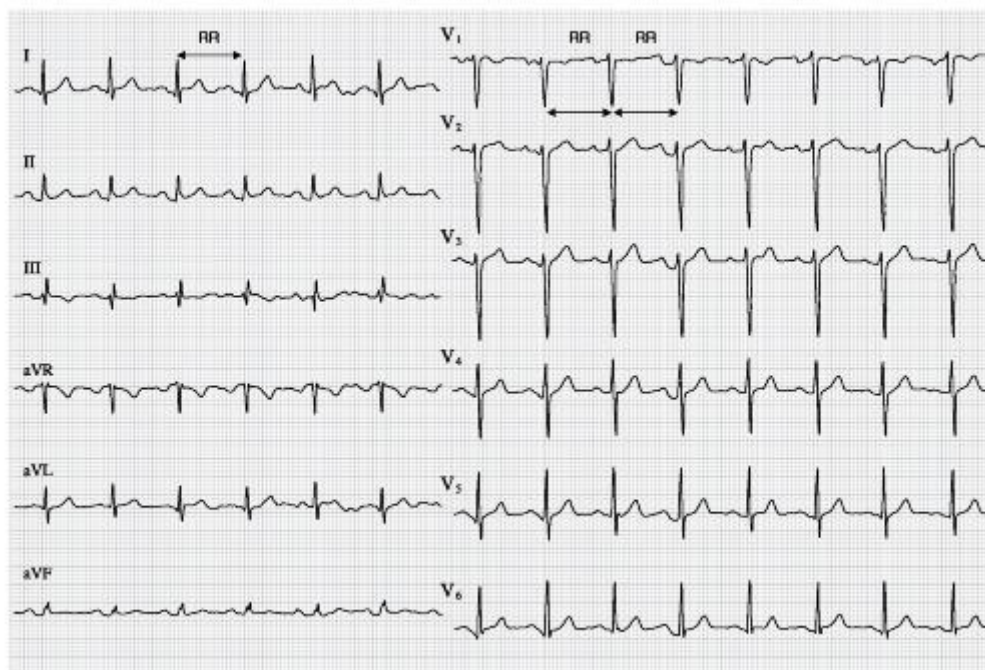


Рис. 2.1.57. Синусовая тахикардия

$R-R$ - 360 мс, $P-Q_s$ - 120 мс, QRS - 80 мс, QRS - 140 мс, $QRST$ - 460 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

- Нормальная конфигурации при синусовой тахикардии.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

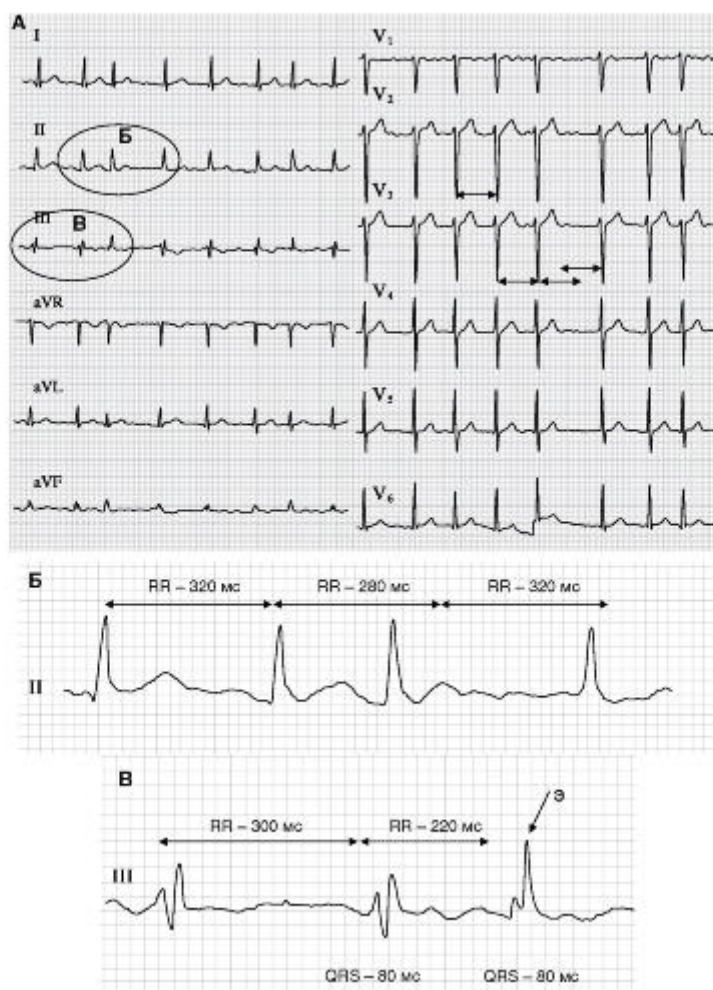


Рис. 2.1.58. Неправильная форма трепетания предсердий QRS - 80 мс, QRST - 360 мс.

Комментарии

- А - общий вид ЭКГ при нормосистолической форме трепетания предсердий.
- Б - фрагмент общей ЭКГ во II стандартном отделении не позволяет определить источник ритма сердца при явном формальном признаке экстрасистолы. Все QRS-комплексы практически имеют одинаковую морфологическую картину. Можно отметить отсутствие зубца Q в 3-м и 4-м комплексах.
- В - фрагмент общий ЭКГ в III стандартном отведении, предсердная экстрасистола с частичным изменением проведения в предсердно-желудочковом узле и поворотом электрической оси.
- Резюме: возможный вариант течения аритмии при синдроме преждевременного возбуждения желудочков и персистирующей блокаде задней ветви пучка Гиса.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

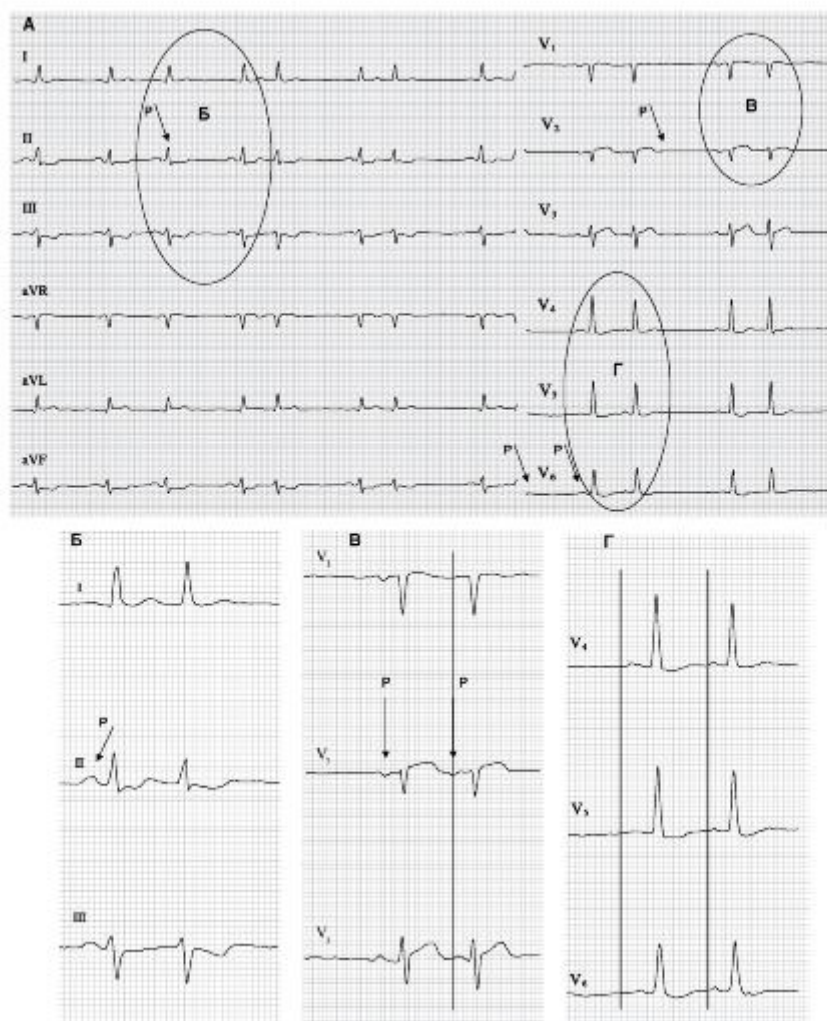


Рис. 2.1.59. Синусовая аритмия со сцепленной предсердной экстрасистолией

$P-Q$ - 120 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 360 мс, $R-R$ - 880 мс, постэкстрасистолическая пауза $R-R$ - 1320 мс.

Комментарии

- Снижена амплитуда зубца R во всех стандартных и усиленных отведениях ЭКГ (А).
- При анализе механизма сцепленной экстрасистолы во II и III стандартном отведении (Б - увеличенный фрагмент) отсутствует зубец P без изменения конфигурации комплекса QRS .
- Сцепленная экстрасистола в грудных отведениях (В - увеличенный фрагмент) возникает в заднеперегородочной области (отрицательный зубец P в отведении V_2 и положительный в V_3) с укорочением интервала $P-Q$ ($P-Q$ в отведении V_2 - 200 мс и V_3 в отведении PQ - 160 мс) в отведении V_1 . В левых грудных отведениях интервал $P-Q$ меняет длительность в противоположную сторону, удлиняется в экстрасистоле (Г - увеличенный фрагмент).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

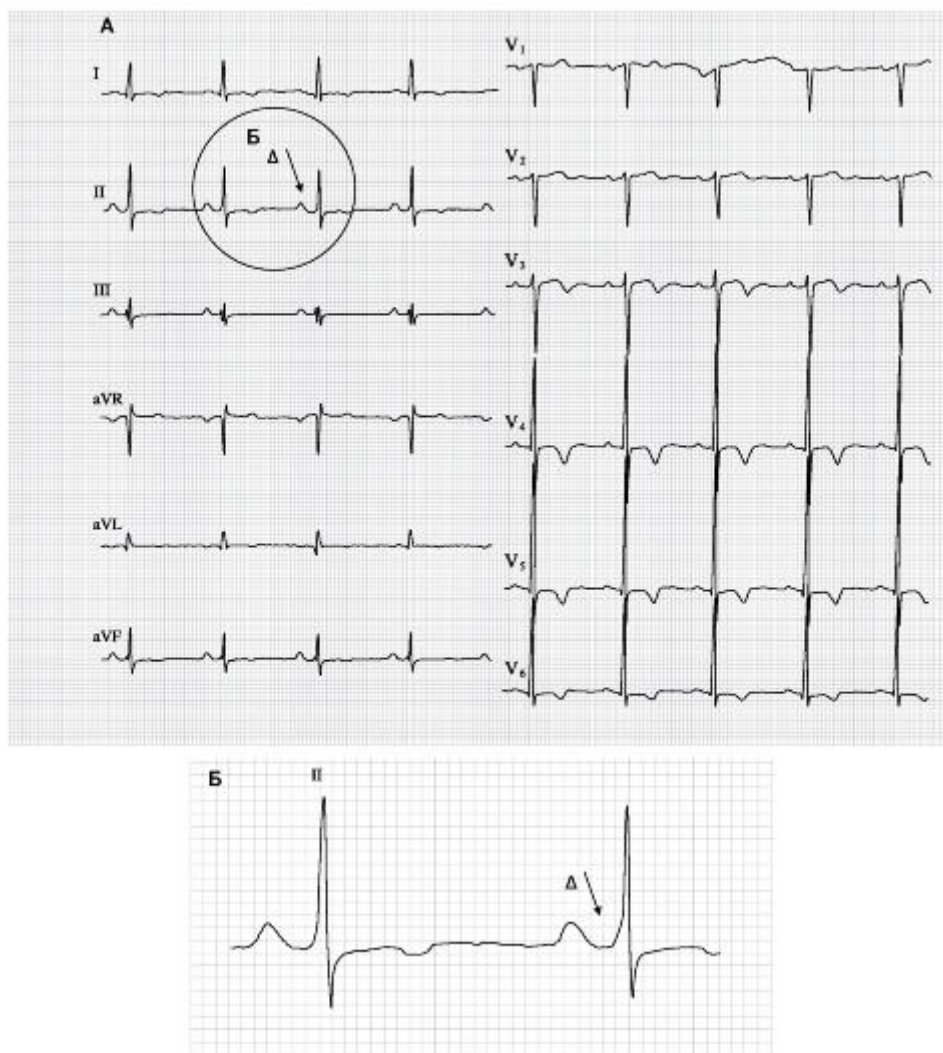


Рис. 2.1.60. Синусовый ритм при синдроме WPW

P - Q - 160 мс, QRS - 80 мс, Q - T - 480 мс, R - R - 920 мс.

Комментарии

- А - исходная ЭКГ.
- Б - увеличенный фрагмент кардиограммы II стандартного отведения, где можно видеть вариант Δ -волны.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

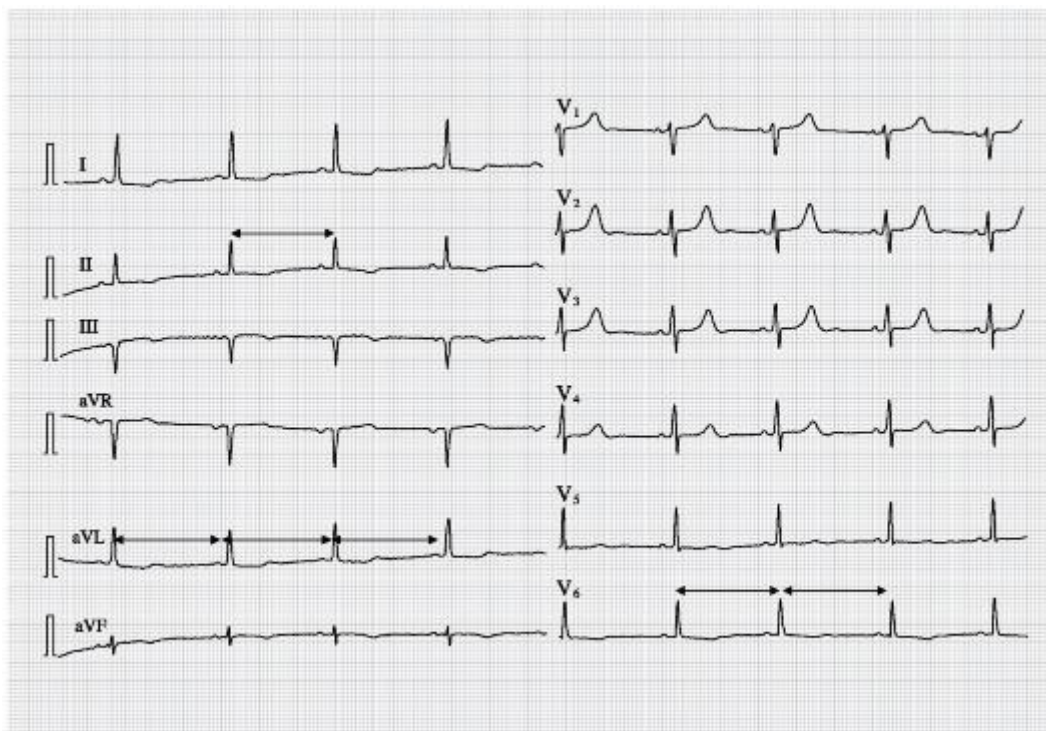


Рис. 2.1.61. Синусовая аритмия

P - Q - 120 мс, QRS - 96 мс, Q - T - 522 мс, R - R - 52 в минуту.

Комментарии

- Вариант нормальной ЭКГ с синусовой аритмией (неравномерность интервалов R - R в пределах 2-3 комплексов).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

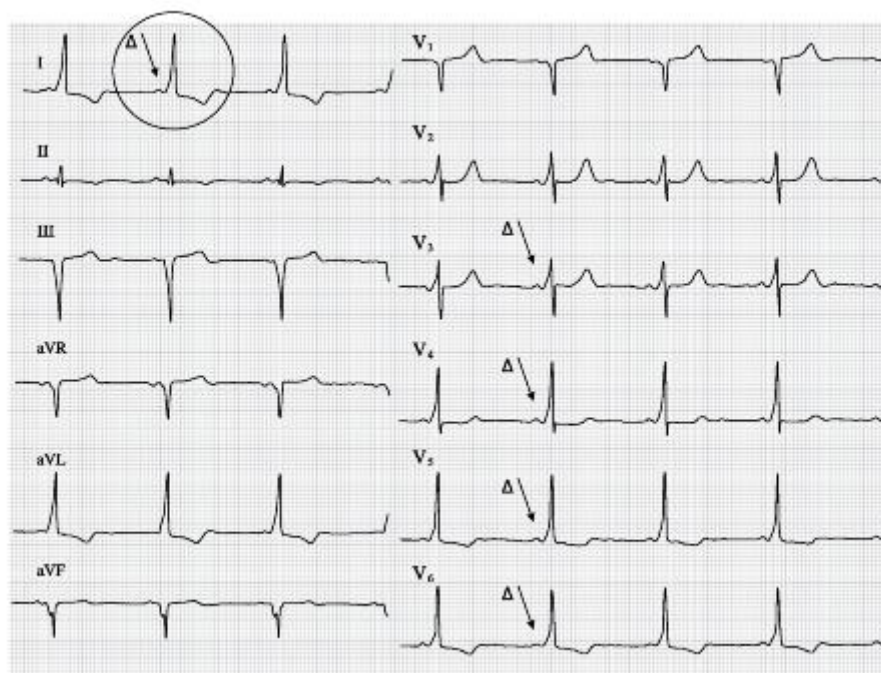


Рис. 2.1.62. Синусовый ритм при синдроме WPW с экстрасистолией

P - Q - 160 мс, QRS - 80 мс, Q - T - 1200 мс, R - R - 480-920 (520-640) мс.

Комментарии

- Вариант ЭКГ при синдроме WPW типа АВ.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

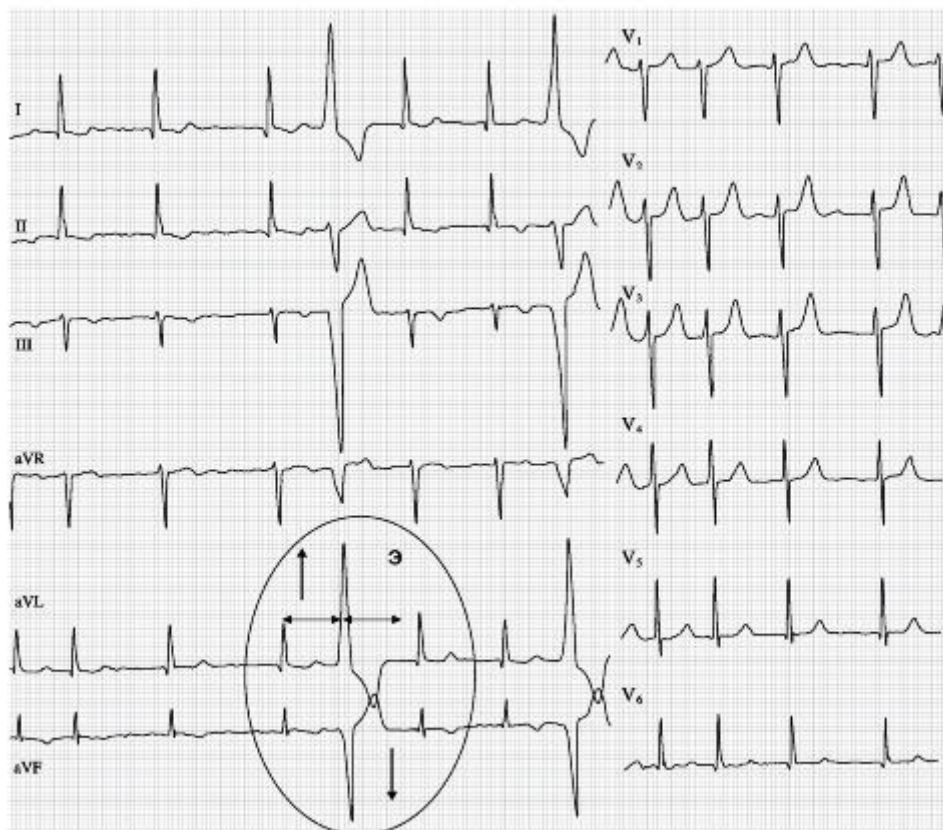


Рис. 2.1.63. Мерцательная аритмия при синдроме WPW

P-Q - 160 мс, *QRS* - 80 мс, *Q-T* - 1200 мс, *R-R* - 480-920 (520-640) мс.

Комментарии

- Вариант МА при синдроме WPW с вставочной предсердной экстрасистолой.
- Переворот электрической оси во время экстрасистолы зарегистрирован только в усиленном отведении от нижней конечности.
- Отсутствует постэкстрасистолическая пауза.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

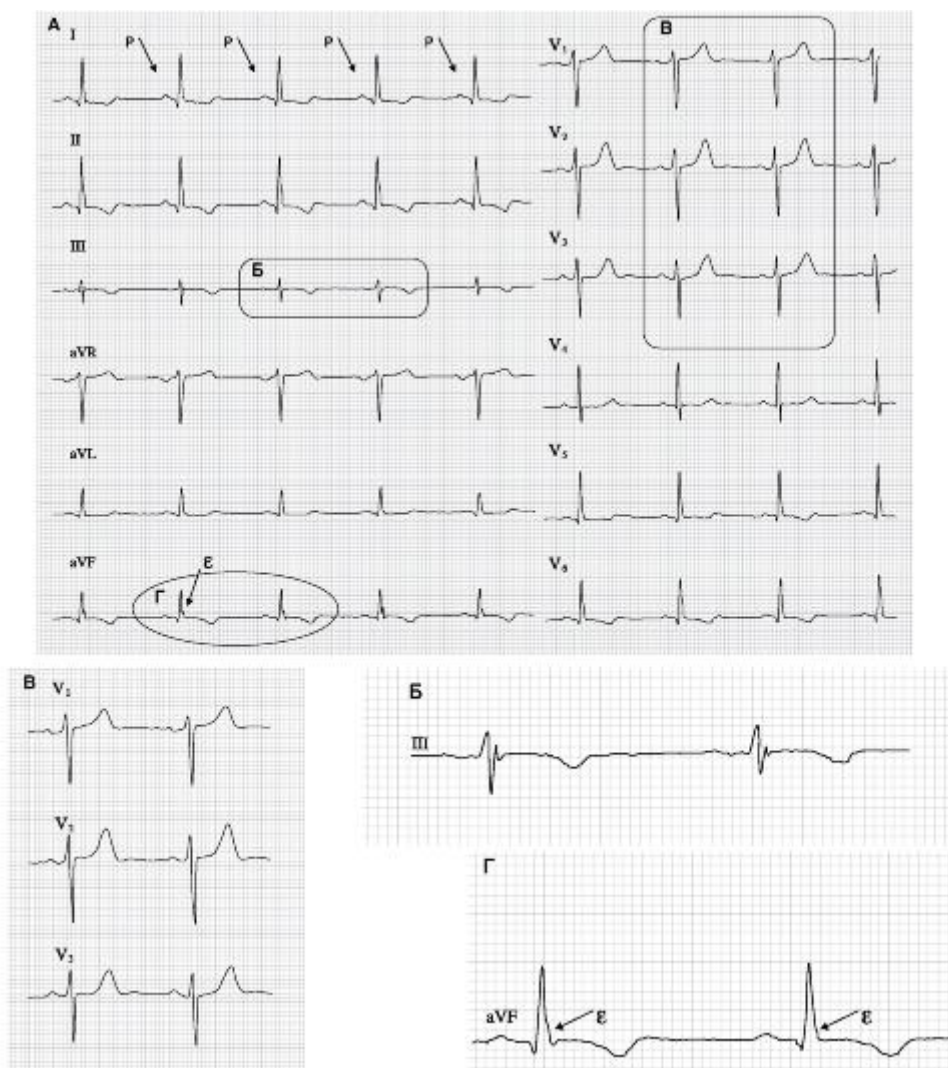


Рис. 2.1.64. Синусовый ритм

$P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $Q-T$ - 1200 мс.

Комментарии

- А - общий вид ЭКГ.
- Б - увеличенный фрагмент III стандартного отведения, изменения начальной части комплекса QRS, как при феномене WPW.
- В - увеличенный фрагмент отведений V_1 , V_2 , V_3 с изменениями, характерными для феномена WPW типа А.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

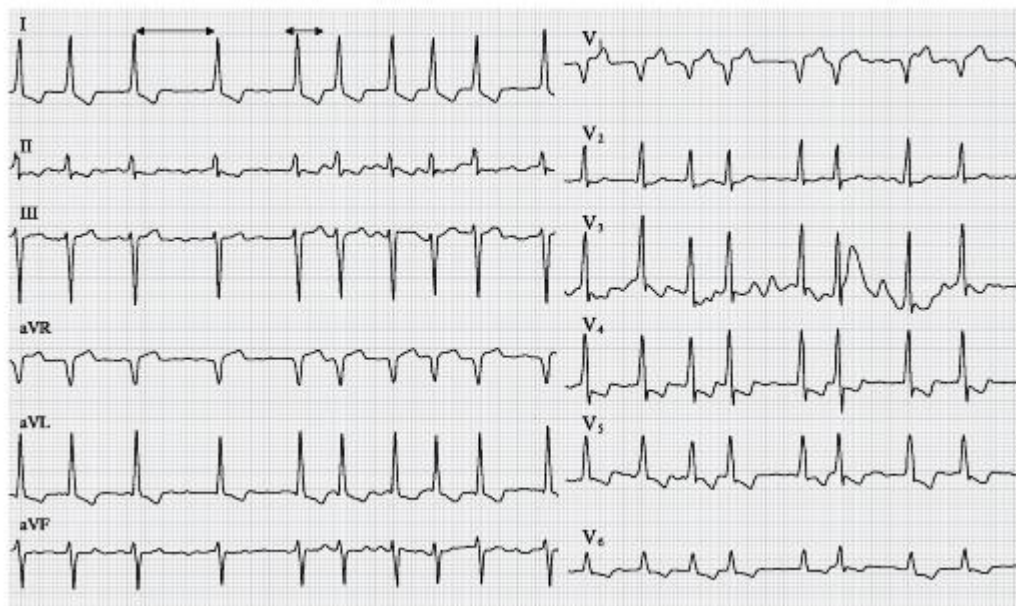


Рис. 2.1.65. Мерцательная аритмия, блокада левой задней ветви пучка Гиса QRS- 60 мс, Q-T - 280 мс, R-R \neq R-R (410-920 мс).

Комментарии

- Мерцательная аритмия с пробежками узловой тахикардии.
- Q-S в отведениях aVR и V₁.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

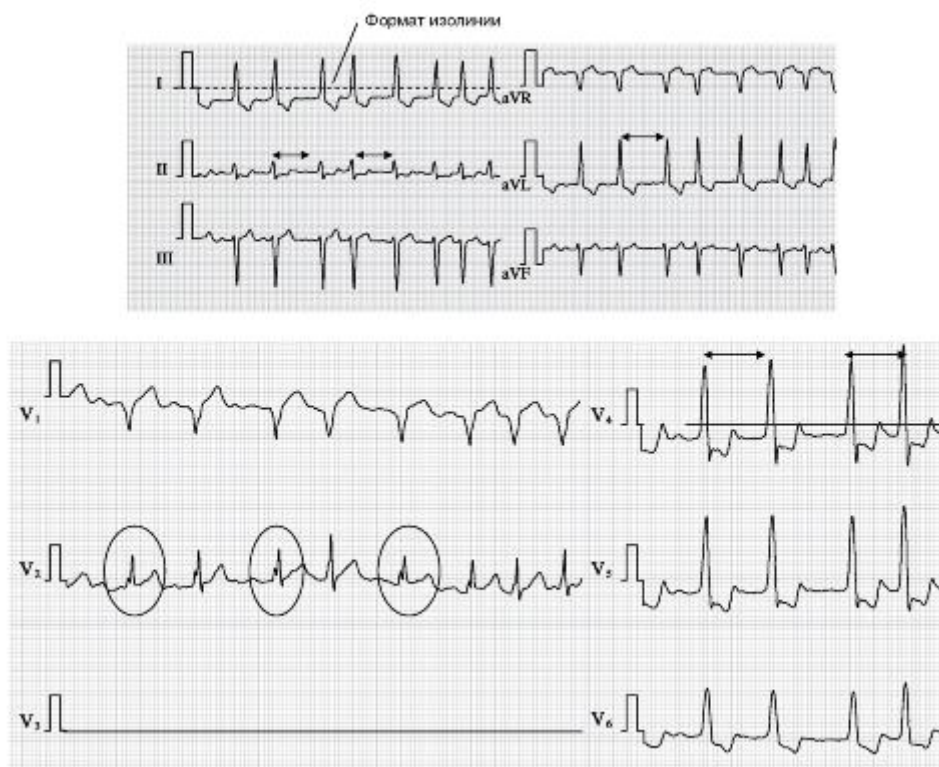


Рис. 2.1.66. Мерцательная аритмия, блокада задней левой ветви пучка Гиса с вариантом бигеминии QRS - 60 мс, Q-T - 320 мс, R-R \neq R-R (400-680-720 мс).

Комментарии

- Определение отклонения сегмента *ST* от изолинии: проводят прямую, соединяющую нижние точки начала желудочкового (*QRS*) комплекса. Бигеминия хорошо видна в грудном отведении V_2 .

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

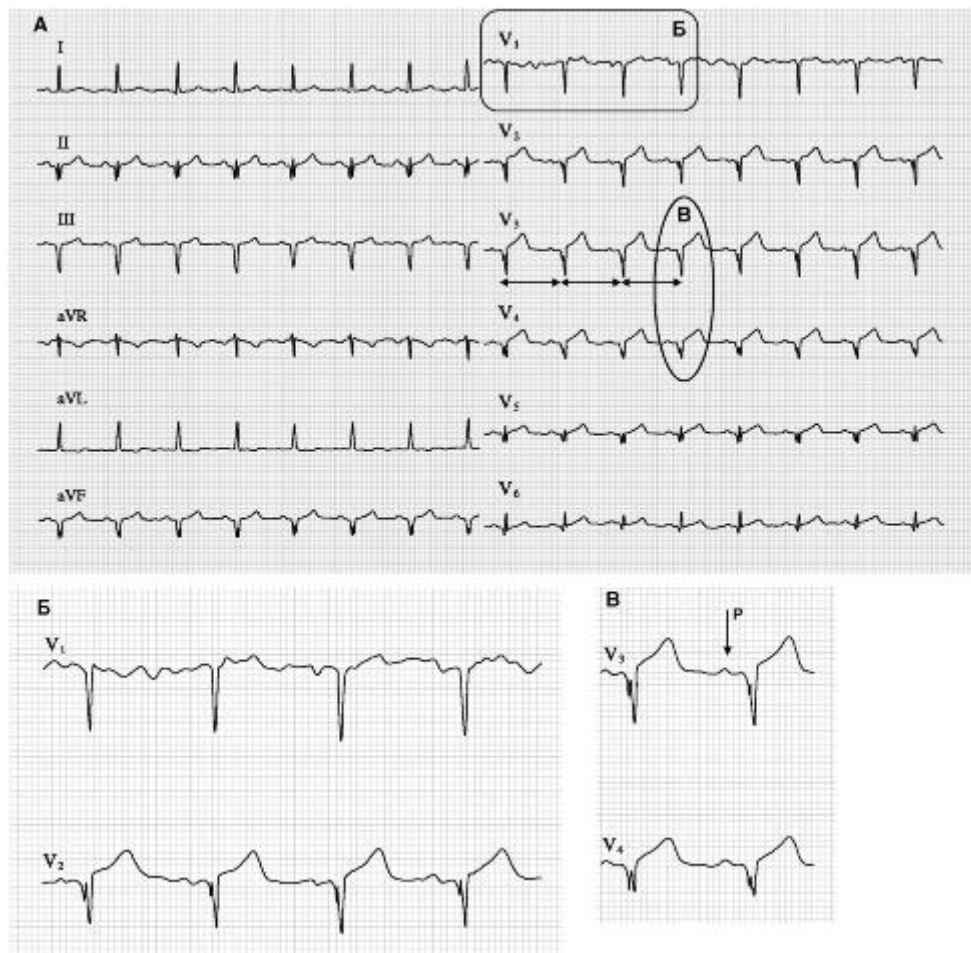


Рис. 2.1.67. Синусовый ритм, блокада задней левой ветви пучка Гиса $QRS - 80$ мс, $Q-T - 360$ мс, $R-R - 720$ мс.

Комментарии

- Низкий вольтаж желудочкового комплекса во всех отведениях.
- Переходная зона в левом грудном отведении V_5 .
- Конфигурация желудочкового комплекса *QS* в отведениях: III стандартном, *aVF* (усиленном от нижней конечности) и V_1, V_2, V_3 (грудных).
- Отмечается альтернация зубца *P* в течение цикла записи. Наиболее отчетливо она заметна в I стандартном и V_1, V_2 грудных (Б - увеличенный фрагмент).
- В - изменение конфигурации желудочкового комплекса в грудных отведениях V_3, V_4 .
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

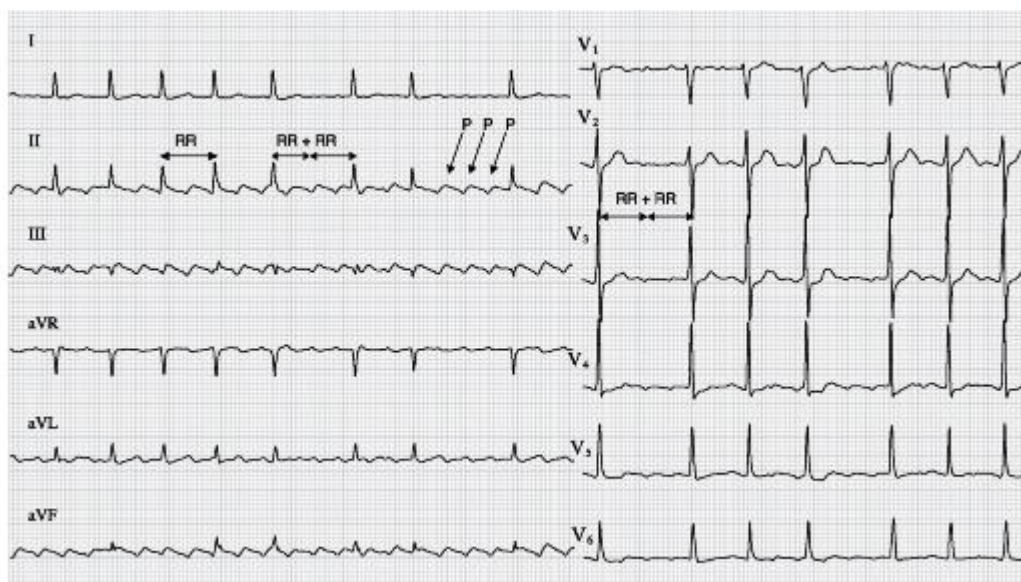


Рис. 2.1.68. Неправильная форма трепетания предсердий
ЧСС - 140 в минуту, QRS - 80 мс, Q-T - 400 мс, R-R \neq R-R (560-920 мс).

Комментарии

- Пилообразное возбуждение предсердий, характерное для неправильной формы трепетания предсердий.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

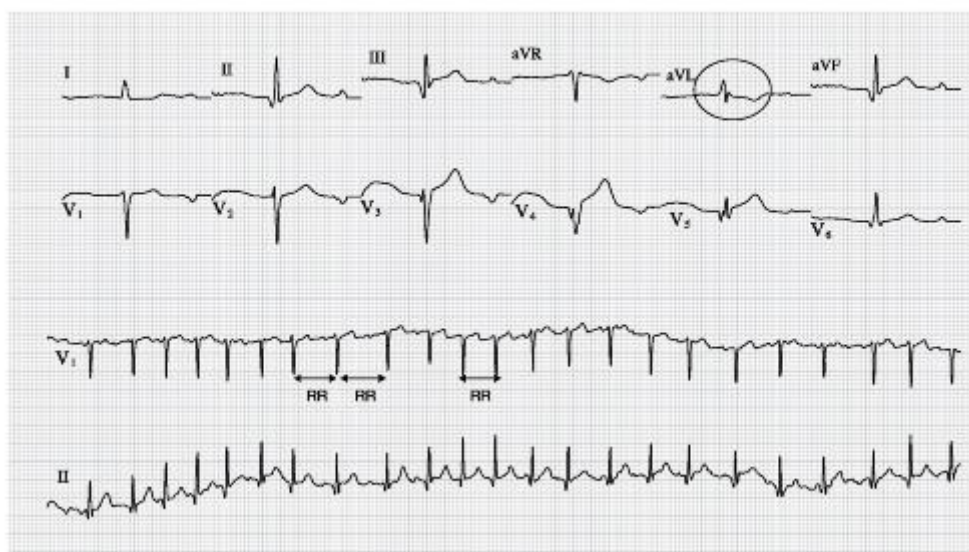


Рис. 2.1.69. Тахисистолическая форма мерцательной аритмии
ЧСС - 150 в минуту, QRS - 80 мс, Q-T - 270 мс, R-R * R-R (428-320 мс).

Комментарии

- Анализ ЭКГ и морфологии комплекса QRS.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

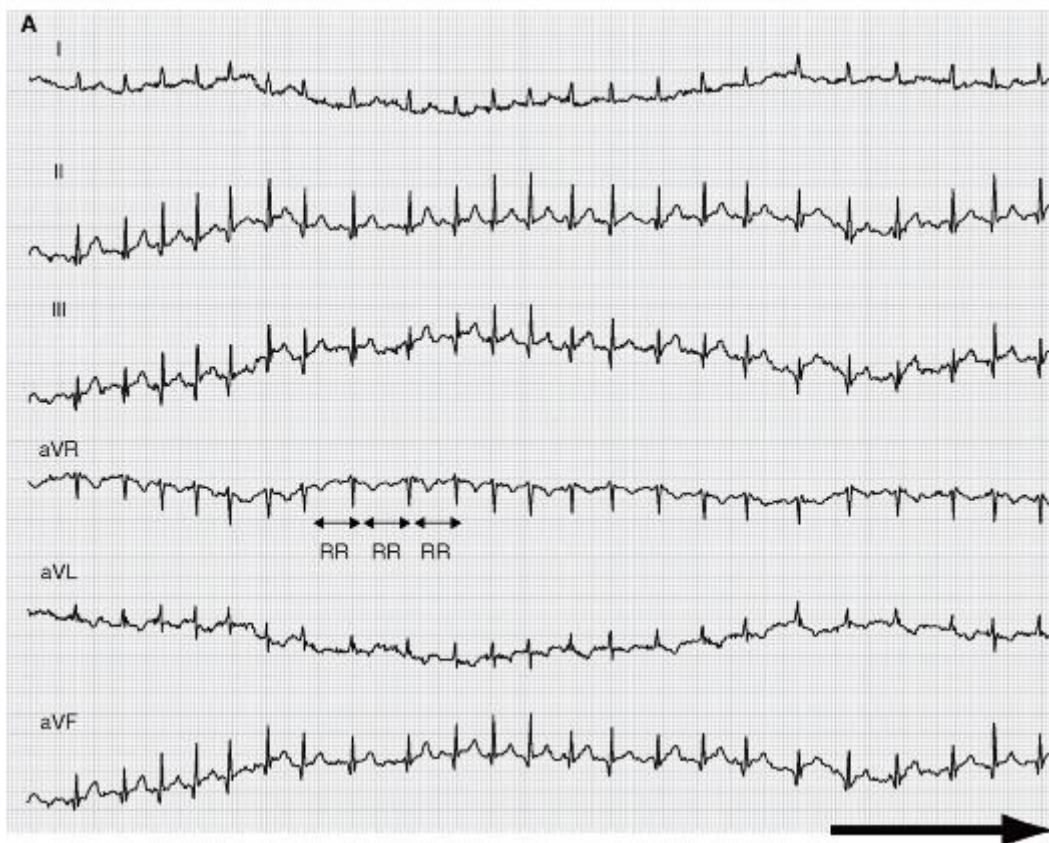


Рис. 2.1.70. Тахисистолическая форма мерцательной аритмии
 ЧСС - 156 в минуту, QRS - 80 мс, Q-T - 270 мс, $R-R \neq R-R$ (428-320 мс).

Комментарии

- Интервалы $R-R$ неравны между собой в зарегистрированном отрезке ЭКГ.
- Источник ведения ритма АВ-узел.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

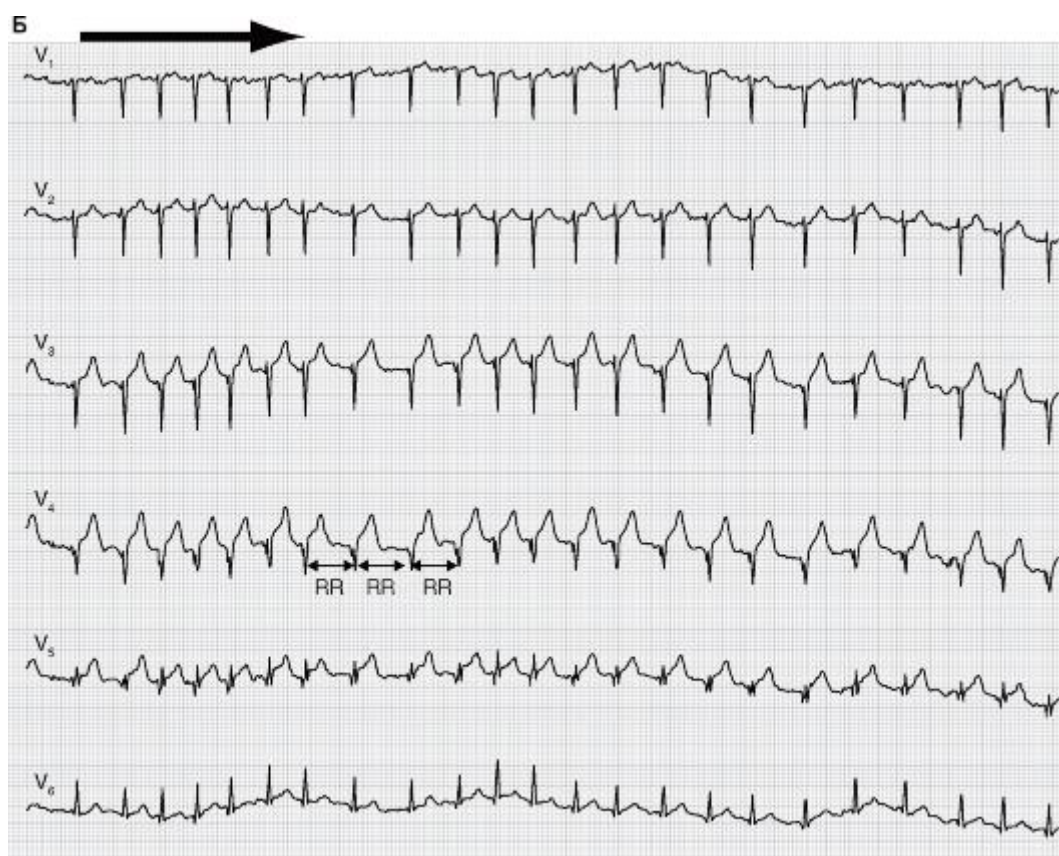


Рис. 2.1.70. Окончание

Комментарии

- Переходная зона в левом грудном отведении V_5 .
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

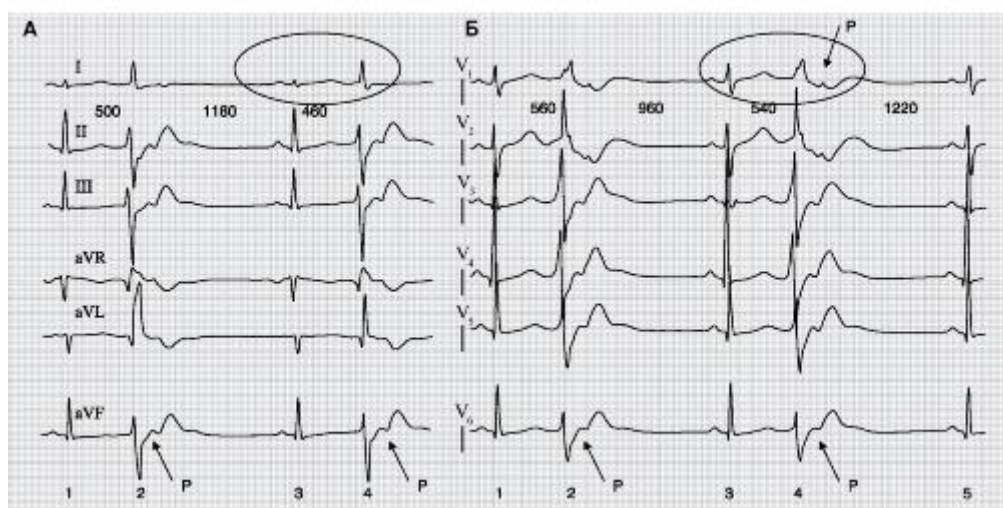


Рис. 2.1.71. Вариант синусовой аритмии по типу бигеминии с ретроградным проведением

P - Q - 120 мс, QRS - 100 мс, $QRST$ - 360 мс, R - P - 200 мс, QRS в отведении V_1 - 160 мс.

А = R_1 - R_2 - 500 мс, R_2 - R_3 - 1180 мс, R_3 - R_4 - 460 мс.

Б = R_1 - R_2 - 560 мс, R_2 - R_3 - 1160 мс, R_3 - R_4 - 540 мс, R_4 - R_5 - 1220 мс.

Комментарии

- Сцепленная экстрасистолия на фоне синусового ритма с ретроградным проведением по предсердно-желудочковому узлу и блокадой правой ножки пучка Гиса. Основное продольное блокирование регистрируется в крайне правых и левых грудных отведениях (V_1 и V_6) и II стандартном, а также блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса.

- Ретроградное проведение составляет 200 мс, что можно отнести к медленному ретроградному проведению.

- «1» и «2» - примеры сцепленной экстрасистолии с ретроградным проведением.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

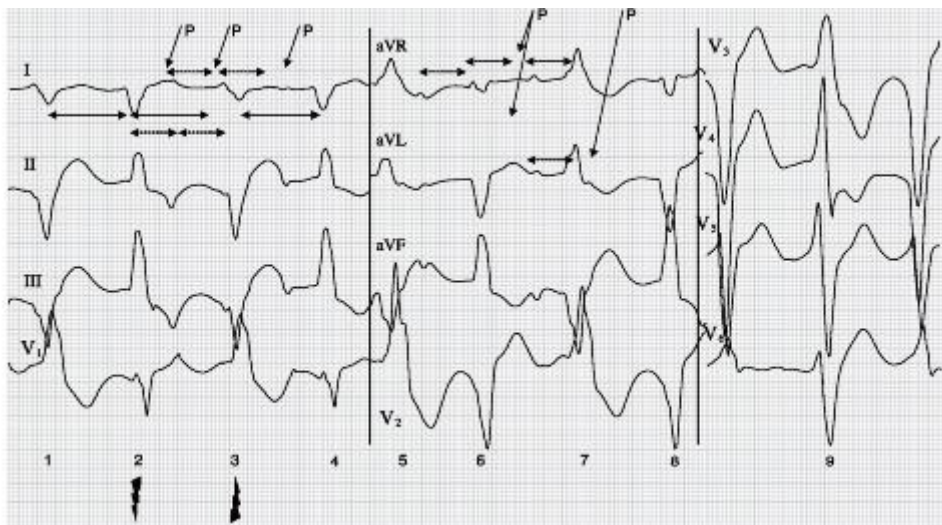


Рис. 2.1.72. Узловой ритм по типу полифокусной экстрасистолии *torsade de pointes*

Комментарии

- Период (частота) следования желудочковых комплексов (RR) меньше, чем период следования (интервалов) возбуждения предсердий (PP) или $R-R > P-P$, т.е. полная предсердно-желудочковая блокада (АВ-блокада).

- Источником или водителем ритма является верхняя часть предсердно-желудочкового узла с продольной внутриузловой диссоциацией.

- Полный поворот ЭОС на 180° при бигеминии.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

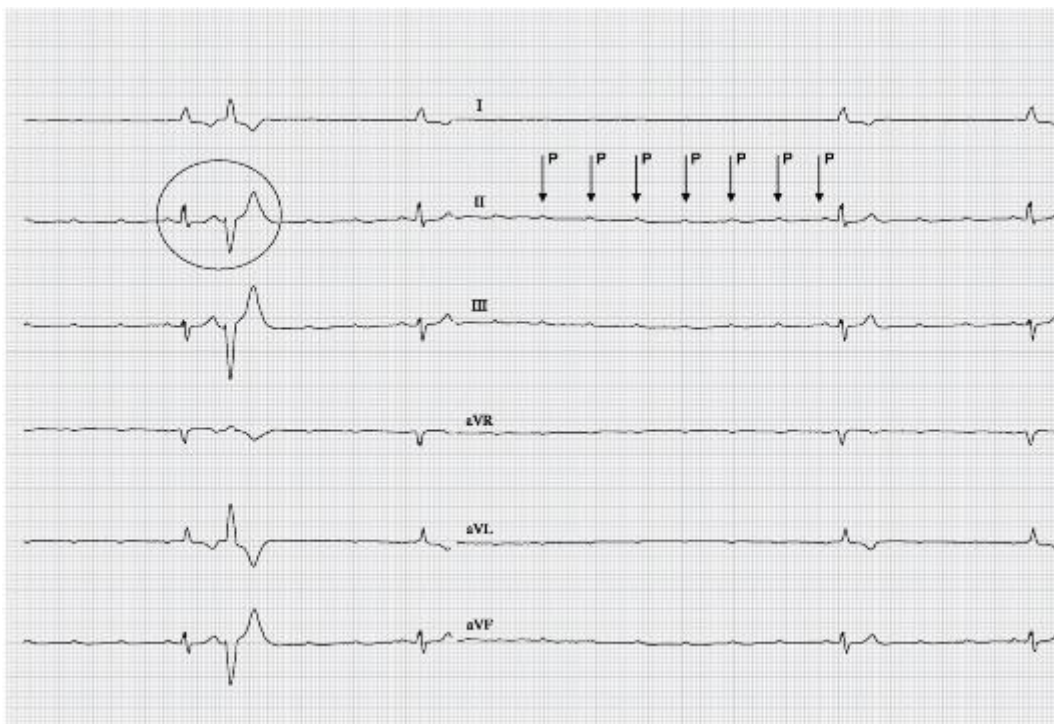


Рис. 2.1.73. АВ-блокада I степени со сцепленной узловой экстрасистолией
 $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 480 мс, QRS' - 160 мс, $QRST'$ - 560 мс,
 S_1S_2 - 112 мс, S_1S_1 (S_2S_2) - 500 мс.

Комментарии

- Периодическое предсердно-желудочковое проведение ($P-Q$ - 200 мс).
- Паузы до 8 с.
- Сцепленная узловая экстрасистола (индекс Лоуна 160 мс).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

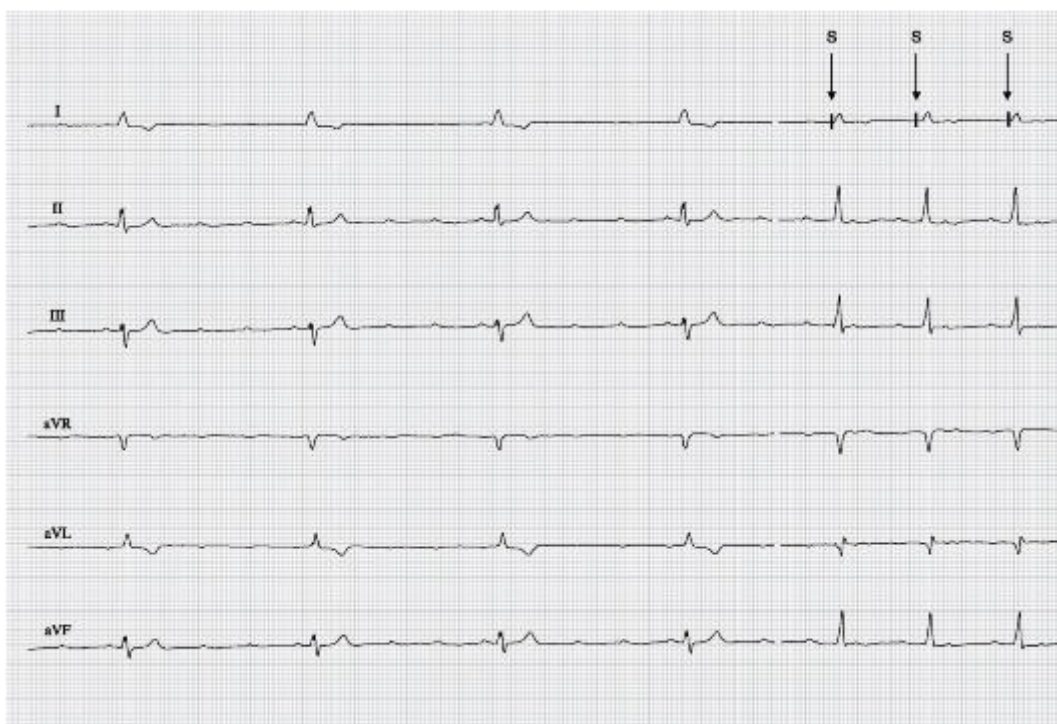


Рис. 2.1.74. АВ-блокада типа Мебитц II 3:1 и навязанный ритм

P - Q - 100 мс, QRS - 60 мс, $QRST$ - 260 мс, P - P - 300 мс, R - R - 2200 мс (38 в минуту).

Режим (интервал) стимуляции: S_1S_1 (S_2S_2) - 500 мс, $QRST$ - 260 мс.

Комментарии

- Можно видеть, что ширина и форма комплекса QRS в некоторых отведениях не изменяется при эндокардиальной электростимуляции.
- Скорость записи 5 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

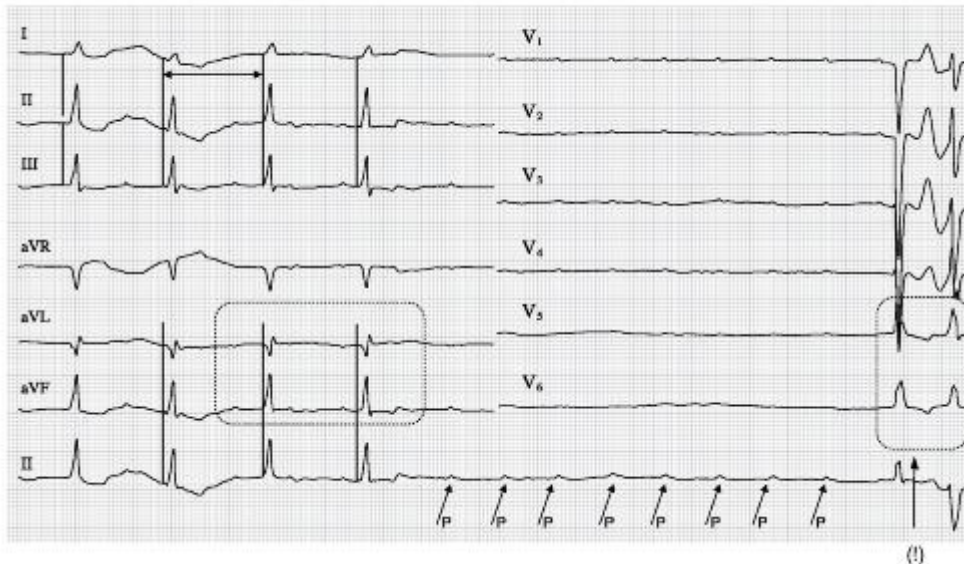


Рис. 2.1.75. АВ-блокада типа Мебитц II 3:1 и навязанный ритм

P - P - 560 мс (107 в минуту), P - Q - 200 мс, QRS - 120 мс, $QRST$ - 360 мс, R - R - 600 мс, S - S - 1120 мс (54 в минуту).

Режим (интервал) стимуляции: S_2S_2 - 500 мс, $QRST$ - 260 мс. Комментарии

- В отведениях конфигурация желудочкового комплекса при спонтанном и навязанном ритме не изменяется.
- Сцепленная экстрасистола аналогична синусовому и навязанному ритму в усиленном отведении от нижней конечности, aVF .
- Во II стандартном отведении ЭОС при экстрасистоле поворачивается на 180° (*torsade depointes*) (!).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

2.2. Электрофизиологическое исследование при аритмиях

Чреспищеводное электрофизиологическое исследование

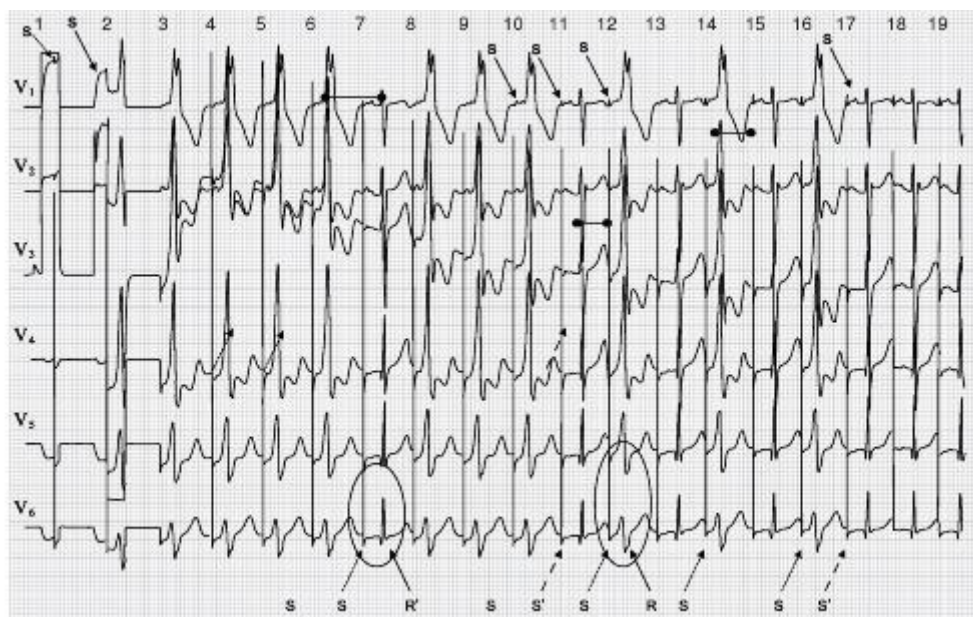


Рис. 2.2.1. Чреспищеводная ЭКГ при электростимуляции сердца

Комментарии

- Определение точки Венкебаха при персистирующем синдроме WPW.
- Программируемая ЭС с постоянным навязанным ритмом, при этом регистрируется изменение пути проведения с аномальным изменением комплекса QRS, слиянием зубца *P* с восходящей частью зубца *R* (3, 4, 5, 6; 8, 9, 10, 12, 14, 16), а также восстановлением нормального проведения по предсердиям и предсердно-желудочковому соединению (7, 11, 13, 15, 17, 18, 19).
- Регистрируется функционирование предсердно-желудочкового узла при предсердной электростимуляции, что указывает на возникновение феномена рефрактерности аномального проводящего пути (Н.Е. Введенский).
- Резюме: данное наблюдение позволяет рекомендовать назначение антиаритмической терапии для купирования приступов с высокой степенью эффективности.
- Скорость записи 25 мм/с.

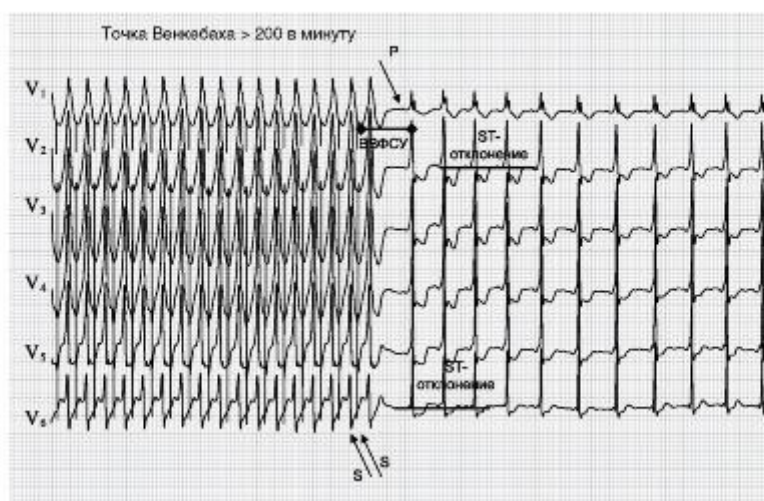


Рис. 2.2.2. Чреспищеводная ЭКГ при электрофизиологическом исследовании $QRS R-R$ (300 мс).

Комментарии

- Один из вариантов купирования приступа суправентрикулярной (СВ) тахикардии методом частой ЧПЭС.
- Частота проведения предсердно-желудочкового узла (точка Венкебаха не достигнута) составила 210 в минуту.
- Время восстановления спонтанного синусового ритма 750 мс. Время восстановления синусового узла при частой ЧПЭС при синдроме преждевременного возбуждения желудочков.
- На ЭКГ следует отметить наличие девиации интервала $S-T$ во всех грудных отведениях, что нередко развивается после купирования пароксизма тахикардии и является отражением субэндокардиальной ишемии.
- Скорость записи 25 мм/с.
- ВВФСУ - время восстановления функции синусового узла.

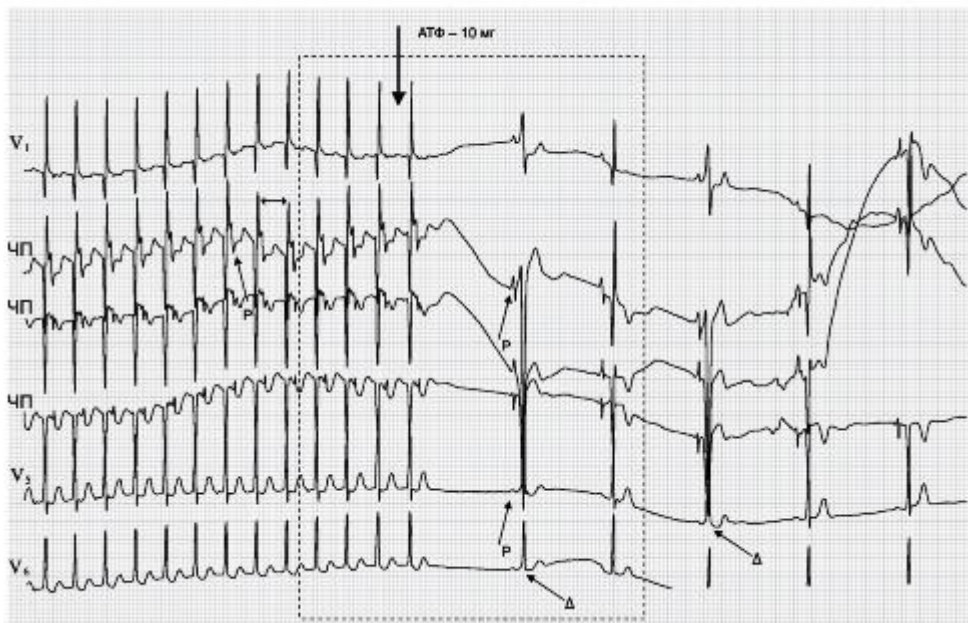


Рис. 2.2.3. Чреспищеводная ЭКГ при проведении лекарственной пробы QRS - 80 мс; при синусовом ритме $P-Q$ - 80 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 280 мс.

Комментарии

- Купирование СВТ внутривенным введением аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).
- Регистрация ЭКГ с чреспищеводным отведением (ЧП).
- Признаки реципрокной узловой СВ тахикардии с ретроградным VA -проведением: узкий комплекс QRS , потенциал зубца P регистрируется после желудочкового комплекса.

- Δ-волна регистрируется в левых грудных отведениях, что может указывать на наличие аномального пути проведения в левых отделах сердца (по *Gallagher*).

- Скорость записи 25 мм/с.

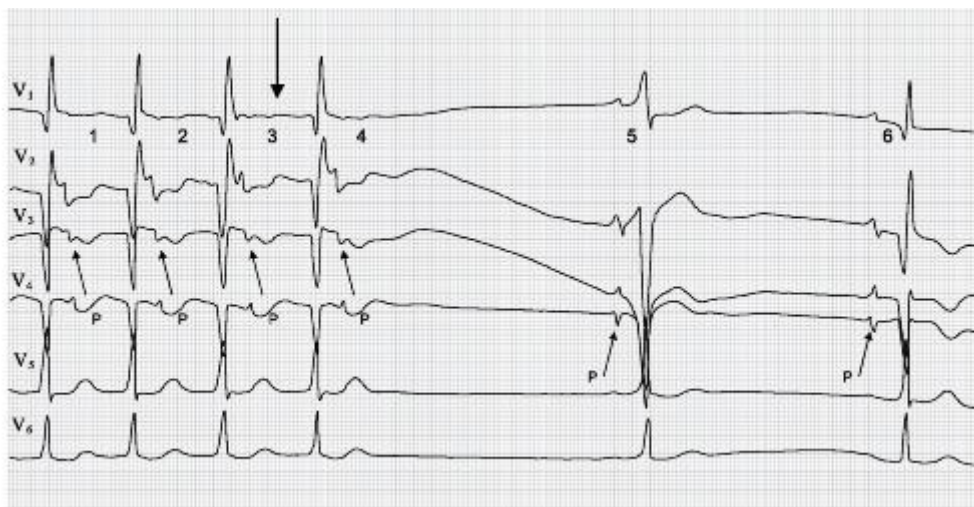


Рис. 2.2.3. Окончание

При увеличении масштаба записи на ЭКГ регистрируется ретроградный, сцепленный с желудочковым комплексом зубец P. Интервал Q-P практически равен интервалу P-Q. Конфигурация комплекса QRS не меняется после восстановления синусового ритма (см. комплексы 1, 2, 3, 4, 5 и 6). Это можно трактовать как наличие очага возбуждения внутри предсердно-желудочкового соединения с реципрокным возбуждением.

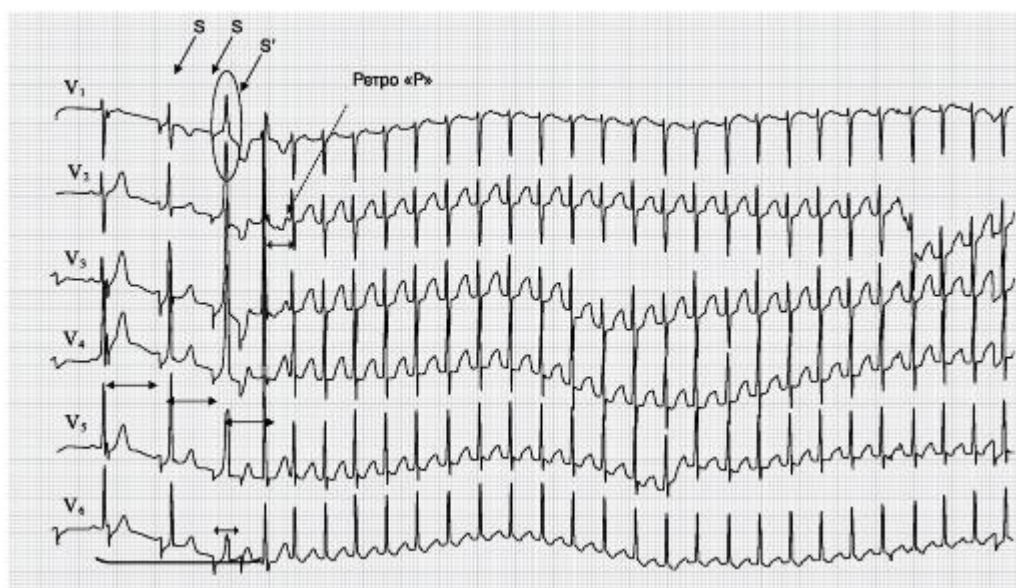


Рис. 2.2.4. ЭКГ при проведении программируемой электрокардиостимуляции

Комментарии

- S - электрические стимулы при ЧСС 100 в минуту, S' - задержанный электрический стимул; удлинение времени проведения S'-QRS по сравнению с интервалом S-QRS, S-S' > Q-P.

- Определение окна тахикардии при программируемой предсердной ЧПЭС.
- Морфология последнего синхронизированного комплекса *QRS* изменилась.
- После задержанного комплекса *QRS* появился ретроградный зубец *P*, формирующий кольцо *re-entry* в предсердножелудочковом соединении.
- Скорость записи 25 мм/с.

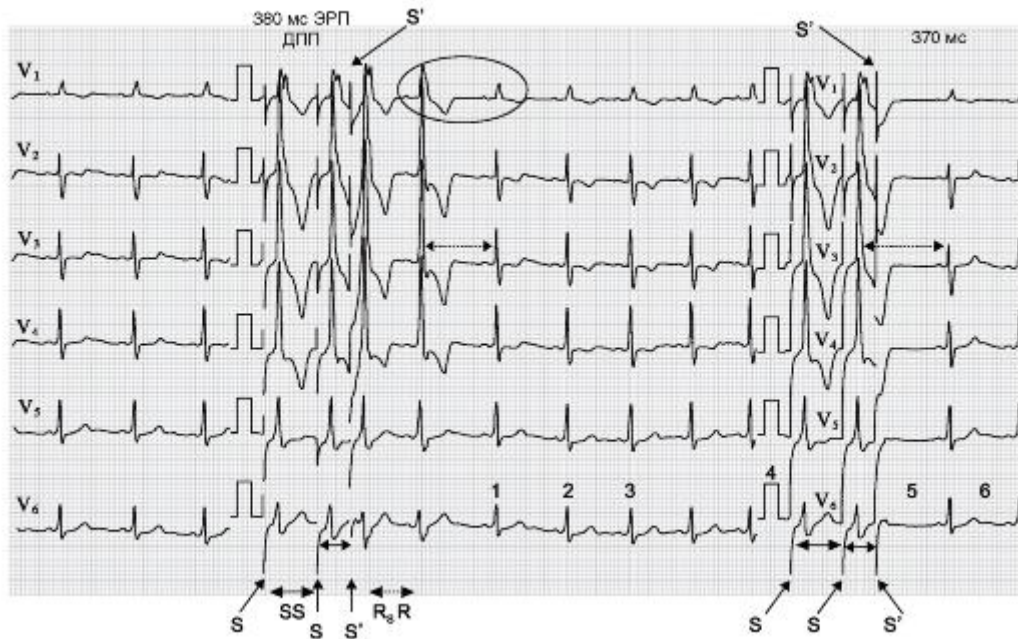


Рис. 2.2.5. ЭКГ с внутривещеводным отведением при программируемой электрокардиостимуляции $R-R - 800$ мс, $PQ - 120$ мс, $QRST - 400$ мс.

Программируемая ЭС: исходная частота 100 в минуту ($S-S - 600$ мс), интервал задержки - 380 мс с эффективным ответом. $S_1R - 160$ мс; $S_2R - 160$ мс; $R_S-R - 680$ мс.

Комментарии

- Определение эффективного рефрактерного периода при синдроме преждевременного возбуждения желудочков при чреспищеводной электрокардиостимуляции.
- Первый комплекс *QRS* в отведениях V_1, V_2, V_3, V_4 не отличается по морфологии от задержанного комплекса, второй и третий последующие комплексы морфологически соответствуют исходным.
- $R-R_2 - 840$ мс, $R_2-R_3 - 800$ мс.
- При укорочении времени задержки до 370 мс желудочковый ответ отсутствует, собственный синусовый ритм возникает с тем же интервалом, что и при эффективном ответе на задержанный стимул измененной морфологии комплекса *QRS*.
- Программируемая ЭС: исходная частота - 100 в минуту ($S-S - 600$ мс), интервал задержки без эффективного ответа $S_1R-R - 1040$ мс; $R-R - 800$ мс.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

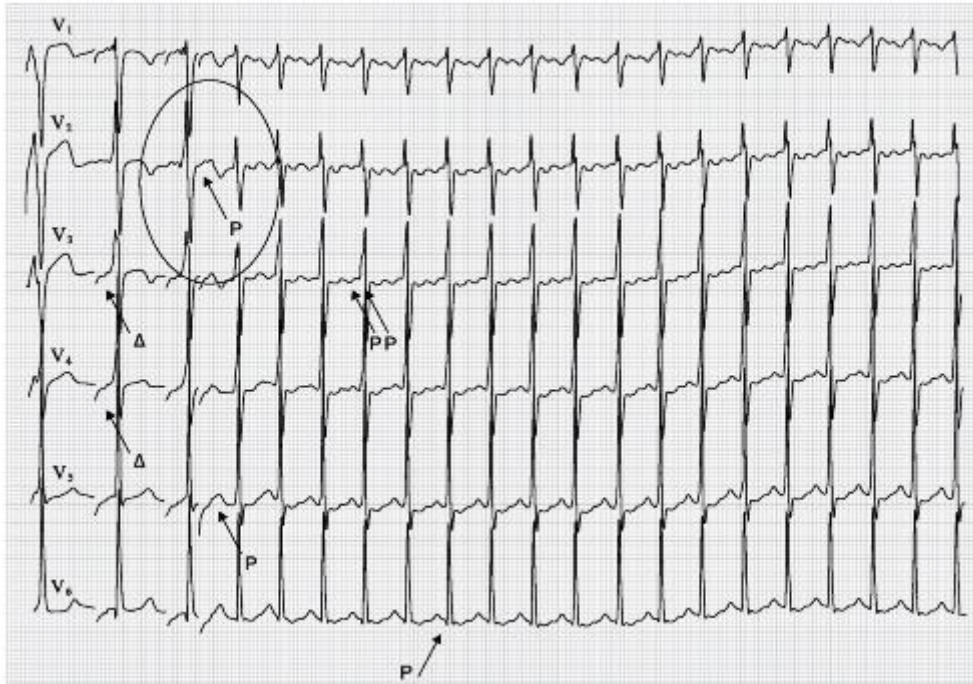


Рис. 2.2.6. ЭКГ при программируемой электрокардиостимуляции $R-R$ - 800 мс, $P-Q$ - 120 мс, $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

- Определение окна тахикардии при программируемой ЧПЭС.
- Δ -волна при ЧПЭС.
- Изменение морфологии комплекса QRS навязанного и собственного ритма (амплитуда собственного комплекса QRS почти в 2 раза меньше в отведениях V_1 , V_2 и без изменений в остальных отведениях).
- В отведениях V_2 и V_3 форму интервала $R-R$ можно трактовать как вариант правильной формы трепетания предсердий с проведением 2:1.
- В остальных отведениях отчетливо регистрируются зубцы T и P (амплитуда $T < P$).
- Резюме: при ЭС с ЧСС 100 в минуту на задержанный стимул возникает ответ предсердий с последующим формированием СВТ.
- Механизм тахикардии и диагноз нарушения ритма можно предварительно поставить на основании анализа морфологии комплексов QRS на стимуляции, наличия Δ -волны в отведениях V_3 , V_4 и ретроградного относительно быстрого ретроградного проведения на экстрасимул (хорошо видимый ретроградный зубец P в отведениях V_2 , V_5), которое провоцирует возникновение широкого остроконечного зубца P в отведениях V_1 , V_6 .
- Скорость записи 25 мм/с.

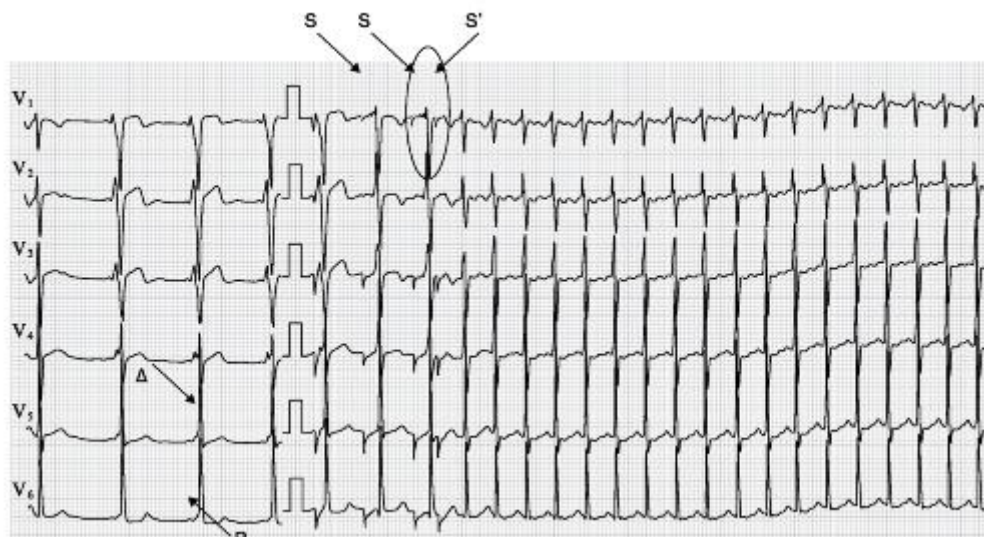


Рис. 2.2.7. ЭКГ при проведении программируемой чреспищеводной электростимуляции сердца

Комментарии

- Провоцирование суправентрикулярной тахикардии при программируемой ЧПЭС (определение окна тахикардии).
- Скорость записи 25 мм/с.

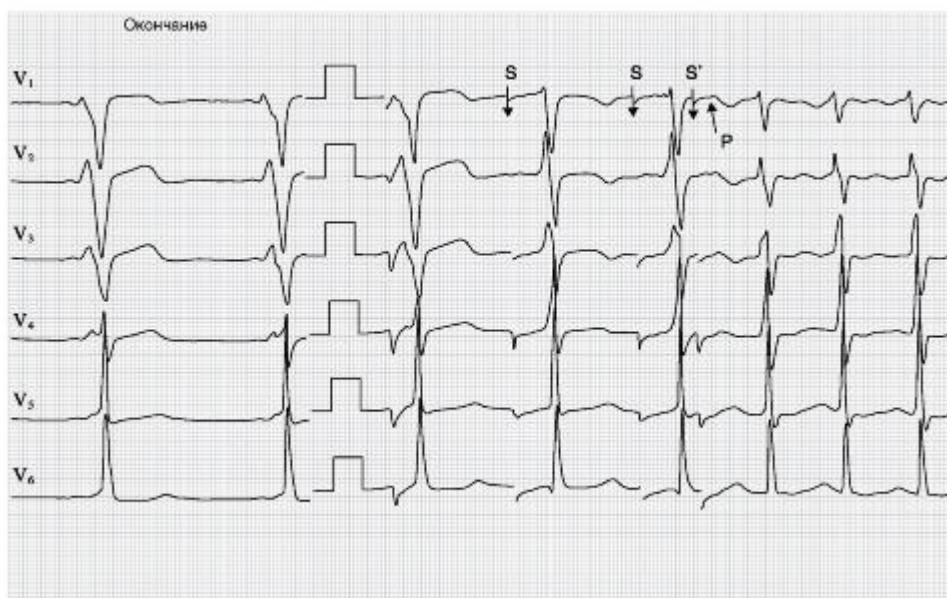


Рис. 2.2.7. Окончание

Комментарии

- Провокация тахикардии путем программируемой стимуляции при синдроме WPW.
- Задержанный стимул создал условия формирования кольца повторного входа (*re-entry*) и развития пароксизма тахикардии при синдроме WPW.
- Желудочковый комплекс при возникновении тахикардии сужается, исчезает Δ -волна и удлиняется P-Q-интервал, что указывает на внутриузловой механизм нарушения ритма сердца.

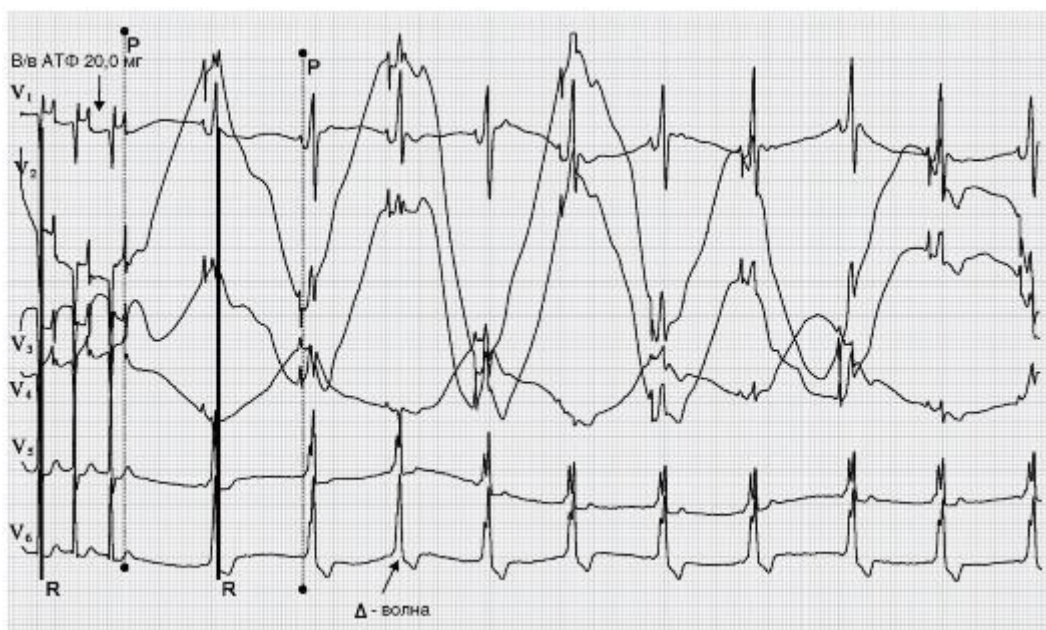


Рис. 2.2.8. ЭКГ и чреспищеводная ЭКГ с лекарственными пробами

Комментарии

- Купирование реципрокной возвратной тахикардии внутривенным введением аденозинтрифосфорной кислоты.
- При восстановлении собственного синусового ритма в левых грудных отведениях стала регистрироваться Δ -волна.
- Резюме: при ЭС с ЧСС 100 в минуту на задержанный стимул возникает ответ предсердий с последующим формированием СВТ.
- Скорость записи 25 мм/с.

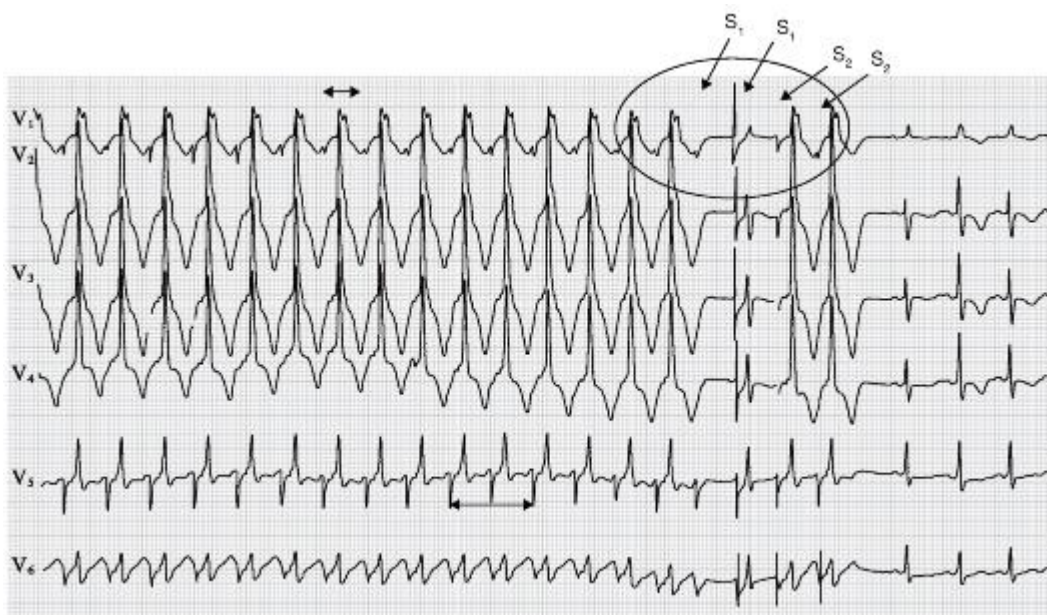


Рис. 2.2.9. ЭКГ при исследовании функции проведения по предсердно-желудочковому соединению (определение точки Венкебаха)

$R-R$ - 400 мс (150 в минуту). Точка Венкебаха зарегистрирована при частоте стимуляции (ЧСС) 150 в минуту.

Комментарии

- Два электростимула S_1 эффективны, поэтому восстановление собственного ритма после прекращения стимуляции можно рассматривать как исследование на ВВФСУ - 800 мс.

- Скорость записи 25 мм/с.

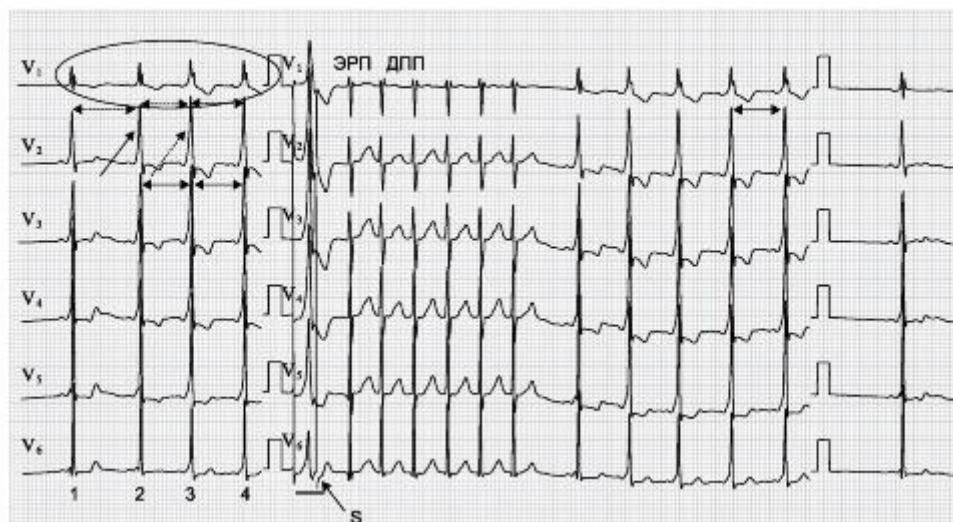


Рис. 2.2.10. ЭКГ при чреспищеводной электростимуляции сердца

Комментарии

- Вариант изменения морфологии ЭКГ при синдроме WPW при проведении ЧП электрофизиологического исследования (ЭФИ).

- Амплитуда первого комплекса QRS меньше, чем амплитуда третьего и четвертого.

- Зубец T первого комплекса QRS положительный, второго, третьего, четвертого - отрицательный.

- Интервалы $R-R_2 > R_2-R_3$.

- Появление Δ -волны в третьем комплексе.

- Нанесение преждевременного электростимула (S) вызвало короткий (6 комплексов) пароксизм тахикардии, которая самостоятельно купировалась после шестого комплекса, морфологически относящемуся к синдрому WPW.

- Скорость записи 25 мм/с.

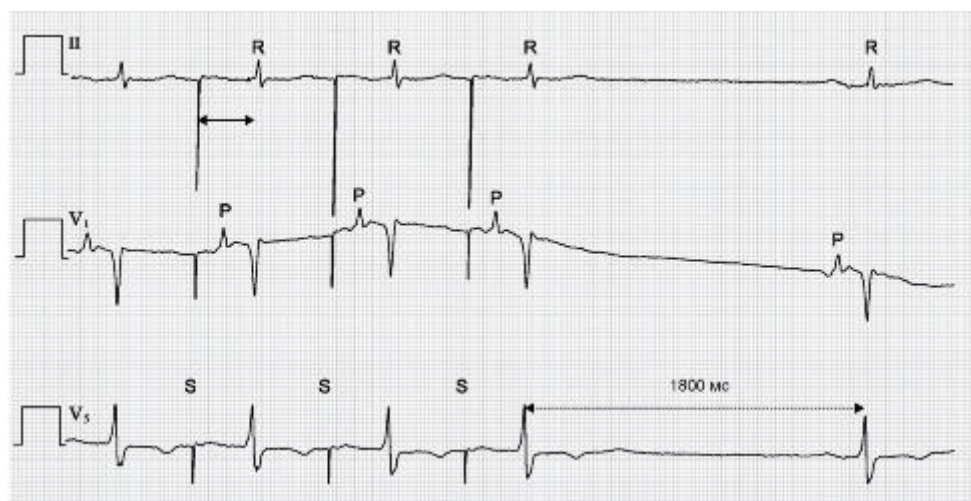


Рис. 2.2.11. ЭКГ при проведении чреспищеводной электростимуляции сердца

$P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $S-R$ - 280 мс, $S-S$ - 740 мс (81 в минуту).

Комментарии

- Амбулаторное электрофизиологическое исследование по определению времени восстановления функции синусового узла при ЧПЭС (время восстановления спонтанного ритма).
- Регистрация стандартной и чреспищеводной ЭКГ выполняется с использованием стандартного электрокардиографа.
- Для регистрации чреспищеводной электрокардиограммы к пищеводному электроду подключен электрод грудного отведения.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1мВ/см.

Инвазивное электрофизиологическое исследование

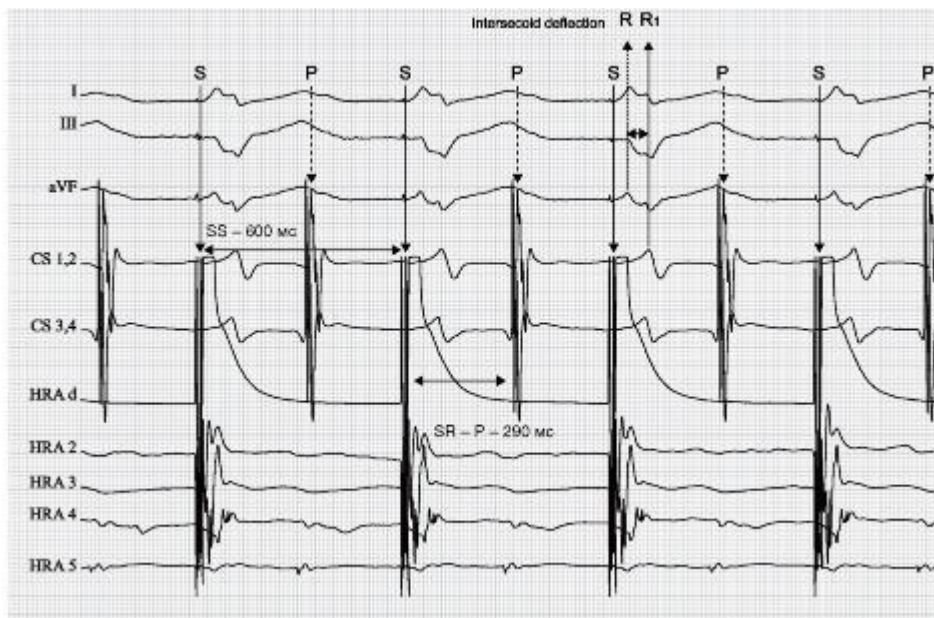


Рис. 2.2.12. ЭКГ и ЭГ с регистрацией отведений из коронарного синуса и правого желудочка

QRS - 100 мс, $R-R_1$ - 60 мс (*intracardiac deflection* - время внутреннего отклонения), $R-R$ - 600 мс, $SR-P$ - 290 мс.

Комментарии

- Желудочковая стимуляция для регистрации ретроградного желудочково-предсердного (V-A) проведения.
- Феномен ретроградного проведения при стимуляции желудочков из коронарного синуса (левый желудочек).
- Данный феномен относится к медленному ретроградному проведению.
- Важный факт для понимания механизма рассинхронизации возбуждения желудочков - время внутреннего отклонения (*intracardiac deflection* в норме составляет не более 30 мс) - $R-R_1$ - 60 мс (*intracardiac deflection*).
- Скорость записи 100 мм/с.

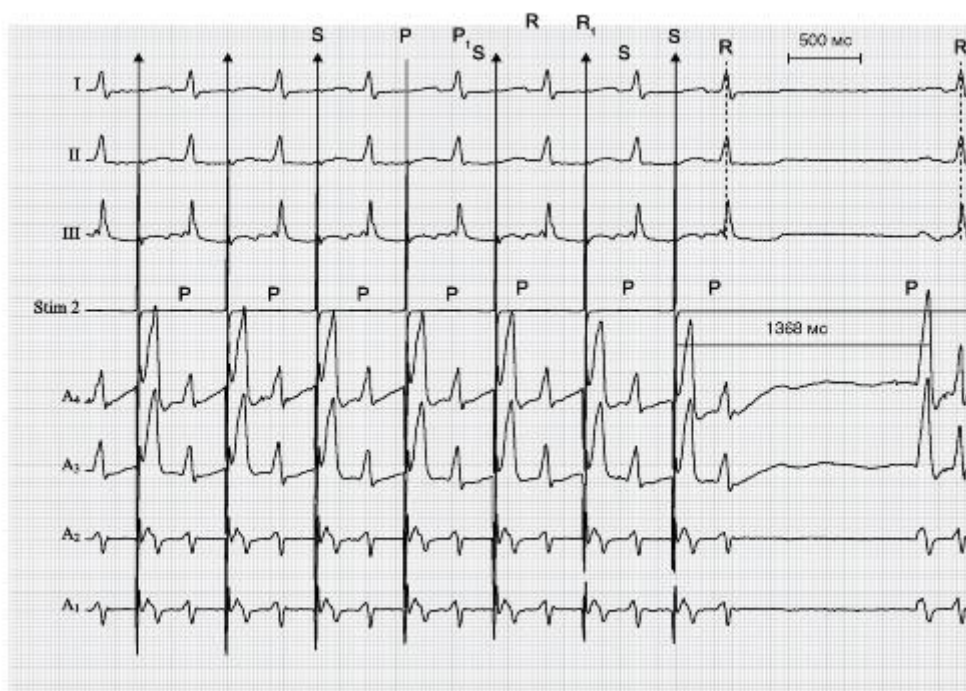


Рис. 2.2.13. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия

Ширина зубца P ($P-P_1$) - 140 мс, ширина комплекса QRS ($R-R_1$) - 100 мс, $S-R$ - 260 мс, $P-Q$ - 200 мс, ВВФСУ - 1368 мс.

Комментарии

- Режим навязанного ритма стандартной частотой (100 в минуту) для определения ВВФСУ.
- Запись выполнена эндокардиальными отведениями из различных отделов сердца при проведении ЭС из предсердия - 3 предсердных электрода и переходная зона из предсердия в желудочек (зона предсердно-желудочкового узла).
- Время восстановления спонтанного собственного синусового ритма (1368 мс) несколько удлинено, норма 1200 мс.
- Скорость записи 50 мм/с.

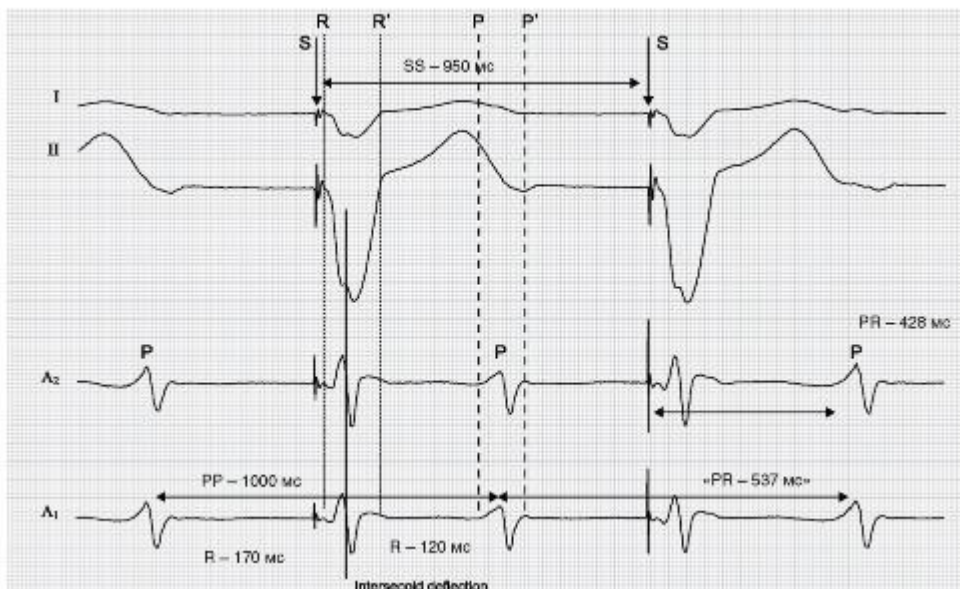


Рис. 2.2.14. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия

Зубец *P* - 120 мс, комплекс *QRS* - 170 мс, *S-S* - 950 мс (63 в минуту), *P-P* - 1000 мс.

Комментарии

- Интерференция с диссоциацией при стимуляции желудочков.
- Нормальное время внутреннего отклонения (*intriseoid deflection*) 30 мс при ширине желудочкового комплекса 170 мс.
- Ширина зубца *P* 120 мс в пределах физиологической нормы.
- При желудочковой стимуляции возникла электрофизиологическая предсердно-желудочковая блокада, при которой предсердия сокращаются со своей частотой, не связанной с частотой стимуляции желудочков.
- Скорость записи 100 мм/с.

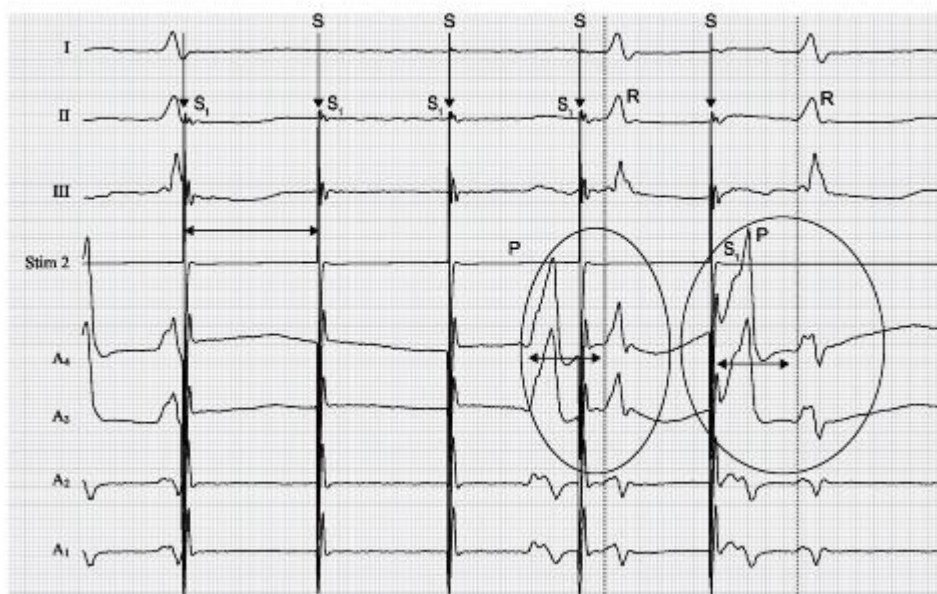


Рис. 2.2.15. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия

Зубец *P* - 120 мс, комплекс *QRS* - 170 мс, *S-S* - 950 мс (63 в минуту), *P-P* - 1000 мс.

Комментарии

- Предсердная стимуляция со случайным захватом.
- Нормальное время внутреннего отклонения (*intrinsicoid deflection*) 30 мс при ширине желудочкового комплекса 170 мс.
- Ширина зубца *P* 120 мс в пределах физиологической нормы.
- Скорость записи 100 мм/с.

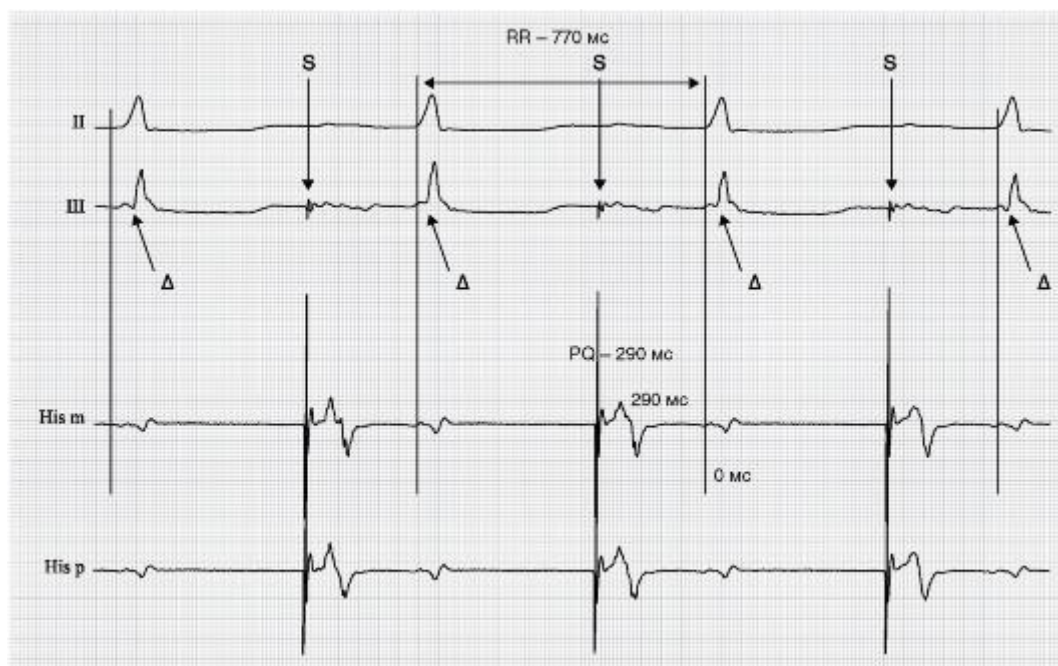


Рис. 2.2.16. ЭКГ и ЭГ правого предсердия в области АВ-соединения при предсердной стимуляции

P-Q - 290 мс, *R-R* - 770 мс (78 в минуту).

Комментарии

- Регистрация Δ -волны в III стандартном отведении при предсердной ЭС.
- Замедленное атриовентрикулярное проведение при предсердной стимуляции 290 мс.
- Скорость записи 100 мм/с.

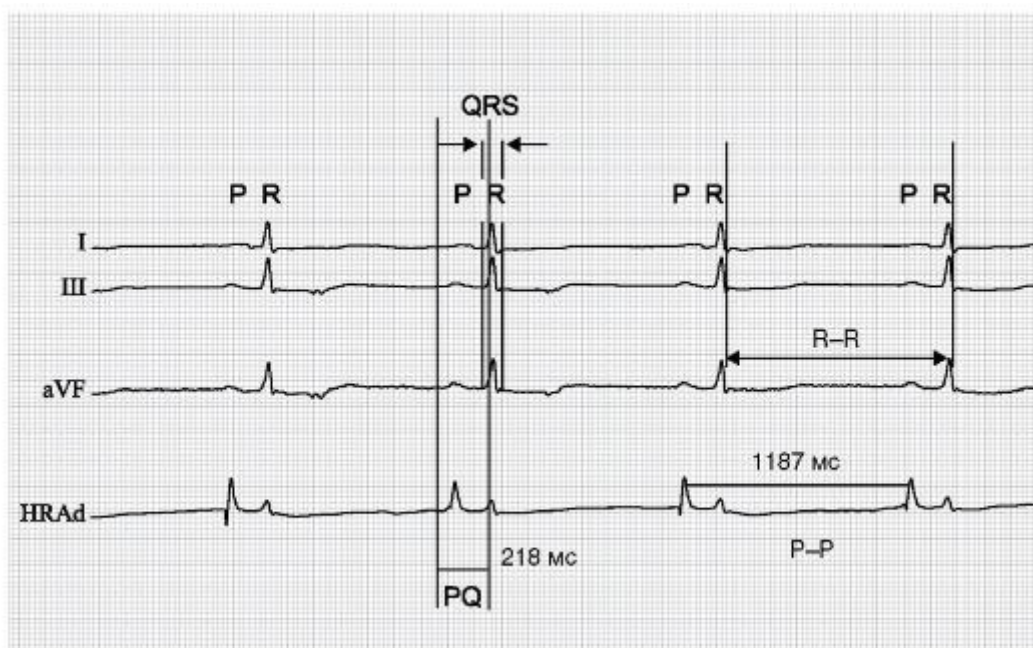


Рис. 2.2.17. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия при аритмии
P-Q - 218 мс, *QRS* - 80 мс, *R-R* - 1187 мс.

Комментарии

- Относительно медленное проведение через предсердно-желудочковое соединение при стимуляции предсердия (218 мс).
- Скорость записи 50 мм/с.

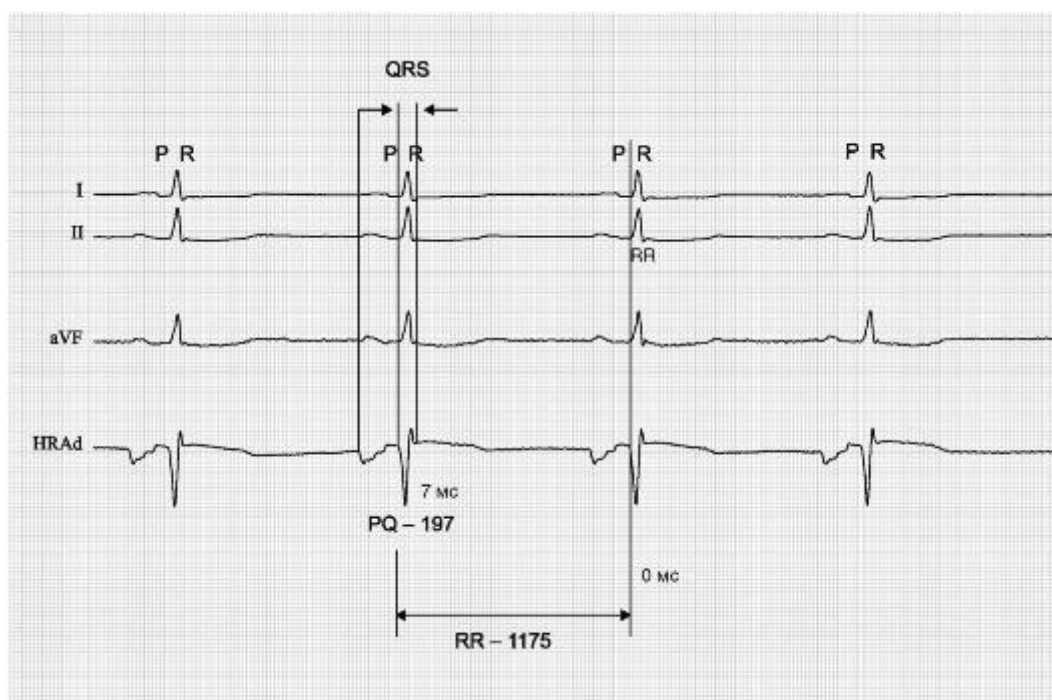


Рис. 2.2.18. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия при различных вариантах аритмий

P-Q - 197 мс, *QRS* - 80 мс, *R-R* - 1187 мс (51 в минуту).

Комментарии

- Относительно медленное проведение через предсердно-желудочковое соединение при стимуляции предсердия (197 мс).
- Скорость записи 50 мм/с.

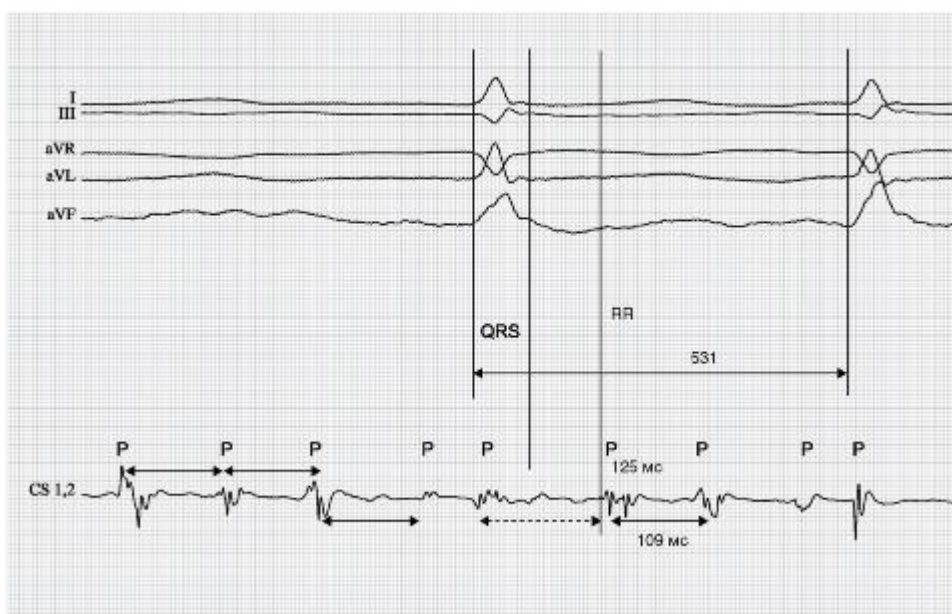


Рис. 2.2.19. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия (в области коронарного синуса) при мерцательной аритмии QRS - 74 мс, R-R - 531 мс (113 в минуту), P-P - 125 мс, P-P - 109 мс, P-P - 140 мс.

Комментарии

- Регистрируется неравномерное возбуждение предсердий, различная длительность P-P-интервала и их амплитуда, что характерно для МА.
- Тахисистолическая форма МА.
- Скорость записи 200 мм/с.

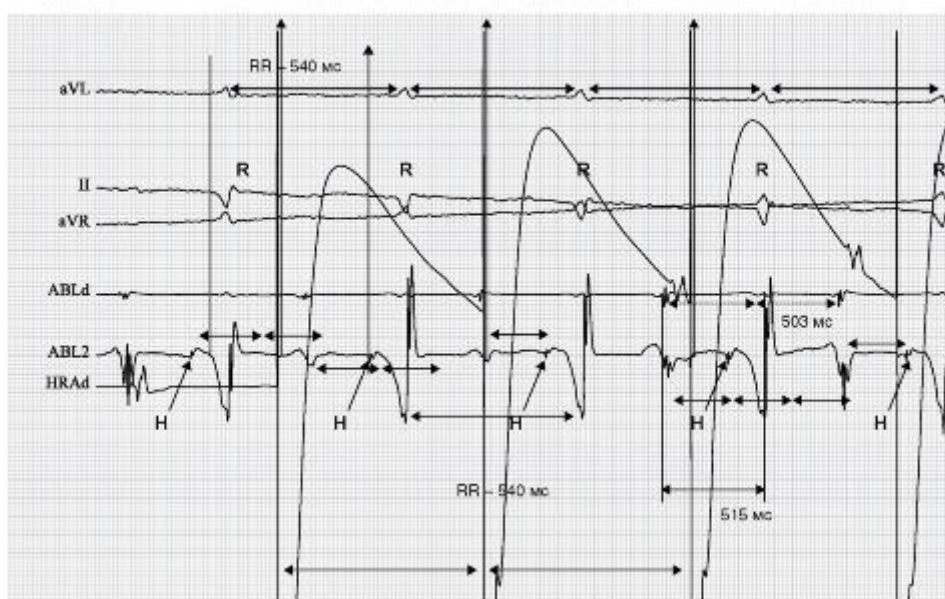


Рис. 2.2.20. ЭКГ и ЭГ на переходе правое предсердие - правый желудочек

QRS - 74 мс, R-R - 531 мс (113 в минуту), P-P - 125 мс, P-P - 109 мс, P-P - 140 мс.

Комментарии

- Предсердно-желудочковая диссоциация.
- Диссоциация проведения в верхней части АВ-соединения (в догисовой зоне) при стимуляции желудочков.
- Скорость записи 100 мм/с.

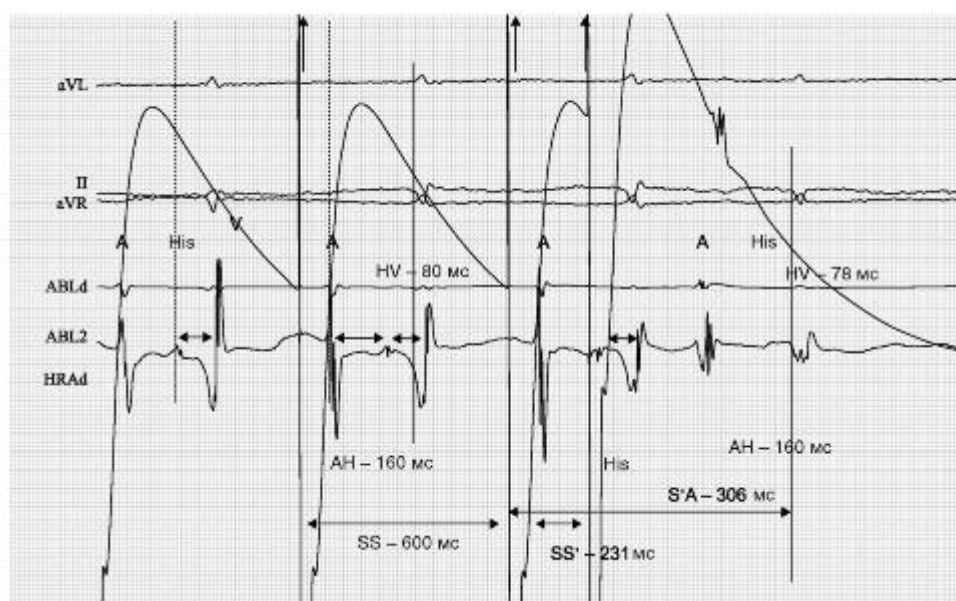


Рис. 2.2.21. ЭКГ и ЭГ правого предсердия

QRS - 74 мс, R-R - 531 мс (113 в минуту), P-P - 125 мс, P-P - 109 мс, P-P - 140 мс, S-A - 60 мс.

Комментарии

- Предсердная программируемая ЭС при АВ-блокаде I степени.
- $A-V = A-H + H-V = 140 + 100 = 240$ мс, после преждевременного стимула (S') интервал $A-V = A-H + H-V = 193 + 78 = 261$ мс:
 - интервал *A-His* (предсердие-пучок Гиса) удлинился;
 - интервал *His-V* (пучок Гиса-желудочек) стал короче;
 - общая продолжительность интервала *A-V* увеличилась, что указывает на нормальный электрофизиологический ответ всей структуры АВ-соединения на учащение частоты стимуляции (S-A - 306 мс).
- Скорость записи 100 мм/с.

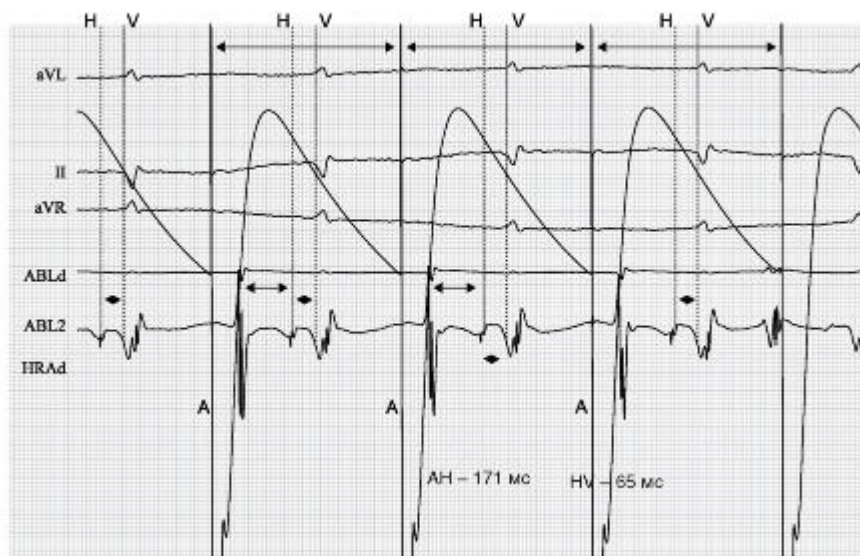


Рис. 2.2.22. ЭКГ и ЭГ правого предсердия

QRS - 74 мс, R-R - 531 мс (113 в минуту), P-P - 125 мс, P-P - 109 мс, P-P - 140 мс.

Комментарии

- Предсердная ЭС во время проведения ЭФИ.
- $AB = A-H + H-V = 171 + 65 = 236$. Длительность интервала предсердие-Гис (171 мс) больше, чем Гис-желудочек (65 мс), что можно расценивать как вариант задержки проведения в системе «предсердие - предсердно-желудочковый узел».
- Скорость записи 100 мм/с.

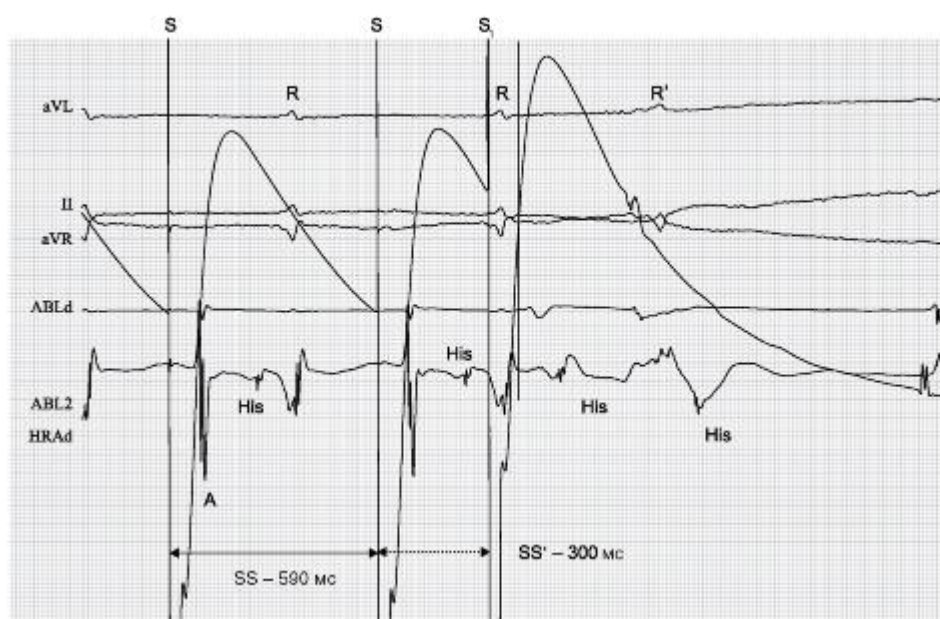


Рис. 2.2.23. ЭКГ и ЭГ на переходе правое предсердие - правый желудочек

QRS - 74 мс, S-S (R-R) - 590 мс (102 в минуту), SA - 50 мс, A-H - 180 мс, H-V - 65 мс; S-S' - 300 мс, S'-A' - 50 мс, A'-H' - 90 мс, H'-V' - 253 мс.

Интервалы программируемого задержанного стимула: S-A - 50 мс, A-H - 130 мс, H-V - 263 мс.

Комментарии

- Программируемая ЭС из правого предсердия.
- Время восстановления функции синусового узла.
- Пример развивающейся рефрактерности проводящей системы в ответ на преждевременный стимул.
- Скорость записи 100 мм/с.

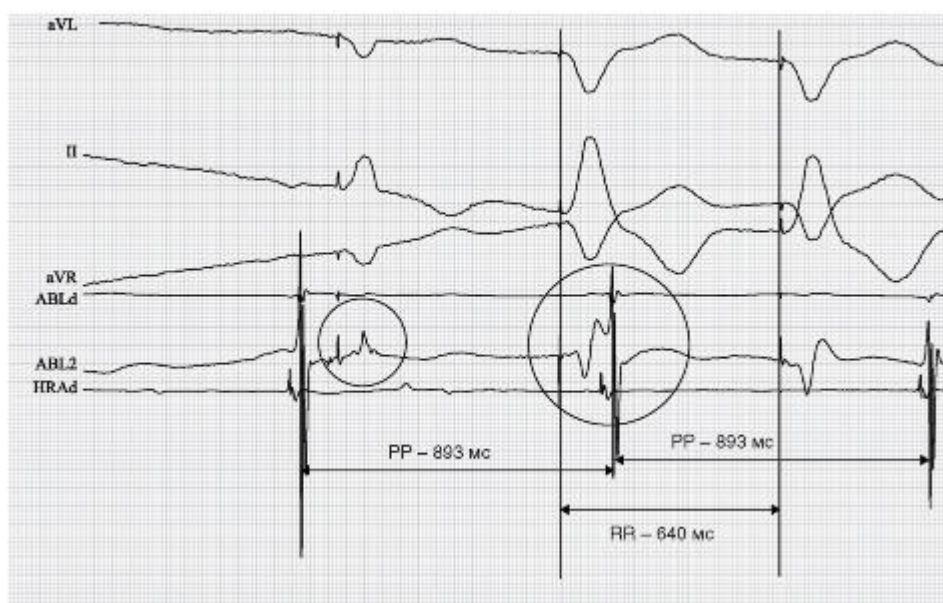


Рис. 2.2.24. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия

QRS - 74 мс, R-R - 531 мс (113 в минуту), P-P - 125 мс, P-P - 109 мс, P-P - 140 мс.

Комментарии

- Стимуляция желудочков. Ретроградная диссоциация.
- Интерференция с диссоциацией при асинхронной желудочковой стимуляции: частота возбуждения предсердий меньше, чем частота стимуляции желудочков, и возникает электрическая предсердно-желудочковая блокада.
- Внутрижелудочковая продольная диссоциация возбуждения (регистрируется только на дистальных электродах).
- Скорость записи 100 мм/с.

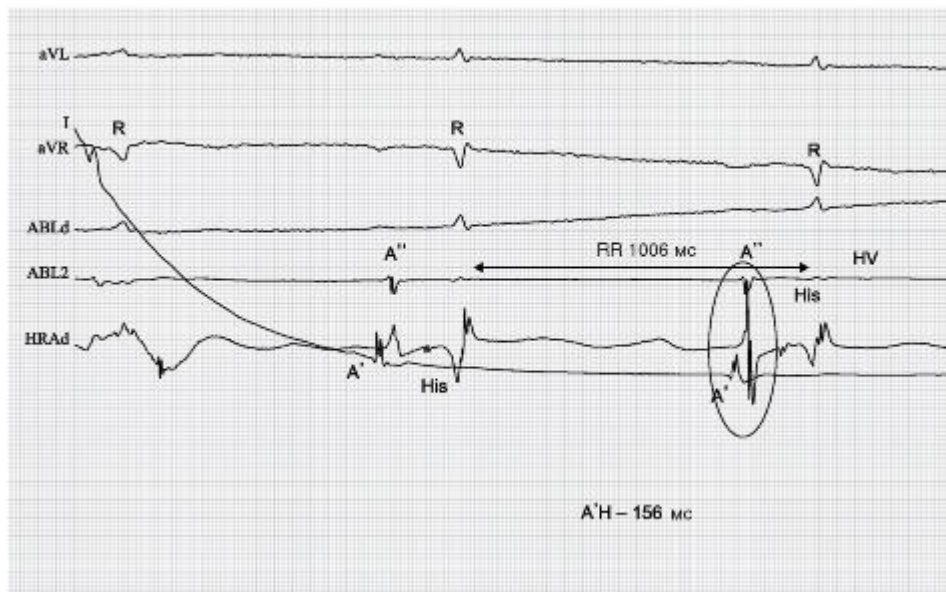


Рис. 2.2.25. ЭКГ и ЭГ из правого предсердия и подклапанной части правого желудочка при АВ-блокаде I степени

$P-Q$ - 250 мс, QRS - 70 мс, $QRST$ - 340 мс, $R-R$ - 1006 мс, $A'-H$ - 156 мс, HV - 78 мс.

Комментарии

- Зарегистрированы два синхронных водителя ритма в правом предсердии и потенциал пучка Гиса.
- Интервалы проведения $A-H$ и $H-V$ не равны, общая сумма равна 234 мс.
- Наличие двух синхронных (последовательных) источников ритма в предсердии с удлинением внутриузлового проведения может быть причиной реципрокных предсердных аритмий.
- Скорость записи 100 мм/с.

2.3. Электрокардиограмма при электрокардиостимуляции

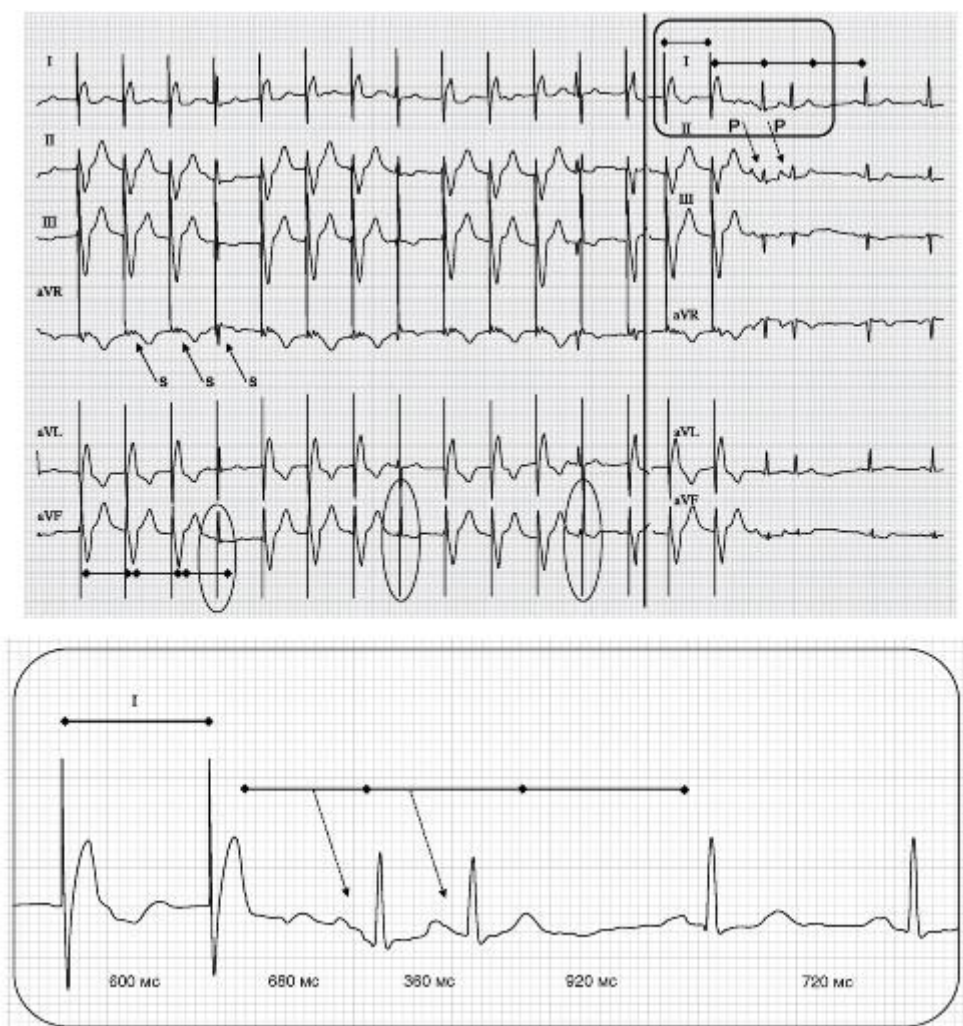


Рис. 2.3.1. ЭКГ при проведении магнитной пробы при постоянной кардиостимуляции имплантированным электрокардиостимулятором

Комментарии

- Магнитная проба позволяет определить работоспособность ЭКС и уточнить состояние источника питания имплантированного электрокардиостимулятора.
- Кружочком выделены комплексы *QRS* выскальзывающего желудочкового возбуждения (*fusion*) при проведении магнитной пробы с имплантированным ЭКС.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

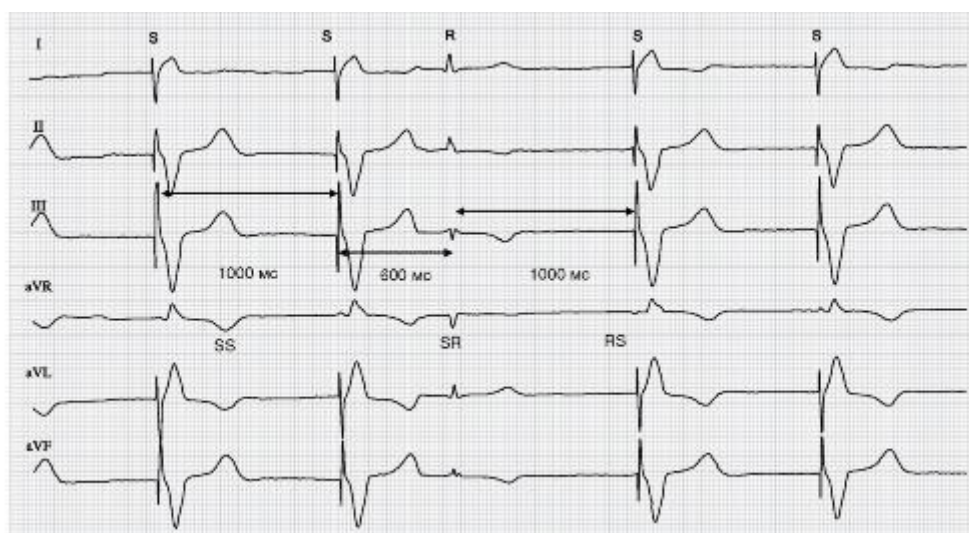


Рис. 2.3.2. ЭКГ при электрокардиостимуляции в режиме «деманд»
 QRS_s - 240 мс, $QRST$ - 400 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 380 мс, $S-S$ - 1000 мс (60 в минуту).

Комментарии

- Рефрактерный период - 370-400 мс.
- Нормальное функционирование ЭКС в режиме «деманд» (по требованию).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

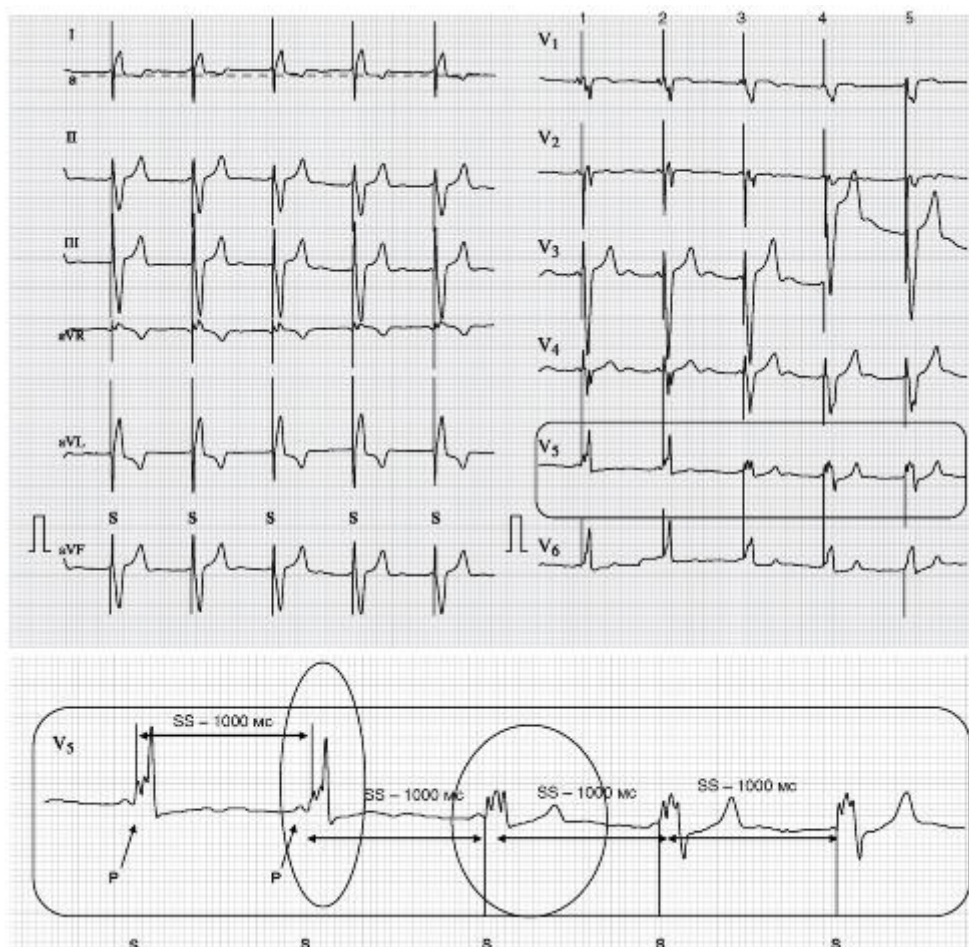


Рис. 2.3.3. ЭКГ при постоянной желудочковой электростимуляции
 $P-Q$ - 80 мс, QRS - 120 (160) мс, $QRST$ - 440 мс, $S-S$ - 600 мс.

Комментарии

- Постоянная желудочковая электростимуляция на фоне электролитных изменений с изменением морфологии комплекса *QRS* и полярности стимулирующего импульса.
- Изменение конфигурации комплекса *QRS* при постоянной кардиостимуляции может быть обусловлено: проведением по различным ветвям ножек пучка Гиса; персистирующим (спонтанным) изменением предсердно-желудочкового проведения с укорочением интервала АВ-проведения (интервал *P-Q*) на фоне предсердно-желудочковой блокады типа Мебитц I (периоды Самойлова-Венкебаха I степени); недостаточным подбором гистерезиса частоты стимуляции и, как результат, приближением к феномену слияния (*fusion*).
- Нормальное функционирование ЭКС в постоянном режиме.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

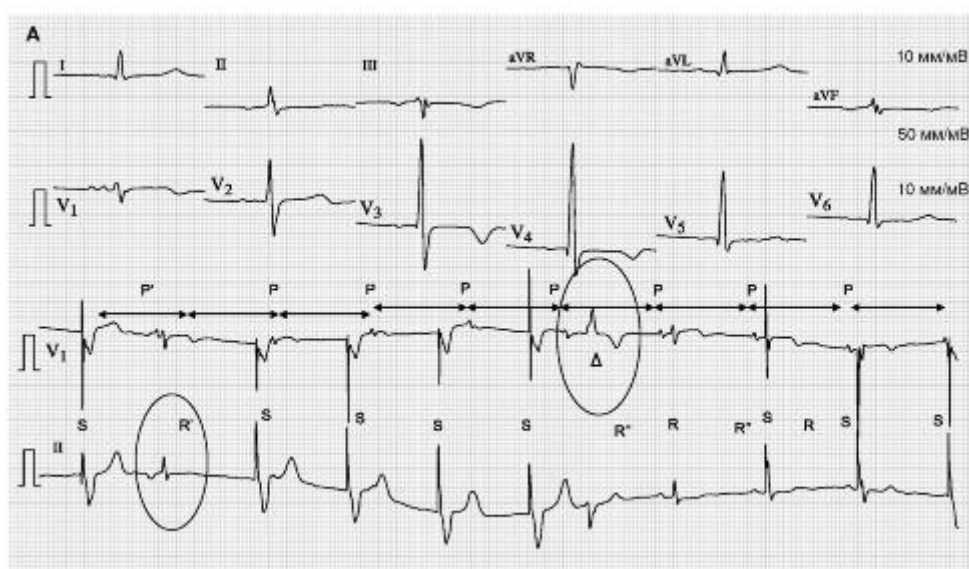


Рис. 2.3.4. ЭКГ при постоянной правожелудочковой стимуляции имплантированным электрокардиостимулятором *P-Q* - 200 мс, *QRS* - 120 мс, *QRS* - 92 мс, *QRST* - 564 мс, *QRST* - 360 мс, *P-P* - 1008 мс, *S-S* - 1000 мс, *P-Q_A* - 240 мс.

Комментарии

- Постоянная правожелудочковая электростимуляция в режиме «деманд» на фоне миграции естественного водителя ритма.
- При анализе ритмичности возбуждения предсердий и желудочковой стимуляции на длинной записи:
 - частота возбуждения предсердий (*P-P* - 1008 мс) практически равна частоте стимуляции желудочков (*S-S* - 1000 мс), что приводит к наложению электрических стимулов на собственные сокращения желудочков;
 - *P'* - отрицательный с постэкстрасистолической паузой с переходом на стимуляцию, что является признаком миграции водителя ритма (?);

- R" - пример изменения предсердно-желудочкового проведения по аномальному дополнительному пути с Δ -волной и последующей нормализацией предсердно-желудочкового проведения.

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

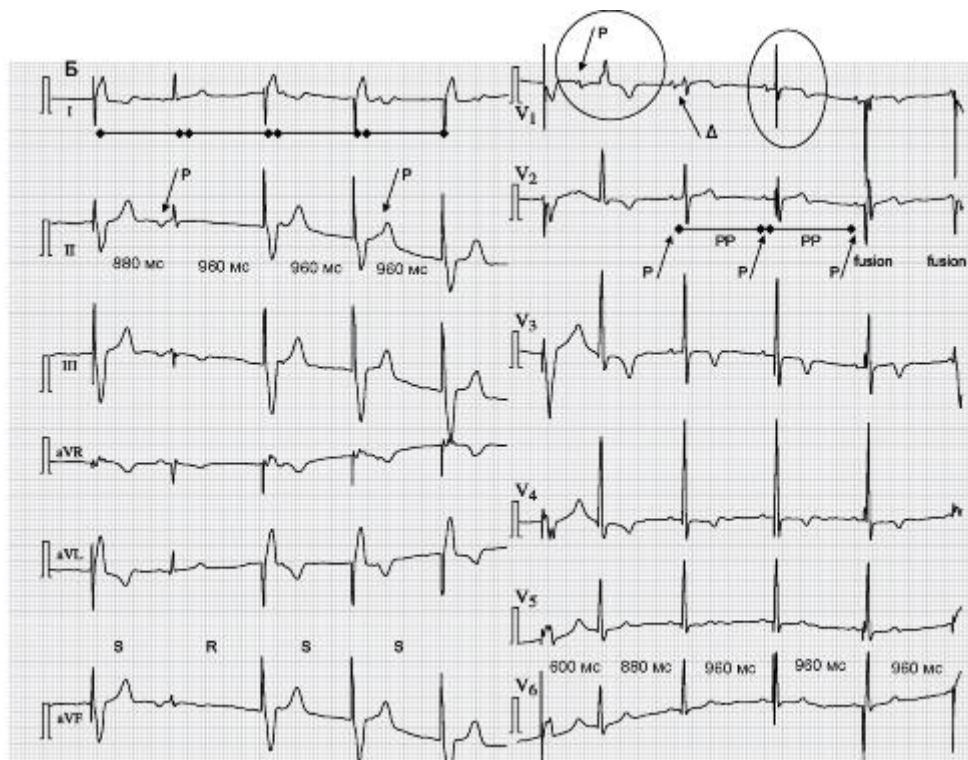


Рис. 2.3.4. Окончание. ЭКГ при постоянной правожелудочковой стимуляции $P-Q - 160$ мс, $QRS_s - 160$ мс - 120 мс, $QRS - 80$ мс, $R-R - 960$ мс, $QRST - 520$ мс.

Комментарии

- Вариант перемежающейся стимуляции с собственным ритмом и ритма по типу слияния (*fusion*).
- Навязанный ритм сменится собственным ритмом по типу синусового.
- После синусового ритма частота собственных сокращений совпадает с частотой стимуляции и происходит слияние стимуляции и собственного ритма (*fusion*).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

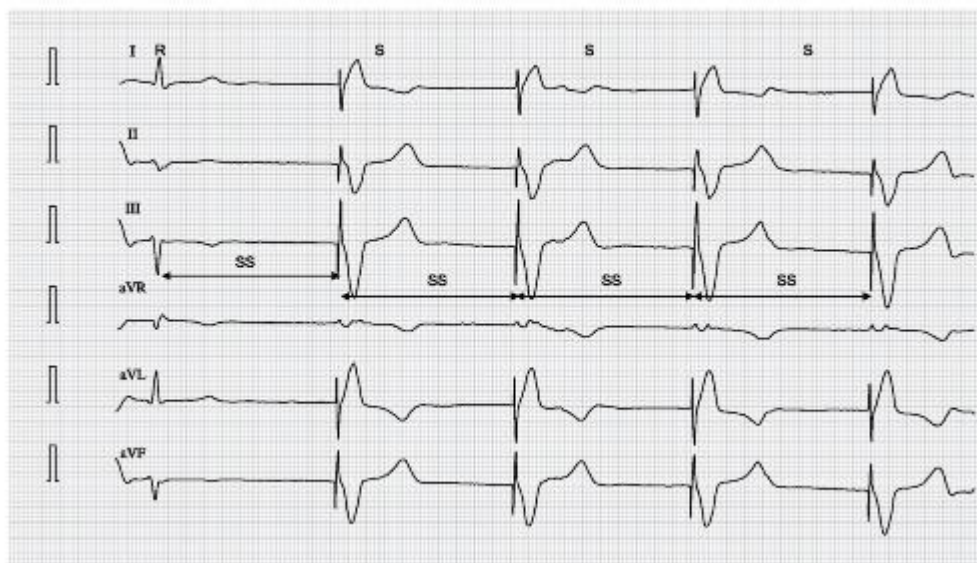


Рис. 2.3.5. ЭКГ при постоянной правожелудочковой электрокардиостимуляции QRS - 80 мс, QRST - 360 мс, R-S - 1080 мс, S-S - 1000 мс.

Комментарии

- Постоянная правожелудочковая электростимуляция в режиме «деманд» с правильно выбранным режимом гистерезиса, так как при изменении частоты спонтанного ритма отсутствует феномен слияния (*fusion*).
- Нормальная желудочковая стимуляция в режиме «деманд».
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

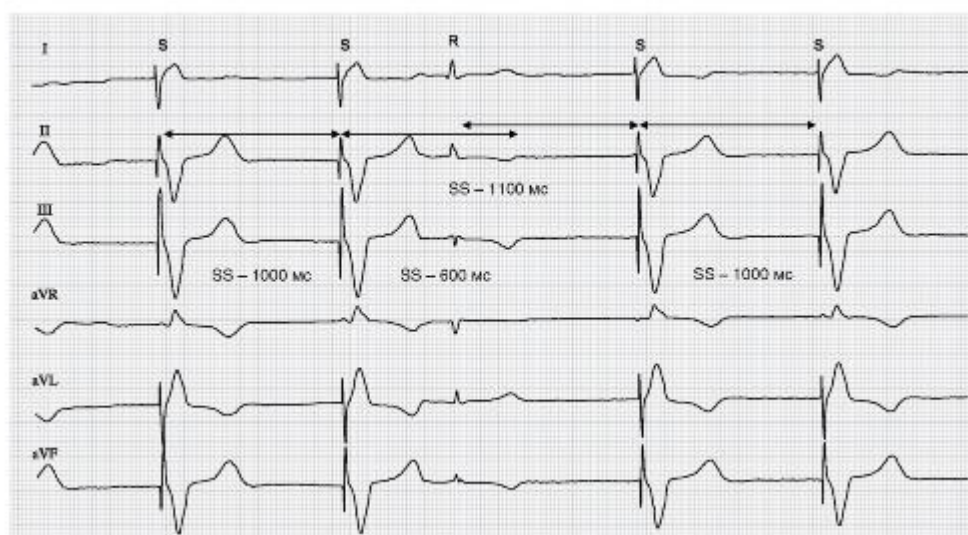


Рис. 2.3.6. ЭКГ при постоянной правожелудочковой стимуляции QRS - 140 мс, QRST - 440 мс, S-S - 1000 мс, S-R - 600 мс, R-S - 1100 мс.

Комментарии

- Вариант нормальной желудочковой стимуляция в режиме «деманд».
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

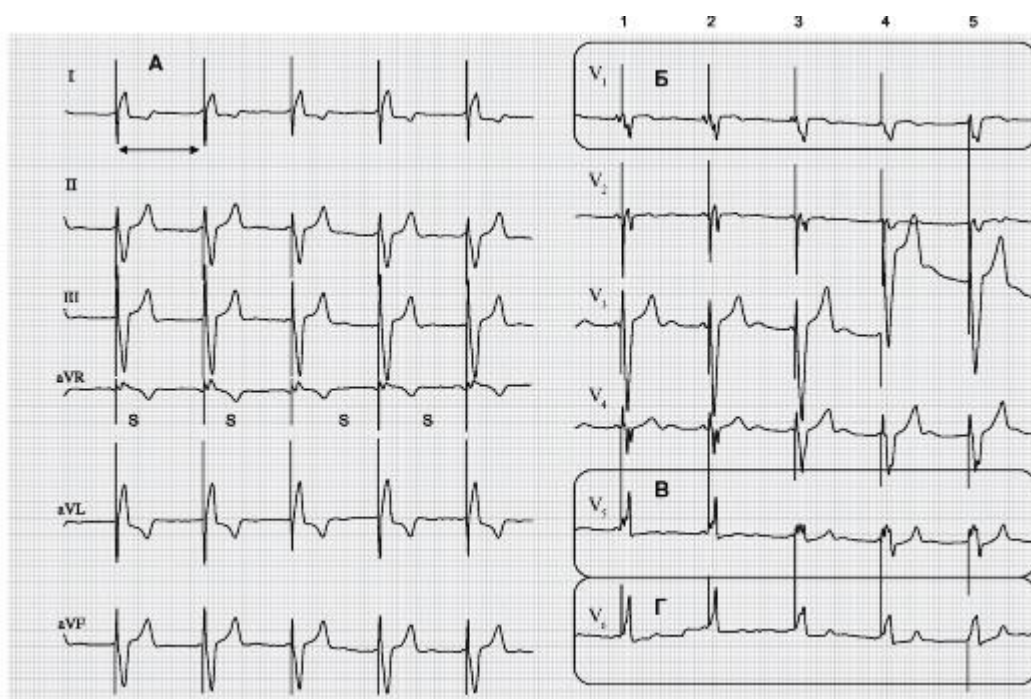


Рис. 2.3.7. ЭКГ при правожелудочковой монополярной стимуляции S-S - 1000 мс, QRST - 360 мс.

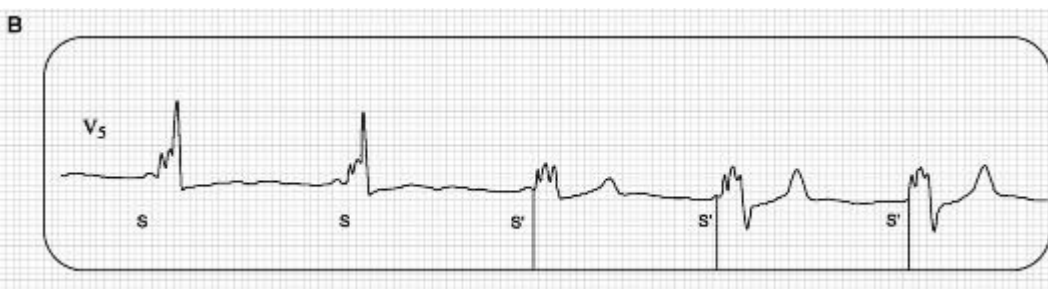
Комментарии

- В стандартных и усиленных отведениях конфигурация желудочковых комплексов не изменяется на протяжении записи.
- В грудных отведениях конфигурация желудочковых комплексов на протяжении записи изменяется.



Комментарии

- Спонтанное изменение полярности стимулирующего импульса без изменения морфологии желудочкового комплекса.



Комментарии

- Спонтанное изменение полярности стимулирующего импульса с изменением морфологии электрической оси желудочкового комплекса.



Комментарии

- Изменение внутрижелудочкового проведения на фоне постоянной правожелудочковой стимуляции.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

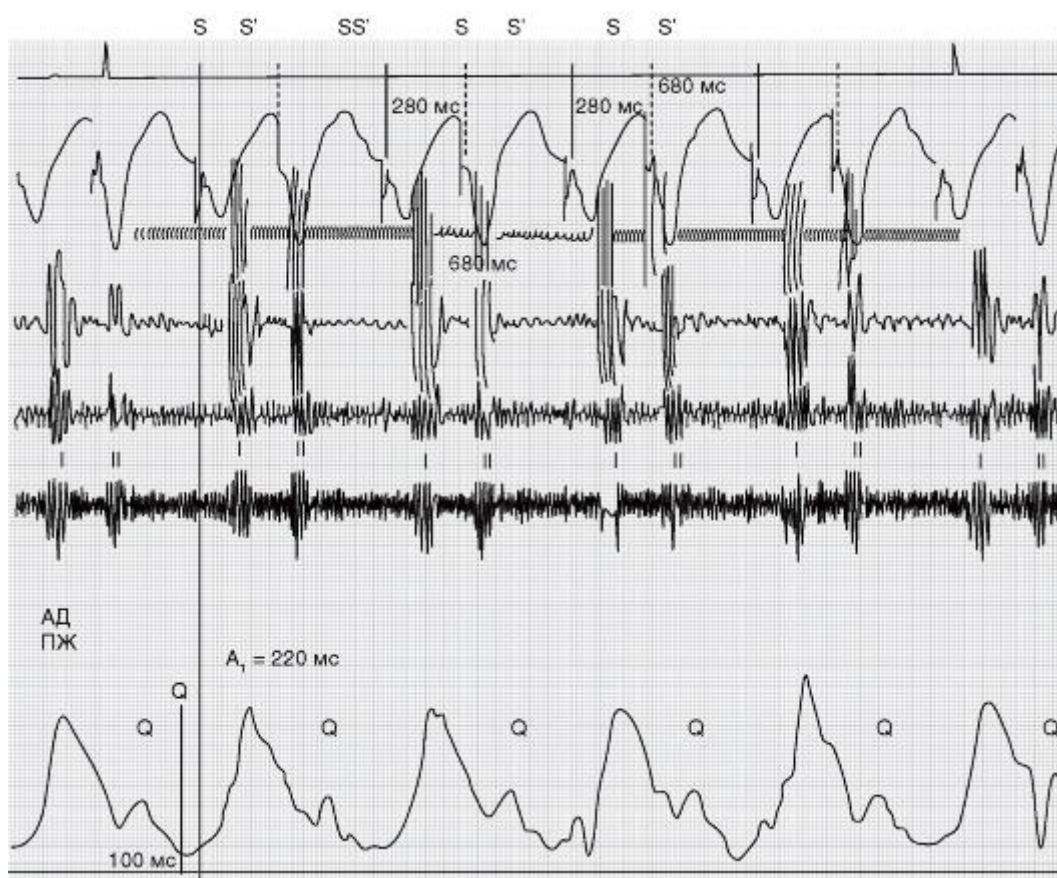


Рис. 2.3.8. ЭКГ с одновременной регистрацией давления в правом желудочке при асинхронной парной урежающей желудочковой стимуляции в режиме ведения ритма сердца (*overdrive pacing*) S-S - 680 мс, S-S' - 280 мс, Q-I - 240 мс, I-II - 440 мс.

I - первый тон фонограммы.

II - второй тон фонограммы.

Q - экстрасистолическое давление в правом желудочке.

S-S° - интервал следования пары стимулов (эффективная частота стимуляции). S-S - интервал следования парных стимулов. S-S' - интервал задержки стимулов в паре.

Комментарии

- По записи фонограммы и давления в правом желудочке видно, что механическая систола желудочков реализуется только на первый стимул, второй стимул вызывает лишь преждевременную электрическую систолу с последующей постэкстрасистолической паузой. Этот феномен и создает условия урежения механических сокращений желудочков.

- Q-волна, частичное сокращение желудочков на задержанный экстрасимул.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

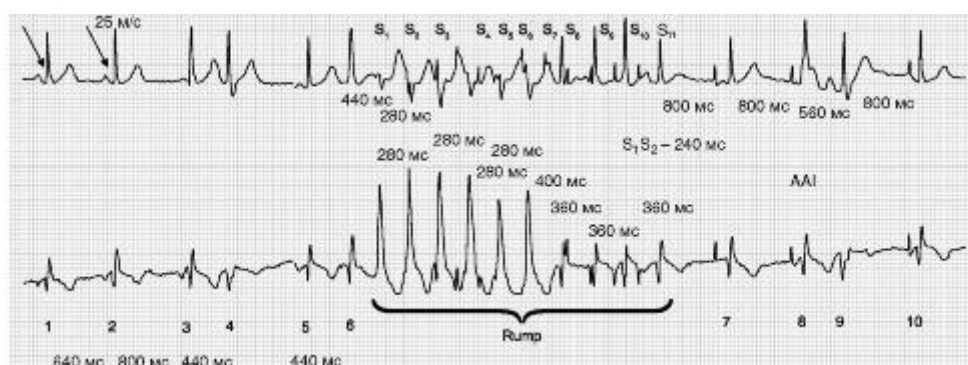


Рис. 2.3.9. ЭКГ при купировании пароксизма тахикардии программой *Ramp*

Комментарии

- Развитие тахиаритмии, $R-R = 920-440$ мс (1-6 комплексы).
- Стимуляция в режиме AAI (7, 8, 10 комплексы).
- Девятый комплекс - экстрасистола.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

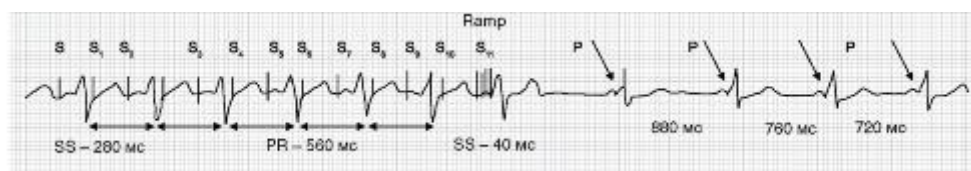


Рис. 2.3.10. ЭКГ при купировании тахикардии в режиме синхронизации *Ramp* («*Tachylog*»)

$R-R - 560$ мс, $S-S - 280$ мс, $S-S' - 40$ мс (5 импульсов в пачке), $P-Q - 80$ мс, $QRS - 120$ мс, $QRST - 360$ мс.

Комментарии

- Развитие тахиаритмии, $R-R = 920-440$ мс (с 1-го по 6-й комплекс).
- Синхронизация стимулятора при тахикардии для формирования задержки и подтверждения возникновения тахикардии.
- Пачка импульсов в режиме *Ramp*.
- Восстановление синусового ритма.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

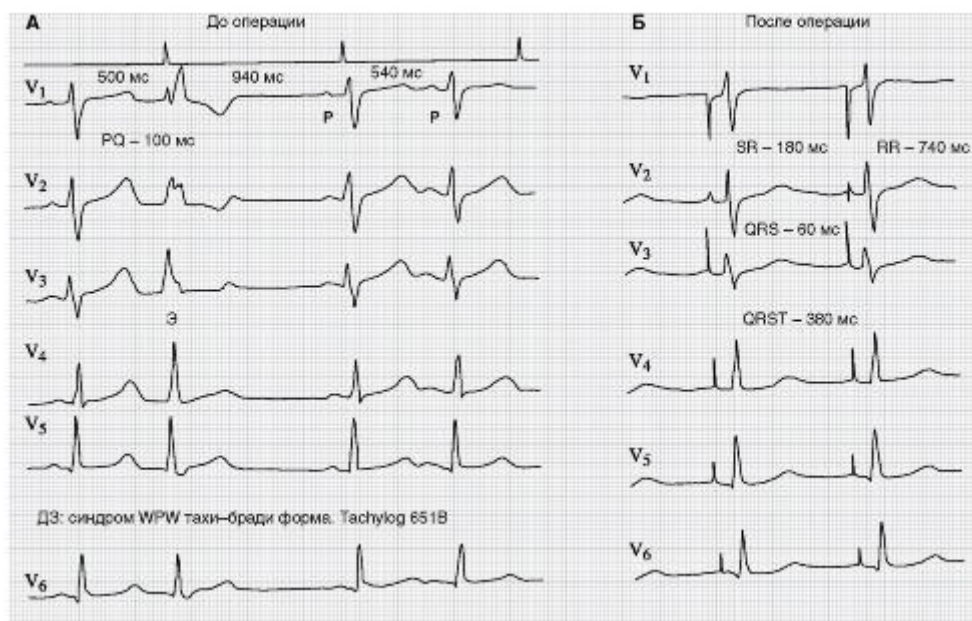


Рис. 2.3.11. ЭКГ с миграцией водителя ритма при синдроме WPW до и после имплантации антитахикардитического электрокардиостимулятора со стимуляцией в режиме *overdrive pacing*

А. ЭКГ до операции имплантации антитахикардитического ЭКС.

P-Q - 100 мс, *QRS* - 80 мс.

Б. ЭКГ после операции имплантации антитахикардитического ЭКС в режиме предсердной стимуляции (AAI). *S-R* - 80 мс, *S-S (R-R)* - 740 мс, *QRS* - 60 мс, *QRST* - 380 мс.

Комментарии

- Регистрируются изменение комплекса *QRS* и отсутствие или смещение зубца *P(A)*.
- Нормализация периодичности сокращений желудочков и последовательности возбуждения предсердий и желудочков, сужение комплекса *QRS*.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.3.12. ЭКГ при купировании суправентрикулярной тахикардии сверхчастой предсердной подпороговой электростимуляцией

Комментарии

- А. Срабатывание кардиостимулятора в режиме *Ramp* и провоцирование пароксизма МА с ЧСС ~ 150 в минуту.
- Б. Повторное срабатывание кардиостимулятора с меньшей частотой и купирование МА.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.3.13. Купирование пароксизма тахикардии сверхчастой суправентрикулярной подпороговой стимуляцией Комментари

- А. Запись ЭКГ с синусовой тахикардией (1-5-е желудочковые комплексы).
- А, Б, В - включение подпороговой предсердной стимуляции (6-24-е комплексы).
- В. Прекращение стимуляции и восстановление нормального синусового ритма (27-30) через две предсердные экстрасистолы (25-26).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

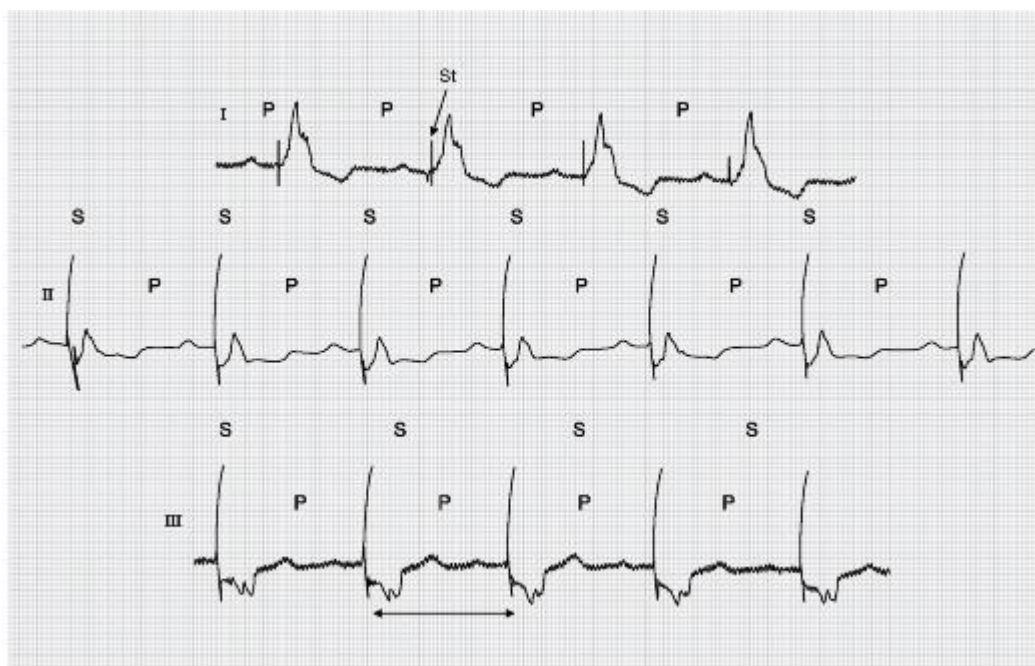


Рис. 2.3.14. ЭКГ при постоянной правожелудочковой эндокардиальной «Р»-синхронной электрокардиостимуляцией (VAT)

$P-Q$ - 160 мс, QRS - 100 мс, $QRST$ - 380 мс, $P-P$ ($R-R$) - 640 мс (92 в минуту).
Комментарии

- Вариант нормальной ЭКГ при «Р»-синхронной кардиостимуляции.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.3.15. ЭКГ при последовательной, «секвенциальной» электрокардиостимуляции (DDD) в режиме ведения ритма (*overdrive pacing*)

$S-S$ ($R-R$) - 680 мс, S_1-S_2 - 140 мс.

Комментарии

- Вариант нормальной ЭКГ в последовательной стимуляции предсердий и желудочков (DDD).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

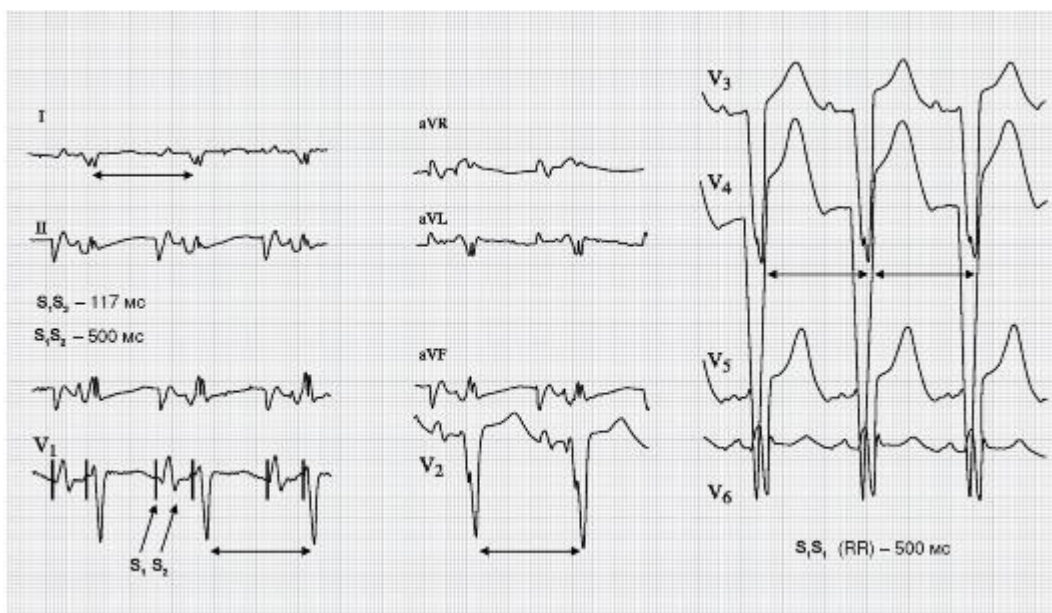


Рис. 2.3.16. ЭКГ при последовательной, «секвенциальной» электрокардиостимуляции (DDD) в режиме ведения ритма (*overdrive pacing*)

Комментарии

- Вариант нормальной ЭКГ при последовательной стимуляции предсердий и желудочков (DDD).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

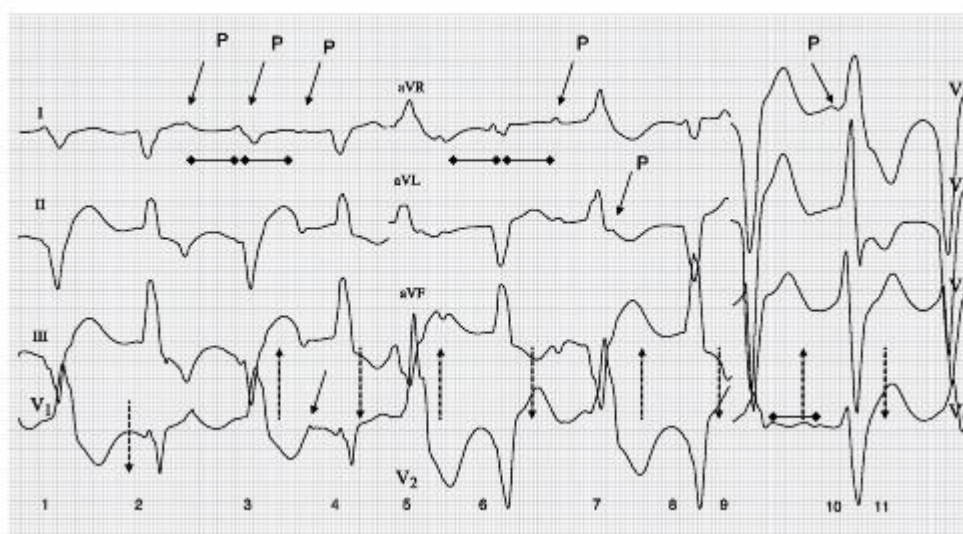


Рис. 2.3.17. Исходная ЭКГ при полифокусной двунаправленной аллоритмии с миграцией водителя ритма сердца

Комментарии

- На ЭКГ регистрируется двунаправленная сцепленная предсердная аллоритмия (комплексы 1, 3, 5, 7, 9, 11 в грудных отведениях V_1 , V_2 , V_6).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

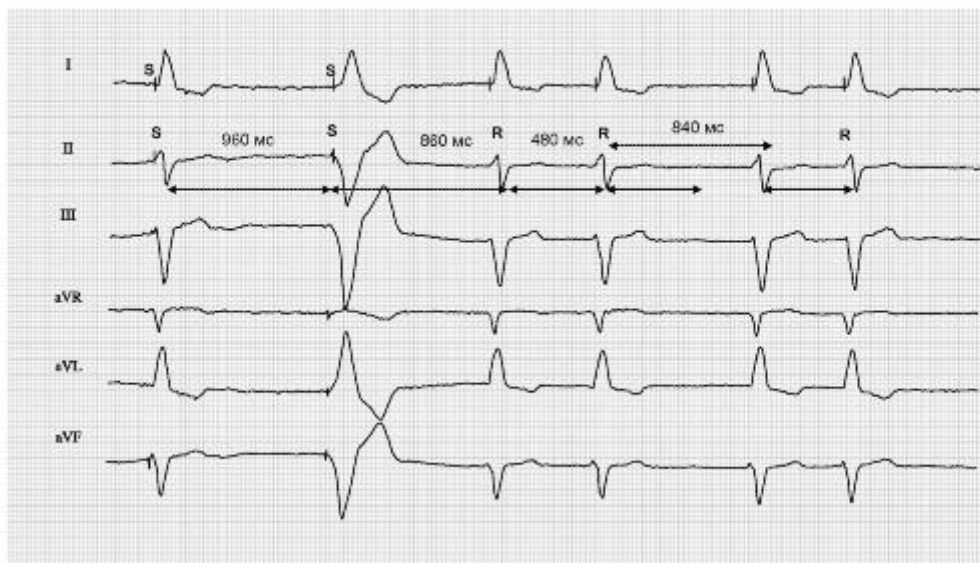


Рис. 2.3.18. ЭКГ при желудочковой стимуляции в режиме «деманд» (VVI)
QRS - 128 мс, QRST - 340 мс.

Комментарии

- Нормальная электростимуляция желудочков в режиме «деманд».
- При имеющейся аритмии правильно подобрана частота (период) стимуляции и добавлена функция гистерезиса, что позволяет включать ЭС без явлений парасистолии.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

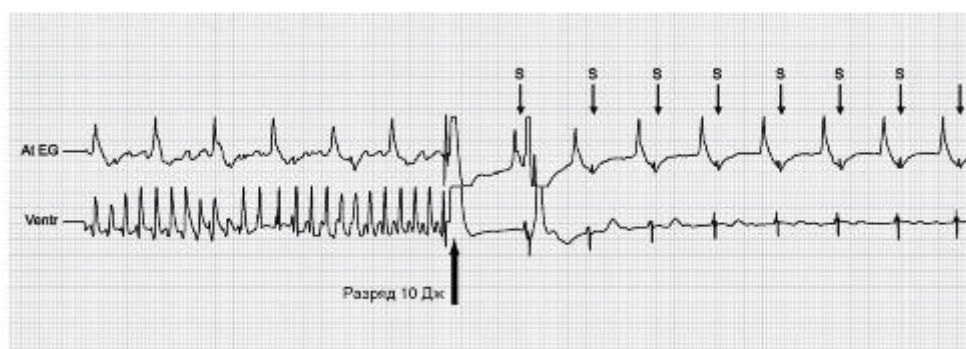


Рис. 2.3.19. Электрограмма, зарегистрированная с двухкамерного кардиовертера-дефибриллятора с функцией подавления желудочковой тахикардии

Комментарии

- Разряд 10 Дж нанесен после детекции возникшей желудочковой тахикардии, переходящей в фибрилляцию желудочков.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 2,5 мВ/см.

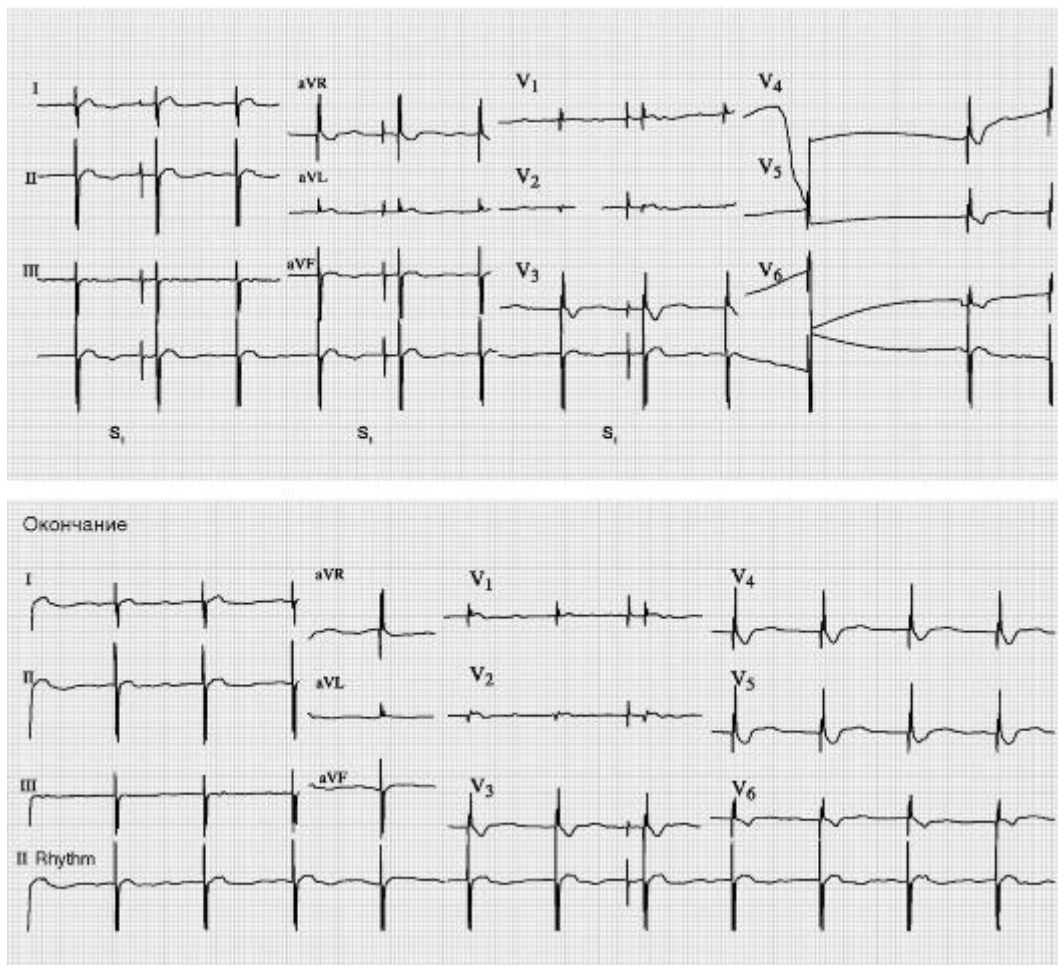


Рис. 2.3.20. ЭКГ внутреннего холтеровского мониторинга имплантированного двухкамерного ЭКС

Комментарии

- Стимуляция в режиме DDD с преимущественной предсердной стимуляцией.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 2,5 мВ/см.

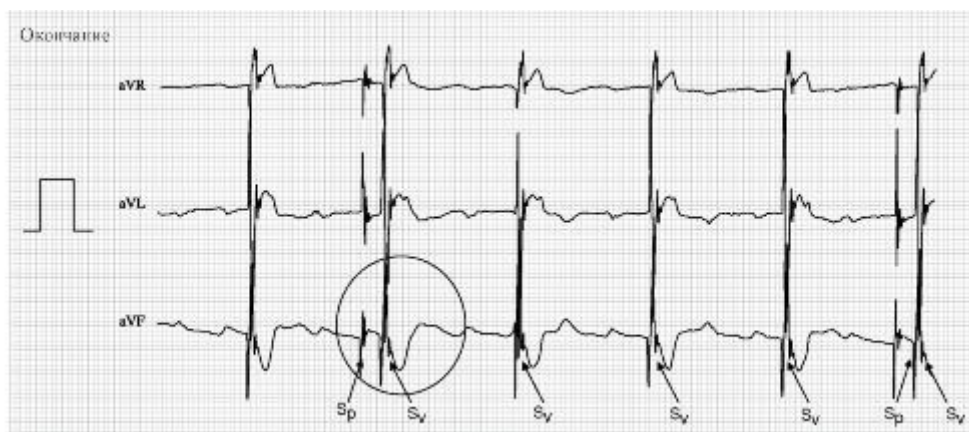


Рис. 2.3.21. ЭКГ при стимуляции в режиме DDD

Комментарии

- Стимуляция в режиме DDD с функцией «деманд» выключения стимуляции предсердия при возникновении ритма более высокого, чем запрограммировано.

- Предсердная тахикардия, режим выключенного предсердного канала и изолированная синхронная стимуляция желудочков с активностью предсердий.



Комментарии

- Периодическая «секвенциальная» стимуляция.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

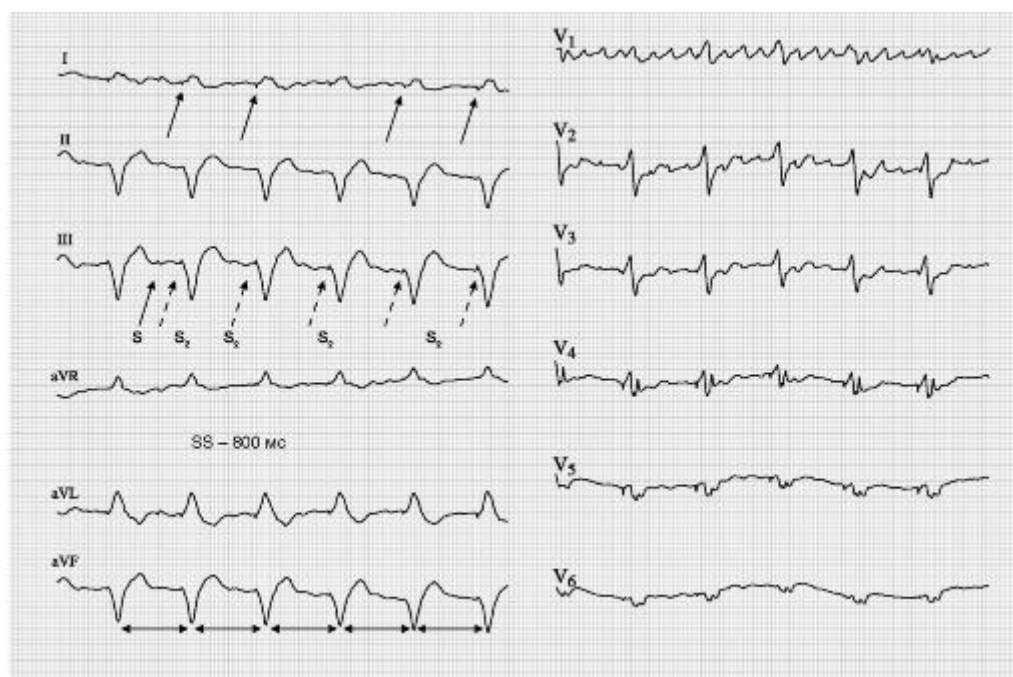


Рис. 2.3.22. ЭКГ при постоянной двухкамерной «секвенциальной» ЭС при постоянной неправильной форме трепетания предсердий

Комментарии

- Обязательное сравнение всех интервалов $R-R$ ($S-S$) для уточнения правильности режима стимуляции.
- Анализ морфологии всех желудочковых комплексов (QRS) для выявления возможной аберрации проведения.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

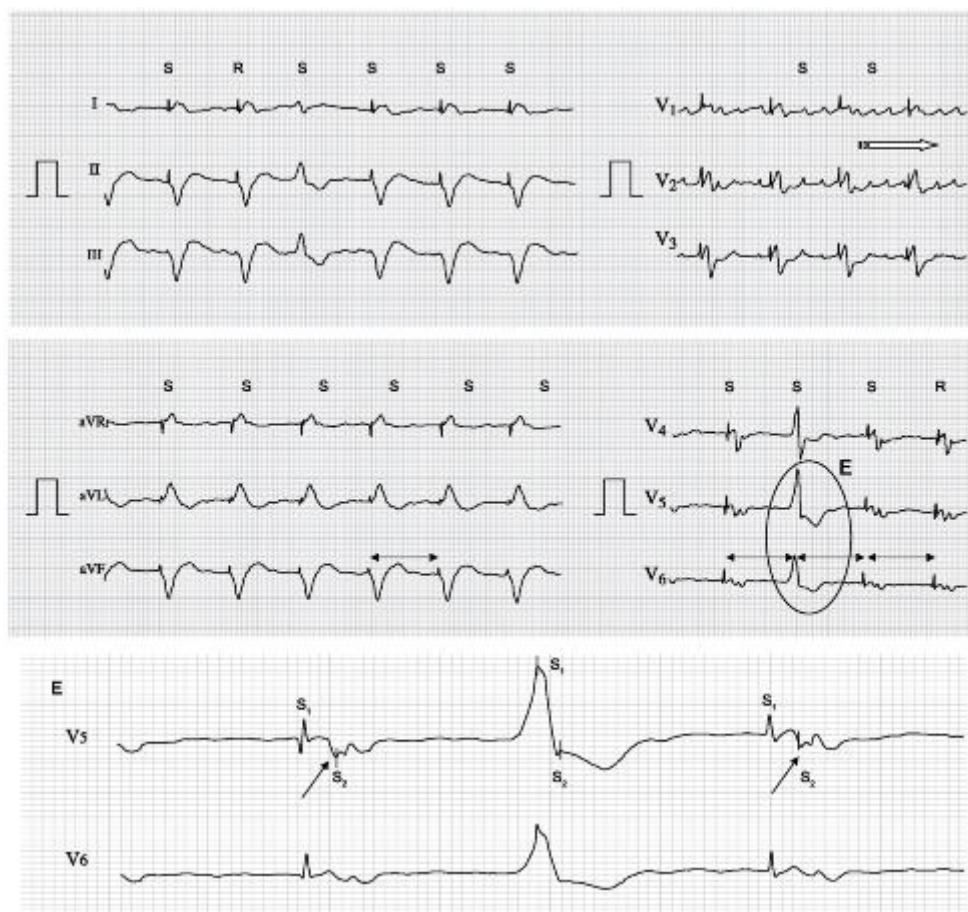
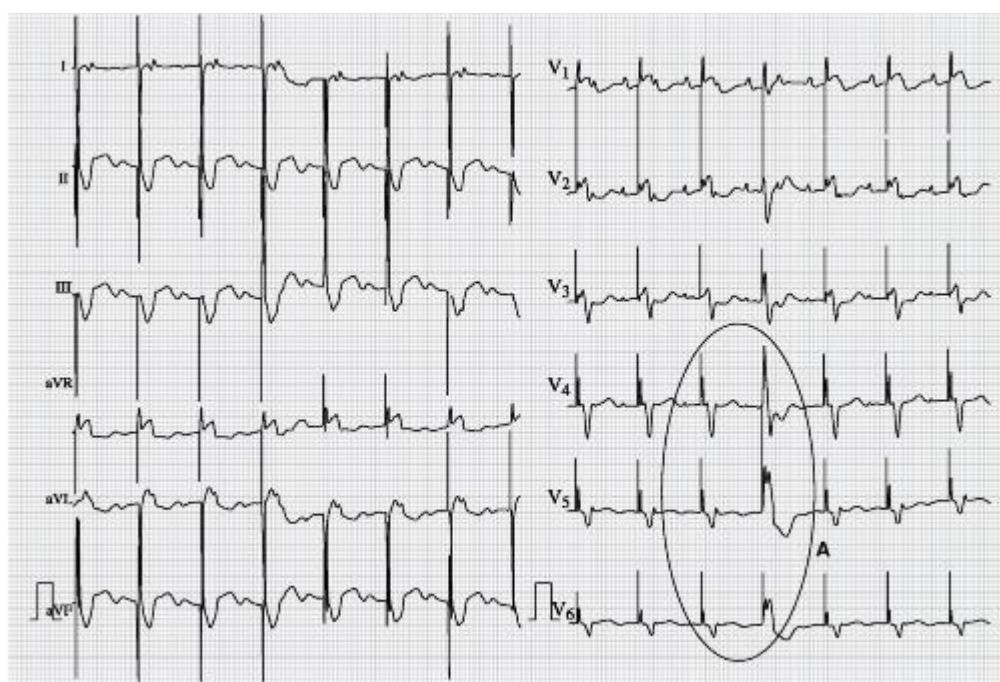


Рис. 2.3.23. ЭКГ при постоянной трехкамерной электростимуляции S-S (R-R) - 820 мс (73 в минуту), задержка - 40 мс.

Комментарии

- Задержанный левожелудочковый стимул регистрируется внутри стимулируемого и спонтанного желудочкового комплекса.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



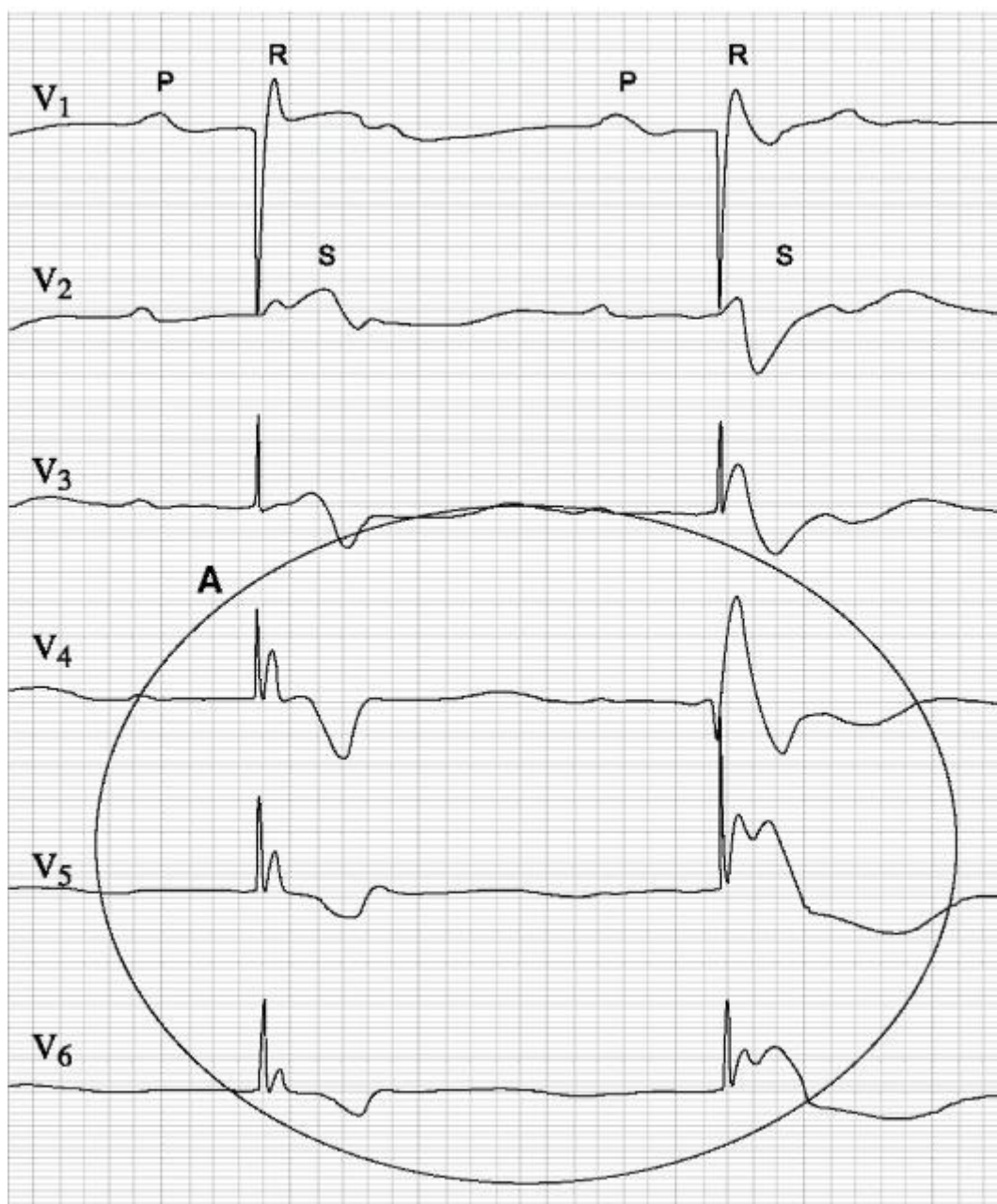


Рис. 2.3.24. ЭКГ при «Р»-синхронной (DVI или VAT) электростимуляции
P-Q - 280 мс, *QRS* - 40 мс («А» *QRS* - 120 мс), *QRST* - 400 мс.

Комментарии

- Аберрация внутрижелудочкового проведения по левой ножке пучка Гиса «Р»-синхронной желудочковой стимуляции.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

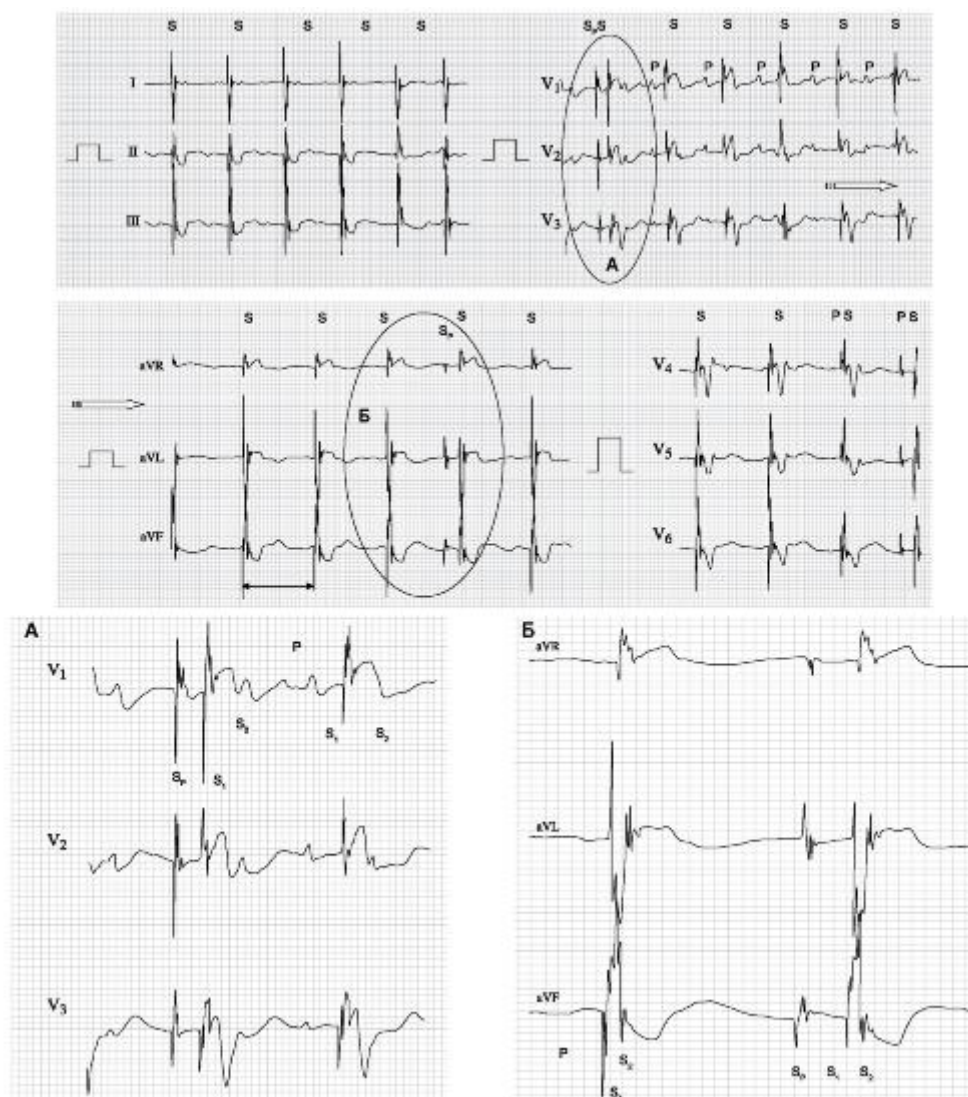


Рис. 2.3.25. ЭКГ при стимуляции в режиме DDD синхронизирующего трехкамерного кардиостимулятора ЭС P-Q - 200 мс, S_1-S_2 - 40 мс, S_pS_1 - 150 мс, S_1-S_2 - 40 мс, S_1-S_1 - 720 мс (83 в минуту).

Комментарии

- Миграция водителя ритма, перемежающаяся мерцанием предсердий, способствует асинхронной двухкамерной (двухжелудочковой) синхронизирующей стимуляции.
- Периодическое включение предсердной стимуляции.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 5-10 мВ/см.

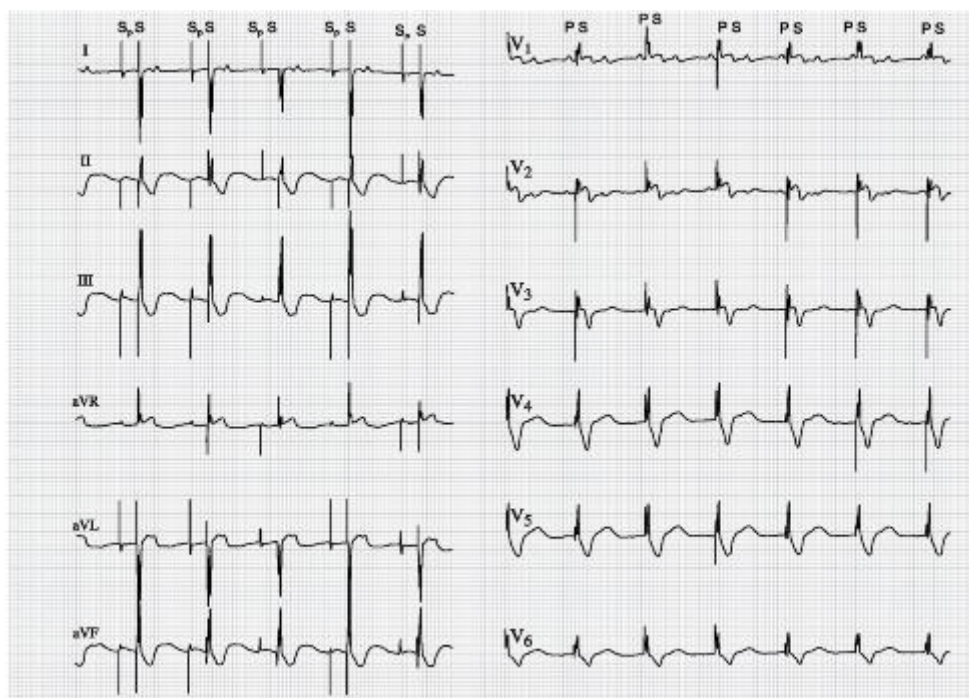


Рис. 2.3.26. ЭКГ при последовательной «секвенциальной» электростимуляции S_P-S - 200 мс, QRS - 50 мс, QRST - 240 мс.

Комментарии

- Нормальная «секвенциальная» ЭС при трехкамерной стимуляции.
- Зарегистрирован переворот электрической оси стимулирующего импульса как элемент измерения порога стимуляции (auto capture).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 5 мВ/см.

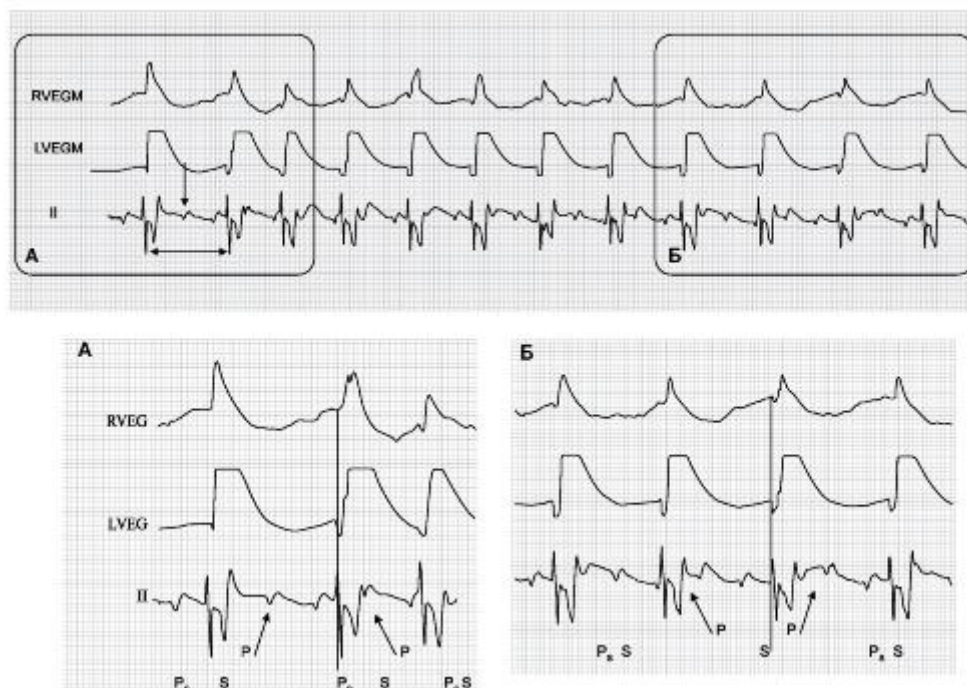


Рис. 2.3.27. Электрограмма эндокардиальной регистрации по типу «холтеровского мониторинга» при постоянной трехкамерной электростимуляции

Комментарии

- Регистрация эндокардиальных электрограмм правого (*RVEGM*) и левого (*LVEGM*) желудочков.
- Предсердная тахикардия, предсердная синхронизация 1:2.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 2,5-10 мВ/см.

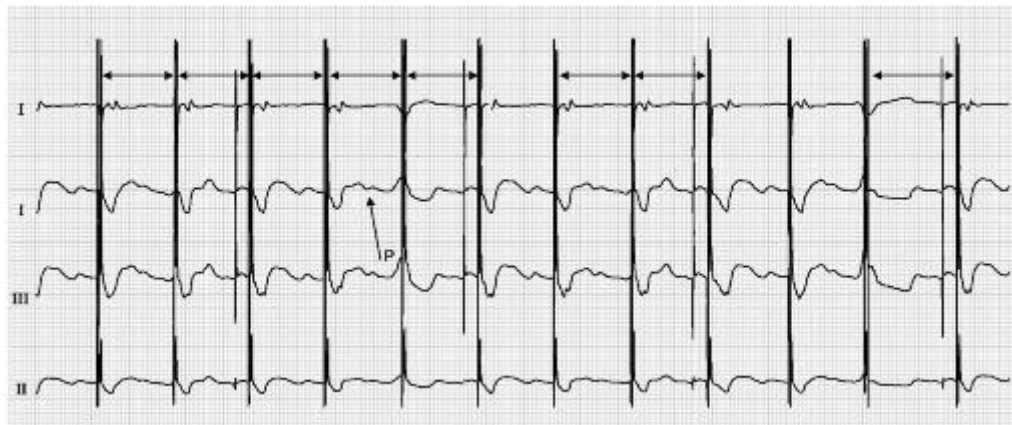


Рис. 2.3.28. ЭКГ при постоянной желудочковой стимуляции с режимом гистерезиса

Комментарии

- Изменение интервала стимуляции происходит в пределах периода гистерезиса, что предупреждает выскальзывание ритма сердца.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.3.29. ЭКГ при постоянной электростимуляции при брадиформе трепетания предсердий

Комментарии

- Нормальная ЭКГ при стимуляции желудочков на фоне неправильной формы трепетания предсердий.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

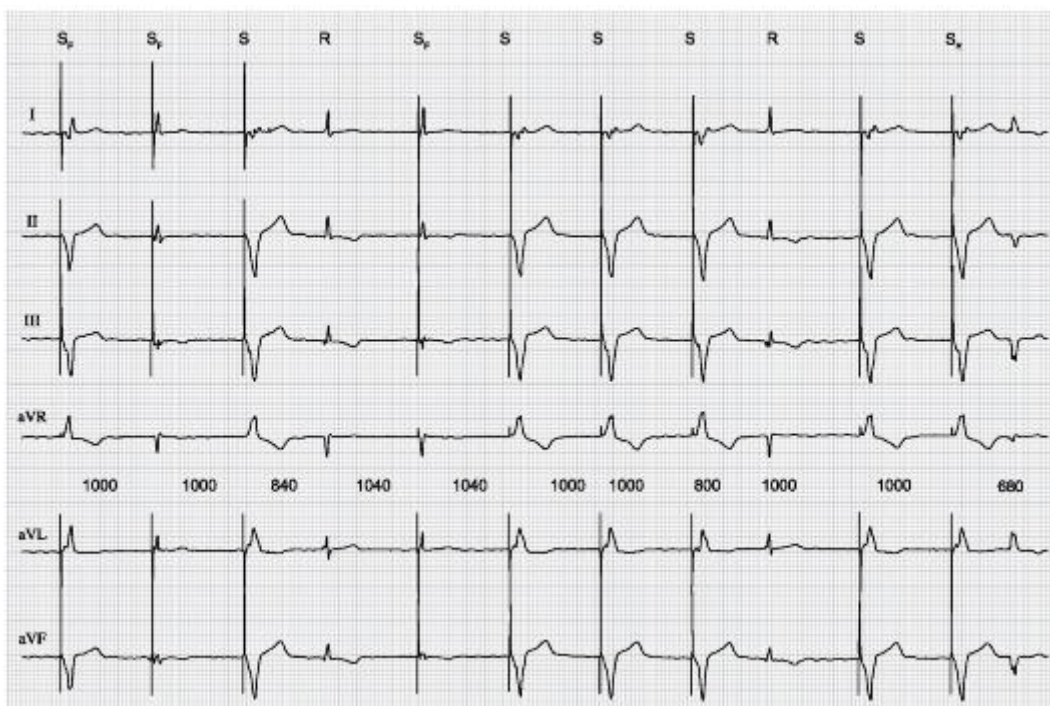


Рис. 2.3.30. ЭКГ при постоянной желудочковой электростимуляции в режиме «деманд» S-S - 1000 мс (60 в минуту), QRS - 80-160 мс, QRST - 520-440 мс.

Комментарии

- Изменение морфологии комплекса QRS может быть отражением синдрома кардиостимулятора.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

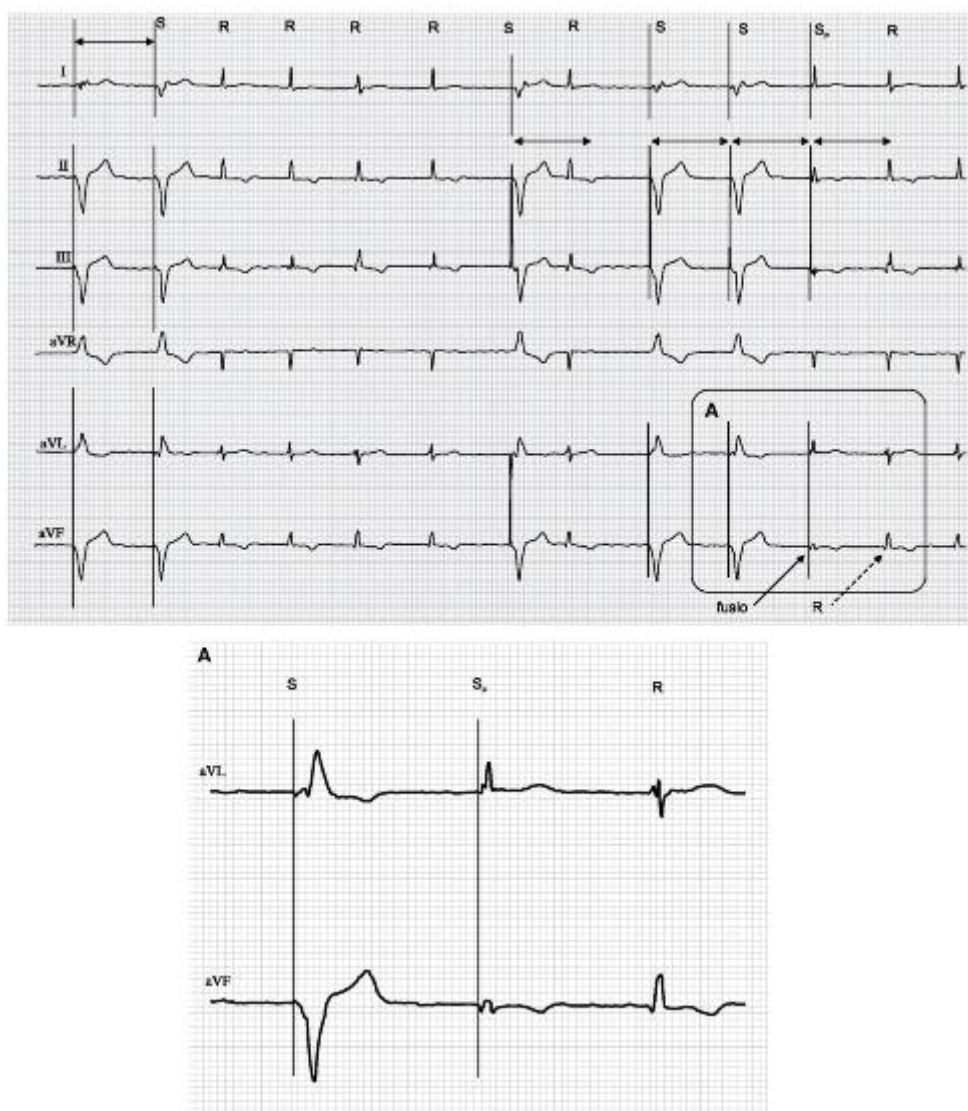


Рис. 2.3.31. ЭКГ при постоянной эндокардиальной желудочковой электростимуляции в режиме «демад» (VVI)

Комментарии

- Нормальное функционирование ЭКС в режиме VVI.
- Деформированные желудочковые комплексы QRS по типу *fusion* указывают на необходимость изменения базовой частоты стимуляции.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

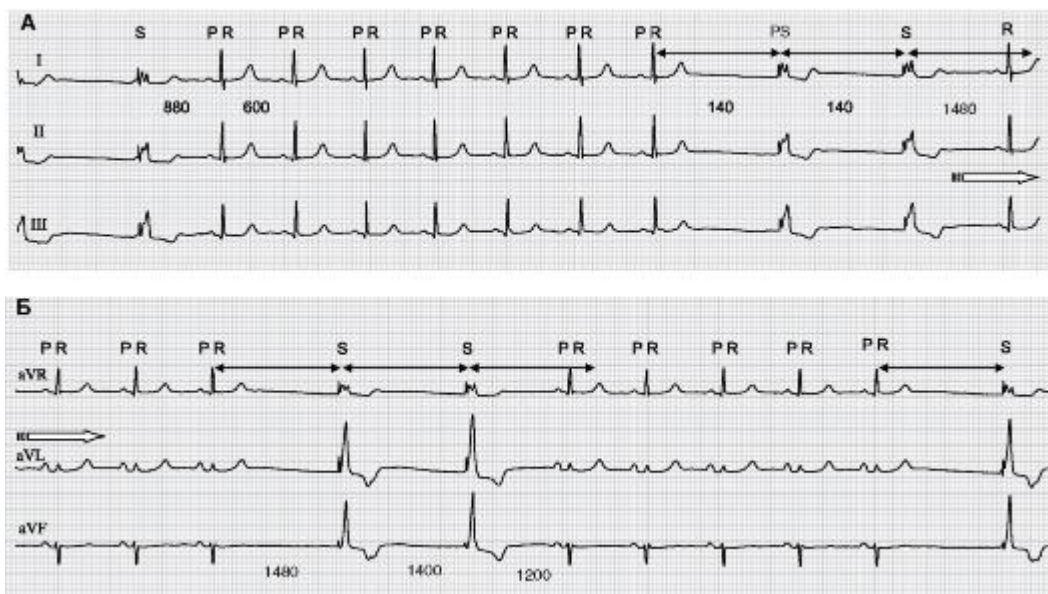


Рис. 2.3.32. ЭКГ при постоянной электростимуляции в режиме «демад» (VVI)

S-R - 880 мс, R-R - 600 мс, R-S - 1400 мс, R-S - 1480 мс, S-S - 1400 мс, S-R - 1200 мс, QRS - 80 мс, QRST - 400 мс.

Комментарии

- Нормальное функционирование ЭКС в режиме монополярной однокамерной желудочковой стимуляции.

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

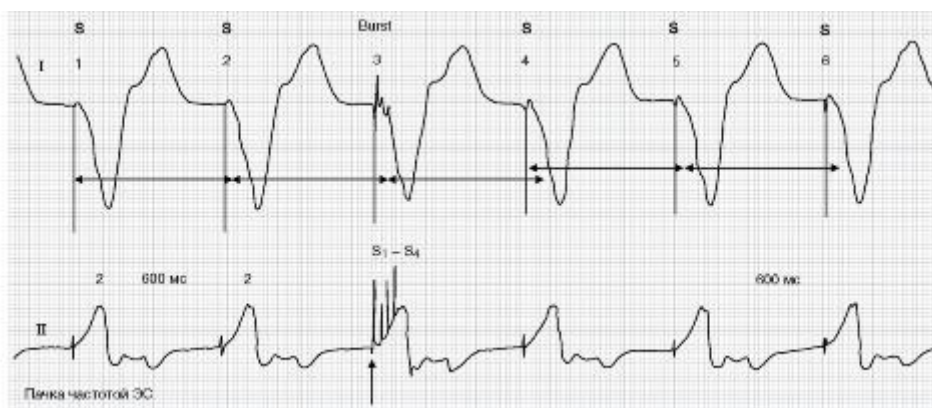


Рис. 2.3.33. ЭКГ при постоянной желудочковой стимуляции с включением режима купирования тахикардии

Комментарии

- Стабильная эндокардиальная желудочковая стимуляция.

- Несанкционированное срабатывание ЭКС.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

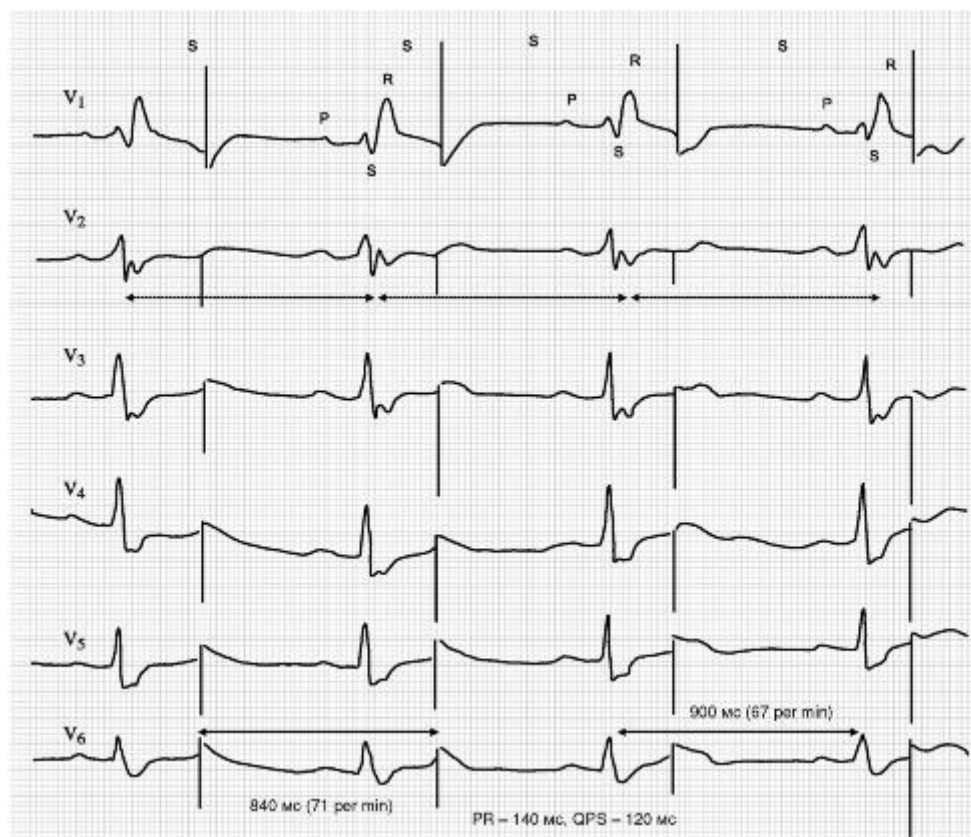


Рис. 2.3.34. ЭКГ при отсутствии стимуляции. АВ-блокада I степени. Неадекватная электрокардиостимуляция P-Q - 220 мс, R-R - 860 мс, S-S - 900 мс, QRS - 60 мс, QRST - 420 мс.

Комментарии

- Отсутствие ответа желудочков на стимул *exit block* (блокада выхода).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

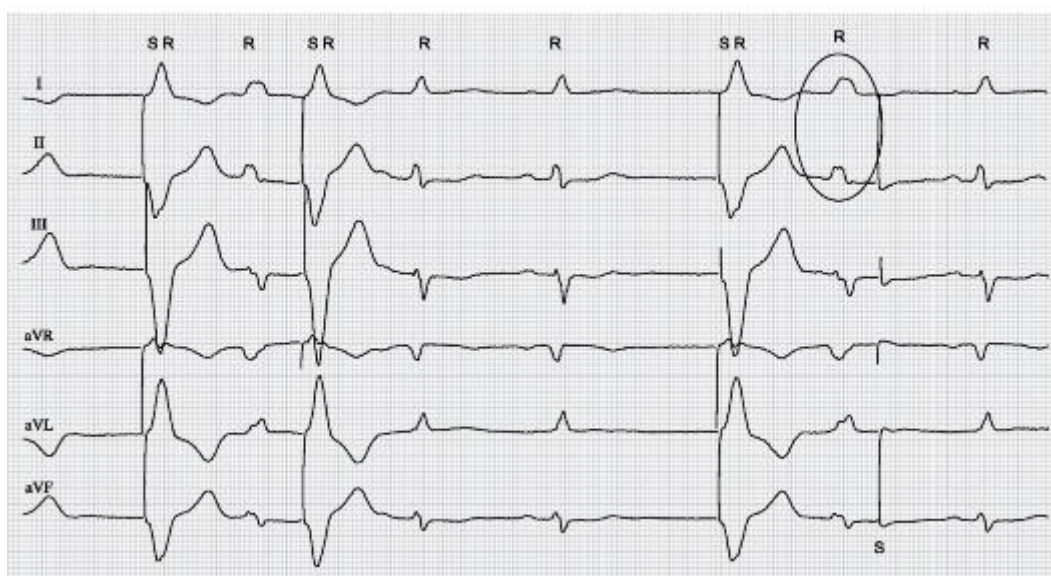
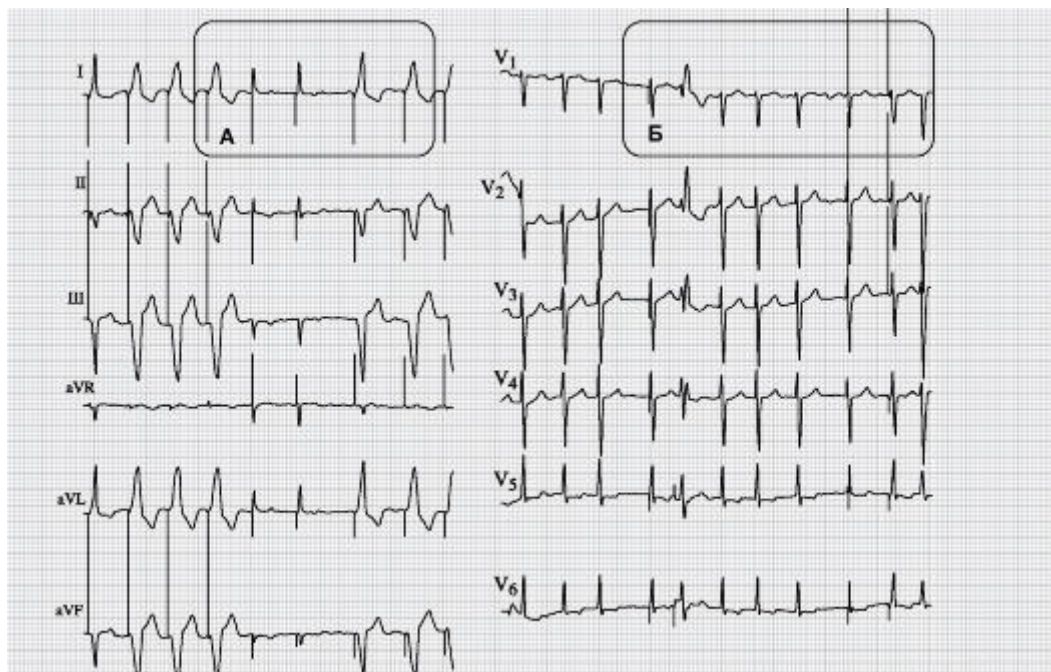


Рис. 2.3.35. ЭКГ монополярной эндокардиальной правожелудочковой стимуляции в режиме «деманд» (VVI) с периодами блокады выхода (*exit block*) P-Q - 180 мс, QRS - 70 мс, QRST - 360 мс, S-S - 940 мс, QRS_S - 140 мс, QRST_S - 380 мс.

Комментарии

- ЭКГ при монополярной желудочковой стимуляции в режиме «деманд» с периодами блокады выхода (*exit block*).
- АВ-блокада II степени с периодами полной АВ-блокады с блокадой ножек пучка Гиса.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



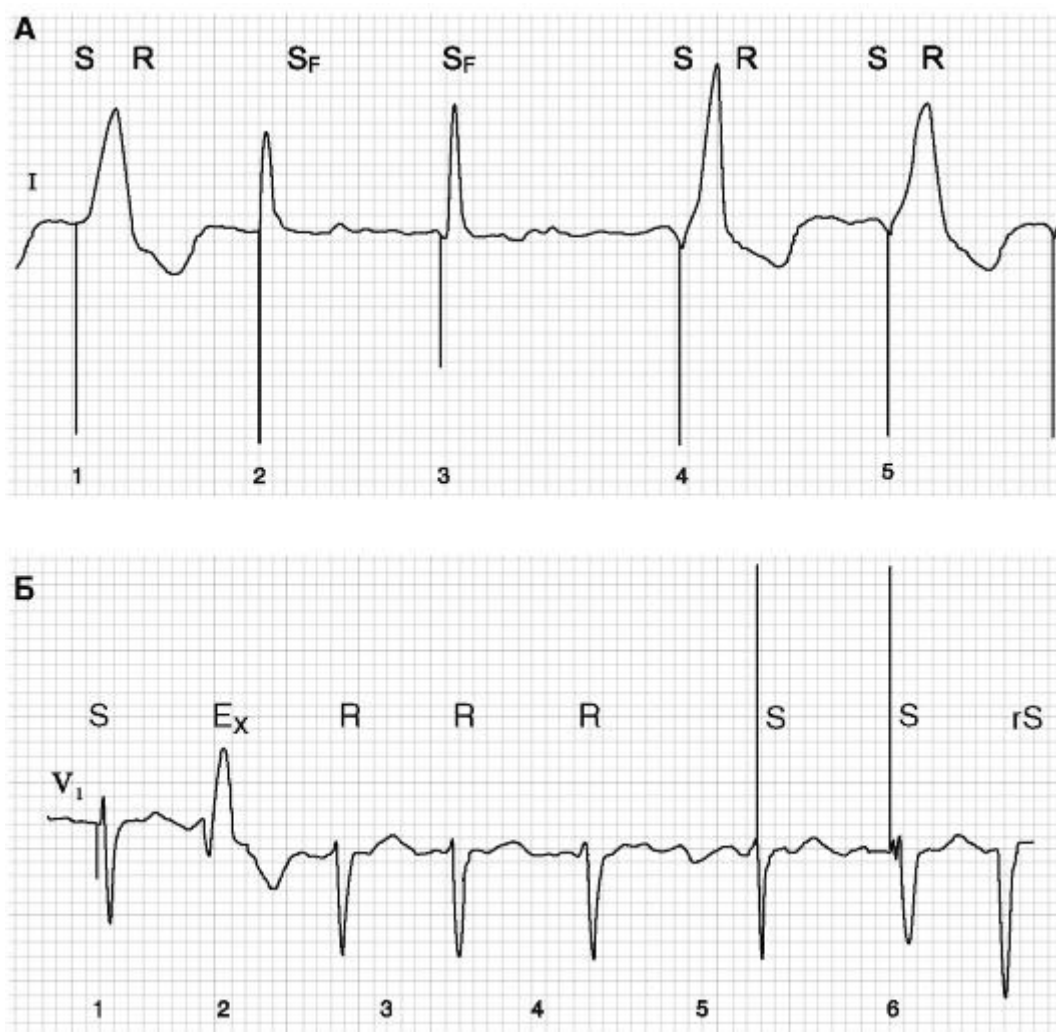


Рис. 2.3.36. ЭКГ при правожелудочковой эндокардиальной стимуляции с аритмией и периодами слияния

Комментарии

- 1-й комплекс - навязанный желудочковый комплекс.
- 2-й и 3-й комплексы - слияние желудочковых комплексов и стимула.
- 4-й комплекс - аберрация проведения при стимуляции желудочка.
- 5-й комплекс - обычный навязанный желудочковый комплекс.

Комментарии

- Вариант отсутствия нормального желудочкового ответа на стимуляцию.
- 2-й комплекс - желудочковая экстрасистола.
- 6-й и 7-й комплексы - слияние со стимулом (*fusion*).
- 8-й комплекс - спонтанное предсердное возбуждение.
- Скорость записи 25 мм/с,

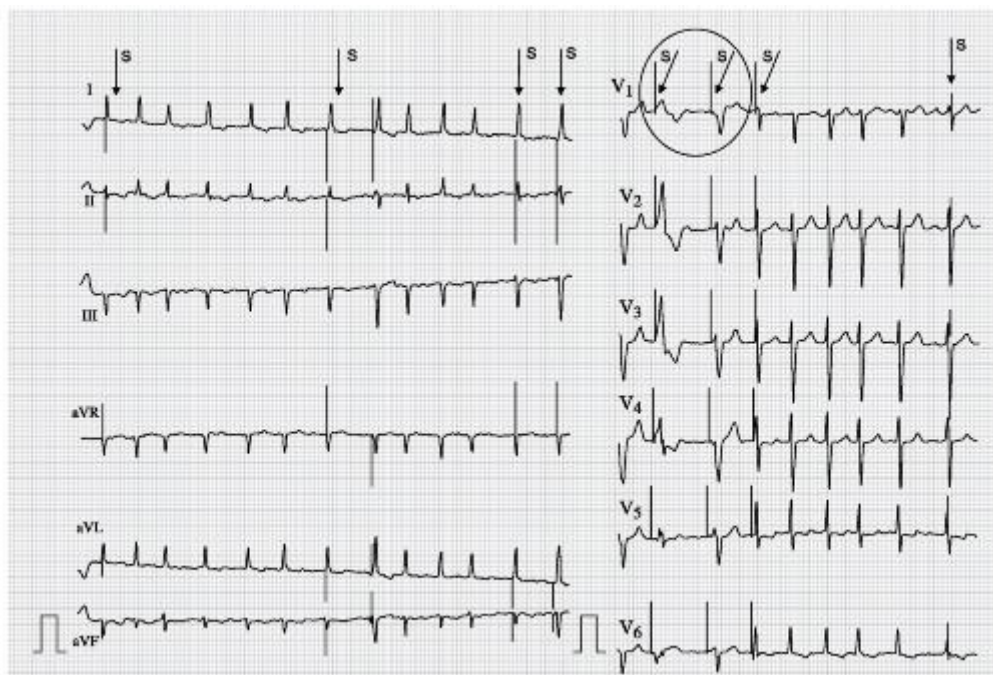


Рис. 2.3.37. ЭКГ при правожелудочковой эндокардиальной стимуляции в режиме «деманд» (VVI)

Комментарии

- Вариант желудочковой стимуляции с абберацией проведения и периодами парасистолии.
- Пример постоянной желудочковой стимуляции с явлениями «слияния» (*fusion*).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

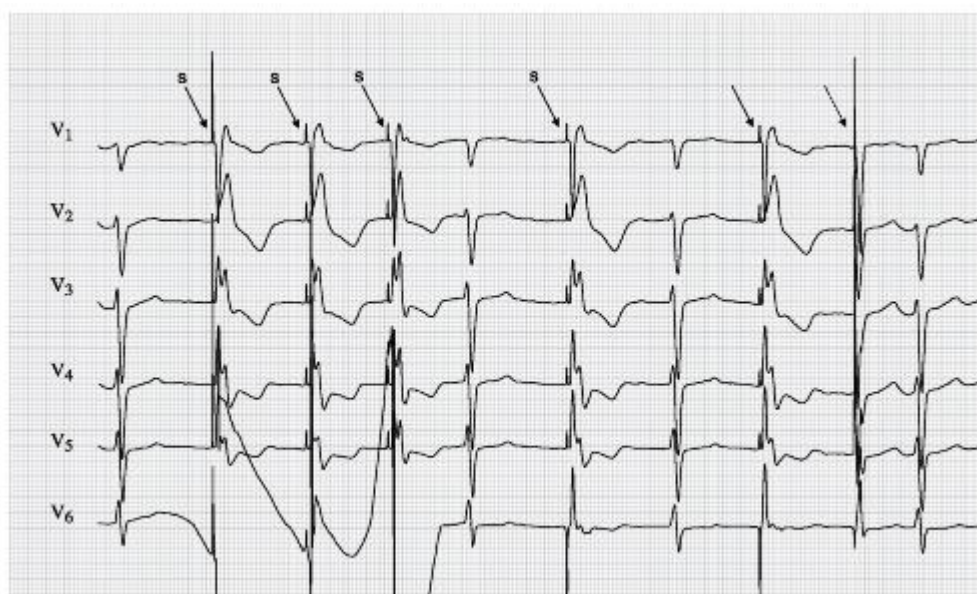


Рис. 2.3.38. ЭКГ при постоянной двухжелудочковой стимуляции с периодами слияния (*fusion*)

Комментарии

- Постоянная электростимуляция с частотой, близкой к собственной частоте возбуждения желудочков, что сопровождается феноменом слияния.

- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

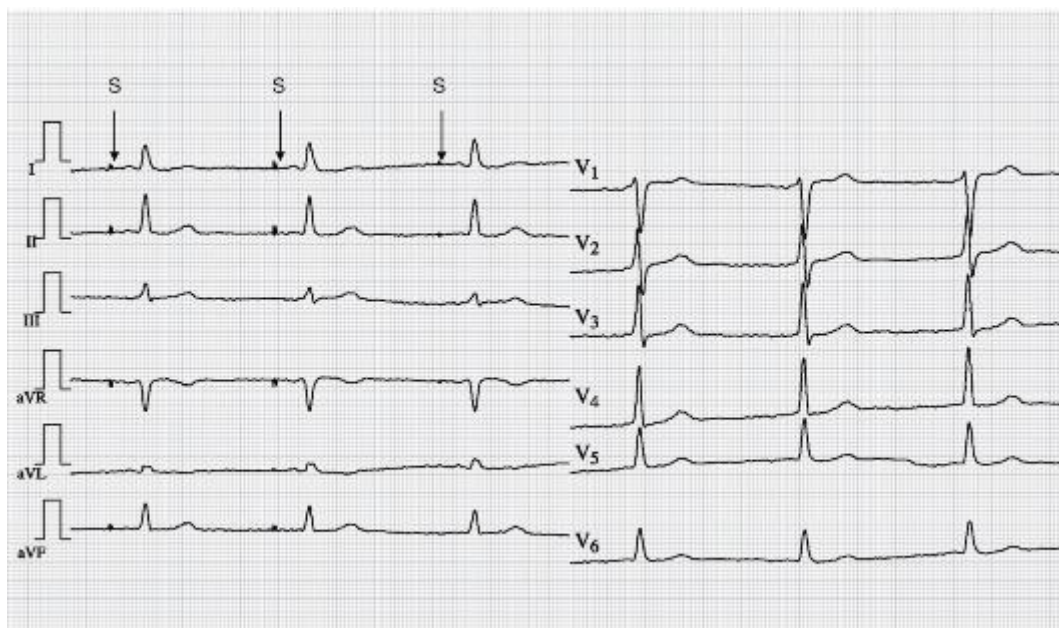


Рис. 2.3.39. ЭКГ при постоянной предсердной электростимуляции при синусовой брадикардии (AAI)

Комментарии

- Пример предсердной стимуляции в режиме AAI.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

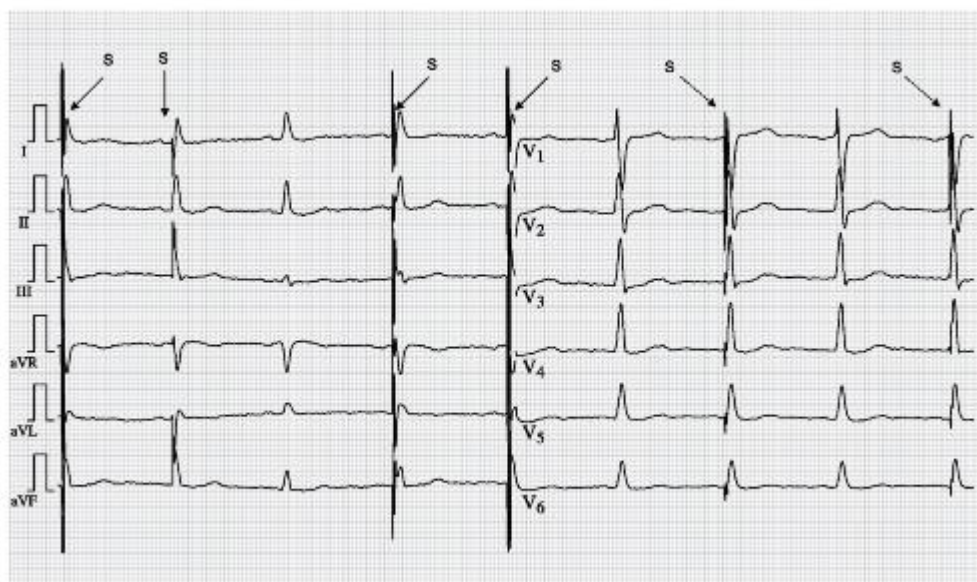


Рис. 2.3.40. ЭКГ при постоянной правожелудочковой стимуляции при искусственном синдроме слабости синусового узла

Комментарии

- Постоянная правожелудочковая стимуляция с частотой, приближающейся к собственной частоте возбуждения желудочков, что сопровождается феноменом слияния (*fusion*).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

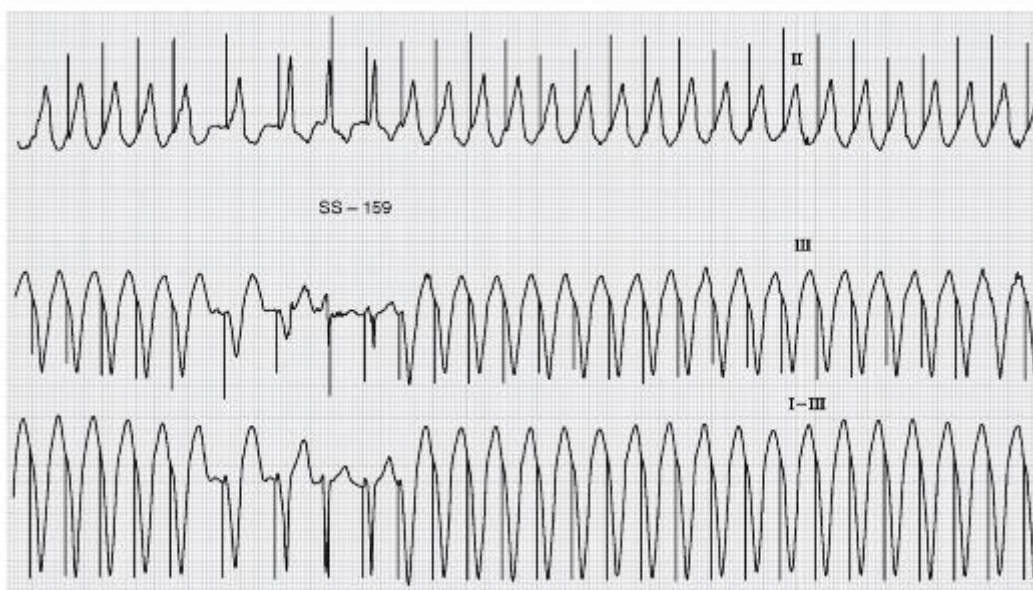


Рис. 2.3.41. ЭКГ при стимуляции желудочков с периодом Венкебаха

Комментарии

- Вариант частой электростимуляции желудочков для выявления «окна тахикардии».
- Выскальзывание ритма с предсердным возбуждением.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

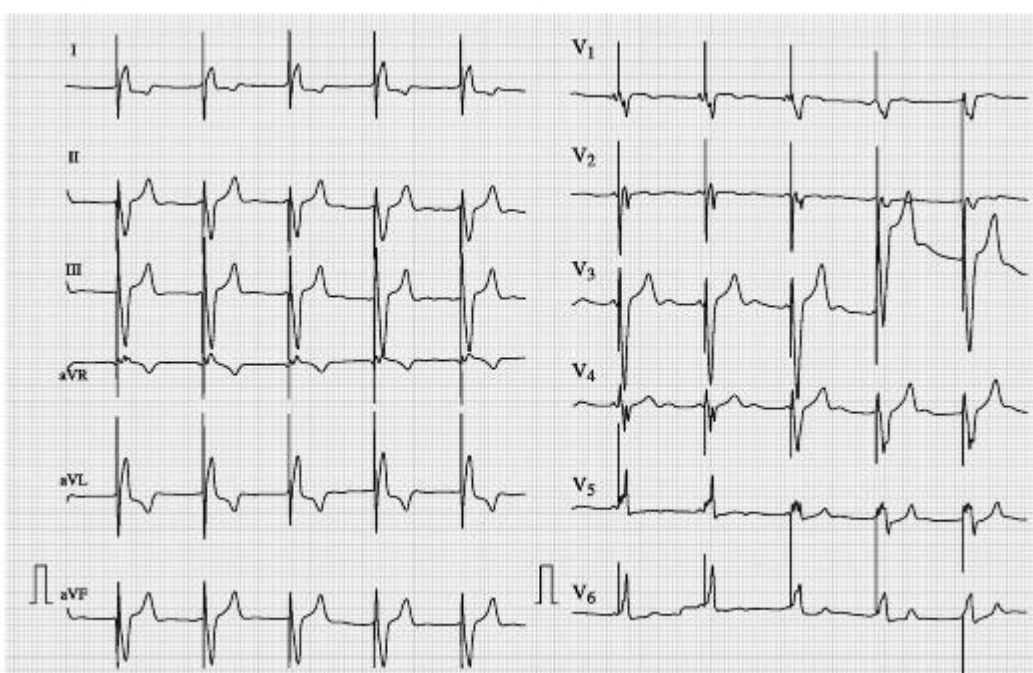


Рис. 2.3.42. ЭКГ при постоянной эндокардиальной желудочковой стимуляции

Комментарии

- Постоянная правожелудочковая электростимуляция.
- Аберрация внутрижелудочкового проведения при стимуляции.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

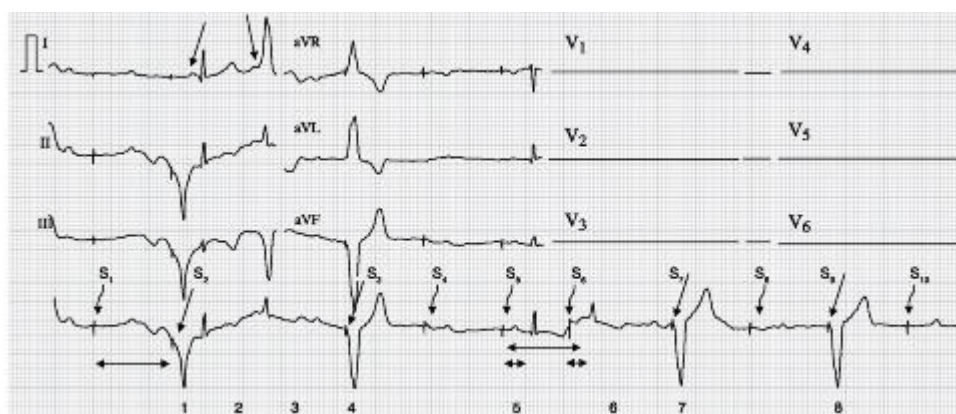


Рис. 2.3.43. ЭКГ при желудочковой электростимуляции

1-й, 4-й, 8-й комплексы QRS - навязанный ритм.

S - электрические стимулы, не вызывающие ответа.

S - электрические стимулы с адекватным ответом.

$S_1-S_2 = 800$ мс (75 в минуту).

$S_2QRS-QRS_2 = 280$ мс.

$S_3-S_4 = 800$ мс (75 в минуту).

$QRS_2-QRS_3 = 680$ мс (88 в минуту).

$QRS_3-S_3QRS_4 = 1040$ мс (58 в минуту).

$S_4-S_5 = 880$ мс (68 в минуту).

$S_5-S_6 = 640$ мс (94 в минуту).

$QRS_5-QRS_6 = 600$ мс (100 в минуту).

$S_7-S_8 = 880$ мс (68 в минуту).

$QRS-QRS_7 = 1440$ мс (42 в минуту).

$S_8-S_9 = 800$ мс (75 в минуту).

$QRS_7-QRS_8 = 1640$ мс (37 в минуту).

$S_9-S_{10} = 680$ мс (88 в минуту).

Комментарии

- Регистрируется непостоянное навязывание ритма ЭКС.
- Частота стимуляции 75 в минуту ($S-S_2=800$ мс).
- Из 10 стимулов навязано только три.
- 2-й и 3-й комплексы QRS нормального спонтанного ритма с нормальной функцией ЭКС в режиме подавления стимуляции (*inhibition* - «on demand»).
- Период рефрактерности стимуляции в пределах 280-300 мс (стандартная программа).
- 5-й и 6-й комплексы QRS нормального спонтанного ритма, однако S_5 и S_6 не были блокированы на наличие спонтанной активности сердца. Интервал задержки $S-QRS = 320$ мс, $S_6-QRS = 320$ мс (из-за недостаточной скорости записи возможна ошибка).

- Вызывает затруднение определение морфологии комплекса QRS_2 : возбуждение предсердного происхождения (узкий комплекс QRS, нормальная электрическая ось, нельзя определенно указать природу положительного зубца P или T , больше данных за зубец P ; см. морфологию следующего комплекса QRS). Интервал P - Q составляет 160 мс.

- Морфология комплекса QRS_3 типична для желудочкового комплекса при синдроме WPW: волна P сливается с восходящей частью волны R комплекса QRS , имеются все признаки Δ -волны, ширина комплекса QRS - 160 мс.

- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см, .

- Заключение. По данным анализа представленной кардиограммы нельзя исключить наличие брадиформы синдрома WPW, осложненного МА. Такой тип нарушения ритма сердца плохо корригируется постоянной однокамерной стимуляцией. Нельзя исключить недостаточную амплитуду (энергию) стимулирующего импульса. В программе отсутствует режим гистерезиса, высокая частота стимуляции для данного случая (S - S - 800 мс, 75 в минуту) сопровождается стимуляционной аритмией.



Рис. 2.3.44. ЭКГ при желудочковой электростимуляции R - R (S - S) - 700 мс, QRS - 100 мс, Q - T - 440 мс, P - P - 700 мс.

Комментарии

- Полная предсердно-желудочковая или АВ-блокада.
- ЧС предсердий почти равна ЧС желудочков (интерференция).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.



Рис. 2.3.45. Вариант ЭКГ при купировании пароксизма аритмии имплантированным кардиовертером-дефибриллятором

Комментарии

- Регистрация с внутреннего монитора ЭГ и кривой импеданса по давлению, купирование пароксизма тахикардии пачкой импульсов в режиме *Burst*.
- На записанной кардиограмме приступ тахикардии купируется после сканирования частоты желудочков.
- Можно рассчитать время напряжения давления в желудочках и пульсовую составляющую.
- Напряжение в желудочках стало снижаться на момент нанесения стимулирующей пачки.
- Давление восстановилось в желудочках после купирования приступа.
- АД-Рз - кривая пульсового давления.
- Пр - среднее давление в правом предсердии.
- АД-С - давление в желудочке.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

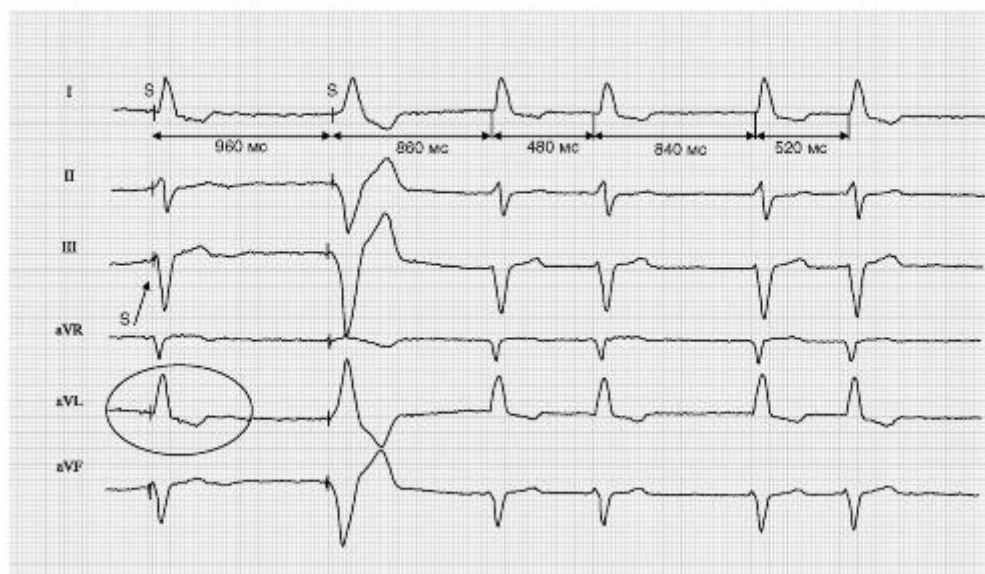


Рис. 2.3.46. ЭКГ при миграции водителя ритма сердца

S-S - 960 мс, 860 мс.

Комментарии

- 1 и 2 - комплексы навязанного ритма.
- 3-4 и 5-6 сцепленные желудочковые комплексы - источник ритма в АВ-узле с блокадой левой ножки пучка Гиса.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

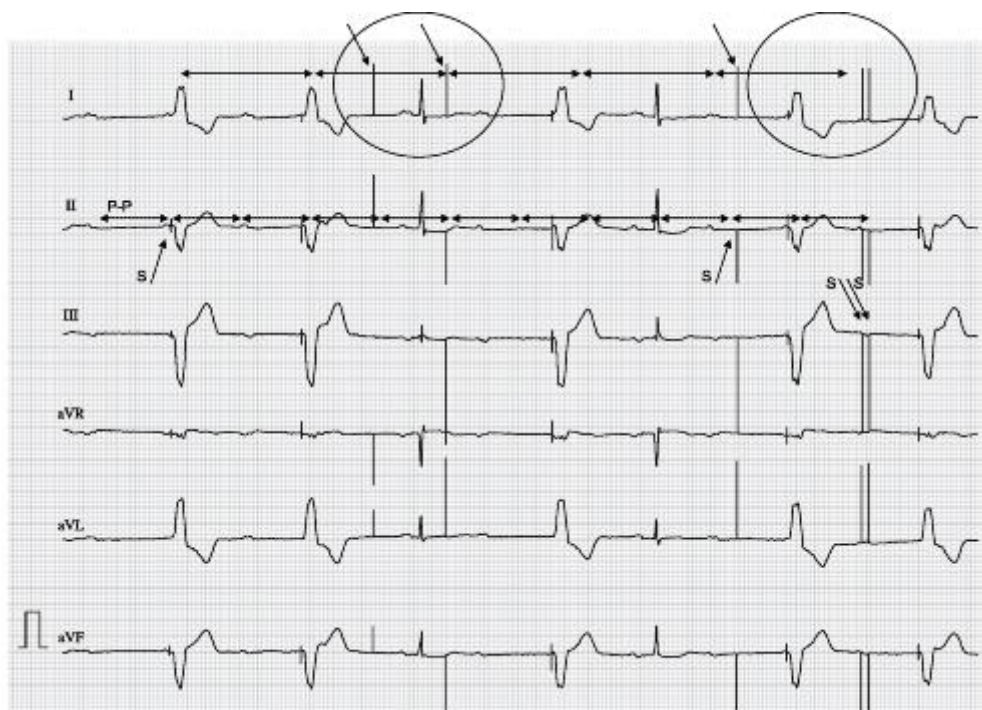


Рис. 2.3.47. ЭКГ при автоматической коррекции амплитуды электростимуляции

Комментарии

- Периоды неэффективной электростимуляции с автоматическим подбором амплитуды стимуляции (*autocapture*).

- Элементы неэффективной стимуляции в момент выбора амплитуды (автоматическое измерение порога стимуляции, *autocapture*).
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

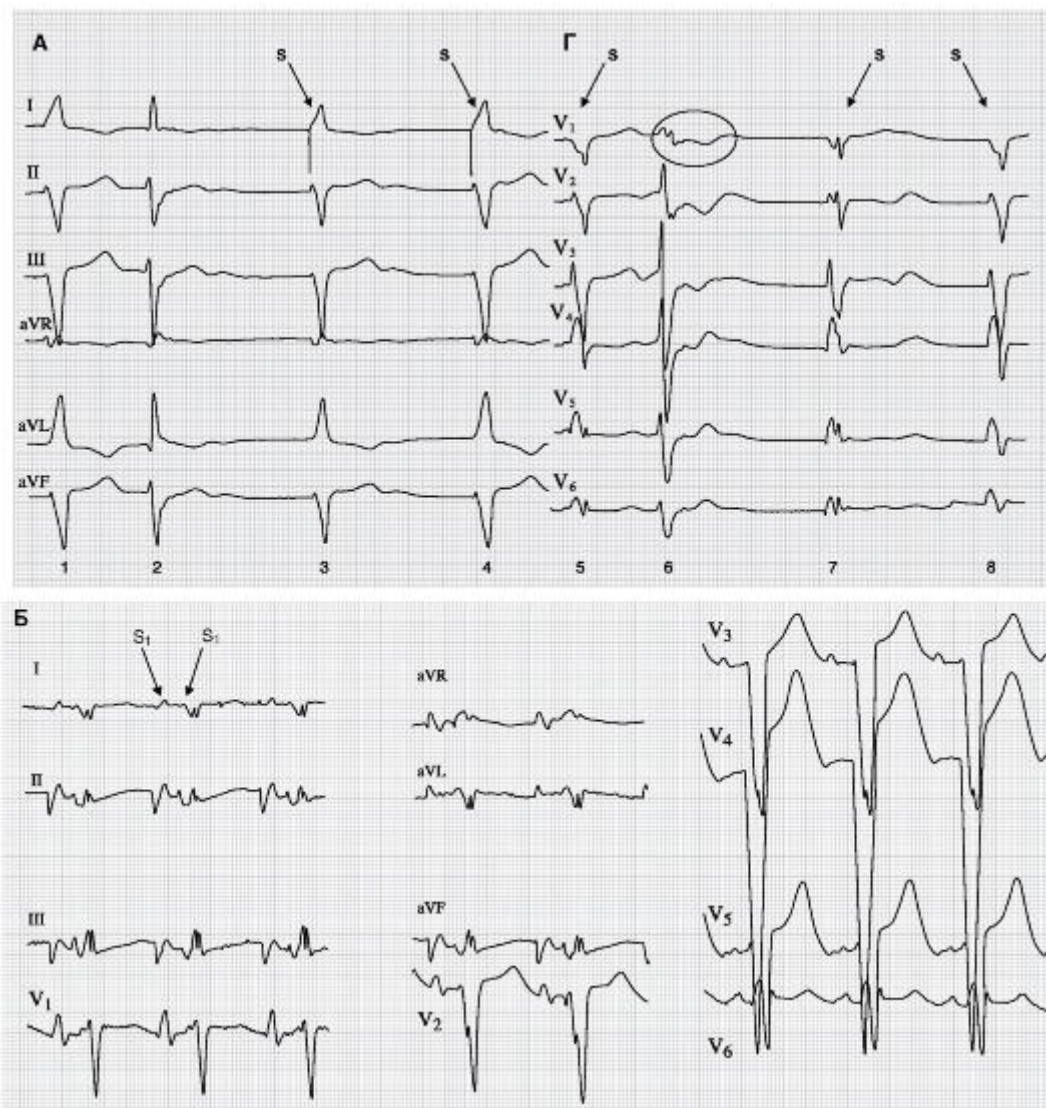


Рис. 2.3.48. ЭКГ с полифокусной экстрасистолией

$R-R$ - 600 мс, $R-S$ - 940 мс, $S-S$ - 940 мс, $S-R$ - 480 мс, $R-S$ - 1000 мс, $S-S$ - 940 мс, $P-Q$ - 140 мс, QRS - 120 мс, $QRST$ - 420 мс, $QRST_2$ - 380 мс, $QRST_3$ - 420 мс, $QRST_5$ - 480 мс, $R-P_2$ - 140 мс, $S-P_3$ - 120 мс, $S-P_4$ - 140 мс, $R-P_6$ - 120 мс, S_1-S_2 - 112 мс, S_1-S_1 (S_2-S_2) - 500 мс. $QRST$ - 460 мс, 320 мс.

Комментарии

- Полифокусная экстрасистолия по типу *torsade de pointes*.
- «Секвенциальная» стимуляция в режиме *overdrive pacing*.
- Варианты электростимуляции (ЭС) в различных режимах.
- Ширина желудочкового комплекса QRS при этом варианте ЭС становится нормальной.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

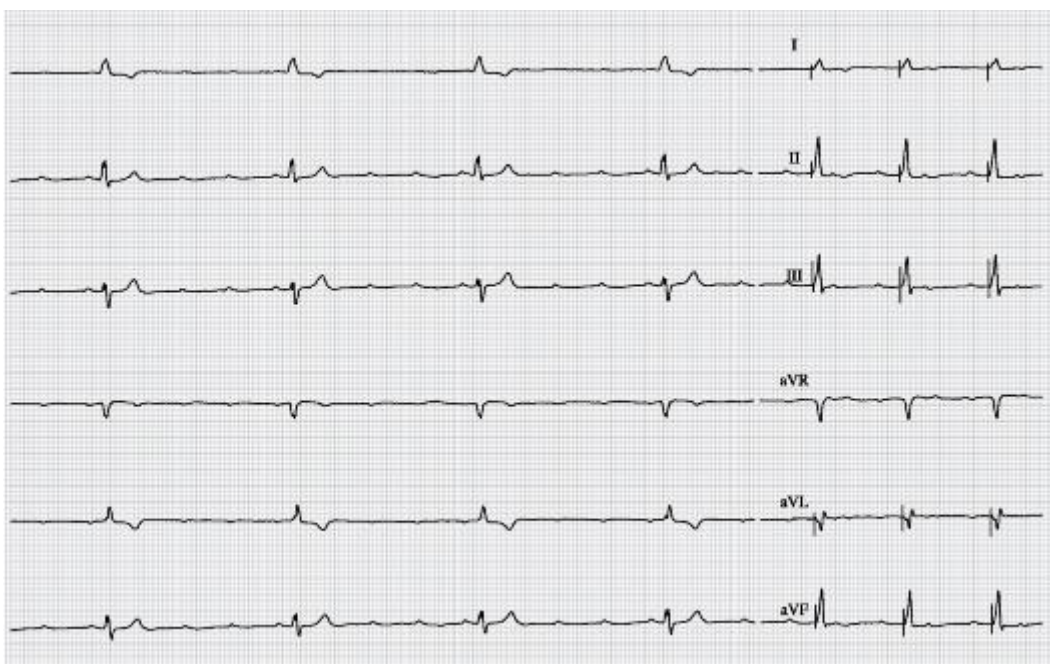


Рис. 2.3.49. ЭКГ при АВ-блокаде типа Мобитц II 3:1 и при навязанном ритме S_1-S_2 - 112 мс, S_1-S_1 (S_2-S_2) - 500 мс, $QRST$ - 480 мс, $QRST_S$ - 320 мс

Комментарии

- Можно видеть, что ширина комплекса QRS при этом варианте ЭС становится нормальной.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

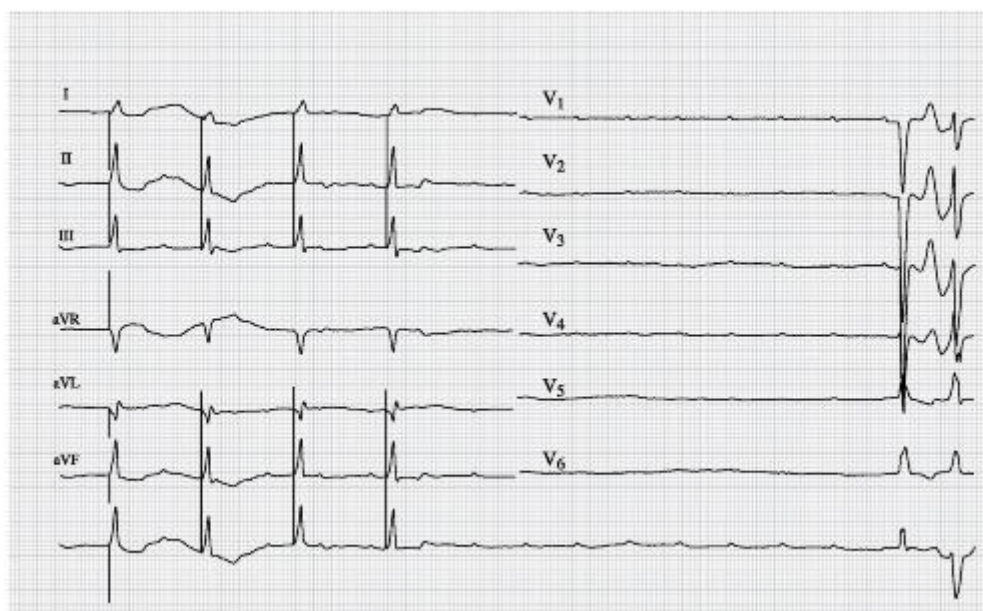


Рис. 2.3.50. ЭКГ при постоянной стимуляции из правого желудочка с определением периода Венкебаха (восстановлением собственного ритма)

S_1-S_2 - 112 мс, S_1-S_1 (S_2-S_2) - 500 мс, $QRST$ - 480 мс.

Комментарии

- Можно видеть, что ширина комплекса QRS при этом варианте ЭС становится нормальной.

- Полная блокада АВ-проведения после прекращения желудочковой стимуляции.
- Спонтанное восстановление синусового ритма.
- Переворот электрической оси при ретроградном проведении через АВ-узел.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

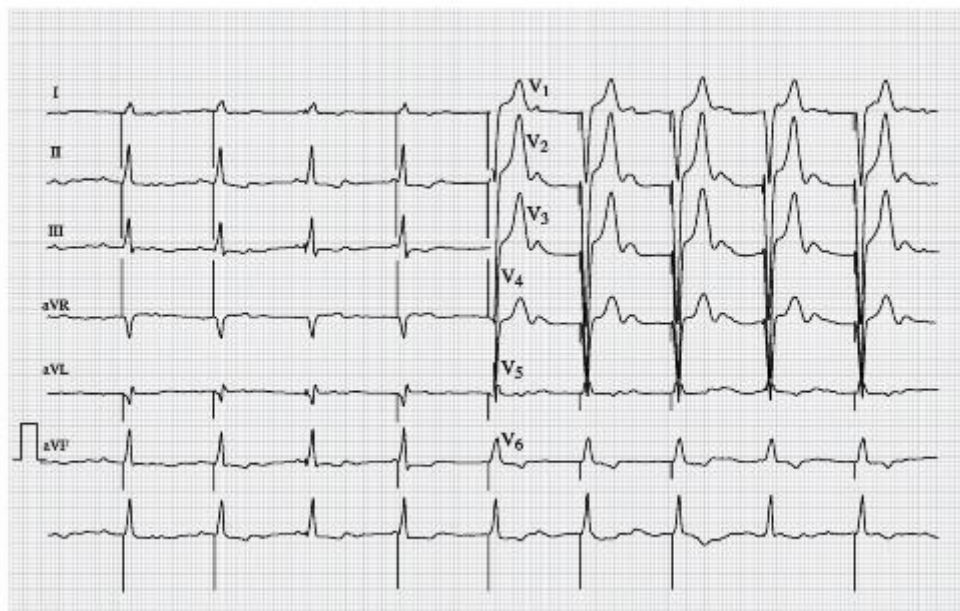


Рис. 2.3.51. ЭКГ при постоянной стимуляции из правого желудочка при АВ-блокаде типа Мейбитц II

S_1-S_2 - 112 мс, S_1-S_1 (S_2-S_2) - 500 мс, $QRST$ - 600 мс.

Комментарии

- Можно видеть, что ширина комплекса QRS при этом варианте ЭС становится нормальной.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

2.4. Частные случаи электрофизиологического исследования

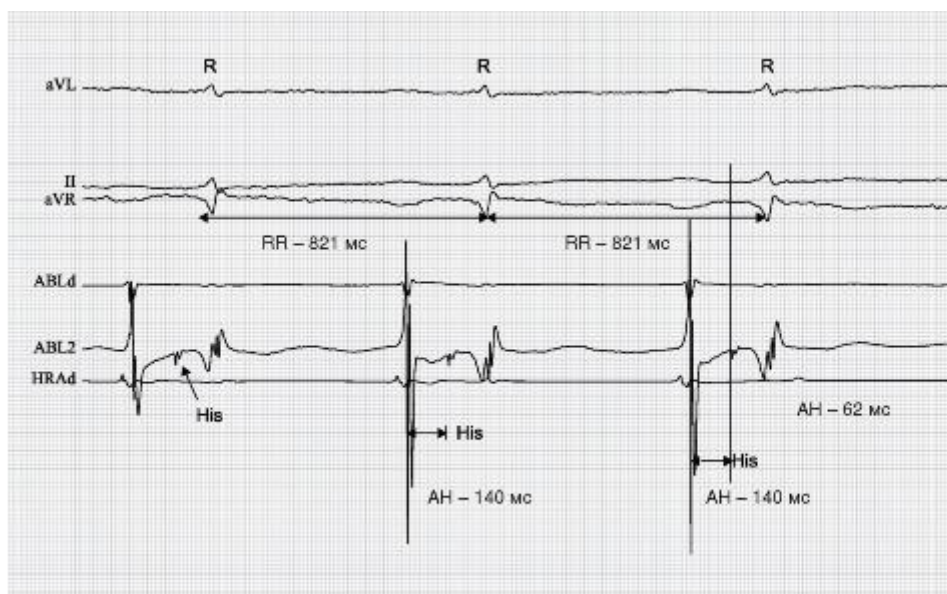


Рис. 2.4.1. ЭКГ и ЭГ при регистрации пучка для уточнения проведения в предсердно-желудочковом соединении на спонтанном ритме

A-His - 140 мс, *His-V* - 62 мс, *A-V* - 202 мс.

Комментарии

- АВ - 202 мс - I степень АВ-блокады.
- В норме интервалы *A-H* и *H-V* равны. В приведенном наблюдении $A-H > H-V$, что создает условия для возникновения внутриузловой тахикардии.

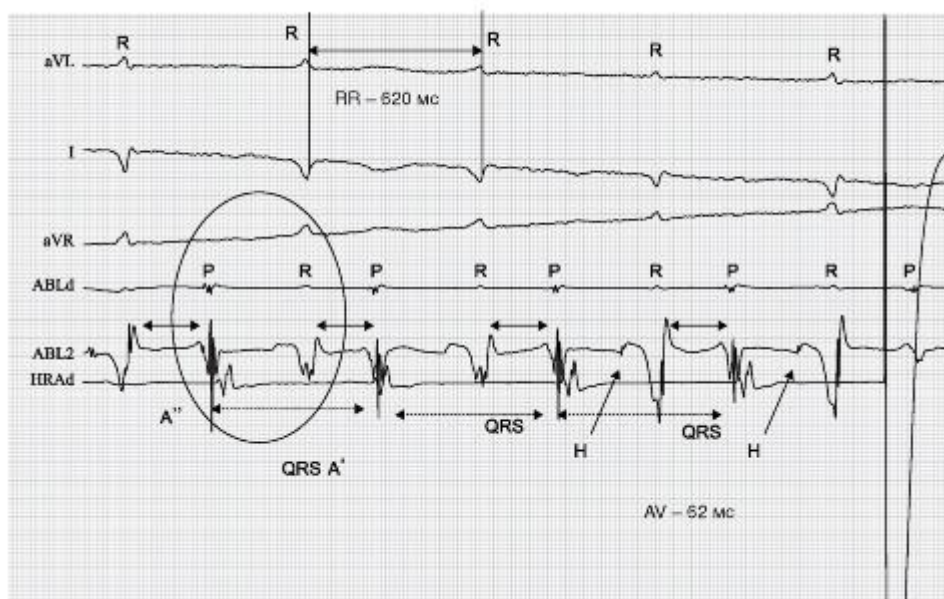


Рис. 2.4.2. ЭКГ и ЭГ при исследовании АВ-проведения

A-His - 215 мс, *His-V* - 62 мс, *A-V* - 277 мс, *R-R* - 620 мс.

Комментарии

- Проведение может быть исследовано при регистрации проведения возбуждения от синусового узла до желудочка с регистрацией потенциала пучка Гиса.

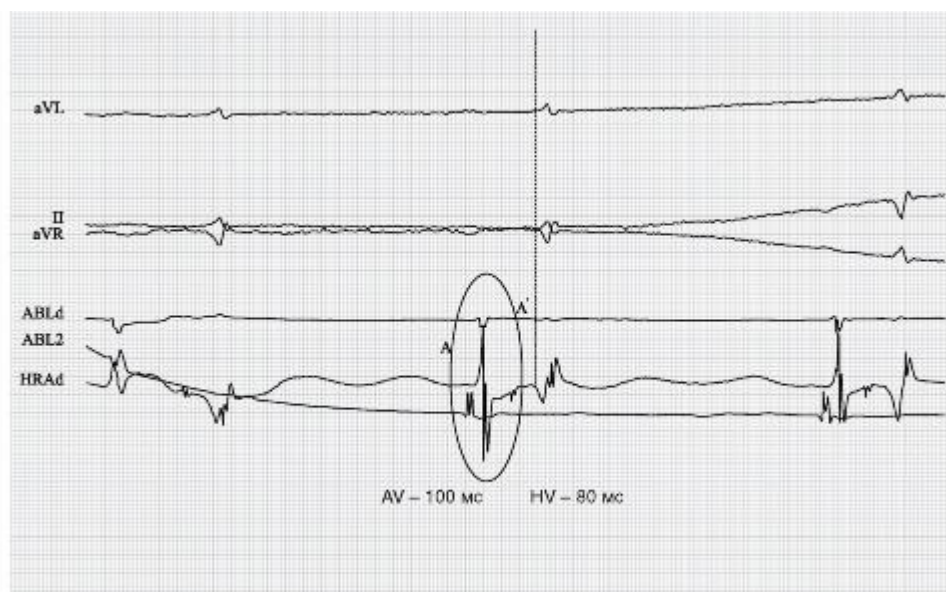


Рис. 2.4.3. ЭКГ и ЭГ при электрофизиологическом исследовании *A-His* - 156 мс, *His-V* - 78 мс, *A-V* - 284 мс, *A-A* " 30 мс.

Комментарии

- Электрофизиологическое исследование показало наличие АВ-блокады I степени.
- Удлиненное проведение в пучке Гиса до 78 мс.
- Удлинение проведения по предсердию в области треугольника Коха.
- Диссоциация возбуждения в предсердиях.
- Неравномерное проведение в предсердно-желудочковом соединении, $A-V > H-V$.
- Продольная диссоциация в желудочках.

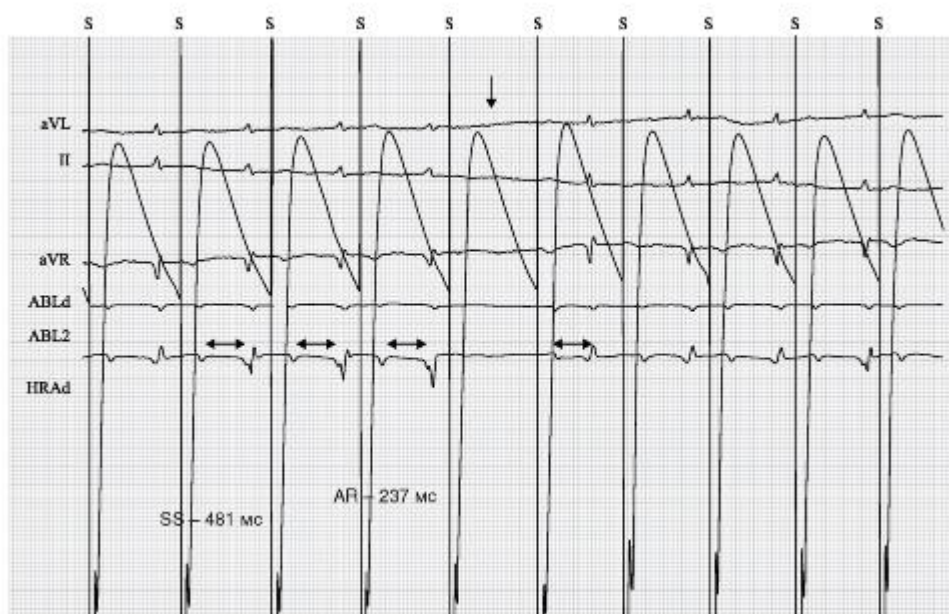


Рис. 2.4.4. ЭКГ и ЭГ при электрофизиологическом исследовании АВ-проводения *A-R* - 237 мс, *S-S* - 481 мс (125 в минуту).

Комментарии

- Точка Венкебаха при учащающейся ЭС.
- Удлинение интервала *P-Q* до полного прекращения проведения.

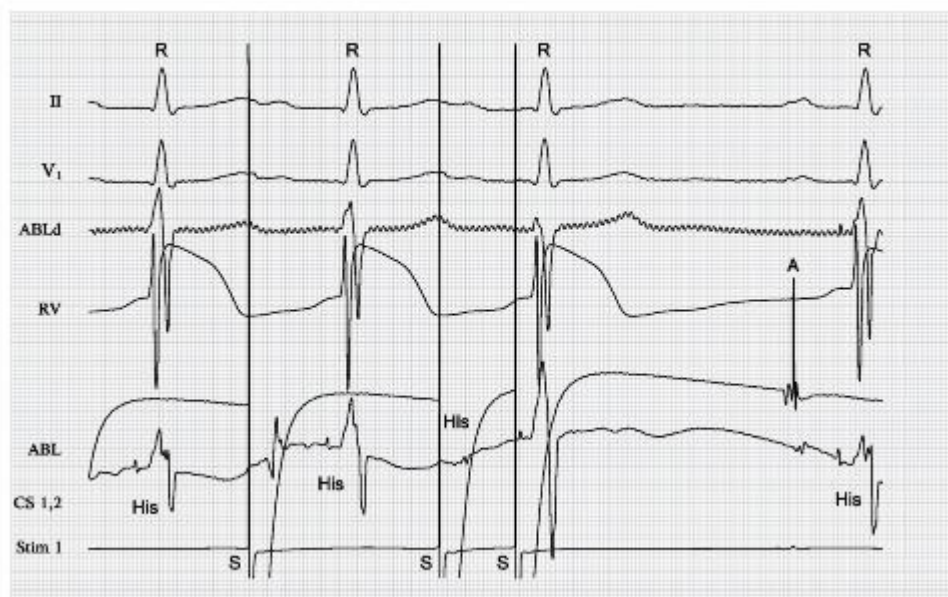


Рис. 2.4.5. ЭКГ и ЭГ при программируемой электрокардиостимуляции
 A-V - 270 мс, H-R - 40 мс, QRS - 70 мс, S-S - 600 мс, S-S' - 243 мс, R-R' - 1012 мс, A'-R' - 210 мс, His-V - 40 мс.

Комментарии

- Программируемая ЭС с частотой 100 в минуту (S-S - 600 мс).
- На задержанный импульс S' ответа возбуждения предсердия нет.
- Спонтанное восстановление синусового ритма с удлинненным A-V-интервалом (210 мс) и нормальным проведением по пучку Гиса (40 мс).
- Время восстановления синусового узла в норме (1012 мс).

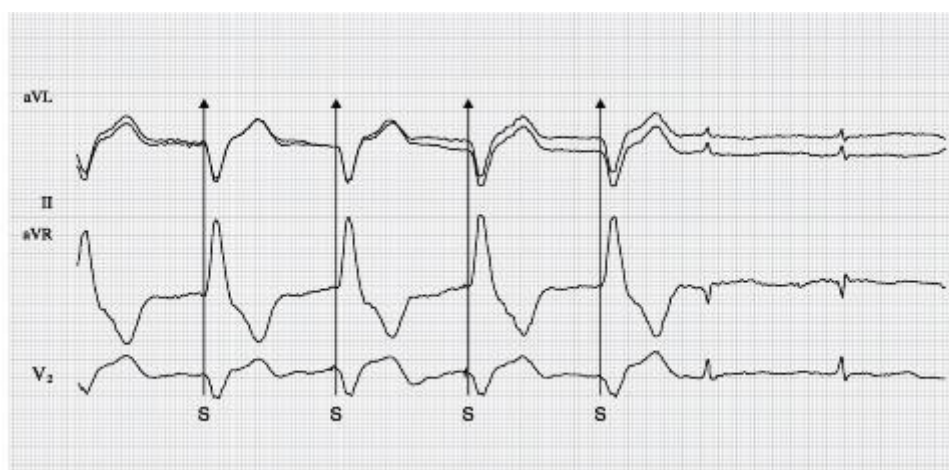


Рис. 2.4.6. ЭКГ при исследовании функции синусового узла при частой стимуляции (режим *overdrive pacing*)

Комментарии

- Восстановление собственного ритма после прекращения желудочковой стимуляции через 587 мс.
- Ритм после стимуляции, возможно, узловой (нет зубца P).
- Укороченное время восстановления собственного (синусового) ритма (587 мс).

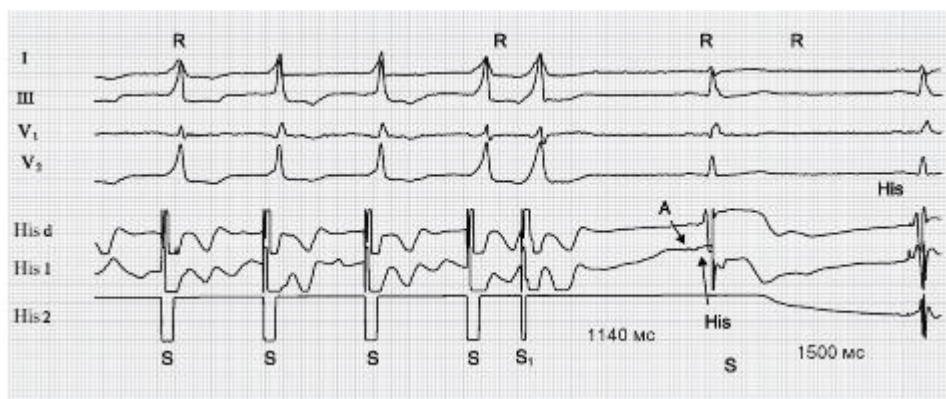


Рис. 2.4.7. ЭКГ и ЭГ при программируемой желудочковой электрокардиостимуляции

$A-His$ - 40 мс, $His-V$ - 40 мс, $S-S$ - 599 мс, $S-S_1$ - 318 мс, $R-R$ - 1140 мс, $R-R$ - 1500 мс.

Комментарии

- При желудочковой стимуляции в отведениях I, III, V_2 появляется Δ -волна, которая отсутствует после восстановления собственного синусового ритма.
- Регистрируется укороченный A-V-интервал - 80 мс, нормальный His-V-интервал - 40 мс.
- Можно предполагать наличие персистирующего синдрома WPW.

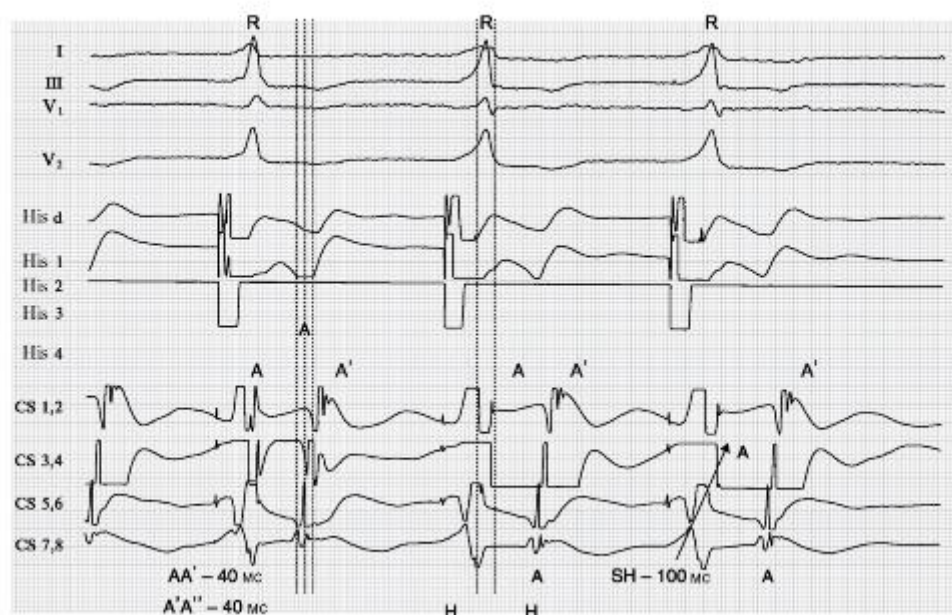


Рис. 2.4.8. ЭКГ и ЭГ при желудочковой электрокардиостимуляции $S-S$ - 659 мс, $S-A$ - 296 мс.

Комментарии

- При желудочковой стимуляции регистрируется ретроградный потенциал предсердий.
- В III стандартном отведении появляется Δ -волна.

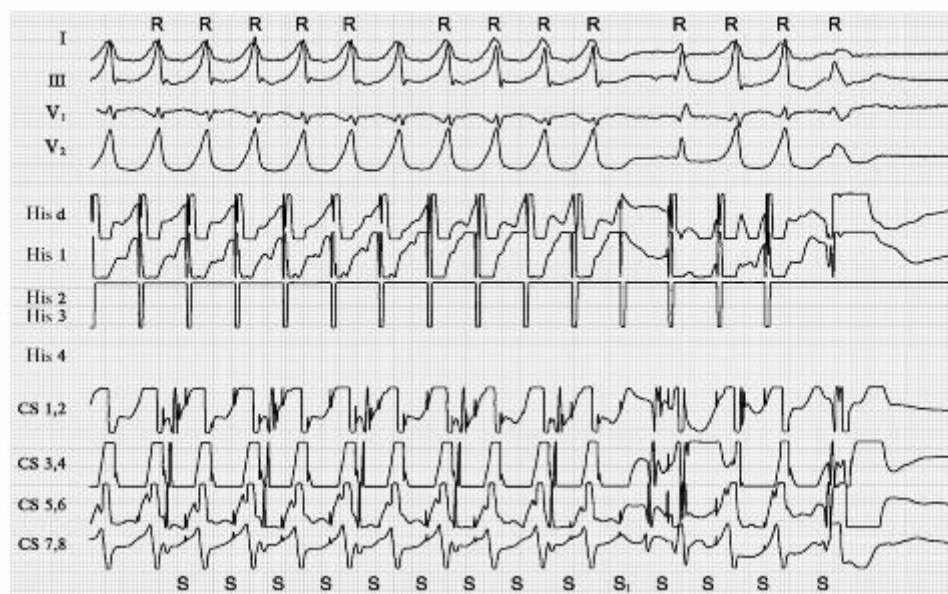


Рис. 2.4.9. ЭКГ и ЭГ при учащающейся электрокардиостимуляции (*overdrive pacing*) при исследовании функции АВ-проводения

S-S - 281 мс, R-R - 487 мс, S-S - 268 мс - интервал пропуска. Комментарии

- Выпадение навязанного ритма с интервалом выпадения 487 мс.
- Точка Венкебаха при предсердной эндокардиальной ЭС.

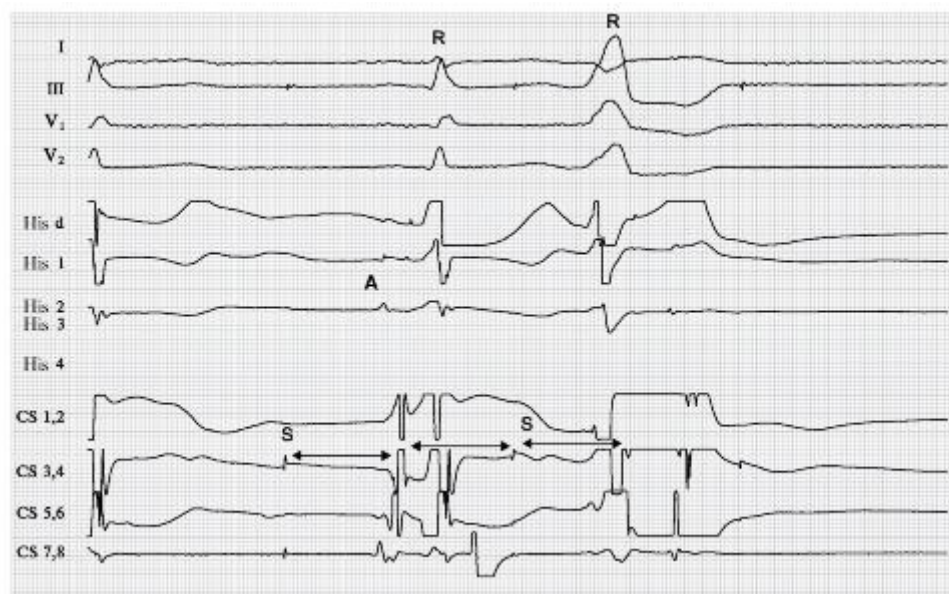


Рис. 2.4.10. ЭКГ и ЭГ при программируемой предсердной стимуляции во время электрофизиологического исследования A-His - 71 мс, His-V - 37 мс, S-R - 350 мс, R-His - 153 мс, R-A - 256 мс, S-R - 250 мс.

Комментарии

- При стандартном навязанном ритме зарегистрированы потенциалы всех элементов проводящей системы.
- Преждевременный стимул проходит по быстрому пути с быстрым ретроградным проведением по пучку Гиса.

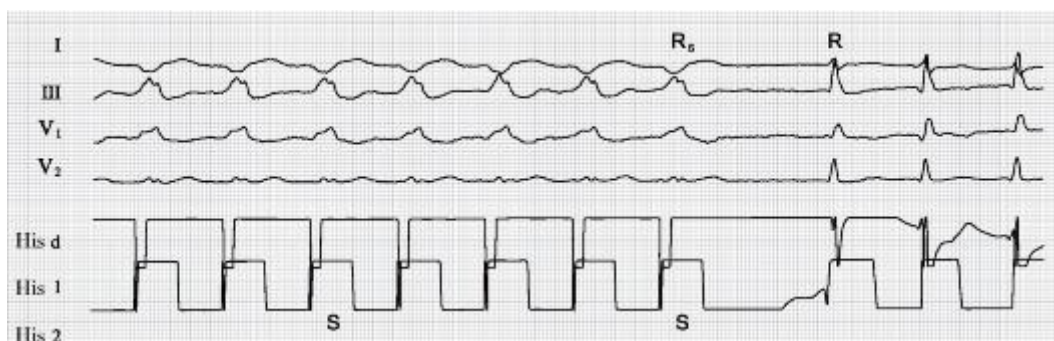


Рис. 2.4.11. ЭКГ при определении функции синусового узла

S-S - 482 мс, задержанный стимул S-S - 443 мс, R-R - 840 мс, R-R - 487 мс.

Комментарии

- Определение времени восстановления собственного ритма при желудочковой ЭС (определение функции синусового узла - спонтанного восстановления собственного ритма) при мерцательной аритмии.

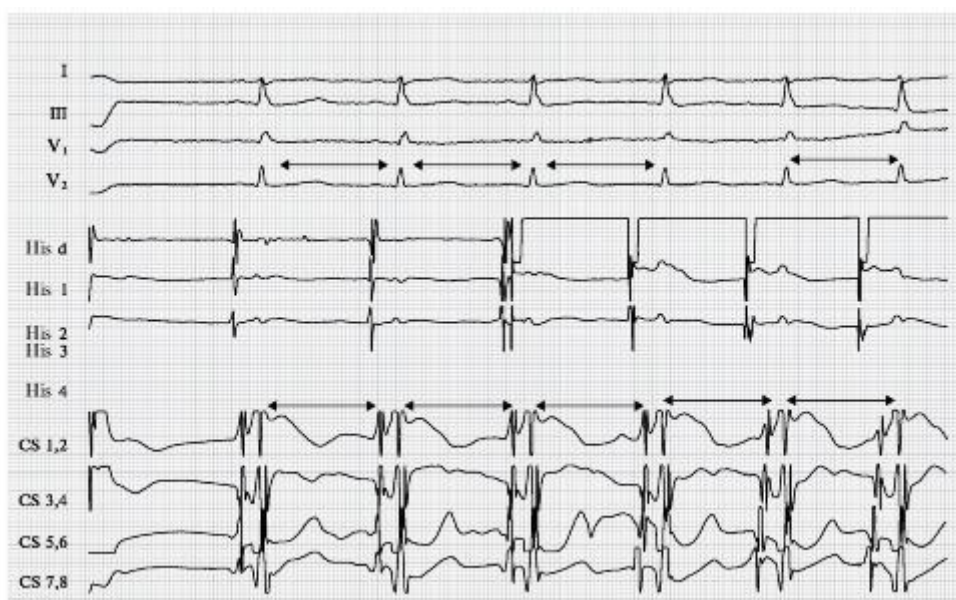


Рис. 2.4.12. ЭКГ и ЭГ с феноменом интерференции и диссоциации

Комментарии

- Зарегистрирован феномен интерференции и диссоциации ритма сердца по типу периодики Венкебаха-Самойлова: постепенное увеличение P-Q-интервала начиная с третьего комплекса.
- Интервалы R-R и A-A также изменяются не синхронизировано в собственной периодике.

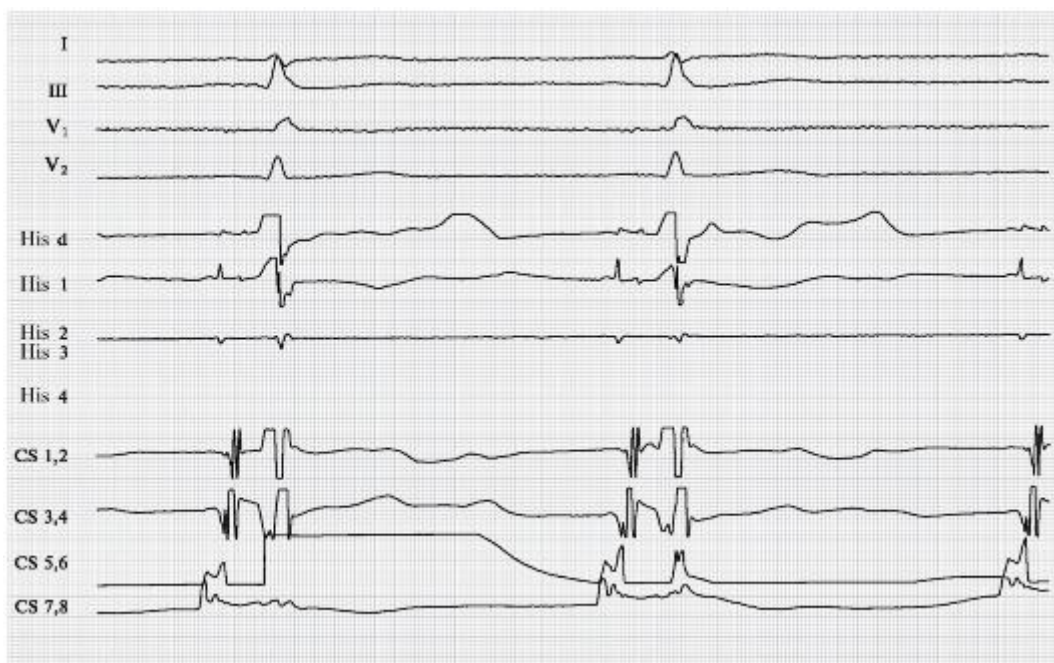


Рис. 2.4.13. ЭКГ и ЭГ при синусовом ритме

A-His - 65 мс, *His-V* - 43 мс.

Комментарии

- Нормальные показатели проведения по предсердиям и АВ-узлу: незначительное удлинение времени проведения от синусового узла к АВ-соединению (63 мс).

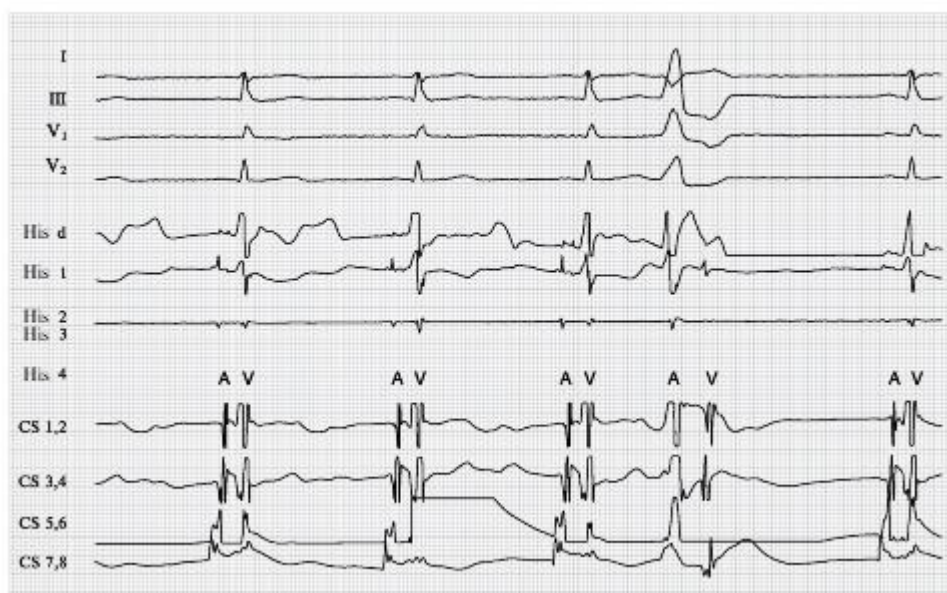


Рис. 2.4.14. ЭКГ и ЭГ при синусовом ритме с узловой экстрасистолией

A-His - 81 мс, *His-V* - 75 мс (*P-Q* - 156 мс); при экстрасистоле *VA* - 214 мс, *AR* - 118 мс, *V-His* - 137 мс; после постэкстрасистолической паузы *AR* (*PQ*) - 118 мс, *His-V* - 40 мс, *R-His* - 137 мс.

Комментарии

- Следует обратить внимание на различие интервалов *A-His*, *His-V* и *A-R* до и после экстрасистолы как возможный механизм реализации узловой пароксизмальной тахикардии.

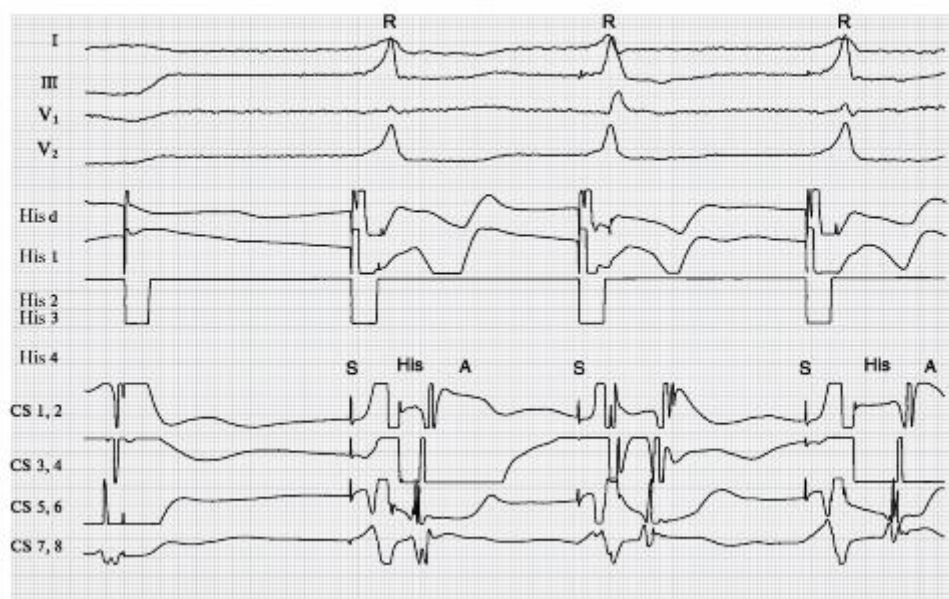


Рис. 2.4.15. ЭКГ и ЭГ при желудочковой электрокардиостимуляции
S-S (R-R) - 690 мс, *S-V* - 59 мс, *S-His* - 59 мс, *S-A* - 258 мс, *QRS* - 70 мс.

Комментарии

- Желудочковая стимуляция при регистрации потенциалом распространения возбуждения с эндокардиальной поверхности позволяет выявить интимные особенности проводящей системы сердца:

а) наличие ретроградного проведения возбуждения через структуры пучка Гиса в предсердие с большой скоростью распространения потенциала по миокарду предсердия;

б) появление феномена Венкебаха-Самойлова, интервала *S-A* ретроградного проведения (удлинение времени проведения от первого комплекса к третьему).

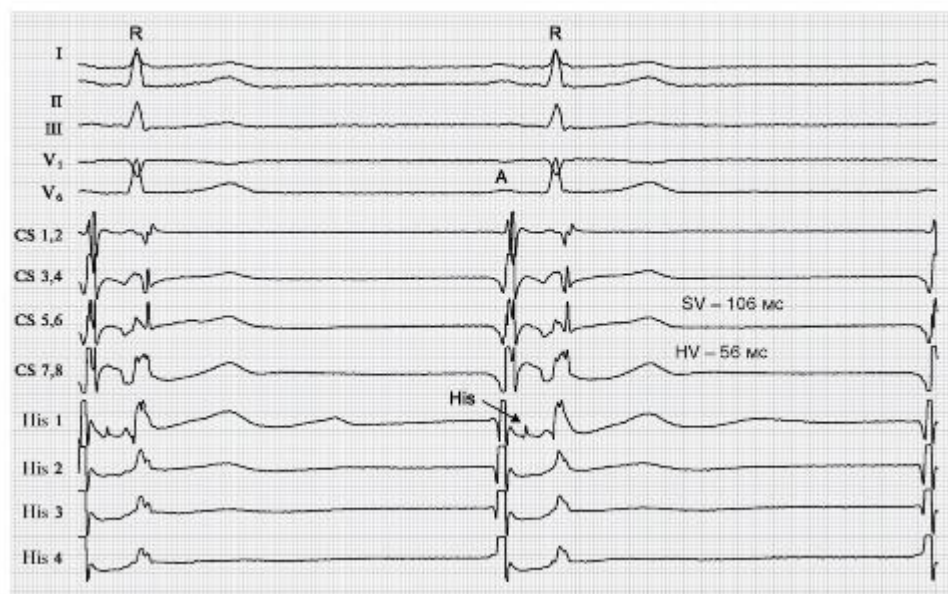


Рис. 2.4.16. ЭКГ и ЭГ при регистрации синусового ритма $P-Q$ - 160 мс, QRS - 70 мс, $A-His$ - 106 мс, $His-V$ - 56 мс.

Комментарии

- Нормальный синусовый ритм с несколько удлиненным проведением по пучку Гиса ($His-V$ - 56 мс).

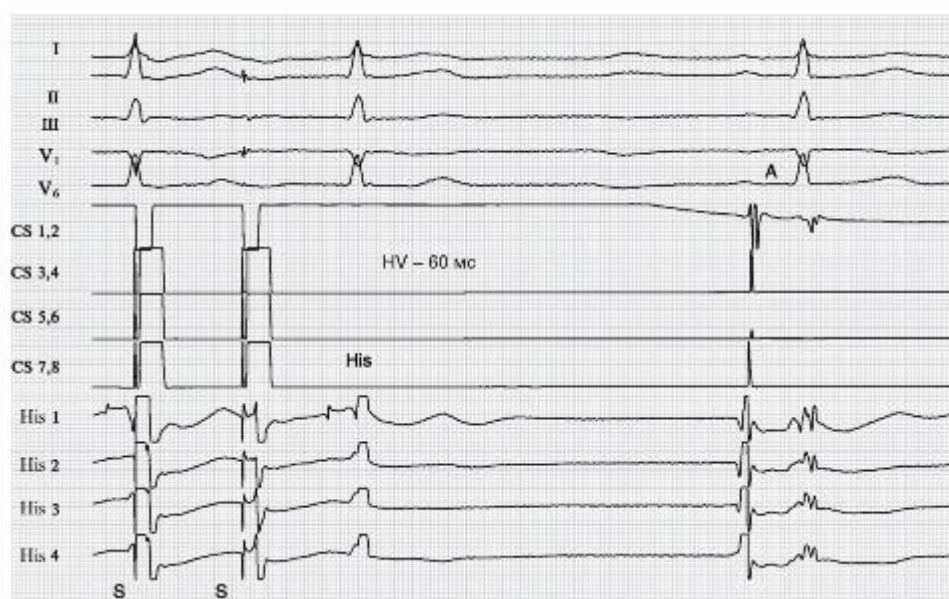


Рис. 2.4.17. ЭКГ и ЭГ при проведении исследования времени восстановления функции синусового узла

$A-V$ - 270 мс, QRS - 70 мс, $S-S$ - 240 мс, стимуляция прекращена: ВВФСУ $R-R$ - 1281 мс (47 в минуту),

$A-V$ - 180 мс.

Комментарии

- Нормальное время восстановления функции синусового узла (ВВФСУ) после прекращения стимуляции.

- Следует обратить внимание на удлинённый интервал А-В-проводения (270 мс) при стимуляции предсердия.
- Интервал Н-В-проводения по пучку Гиса также несколько увеличен (60 мс).

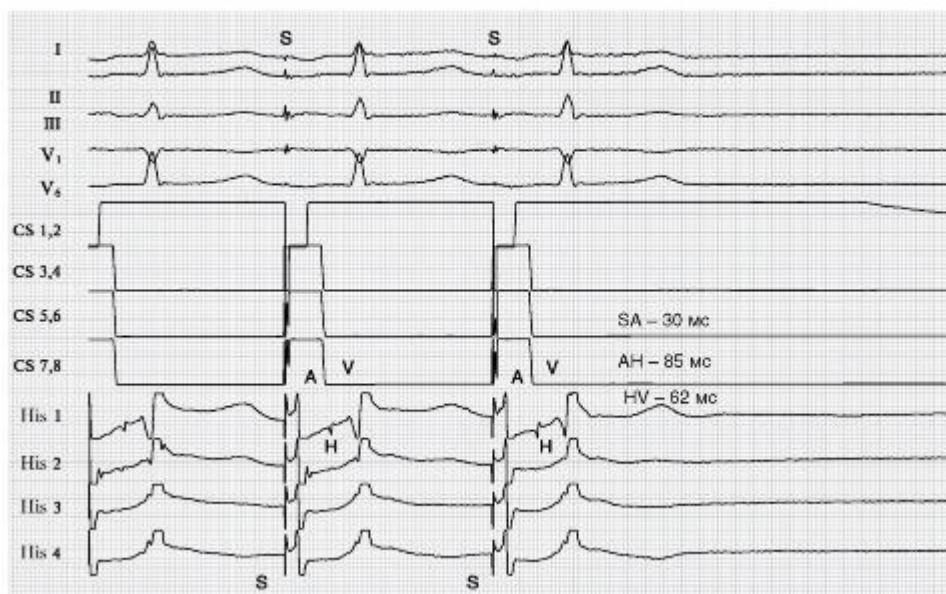


Рис. 2.4.18. ЭКГ и ЭГ. Время восстановления функции синусового узла S-A - 30 мс, A-His - 85 мс, His-V - 62 мс, ВВФСУ - 1312 мс, QRS - 60 мс, QRST - 380 мс.

Комментарии

- Нормальный интервал АВ-проводения 147 мс.
- Время восстановления функции синусового узла после окончания электростимуляции нормальное - 1312 мс.

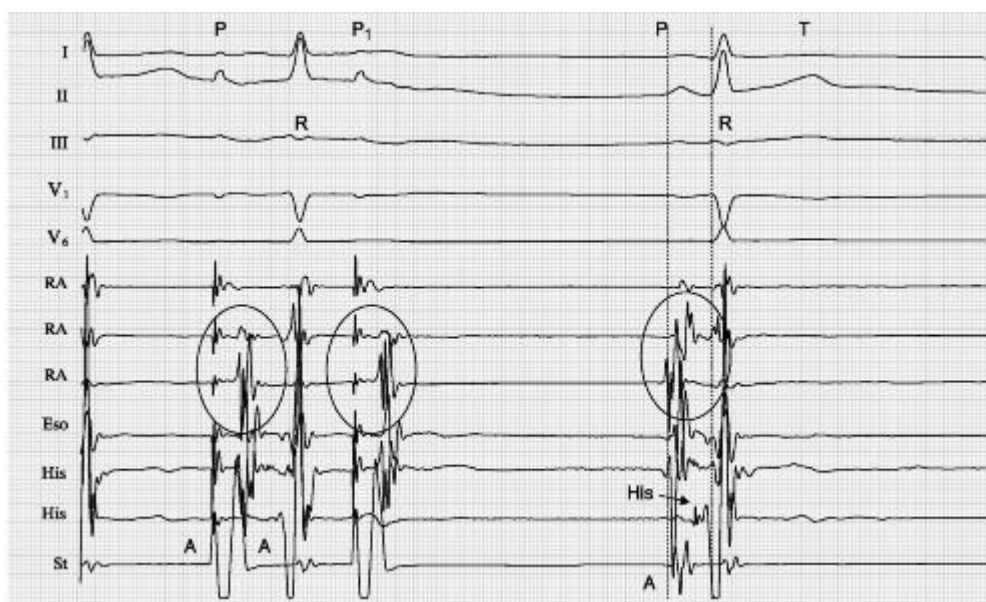


Рис. 2.4.19. ЭКГ и ЭГ. Исходная регистрация электрограммы при одном из вариантов синдрома преждевременного возбуждения с реципрокным возбуждением

$P-Q$ - 210 мс, QRS - 70 мс, $Q-P_1$ - 180 мс, QRS - 350 мс, $R-R$ - 1230 мс, A_2 - His - 80 мс, $His-V$ - 30 мс, $P-Q$ - 110 мс, QRS - 70 мс, $QRST$ - 350 мс.

Комментарии

- Регистрация двух последовательных источников возбуждения в правом предсердии A_1 и A_2 , потенциал пучка Гиса не выявлен.
- Во втором комплексе $P-Q$ -интервал укорочен до 110 мс за счет только одного предсердного источника возбуждения и укороченного интервала $His-V$ (30 мс).
- ЭФИ при персистирующем синдроме WPW с ретроградным проведением.
- Скорость записи 100 мм/с.

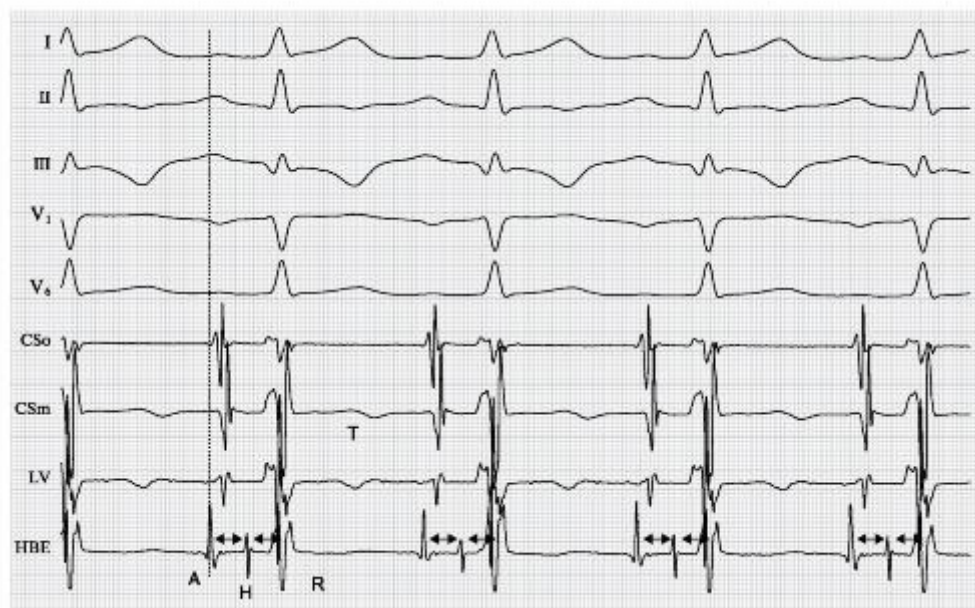


Рис. 2.4.20. ЭКГ и ЭГ при регистрации нормального синусового ритма с предсердно-желудочковой блокадой I степени $P-Q$ - 190 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 300 мс, $R-R$ - 600 мс, $A-H$ - 110 мс, $H-V$ - 60 мс.

Комментарии

- Интервалы $A-H$ и $H-V$ неравны.
- Общий интервал $A-H$ больше нормы.

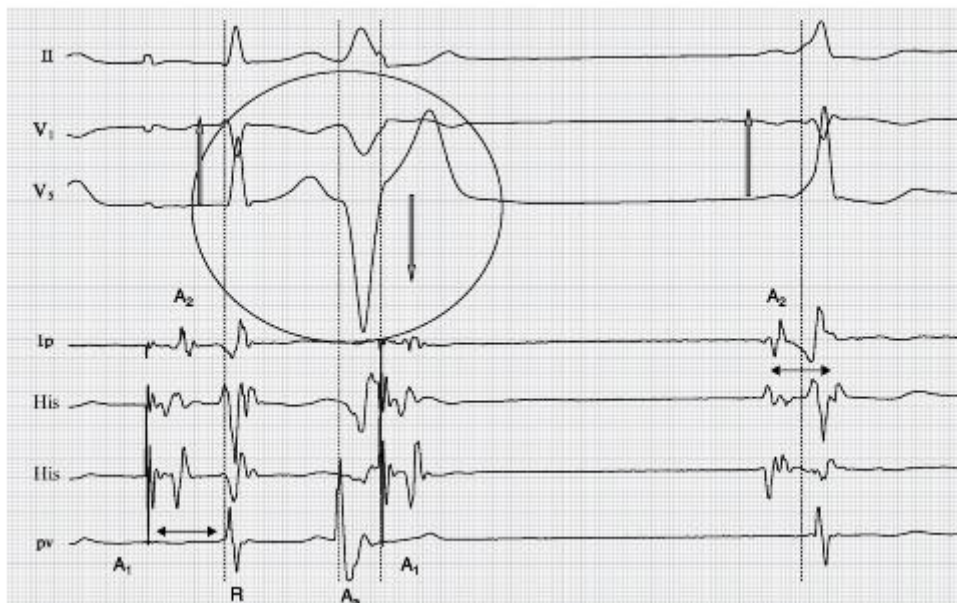


Рис. 2.4.21. ЭКГ и ЭГ при двунаправленной аритмии

$P-Q$ - 270 мс, QRS - 50 мс, $QRST$ - 300 мс, QRS - 100 мс, $QRST$ - 350 мс, $P-Q$ - 100 мс, Δ -волна, QRS - 100 мс $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

- Экстрасистола по типу двунаправленной аритмии.
- Постэкстрасистолический комплекс с Δ -волной и укороченным $P-Q$ -интервалом.

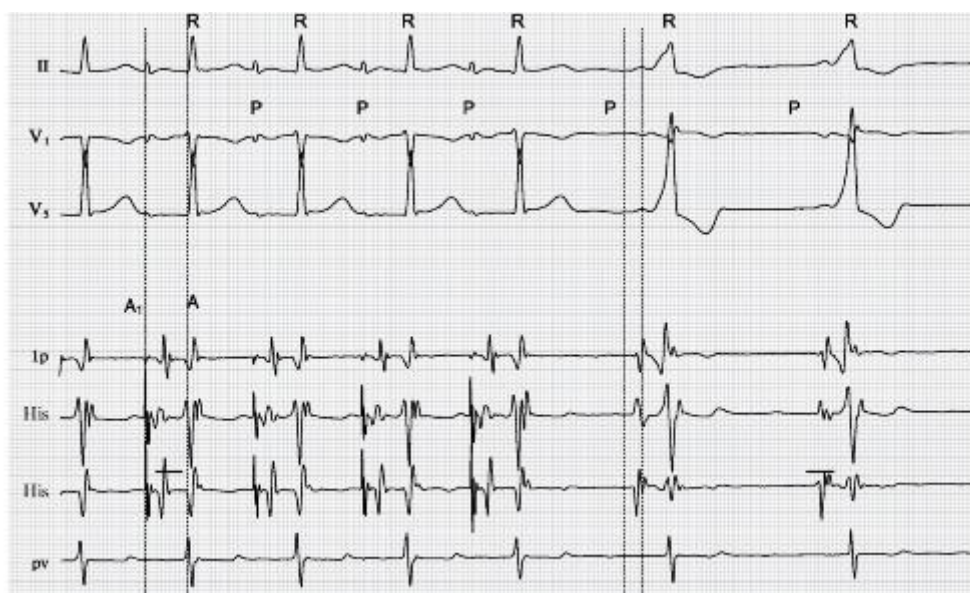


Рис. 2.4.22. Феномен «P» на «T» (предсердно-желудочковая блокада I степени) при синдроме WPW при синусовой брадикардии

$P-Q$ - 520 мс, QRS - 120 мс, $QRST$ - 640 мс, $R-R$ - 1200 мс (50 в минуту); $R-R_1$ - 1600 мс (38 в минуту) $R_1 R_1 PQ$ - 200 мс, QRS - 280 мс, $QRST$ - 560 мс, R_1-R_1 - 2080 мс (29 в минуту).

Комментарии

- Резко удлиненный $P-Q$ -интервал (520 мс) с расширенным интервалом $Q-T$.

- Зубец *P* имеет два последовательных источника возбуждения.
- При смене ритма с выраженной брадикардией функционирует только один предсердный водитель ритма, *P-Q* резко укорачивается до 200 мс, и ритм замедляется до 29 в минуту.
- У QRS-комплекса появляется Δ -волна.
- Скорость записи 25 мм/с.

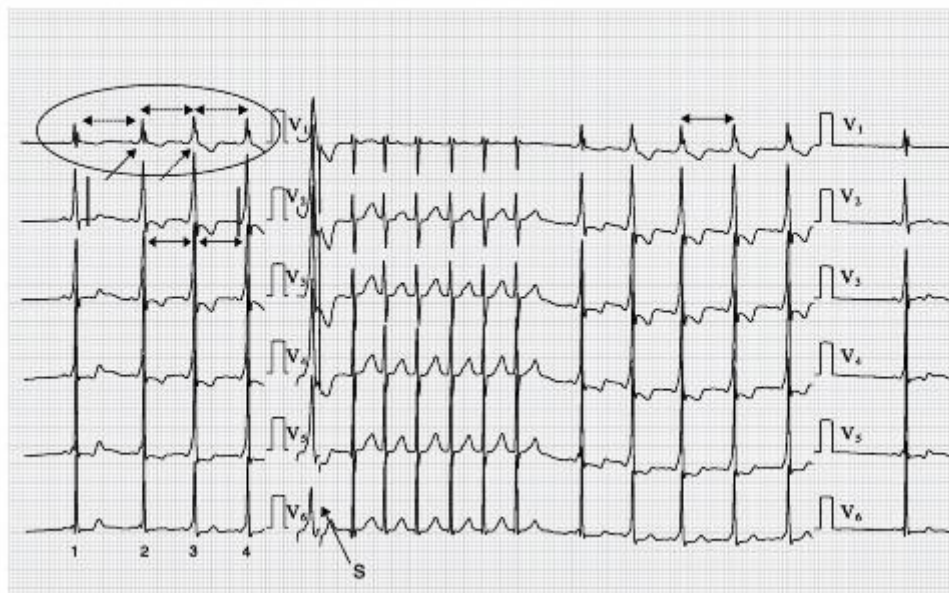


Рис. 2.4.23. ЭКГ с вариантом изменения морфологии ЭКГ при синдроме WPW при проведении электрофизиологического исследования чреспищеводной электростимуляции сердца

Комментарии

- Амплитуда первого комплекса QRS меньше амплитуды третьего и четвертого комплексов.
- Зубец *T* первого комплекса QRS положительный, второго, третьего, четвертого комплексов - отрицательный.
- Интервал R_1-R_2 больше интервала R_2-R_3 .
- Появление Δ -волны в третьем комплексе.
- Нанесение задержанного электростимула (*S*) вызвало пароксизм тахикардии, которая самостоятельно купировалась на шестом комплексе, морфологически относящемся к синдрому WPW.

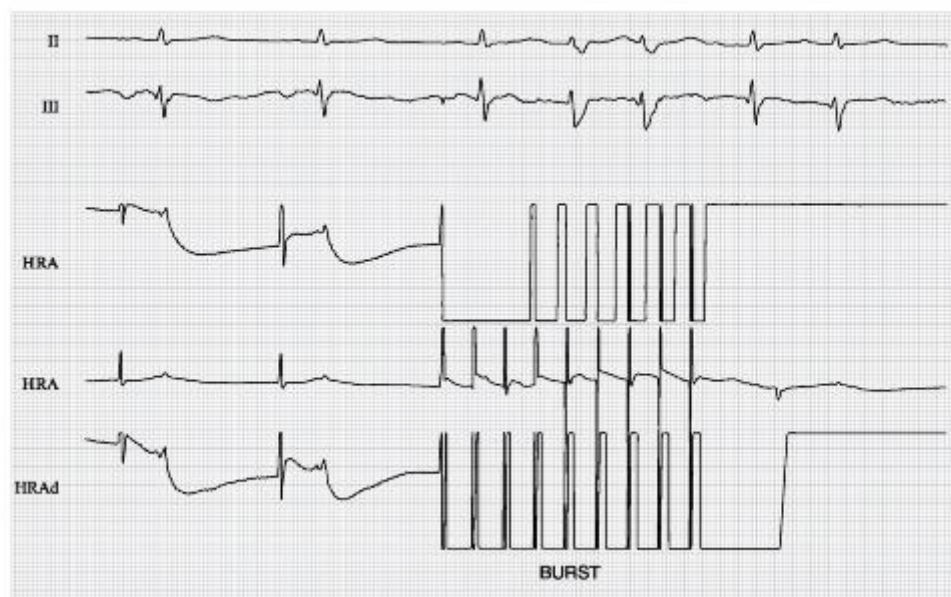


Рис. 2.4.24. ЭКГ и ЭГ. Сверхчастая стимуляция в режиме *Burst*

Комментарии

- На фоне стимуляции возникла узловая аритмия *R-R* от 431 до 637 мс.
- Провокация тахикардии не успешна.
- Скорость записи 50 мм/с.

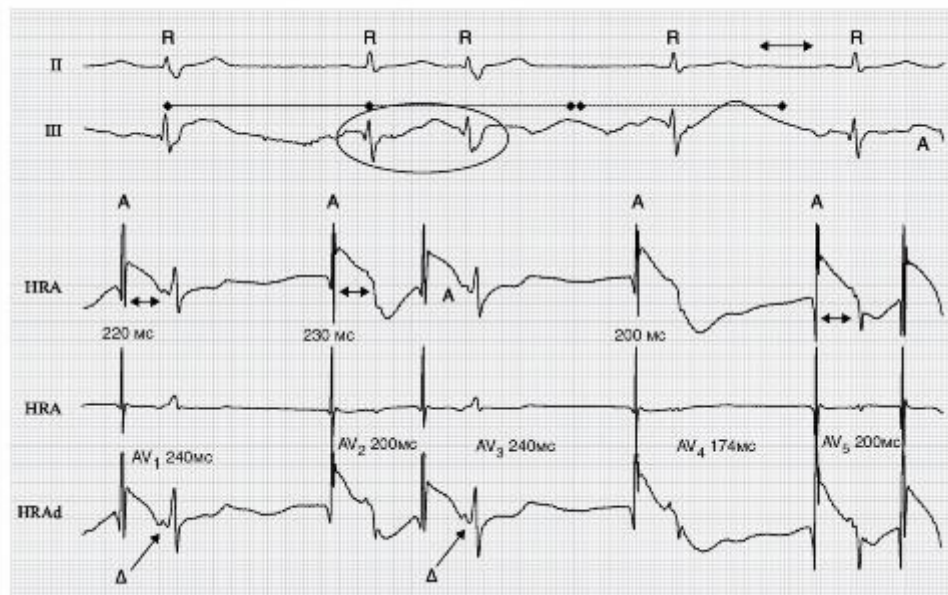


Рис. 2.4.25. ЭКГ и ЭГ при сцепленной предсердной «экстрасистолии»

$A-V_1$ - 240 мс, $A-V_2$ - 200 мс, $A-V_3$ - 240 мс, $A-V_4$ - 174 мс, $A-V_5$ - 200 мс.

Комментарии

- Вариант сцепленного ритма.
- Потенциал возбуждения предсердий перед вставочным желудочковым комплексом.
- Отсутствует постэкстрасистолическая пауза.

- Имеются морфологические изменения комплекса QRS: A-B-интервалы относительно хаотично меняются от комплекса к комплексу; Δ-волна в сцепленной экстрасистоле; каждая сцепленная экстрасистола является полной (после нее регистрируется удвоенный R-R-интервал).

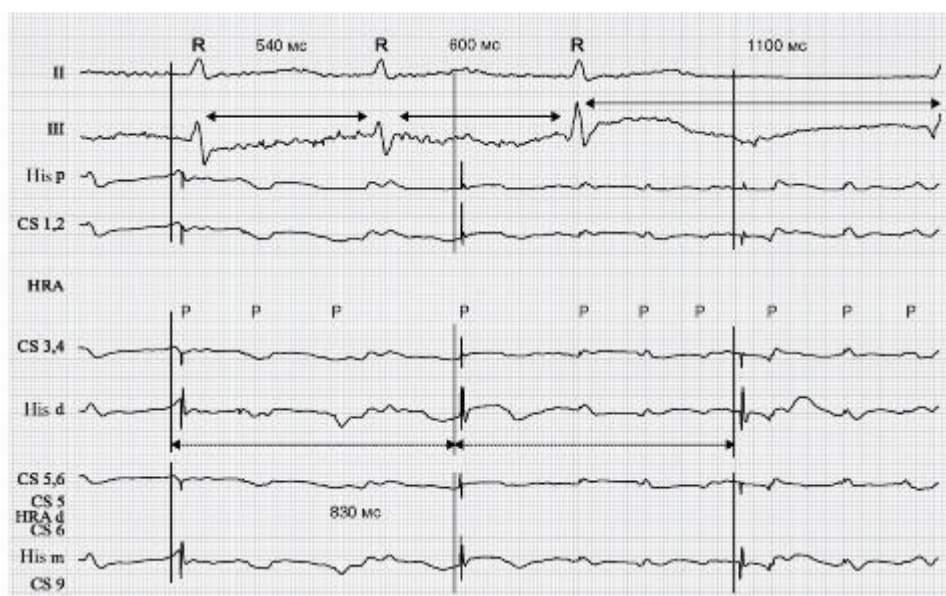


Рис. 2.4.26. ЭКГ и ЭГ при тахибрадиформе мерцательной аритмии R-R₁ - 830 мс, R-R₂ - 600 мс, R-R₃ - 1360 мс.

Комментарии

- Регистрируются ритмичные потенциалы пучка Гиса, не связанные с ритмом желудочковых комплексов.
- Частота низкоамплитудных потенциалов возбуждения предсердий достигает 330 в минуту.
- Скорость записи 100 мм/с.

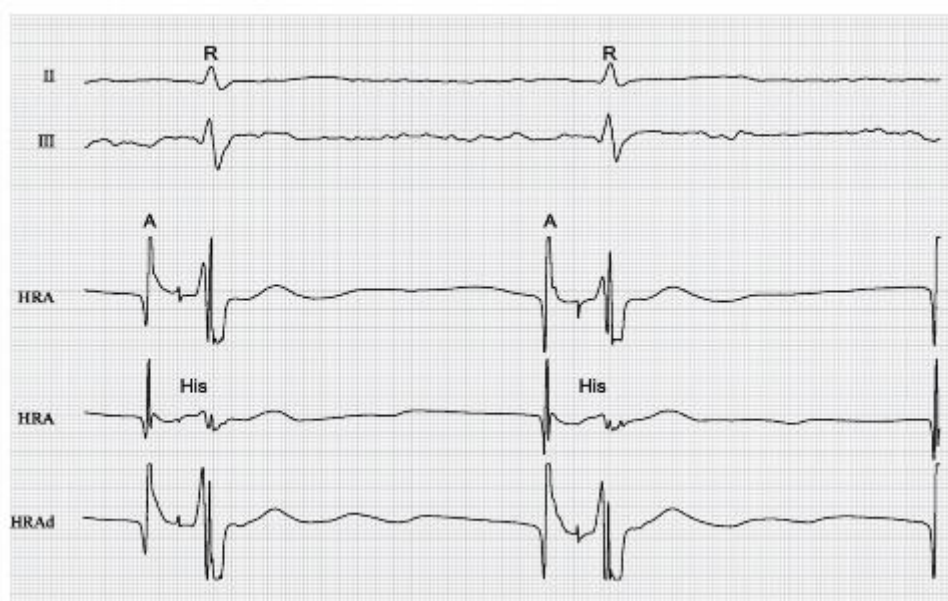


Рис. 2.4.27. ЭКГ и ЭГ при синусовой брадикардии

P-Q - 170 мс, A-His - 115 мс, His-V - 56 мс, QRS - 70 мс, QRST - 320 мс, R-R - 1131 мс.

Комментарии

- Только при записи ЭГ можно точно описать источник водителя ритма (структуру зубца P).
- Кроме собственно редкого синусового ритма (синусовая брадикардия), имеется замедление догисового проведения в АВ-узле.
- Скорость записи 100 мм/с.

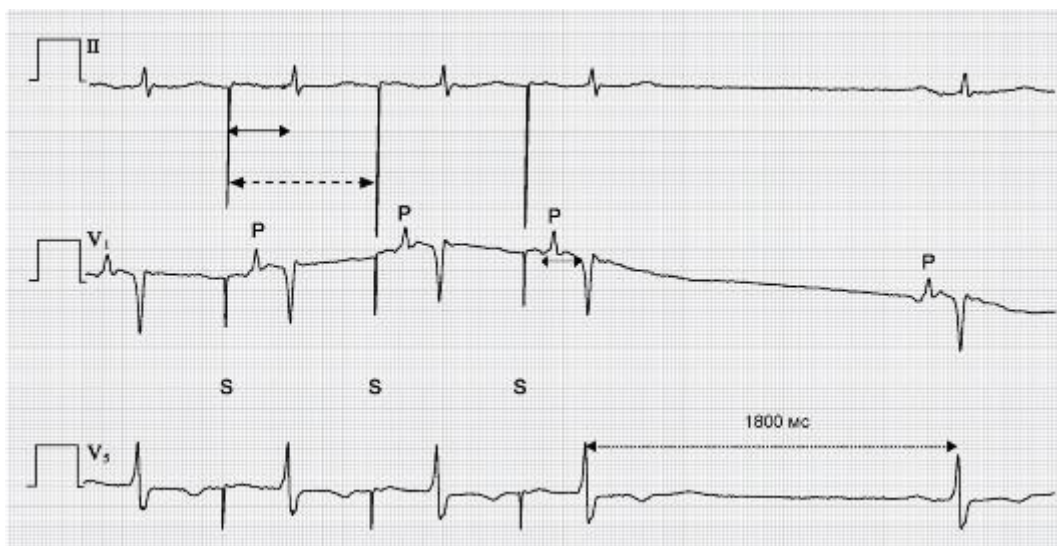


Рис. 2.4.28. ЭКГ при проведении чреспищеводной стимуляции при электрофизиологическом исследовании $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $S-R$ - 280 мс, $S-S$ - 740 мс (81 в минуту), ВВФСУ - 1800 мс.

Комментарии

- ЧП ЭС ЭФИ в поликлинике. Определение времени восстановления функции синусового узла (время восстановления спонтанного ритма).
- Определение функции синусового узла при чреспищеводной стимуляции.
- Скорость записи 50 мм/с, калибровочный сигнал 1 мВ/см.

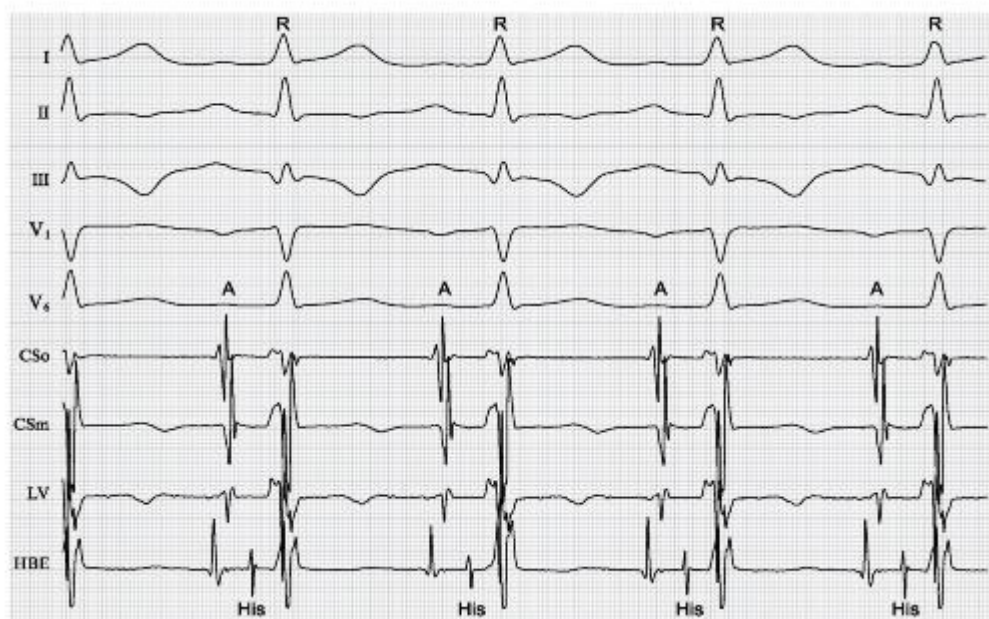


Рис. 2.4.29. ЭКГ и ЭГ при синусовом ритме

$P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $QRST-RR$ - 600 мс, $A-His$ - 110 мс, $His-V$ - 70 мс.

Комментарии

- Запись нормального синусового ритма.
- Скорость записи 100 мм/с.

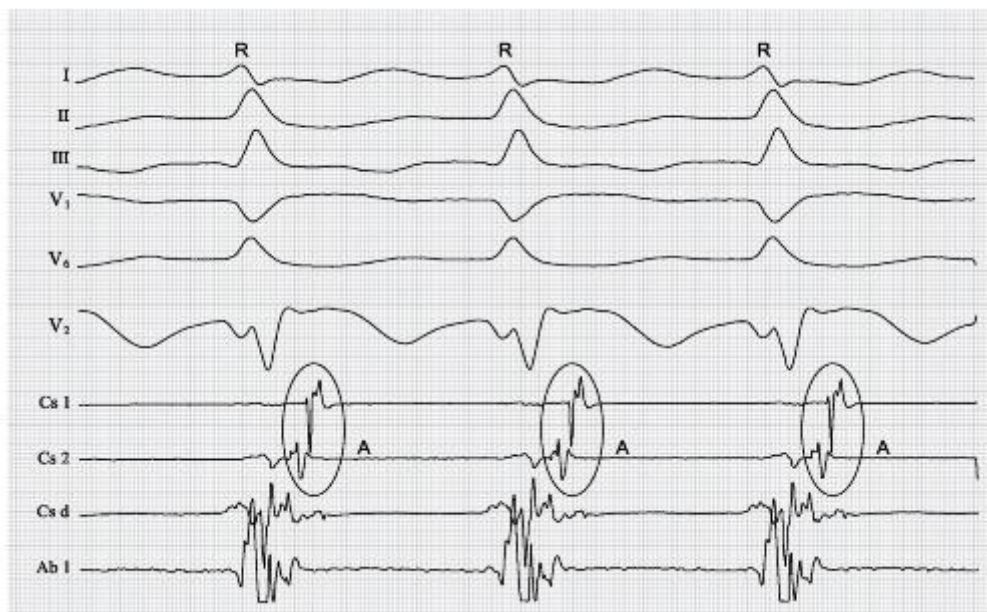


Рис. 2.4.30. ЭКГ и ЭГ реципрокной узловой тахикардии при синдроме Вольфа-Паркинсона-Уайта (WPW) QRS - 90 мс, $R-A$ - 80 мс, $QRST$ - 300 мс, A_1-A_2 - 40 мс, $R-R$ - 380 мс (158 в минуту).

Комментарии

- Узловая тахикардия с реципрокным внутриузловым проведением.
- Скорость записи 200 мм/с.

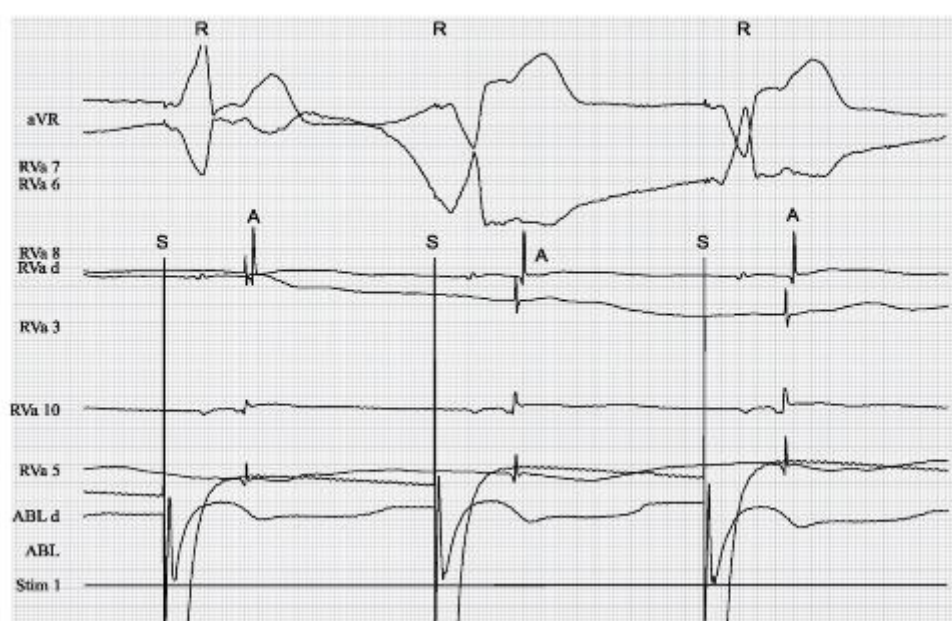


Рис. 2.4.31. ЭКГ и ЭГ при желудочковой стимуляции

S-A₂ - 215 мс, A₁-A₂ - 34 мс, QRS - 130 мс, QRST - 360 мс, S-S - 860 мс (70 в минуту).

Комментарии

- Ретроградное проведение при желудочковой стимуляции.
- Феномен переворота электрической оси желудочков при эндокардиальной стимуляции.
- Скорость записи 100 мм/с.

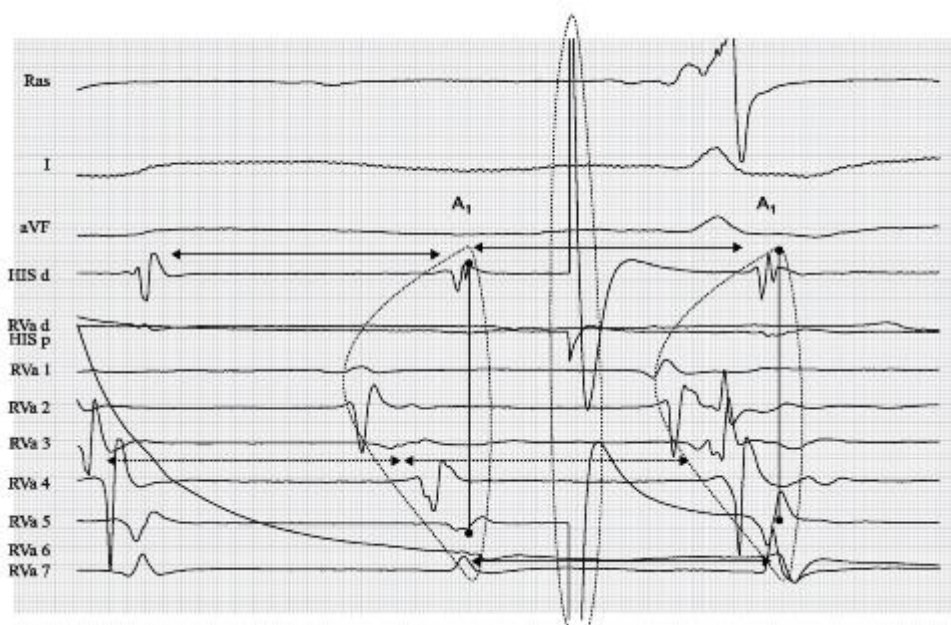


Рис. 2.4.32. ЭКГ и ЭГ при правильной форме трепетания предсердий

Комментарии

- Фокусы возбуждения в предсердии при правильной форме трепетания предсердий.
- Случайное совпадение возбуждения в предсердии с формированием Δ-волны комплекса QRS.
- Скорость записи 400 мм/с.

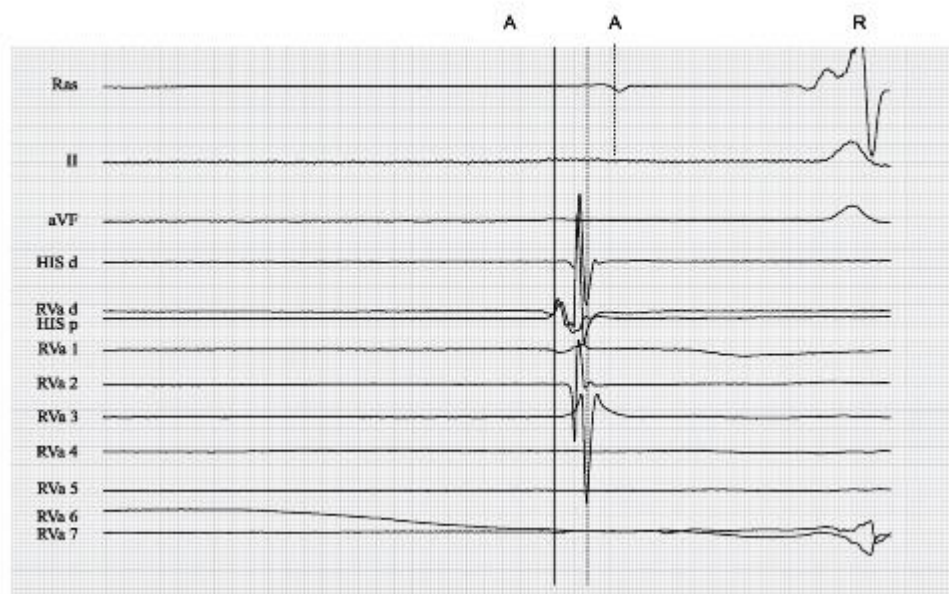


Рис. 2.4.33. ЭКГ и ЭГ. Регистрация при одном из вариантов синдрома преждевременного возбуждения желудочков (синдром WPW)

Комментарии

- Время формирования возбуждения и его линейное распространение возбуждения по предсердию около 25 мс, еще через 25 мс начинает формироваться интегральный потенциал зубца *P*, регистрируемый на ЭКГ.
- Время разбега от формирования возбуждения в предсердии до отражения этого процесса в виде зубца *P* на ЭКГ.
- Скорость записи 400 мм/с.

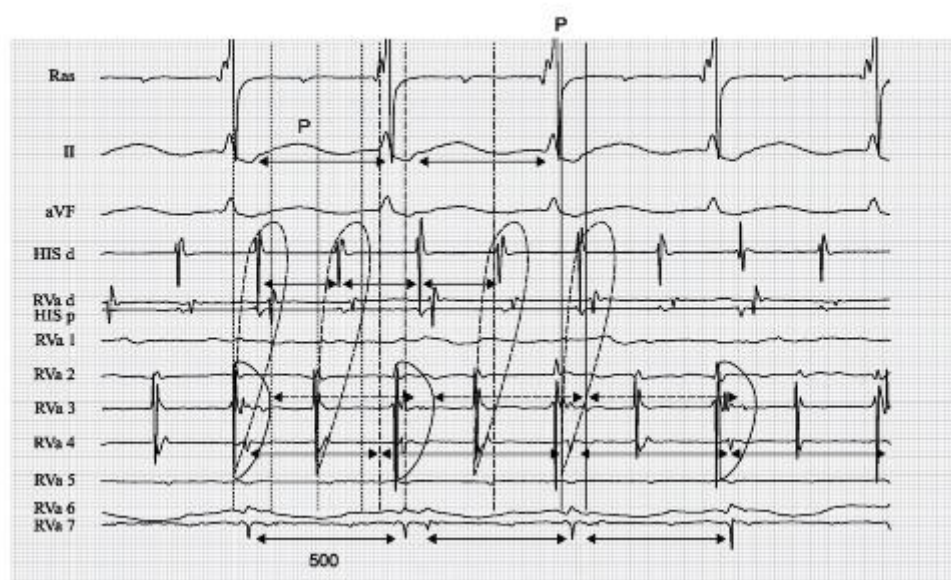


Рис. 2.4.34. Правильная форма трепетания предсердий с проведением 2:1

P-Q - 220 мс, *QRS* - 75 мс, *QRST* - 360 мс. Частота сокращения желудочков составляет 120 в минуту (*R-R* - 500 мс), частота трепетания - 240 в минуту (*R-R* - 250 мс).

Комментарии

- Построение петли *re-entry*.
- Интервал первой петли 130 мс.
- Интервал второй петли 130 мс.
- Скорость записи 100 мм/с.

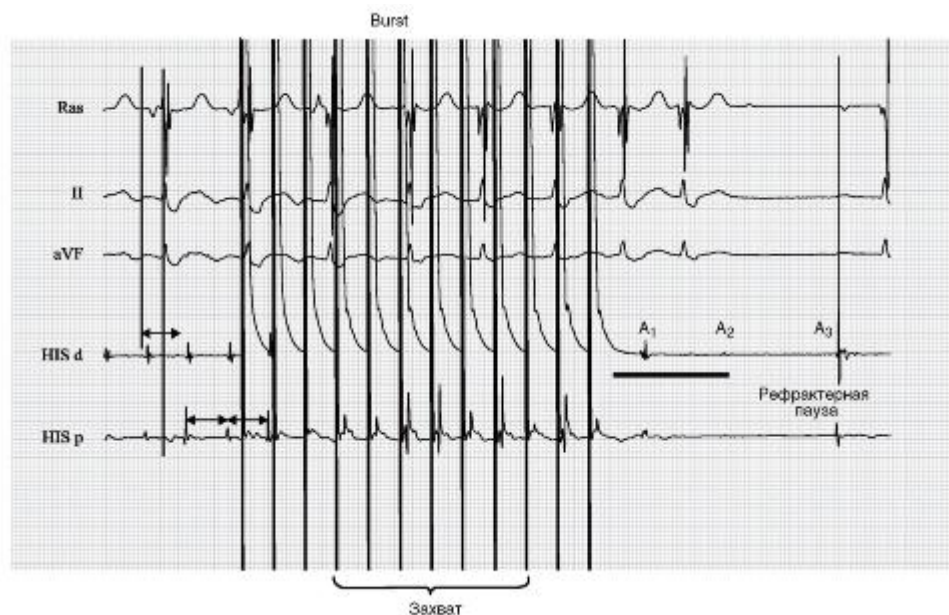


Рис. 2.4.35. ЭКГ и ЭГ при стимуляции *Burst*: сверхчастая стимуляция с постоянной частотой и амплитудой для купирования тахикардии по типу правильной формы трепетания предсердий 2:1 P-Q - 80 мс (при тахикардии), после восстановления ритма P-Q - 300 мс.

Комментарии

• Отрицательный потенциал предсердия в постэкстрасистолической фазе стандартного отведения может быть объяснен его ранним возникновением по отношению к эндокардиальному отведению (*His-d*), эндомиокардиальному проведению.

- Скорость записи 50 мм/с.

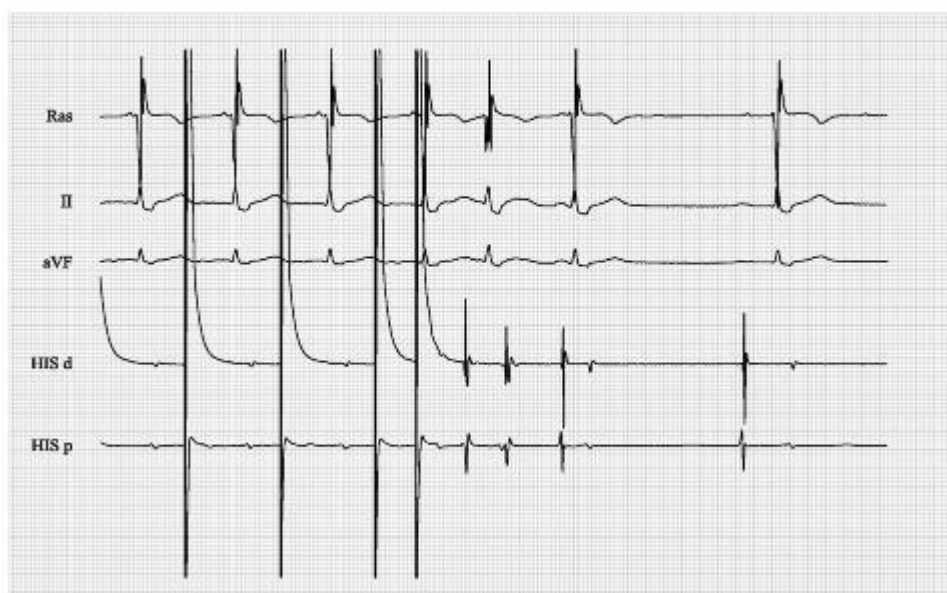


Рис. 2.4.36. ЭКГ и ЭГ при программируемой электростимуляции. Определение времени восстановления функции синусового ритма

S-S - 600 мс, S-S₁ - 250 мс, S₁-A - 287 мс, A-A - 262 мс, ВВФСУ - 1120 мс.
Комментарии

- Ритм начал восстанавливаться с синусового узла с последующим ретроградным проведением на предсердие.
- Затем комплекс с узловым источником ритма и ретроградным проведением по пучку Гиса.
- Постэкстрасистолическая пауза.
- Отчетливого «захвата» стимуляции нет.
- Два желудочковых комплекса выглядят как стимуляция по типу слияния (*fusion*).
- Отчетливо регистрируется потенциал ретроградного внутриузлового проведения по пучку Гиса.
- Скорость записи 50 мм/с.



Рис. 2.4.37. ЭКГ и ЭГ при проведении исследования функции АВ-узла (точка Венкебаха) и определение времени восстановления спонтанного ритма (ВВФСУ - время восстановления функции синусового узла) S-S - 318 мс, ВВФСУ - 418 мс, R-R - 831 мс, P-Q - 274 мс, R-R - 900 мс.

Комментарии

- При стимуляции предсердий ритм навязан 2:1.
- Время восстановления функции синусового узла - 418 мс, ритм восстановился из верхней части узла.
- Затем ритм синусовый с АВ-блокадой I степени (P-Q - 274 мс).

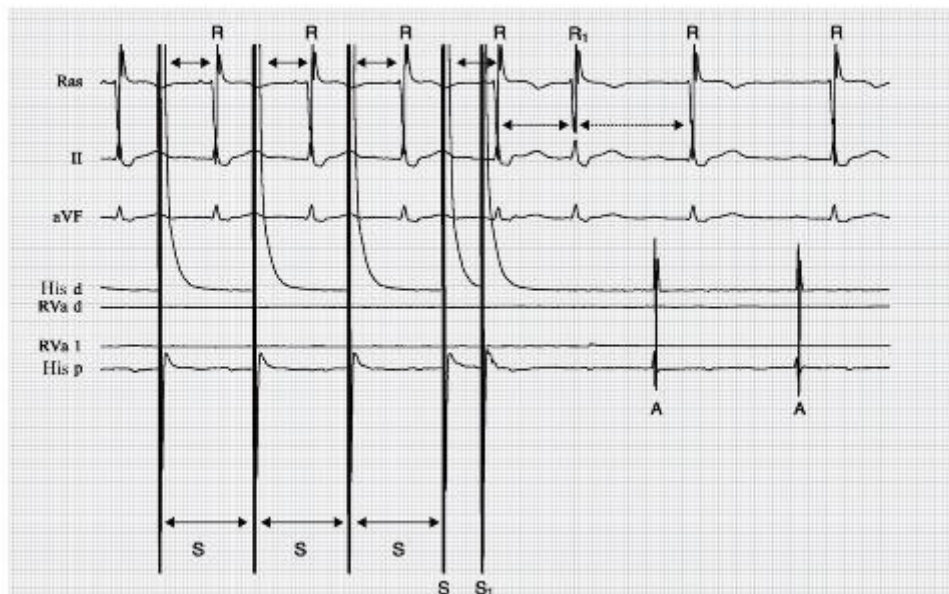


Рис. 2.4.38. ЭКГ и ЭГ при программируемой предсердной электростимуляции

$P-Q$ - 120 мс, $S-Q$ - 280 мс, $S-S$ - 600 мс, $S-S_1$ - 250 мс, $P-Q$ - 240 мс, $R-R$ - 718 мс.

Комментарии

- Постэкстрасистолический синусовый ритм с частотой 84 в минуту при АВ-блокаде I степени 240 мс.
- Можно предполагать о возникновении рефрактерности АВ-узла при предсердной стимуляции (точка Венкебаха) (время рефрактерности предсердно-желудочкового узла).
- Последний стимулирующий импульс не вызвал возбуждения желудочка.

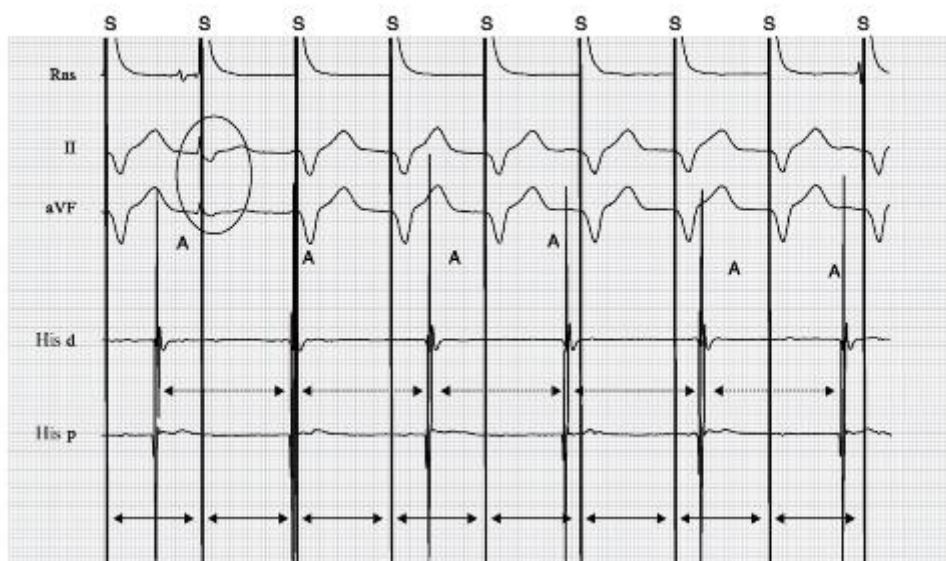


Рис. 2.4.39. ЭКГ и ЭГ на предсердно-желудочковой диссоциации при стимуляции желудочков $S-S$ - 600 мс, $A-A$ - 840-850 мс, QRS - 160 мс.

Комментарии

- Выскальзывание желудочкового ритма на фоне постоянной стимуляции в виде спонтанного узлового возбуждения.
- Предсердно-желудочковая диссоциация.

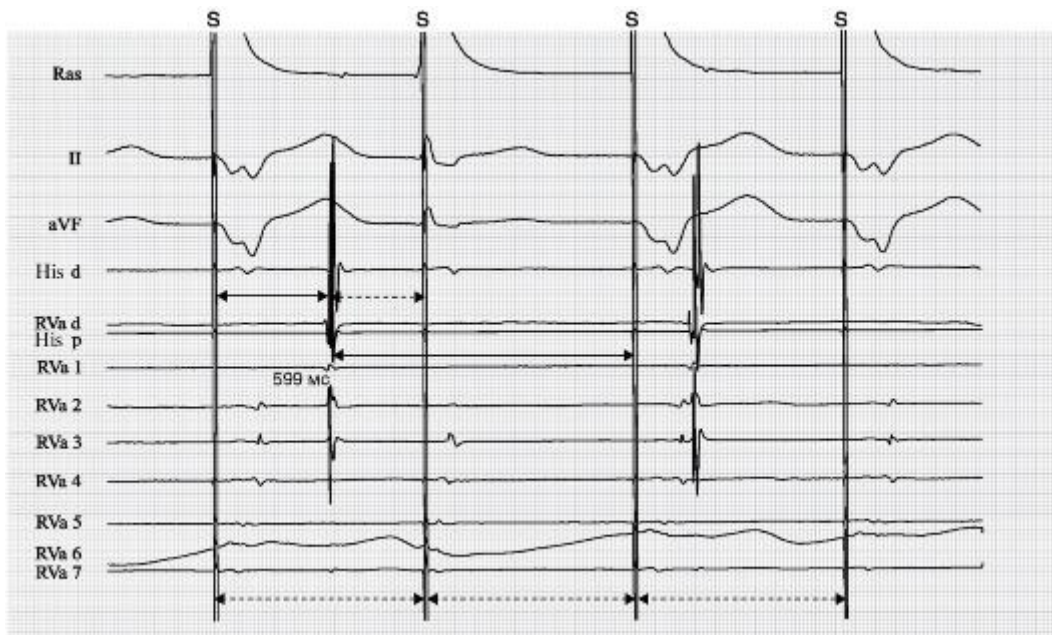


Рис. 2.4.40. Стимуляция желудочков при наличии периодически функционирующих аномальных путей ретроградного проведения
S-S - 599 мс, S(R) A - 300 мс, A-A - 1000 мс.

Комментарии

- Полная предсердно-желудочковая диссоциация R-R - 599 мс, A-A - 1000 мс.
- Скорость записи 100 мм/с.

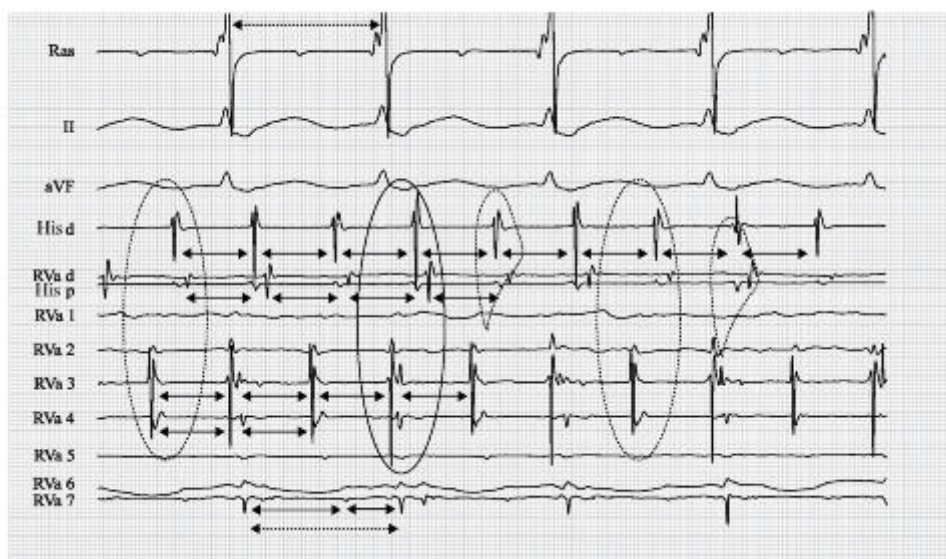


Рис. 2.4.41. ЭКГ и ЭГ при правильной форме трепетания предсердий
Комментарии

- Возбуждение формированием кольца возврата (*re-entry*) через ножку пучка Гиса и минуя ее.

• Правильная форма трепетания предсердий в данном случае имеет циклическую периодику вариантов различно расположенных групп возбуждений (группы F_1 , F_2 , F_3).



Рис. 2.4.42. Постоянная предсердная электростимуляция при исследовании функции проводящей системы (точка Венкебаха). Второй вариант: постепенное удлинение до полного прерывания проведения (периодика Венкебаха-Самойлова II типа) или вариант ускользания

QRS - 70 мс, $S-A$ - 84 мс, $A-H$ - 150 мс, $H-V$ - 40 мс, $A-V$ - 190 мс, $QRST$ - 310 мс.

Комментарии

- Интервал стимуляции укорачивается: $S_1-S_2 > S_2-S_3 > S_3-S_4 > S_4-S_5$.
- Интервал $S-A$ от цикла к циклу укорачивается.
- Интервал $A-H$ удлиняется до полного прекращения проведения в системе пучка Гиса.

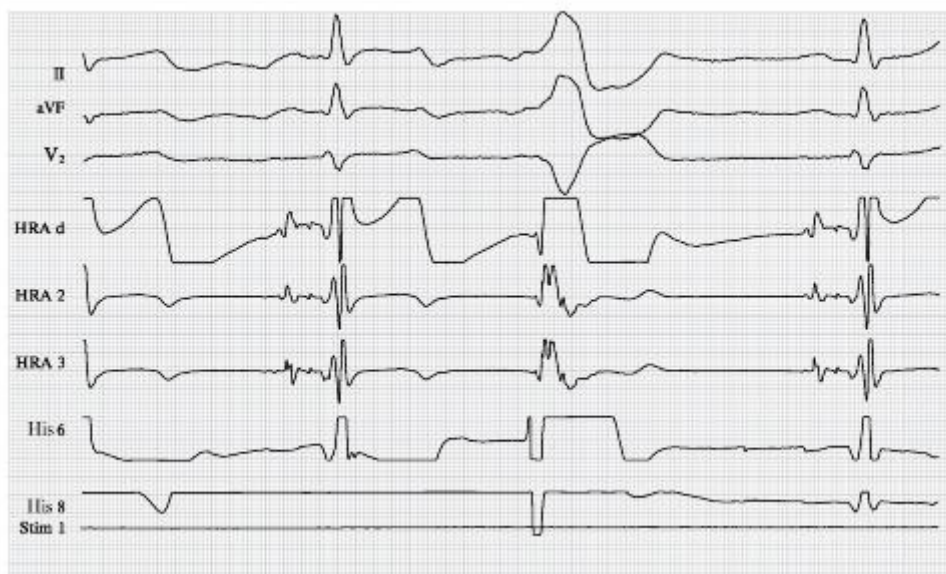


Рис. 2.4.43. ЭКГ и ЭГ при синусовом ритме и желудочковой экстрасистолии $P-Q$ - 131 мс, $A-His$ - 75 мс, $His-V$ - 56 мс, $R-R$ - 618 мс, $R_{EX}-R$ - 790 мс.

Комментарии

- Нормальный синусовый ритм.
- В экстрасистоле можно предположить наличие ретроградного проведения через пучок Гиса.



Рис. 2.4.44. ЭКГ и ЭГ при синусовом ритме и желудочковой экстрасистолии $S-S$ - 506 мс, $S-S$ - 496, $S-S$ - 515 мс, $A-R$ - 143 мс.

Комментарии

- При окончании стимуляции ритм восстановился с синусового узла.
- При стимуляции возникли диссоциация и интерференция предсердия и желудочков.

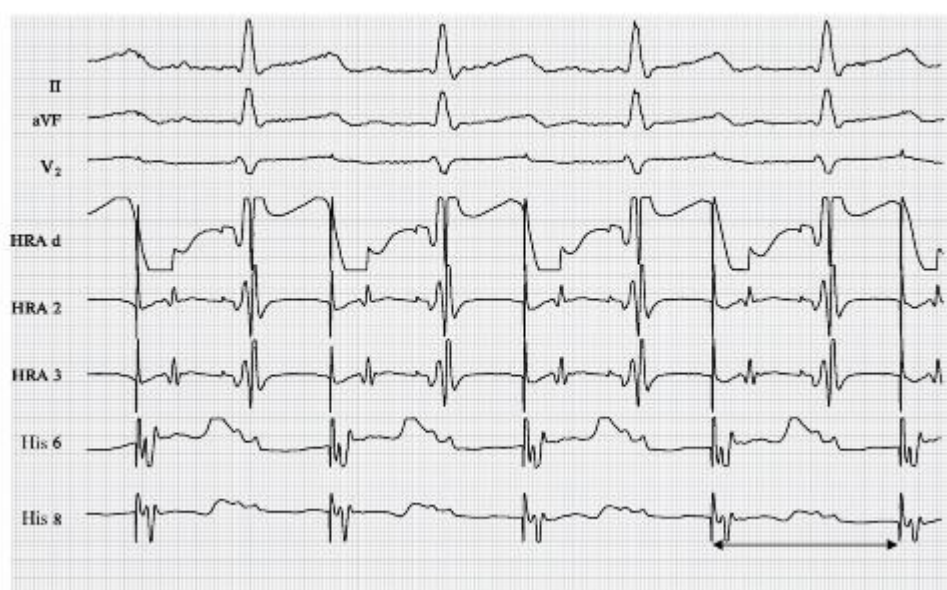


Рис. 2.4.45. ЭКГ и ЭГ при предсердной стимуляции

$A-V$ - 400 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 340 мс, $His-V$ - 40 мс, $S-S$ - 546 мс.

Комментарии

- Отчетливо видно распространение возбуждения по предсердию стимулирующего электрода, что позволяет рассчитать скорость распространения возбуждения до АВ-соединения.
- Скорость записи 100 мм/с.

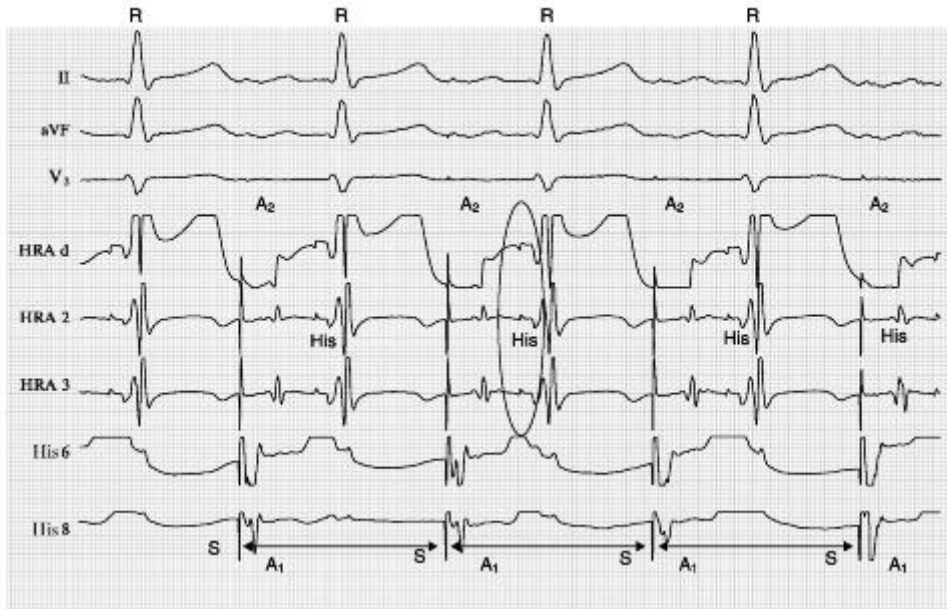


Рис. 2.4.46. ЭКГ и ЭГ при исследовании предсердно-желудочкового проведения при предсердной стимуляции с постоянной частотой

QRS - 80 мс, $QRST$ - 300 мс, $S-A_1$ - 30 мс, A_1-A_2 - 57 мс, A_2-His - 115 мс, $H_1-H_2-H_3$ - 10 мс, интервал $His-V$ - 62 мс.

Комментарии

- Проведение электрофизиологического исследования.

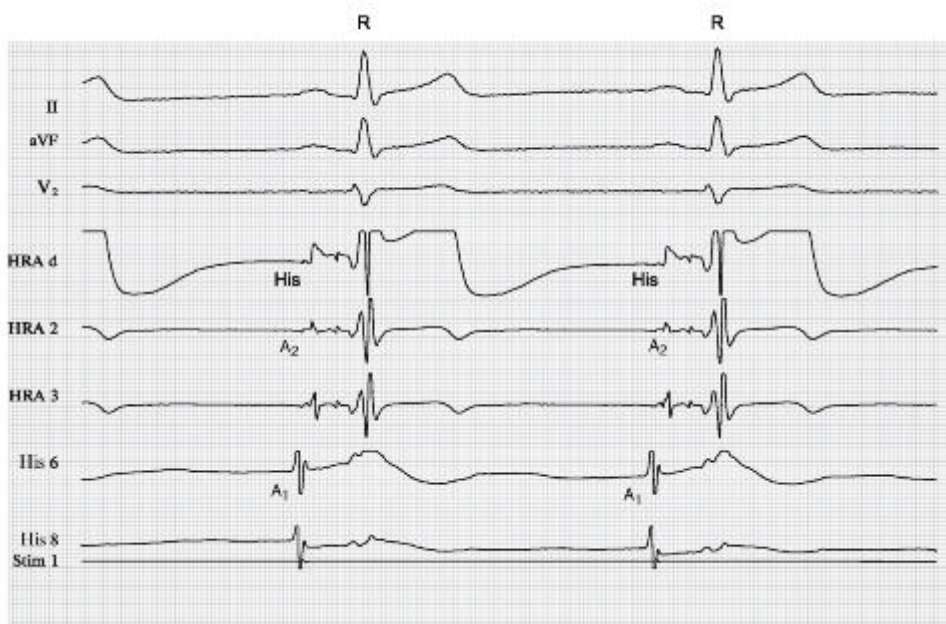


Рис. 2.4.47. ЭКГ и ЭГ при синусовом ритме

A_1 - A_2 - 50 мс, A_1 -H - 118 мс, A_2 -H - 68 мс, H-V - 47 мс, A_1 -V - 165 мс, QRS - 100 мс. Комментарии

- Ширина желудочкового комплекса, по данным ЭГ, в пределах верхней границы электрофизиологической нормы.
- Интервал A_1 - A_2 практически в пределах нормы.
- Интервал A_2 -H (68 мс) несколько удлинен.
- Интервал H-V (47 мс) в пределах нормы.

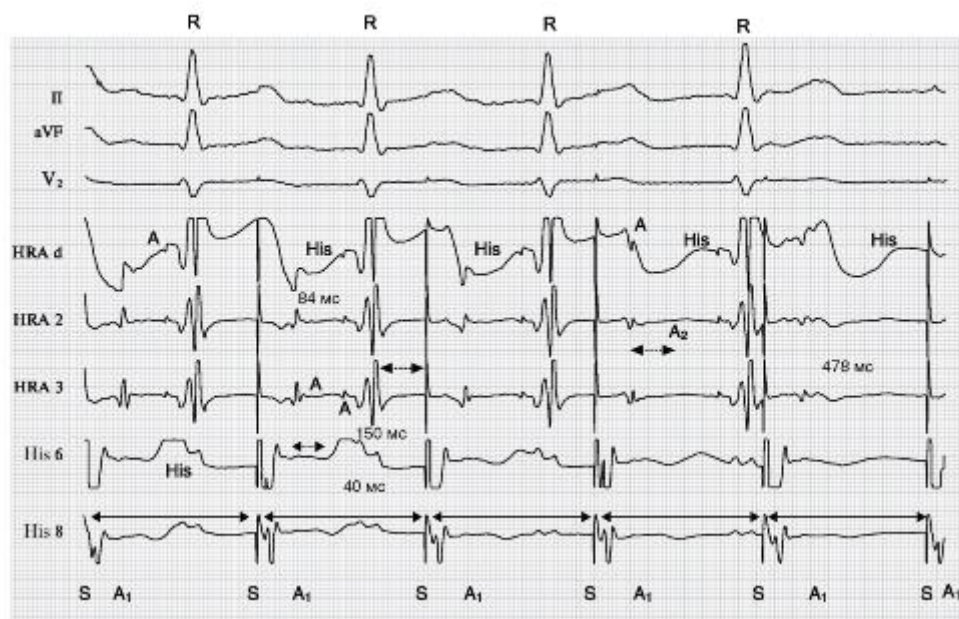


Рис. 2.4.48. ЭКГ и ЭГ при исследовании функции предсердно-желудочкового проведения при стимуляции предсердия с постоянной частотой

A -His - 190 мс, S-A - 84 мс, His-V - 40 мс, S-S - 484 мс.

Комментарии

- Интервал S- A_1 не изменяется.
- Интервал A_1 - A_2 не изменяется.
- Регистрируется удлинение интервала A_2 -H с полным блокированием H-V-проводения.
- Вывод: возникновение тахикардии возможно на уровне реципрокного предсердно-узлового комплекса.

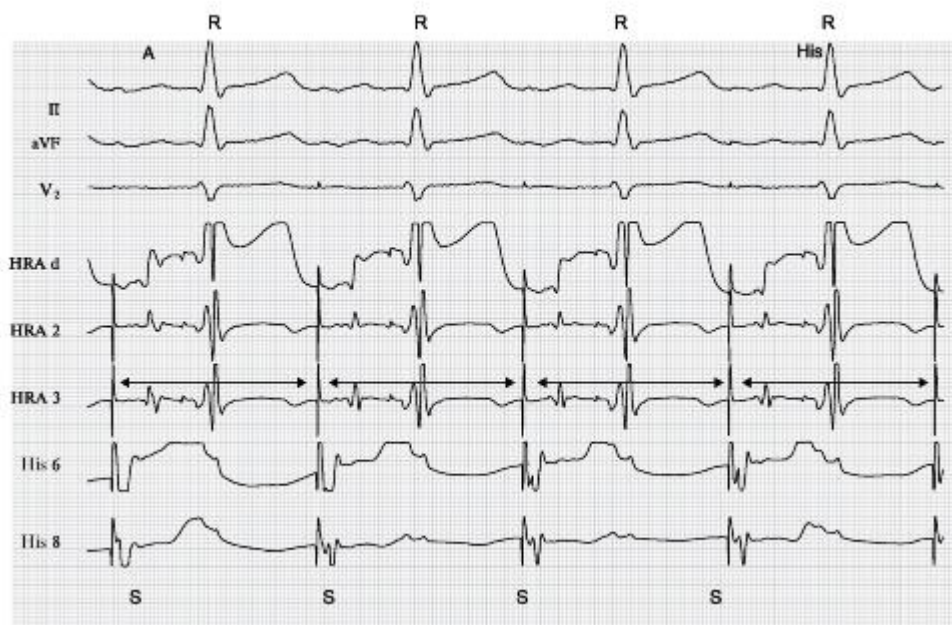


Рис. 2.4.49. ЭКГ и ЭГ. Нормальная ЭГ при проведении предсердной стимуляции

S-A - 80 мс, A-His - 131 мс, His-V - 43 мс, A-V - 174 мс, при частоте 98 в минуту (615 мс).

Комментарии

- Обращает на себя внимание удлинение времени A-H до 131 мс по сравнению с интервалом H-V.

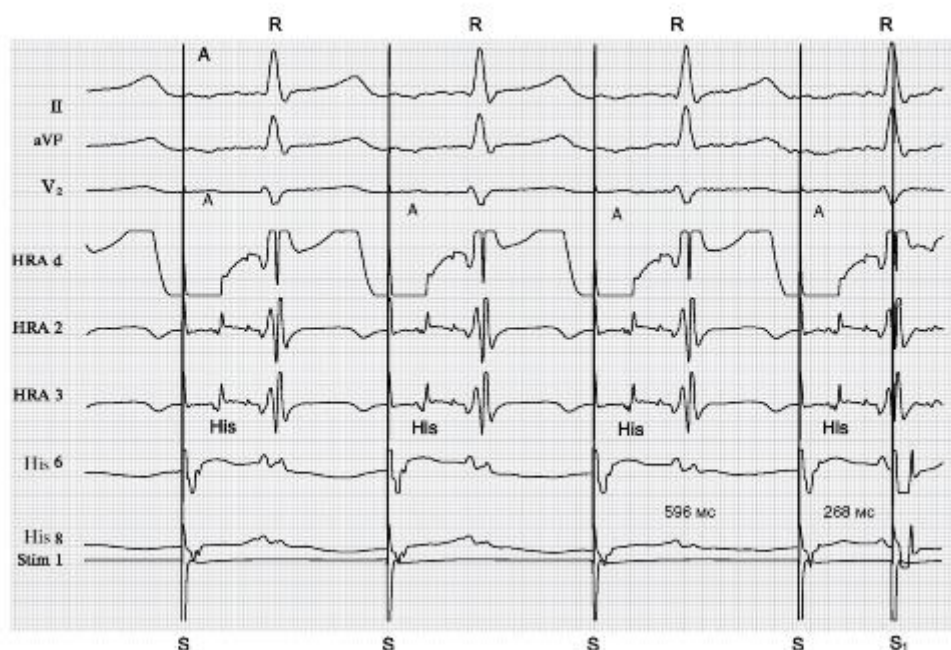


Рис. 2.4.50. ЭКГ и ЭГ. Проведение предсердной стимуляции для исследования АВ-проводения

S-A - 90 мс, A-H - 100 мс, H-V - 50 мс, интервал S-V - 240 мс, A-V - 150 мс, S₁-A - 40 мс.

Комментарии

- При программированном задержанном до 268 мс стимуле S_1 ответ возбуждения предсердия составляет только 40 мс (S-A - 90 мс), укорачивается вдвое, через 420 мс возникает ответ желудочков, т.е. предсердно-желудочковое проведение составляет уже 170 мс, нарастание степени блокирования проведения по предсердно-желудочковому соединению.



Рис. 2.4.51. ЭКГ и ЭГ при исследовании АВ-проводимости S-S - 500 мс, A-A - 700 мс.

Комментарии

- Возникновение предсердно-желудочковой блокады при желудочковой стимуляции как вариант механизма возникновения интерференции и диссоциации, т.е. отсутствие путей ретроградного проведения по предсердно-желудочковому соединению.

- Скорость записи 100 мм/с.

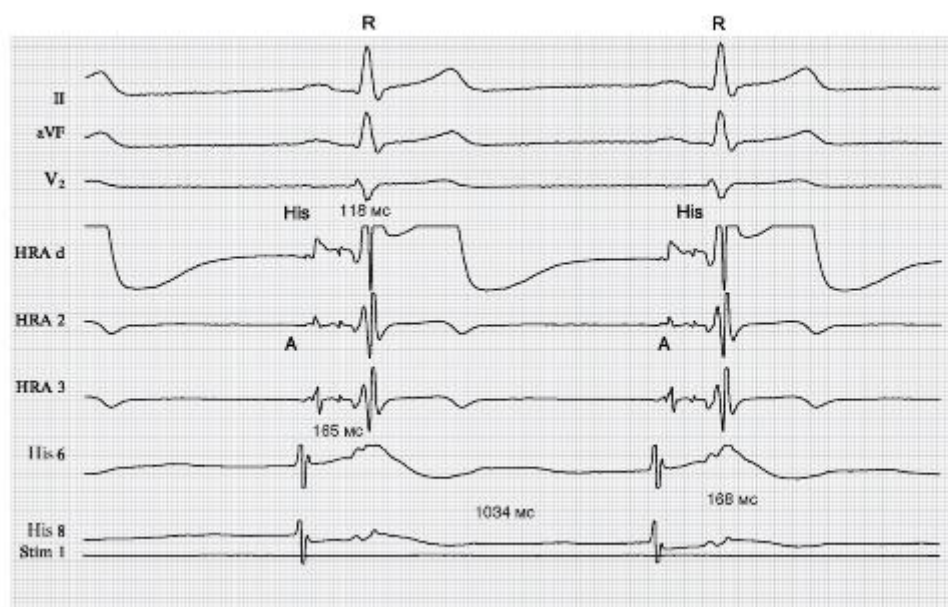


Рис. 2.4.52. ЭГ при нормальном синусовом ритме

A-H - 118 мс, *H-V* - 47 мс, *P-Q* - 165 мс, *QRS* - 80 мс, *A₁-A₂* - 30 мс.

Комментарии

- Формальные показатели стандартной ЭКГ в норме. Однако следует обратить внимание на значительное увеличение интервала *A-H*, более продолжительного, чем интервал *H-V*.

2.5. Холтеровское исследование у больных с аритмиями

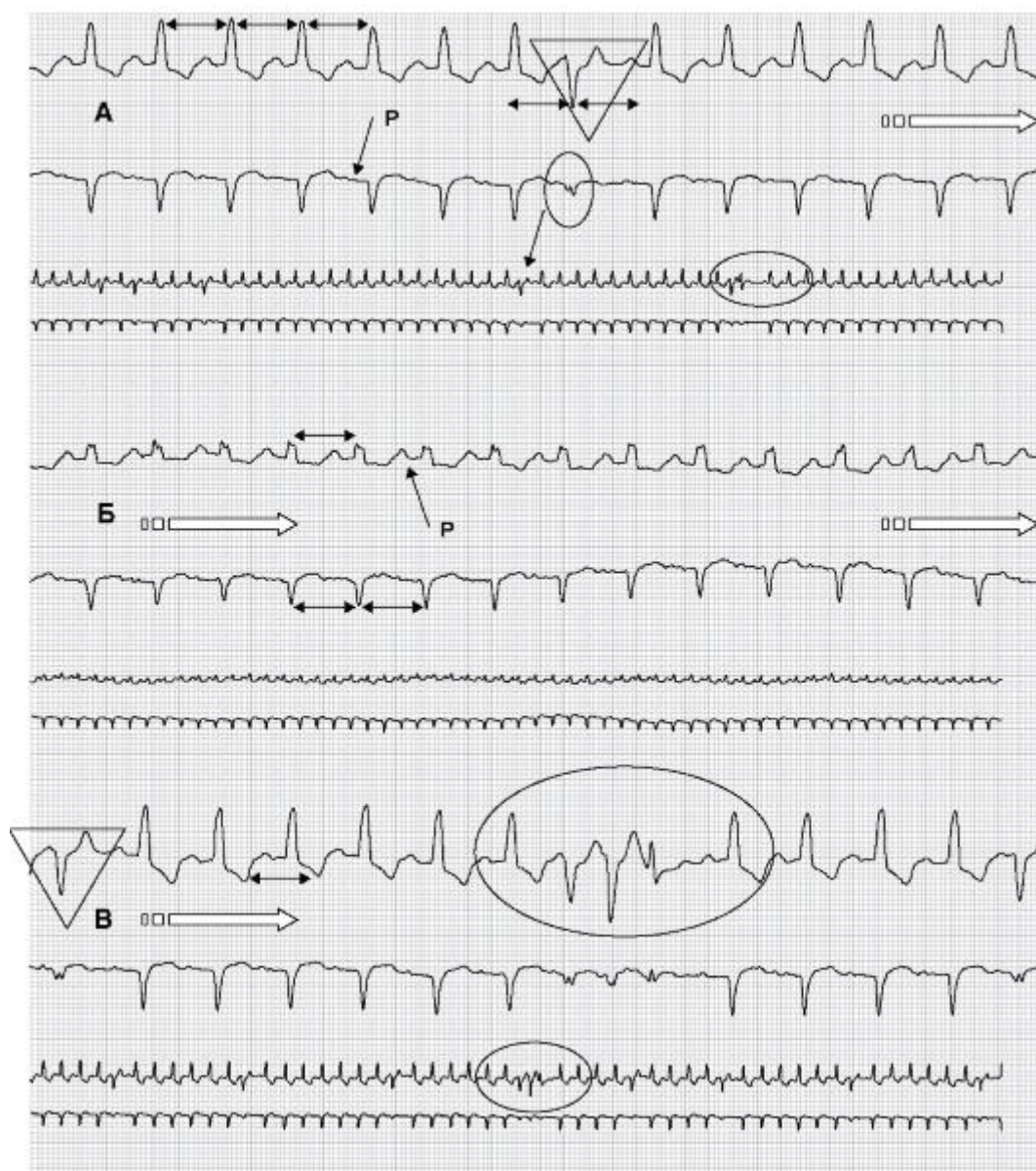


Рис. 2.5.1. Суправентрикулярная тахикардия с периодами политопной желудочковой экстрасистолии и миграцией водителя ритма сердца

Комментарии

- На протяжении записи ритм изменился:
 - по источнику водителя ритма и характеру проведения по предсердно-желудочковому соединению в строке «А» водитель ритма «Р» можно интерпретировать как синусовый узел с замедлением проведения до предсердножелудочкового соединения (синусно-предсердная блокада I степени) и частичной блокадой проведения по ножкам пучка Гиса;
 - в строке «Б» замедление синусно-предсердного проведения уменьшилось, но появилась блокада одной из ножек пучка Гиса (см. изменение морфологии комплекса QRS, снизилась амплитуда зубца R, отмечается тенденция к появлению расщепления зубца R);
 - в строке «В» морфология комплекса QRS восстанавливается до исходной с прежним водителем ритма и аналогичным замедлением синусно-предсердного проведения. Обращает на себя внимание отсутствие изменений

морфологии комплекса *QRS* в отведении II, что косвенно подтверждает наличие частичной блокады ножек пучка Гиса;

- по частоте функционирования водителя ритма. Одиночные вставочные (нет постэкстрасистолической электрофизиологической компенсаторной паузы) - см. «А». Полифокусная групповая желудочковая экстрасистола (нередко без постэкстрасистолической электрофизиологической паузы).

• Обращает на себя внимание появление различных по характеру желудочковых экстрасистол.

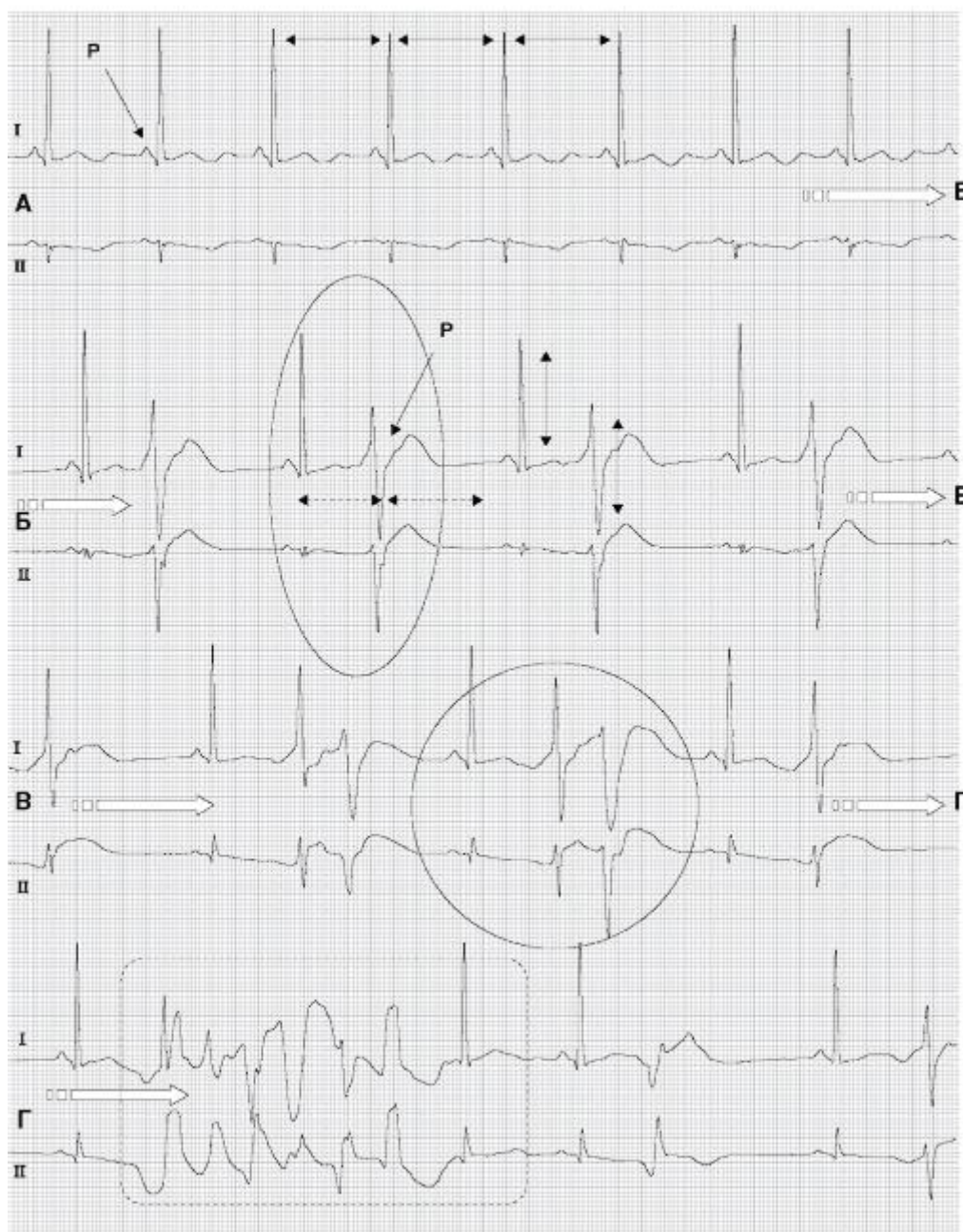


Рис. 2.5.2. Миграция водителя ритма с различными вариантами предсердно-желудочковой аритмии и экстрасистолии

Комментарии

• Обращает внимание наличие трех вариантов экстрасистолии.

- А - узловая экстрасистола с ретроградным проведением. Важные диагностические параметры комплекса QRS для отличия желудочковой и узловой экстрасистолы. При желудочковой экстрасистоле амплитуда зубцов R, S нормального и экстрасистолического комплексов должна различаться более чем в 1,5 раза. Ширина экстрасистолического комплекса при очаге возбуждения в желудочке должна быть более 120 мс. В данном наблюдении оба эти параметра отсутствуют. В то же время морфология комплекса QRS в табло «А» сопоставима с картиной комплекса QRS при синдроме WPW: Δ-волна на восходящем колене зубца R, поэтому физиологическая ширина комплекса QRS составляет 80 мс.

- Б - в отведении II комплекс QRS изменяется, что сопровождается появлением вставочных узловых экстрасистол с ретроградным проведением по типу бигеминии.

- В - характер экстрасистолии меняется. Укорачиваются время и характер проведения возбуждения на желудочки. Появляются дуплеты желудочковых экстрасистол. Зарегистрирована полиморфная групповая желудочковая экстрасистолия.

- Г - регистрируется эпизод групповой полиморфной желудочковой экстрасистолии с последующим переходом через узловой-синусовый ритм, сцепленную узловую блокированную экстрасистолу в синусовый ритм.

- Скорость записи 25 мм/с.

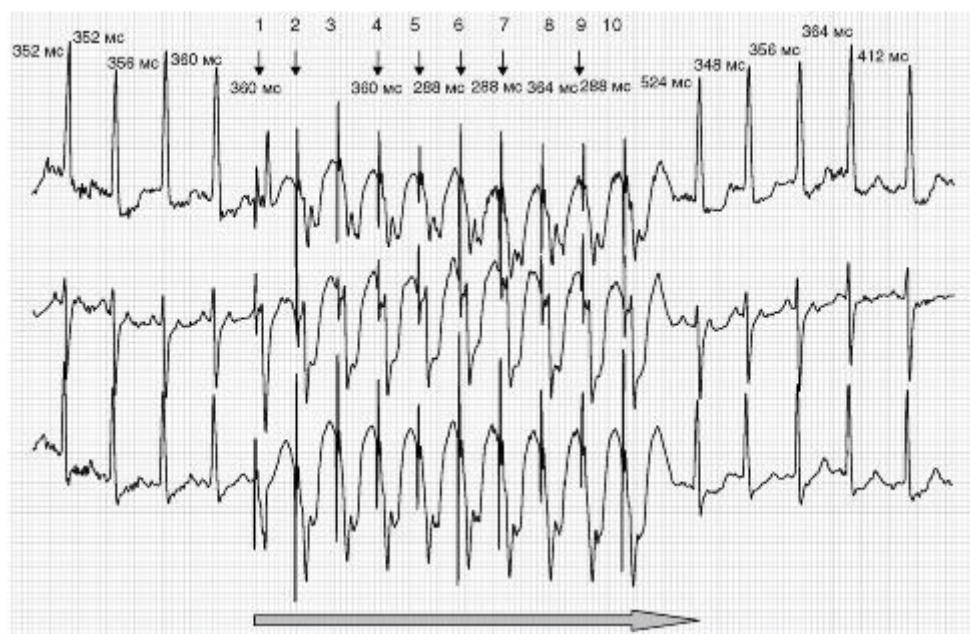


Рис. 2.5.3. Купирование тахикардии в режиме *Ramp*

Комментарии

- Срабатывание имплантированного кардиовертера-дефибриллятора с режимом частой стимуляции *Ramp*.

- Частота тахикардии ~ 170 в минуту (352-360 мс).

- «Решетка» стимуляции в «пачке» составляет 10 импульсов, скважность 288 мс, нарастающая амплитуда стимулирующего импульса.

- Длительность пачки - 2592 мс.

• Сеанс урежающей стимуляции не дал необходимого эффекта: восстановилась суправентрикулярная аритмичная тахикардия с ЧСС ~ 172-145 в минуту.

• Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

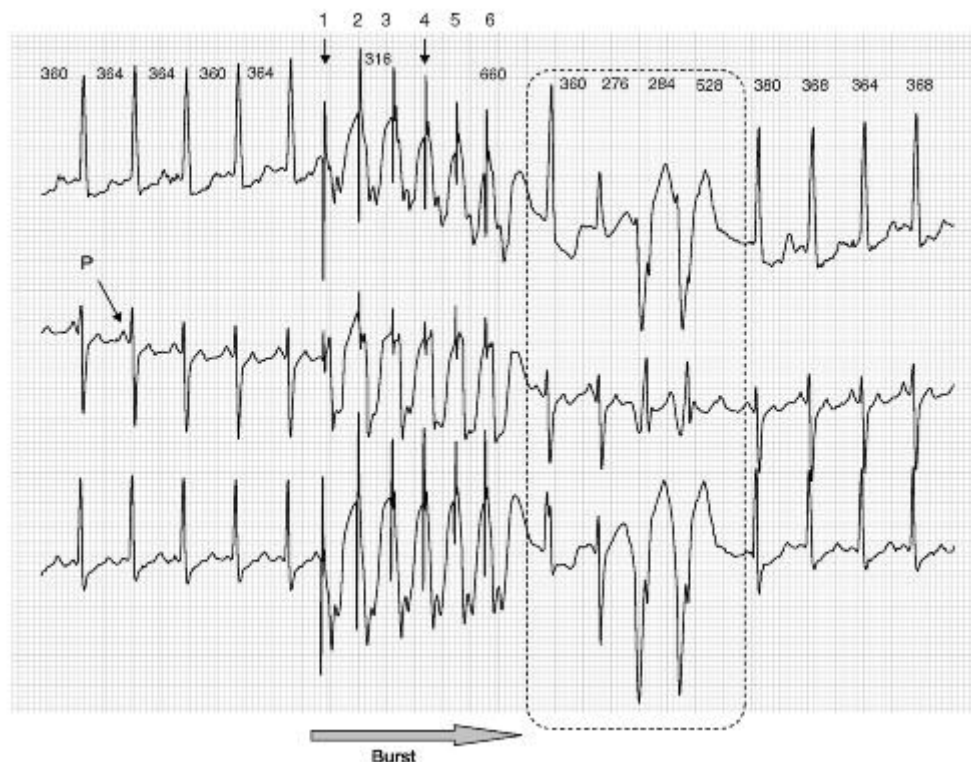


Рис. 2.5.4. Холтеровское мониторирование при срабатывании имплантированного кардиовертера-дефибриллятора в режиме *Burst* при купировании тахикардии

Комментарии

- Через 7 с повторение купирования тахикардии в режиме *Burst*.
- Частота тахикардии ~ 165 в минуту (360-364 мс).
- «Решетка» стимуляции в «пачке» составляет 6 импульсов, скважность 316 мс.
- Длительность пачки - 1580 мс.
- Окончание стимуляции сопровождалось появлением полиморфной групповой желудочковой экстрасистолии с восстановлением суправентрикулярной тахикардии с ЧСС ~ 162 в минуту.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

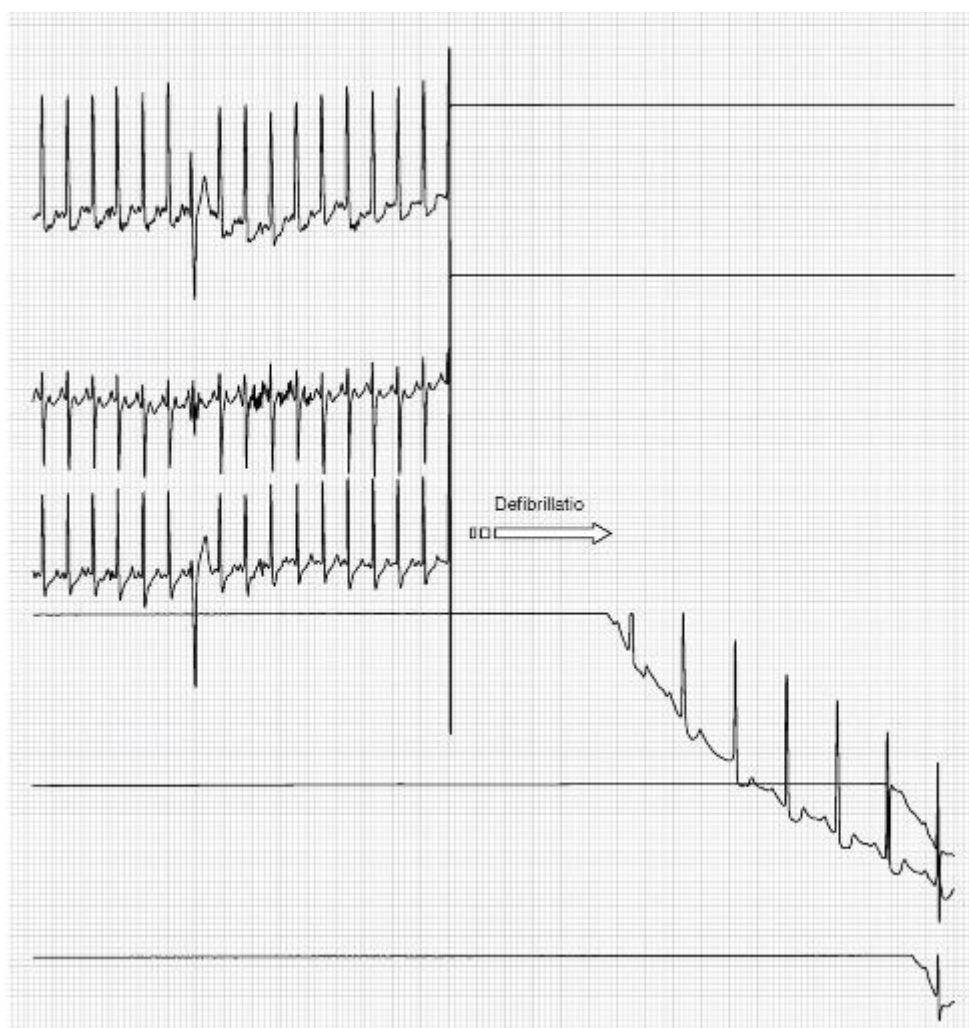


Рис. 2.5.5. Холтеровское мониторирование при срабатывании имплантированного кардиовертера-дефибриллятора в режиме дефибрилляции при купировании тахикардии

Комментарии

- При отсутствии эффекта купирования тахикардии через 3 с зафиксировано срабатывание режима дефибрилляции с положительным эффектом.
- Частота тахикардии сохраняется - 170 в минуту (352 мс).
- Периодически регистрируются вставочные узловые экстрасистолы с измененным предсердно-желудочковым проведением.
- После разряда дефибриллятора синусовый ритм восстановился через 2,5 с с ЧСС 85 в минуту.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

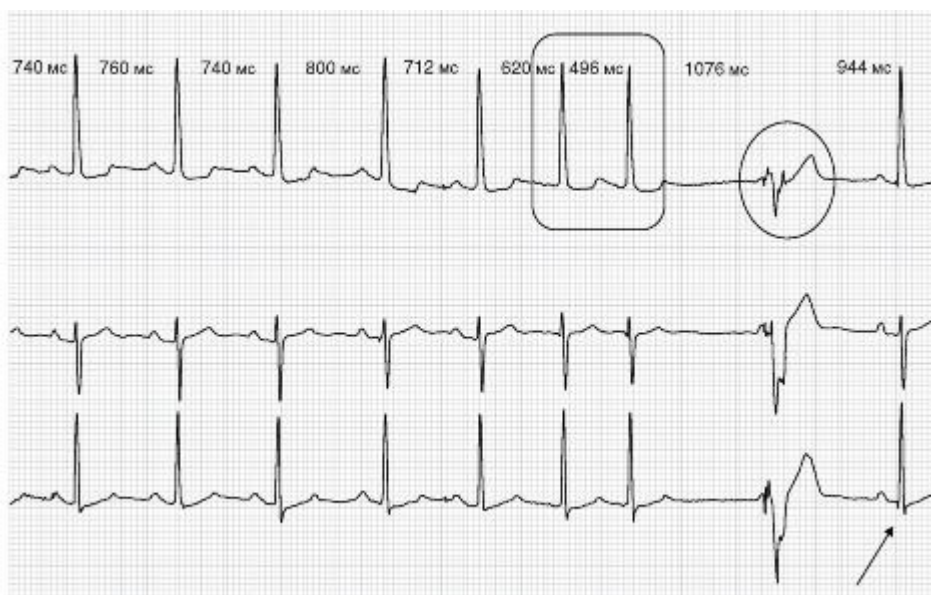


Рис. 2.5.6. Трехкамерная синхронизирующая кардиостимуляция

Комментарии

- Зарегистрирован эпизод «разогрева» аритмии от 740-800 мс (ЧСС = 81 до 75 в минуту).
- Стимуляция имплантированным ЭКС обоих желудочков.
- Восстановление нормального синусового ритма.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

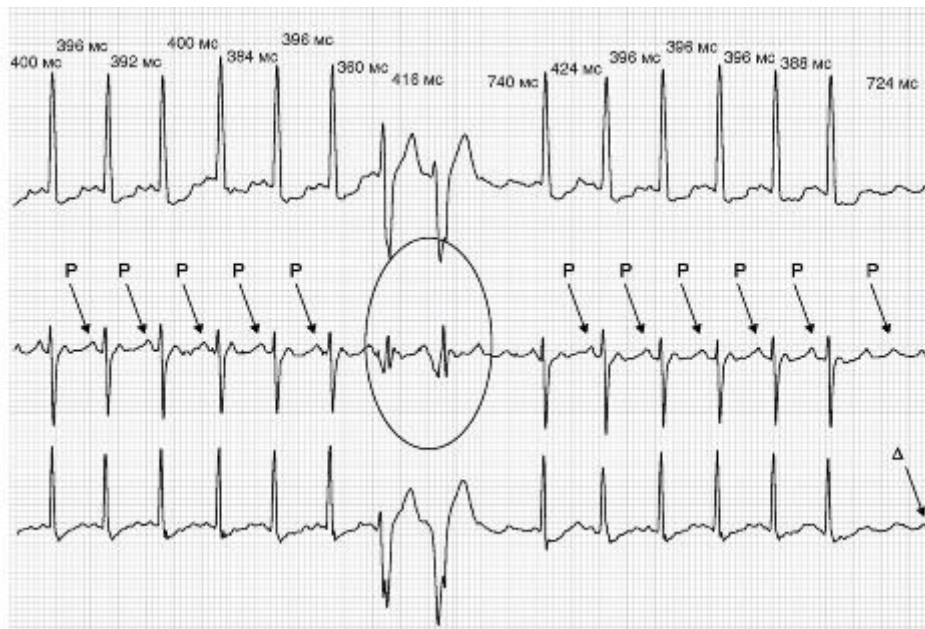


Рис. 2.5.7. Суправентрикулярная тахикардия с периодами политопной желудочковой экстрасистолии

Комментарии

- Предсердная тахикардия 416-392 (144-153 в минуту).
- Политопная узловая парная экстрасистола.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

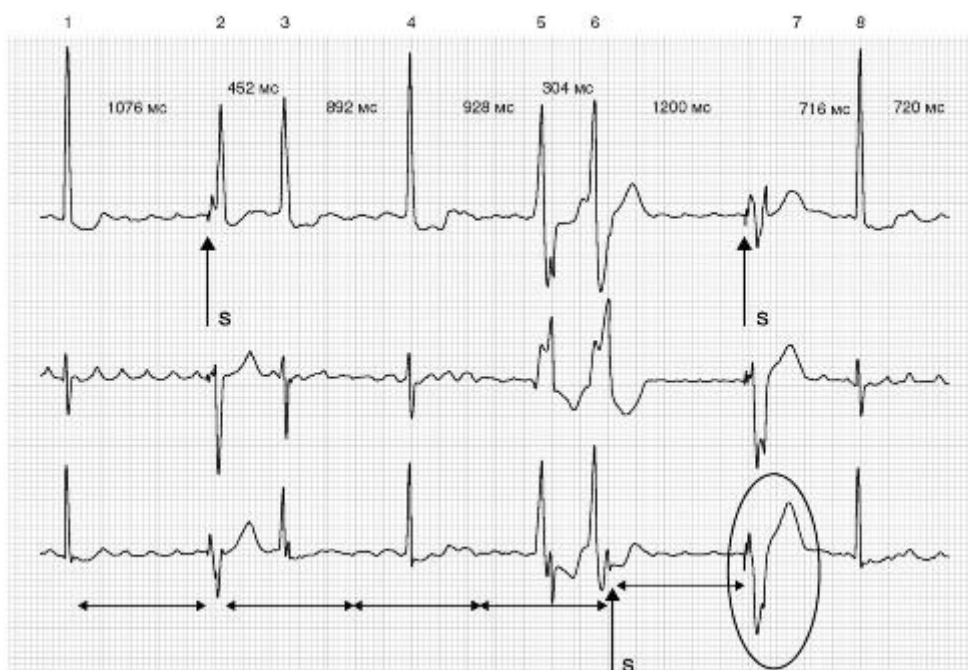


Рис. 2.5.8. Холтеровское мониторирование при брадикардии при неправильной форме трепетания предсердий, полиморфной предсердно-узловой и желудочковой экстрасистолии при постоянной желудочковой стимуляции (S-S - 1000 мс/ч)

Комментарии

- Нанесение импульса на желудочек по типу *fusion* (2).
- Изменение предсердно-желудочкового проведения (6-й и 7-й комплексы).
- Выраженная аритмия (изменение интервала ритма более 50% от запрограммированного) приводит к неправильному функционированию ЭКС.
- Интервал задержки импульса 1076 мс, период между 7 и 8 комплексами - 1200 мс, следовательно, ширина 8-желудочкового комплекса составляет 124 мс.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

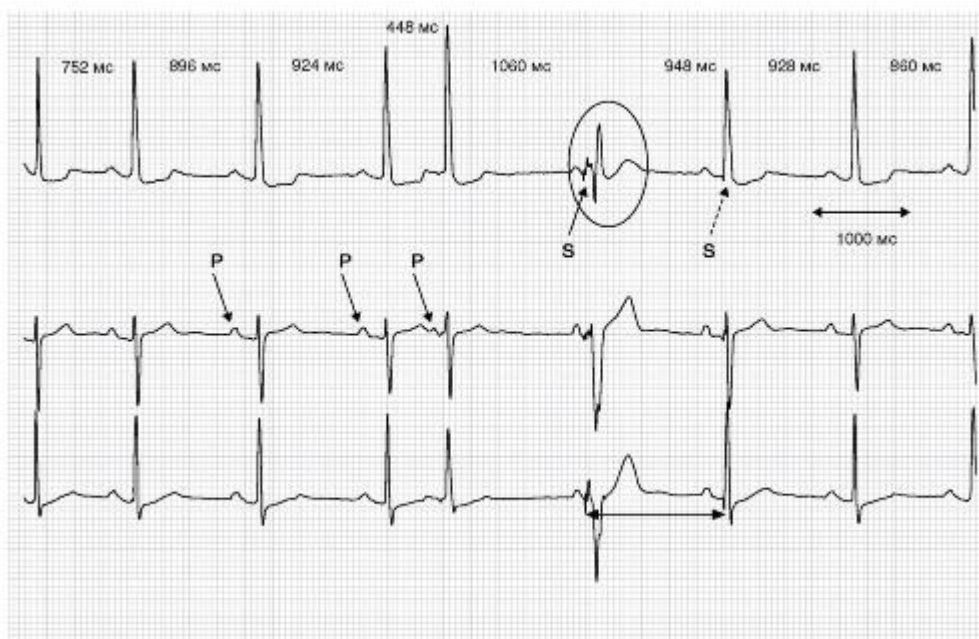


Рис. 2.5.9. Суправентрикулярная аритмия с узловой экстрасистолией $P-Q$ - 200 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

- Выделенный желудочковый комплекс соответствует нормальному предсердному сокращению с наложенным (*fusion*) стимулом на желудочковое возбуждение, что обуславливает деформацию желудочкового комплекса.
- Второй стимул приходится на сформированный желудочковый комплекс и не вызывает его деформации.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

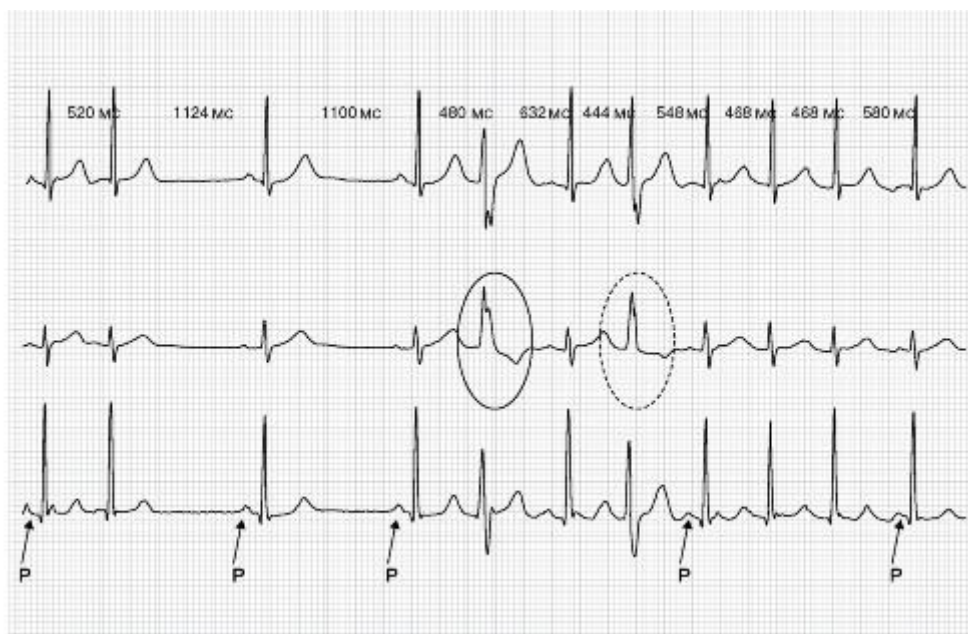


Рис. 2.5.10. Холтеровское мониторирование при тахибрадисиндроме с миграцией водителя ритма и желудочковой экстрасистолией

$P-Q$ - 160 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

- Выделенные желудочковые комплексы различаются между собой и соответствуют полной и неполной экстрасистоле с последующим переходом в пароксизм узловой тахикардии по варианту интерференции с диссоциацией (частота следования зубцов P меньше частоты следования зубцов R).
- Миграция водителя ритма сердца с периодами синусовых пауз (*sinus arrest*).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

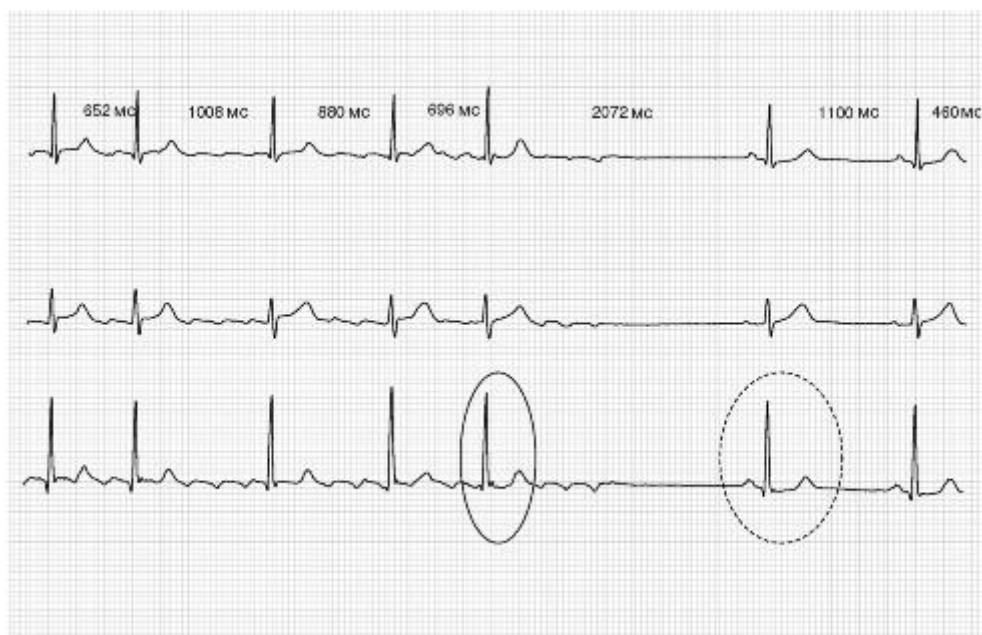


Рис. 2.5.11. Холтеровское мониторирование при тахисиндроме с пароксизмами неправильной формы трепетания предсердий, остановкой синусового узла (sinus arrest) с продолжительной паузой возбуждения желудочков и спонтанным восстановлением синусового ритма

P-Q - 160 мс, QRS - 80 мс, QRST - 100 мс.

Комментарии

- Спонтанная смена неправильного трепетания предсердий на синусовый ритм после паузы.
- Пауза более 2000 мс - абсолютное показание к имплантации постоянного электрокардиостимулятора.
- Выделенные желудочковые комплексы отличаются друг от друга: узловой ритм на фоне неправильной формы трепетания предсердия и синусовый ритм.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

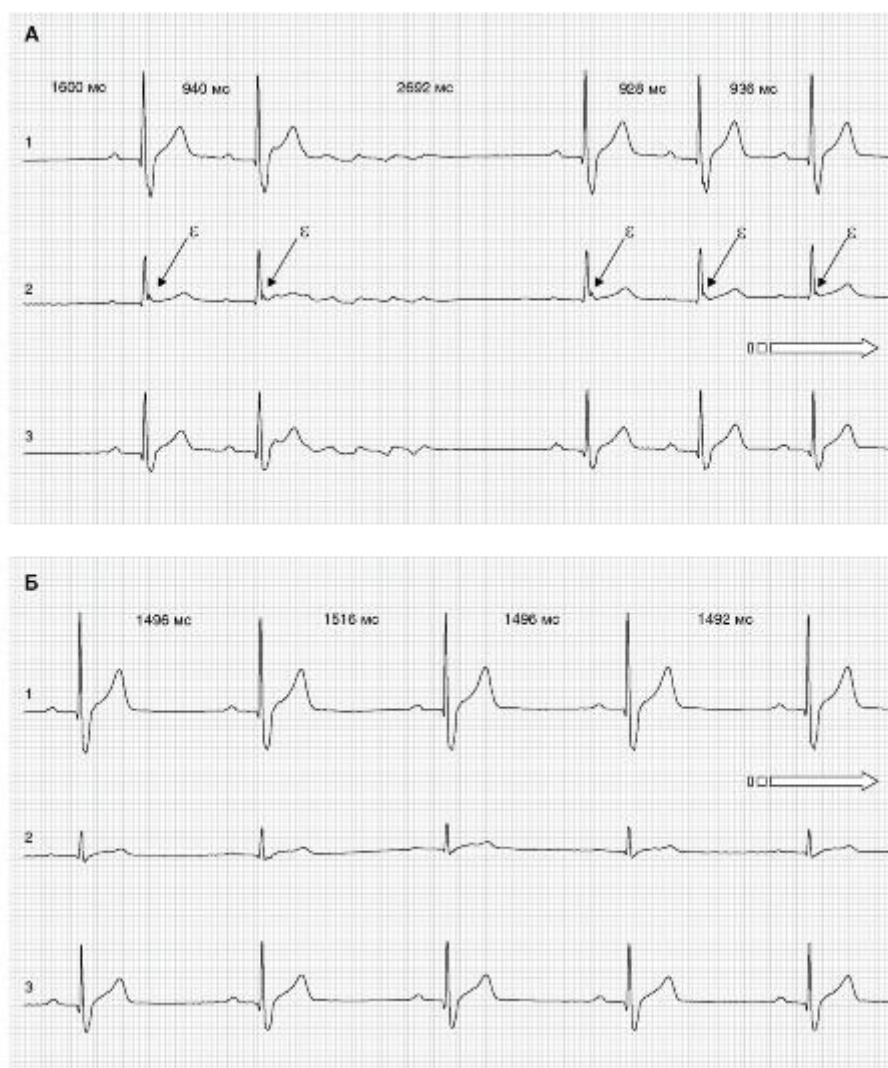


Рис. 2. 5.12. Холтеровское мониторирование при тахикардисиндроме с паузами (до 2692 мс), обусловленными остановкой синусового узла (*sinus arrest*) через пароксизм неправильной формы трепетания предсердий с продолжительной паузой и спонтанным восстановлением P - Q - 320 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 400 мс, R - R - 1492-1516 мс.

Комментарии

- Поствозбуждения (е-постэкситации) желудочков на фоне миграции водителя ритма сердца.
- Паузы более 2000 мс являются абсолютным показанием к имплантации постоянного водителя ритма сердца (табло А).
- Нормализация синусового ритма после периода пауз.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

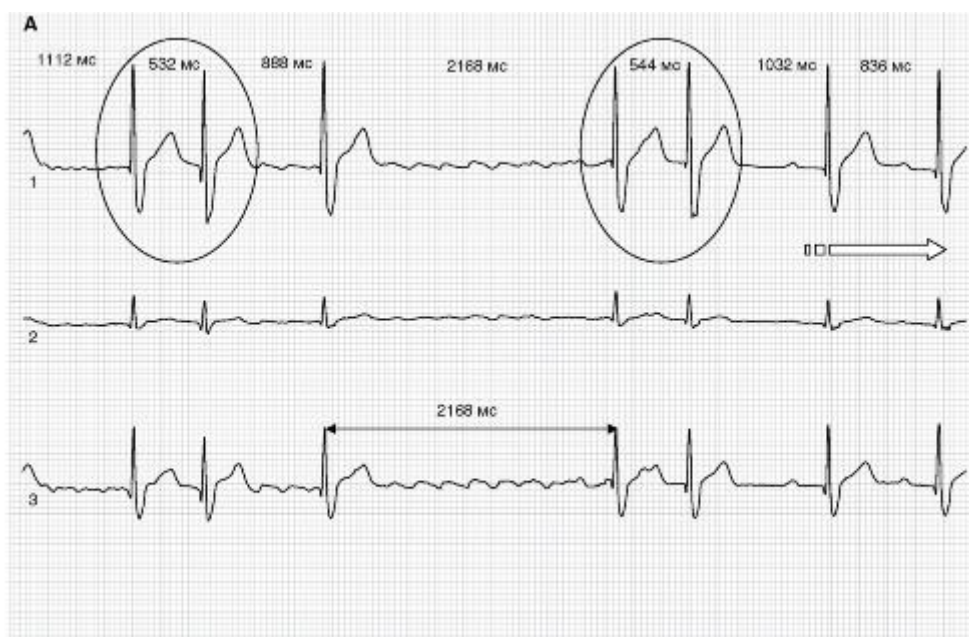


Рис. 2.5.13. Холтеровское мониторирование при тахисинусовом синдроме с паузами, обусловленными остановкой синусового узла (*sinus arrest*) через пароксизм неправильной формы трепетания (F - 280 в минуту) предсердий с продолжительной паузой (2618 мс) и спонтанным восстановлением синусового ритма через парную экстрасистолу P-Q - 360 мс, QRS - 80 мс, QRST - 4)0 мс.

Комментарии

- Периоды пауз повторяются с фибрилляцией предсердий и спонтанным восстановлением синусового ритма.
- Смена характера ритма с фибрилляцией (мерцания) предсердий на синусовый ритм через эпизод паузы с последующей сцепленной экстрасистолой.
- Последующее - синусовая аритмия.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

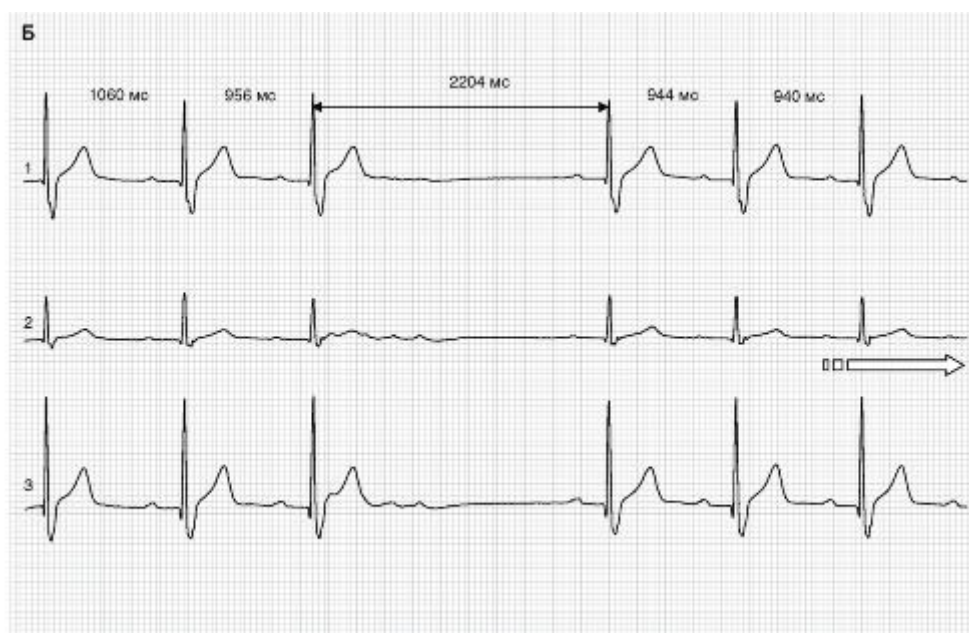


Рис. 2.5.14. Тахикардисиндром с паузами (до 2204 мс), обусловленными остановкой синусового узла (*sinus arrest*) после пароксизма неправильной формы трепетания предсердий и спонтанным восстановлением синусового ритма с предсердно-желудочковой блокадой I степени $P-Q - 320$ мс, $QRS - 80$ мс, $QRST - 440$ мс.

Комментарии

- Повторяющиеся паузы более 2000 мс и синусовая аритмия.
- Типичный синдром слабости синусового узла с паузами по типу или *sinus arrest*, или фибрилляция предсердий.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

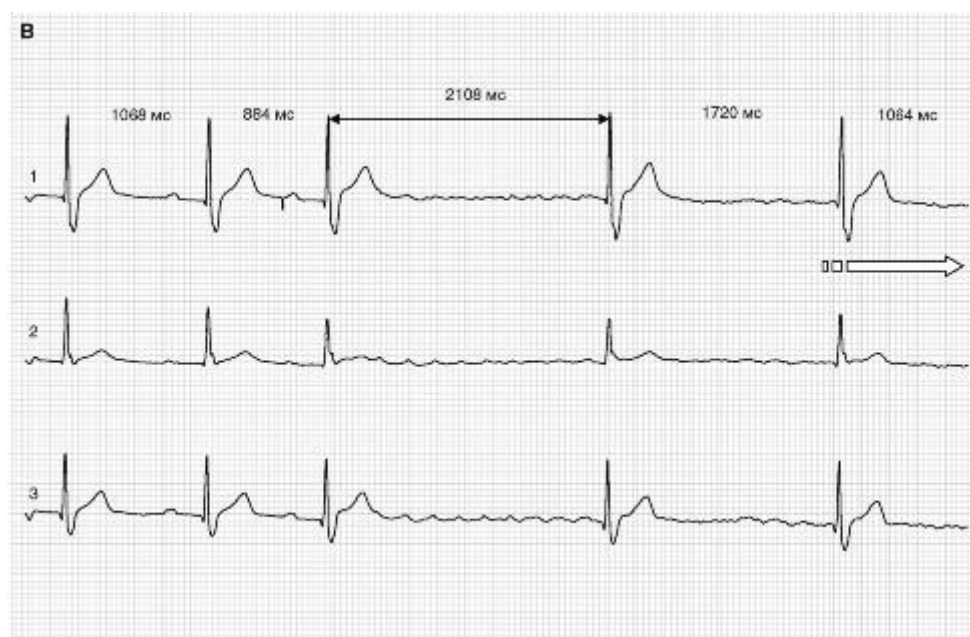


Рис. 2.5.15. Тахикардисиндром с паузами (до 2108 мс), обусловленными остановкой синусового узла (*sinus arrest*) после пароксизма мерцания предсердий по типу синдрома Фредерика, и спонтанным восстановлением синусового ритма с предсердно-желудочковой блокадой I степени $P-Q - 320$ мс, $QRS - 80$ мс, $QRST - 400$ мс.

Комментарии

- Постоянная смена синусового ритма и мерцания (фибрилляции предсердий) во время пауз со спонтанным восстановлением синусового ритма.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.5.16. Тахисистолическая форма мерцательной аритмии с паузам и (до 2536 мс), обусловленным и блокадой проведения по предсердно-желудочковому соединению! QRS - 80 мс, QRST - 360 мс.

Комментарии

- Первый интервал $R-R$ с 676 мс удлиняется до 1048 мс с последующей остановкой ритма в 2536 мс.
- Четвертый комплекс QRS подобен третьему. После этого развивается «ускорение» частоты с 4-го по 5-й, 6-й, 7-й комплексы от 1036 мс до начальной частоты в 664 мс, 656 мс.
- Жизнеопасная аритмия по типу узловой тахикардии с поворотом электрической оси сердца типа *torsade de pointes*.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

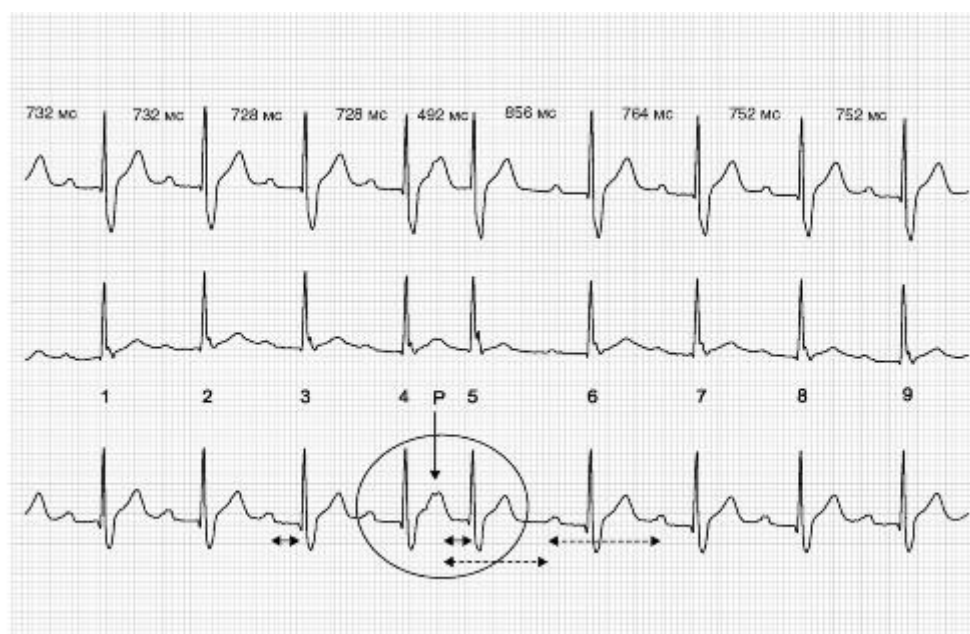


Рис. 2.5.17. Синусовая аритмия с узловой сцепленной экстрасистолой в сочетании с предсердно-желудочковой блокадой I степени

$P-Q$ - 320 мс, QRS - 160 мс, $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

• Парную или сцепленную узловую экстрасистолу можно трактовать как «дуплет», можно рассматривать как реципрокную или возвратную экстрасистолу. Косвенно эту гипотезу можно подтвердить, измерив интервалы $P-P$, предположив, что указанная стрелкой деформация на зубце T является ретроградным зубцом P , после чего возникает возбуждение пятого комплекса QRS , и тогда, естественно, отсутствует постэкстрасистолическая пауза, и возникает нормальное синусовое сокращение (6-й комплекс QRS).

• Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

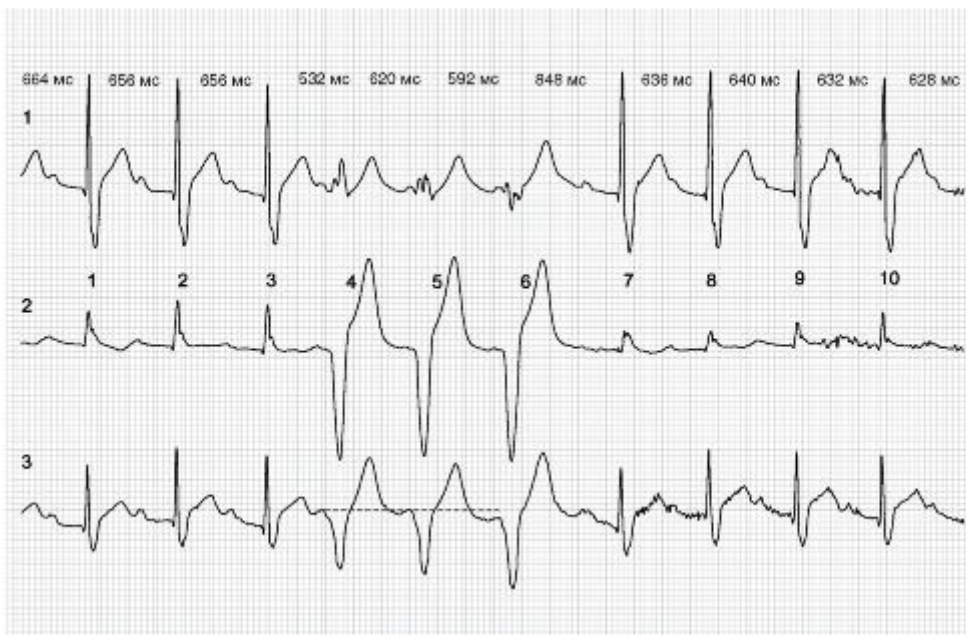


Рис. 2.5.18. Синусовая аритмия с предсердно-желудочковой блокадой I степени и сменой предсердно-желудочкового проведения по типу синдрома WPW

$P-Q$ - 320 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

• Первые три комплекса QRS соответствуют нормальному синусовому ритму при предсердно-желудочковой блокаде I степени и частичной блокаде правой ножки пучка Гиса при почти стабильной частоте ($R-R$ - 664 мс, 656 мс, 656 мс).

• После четвертого желудочкового комплекса происходит ускорение времени формирования возбуждения желудочка до 532 мс, и меняется характер (механизм предсердно-желудочкового проведения): $P-Q$ - 160 мс, QRS - 120 мс, $QRST$ - 480 мс, что соответствует электрокардиографическому варианту синдрома WPW.

• Частота нестабильная $R-R$ - 620 мс, 592 мс, внезапная пауза до 848 мс практически с нормализацией предсердножелудочкового проведения.

• Однако при записи 7-й, 8-й, 9-й и 10-й комплексы QRS отличаются по конфигурации и амплитуде от 1-го, 2-го и 3-го.

- Заключение: можно полагать, что это персистирующий синдром WPW: - изолиния для определения окончания зубца T.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

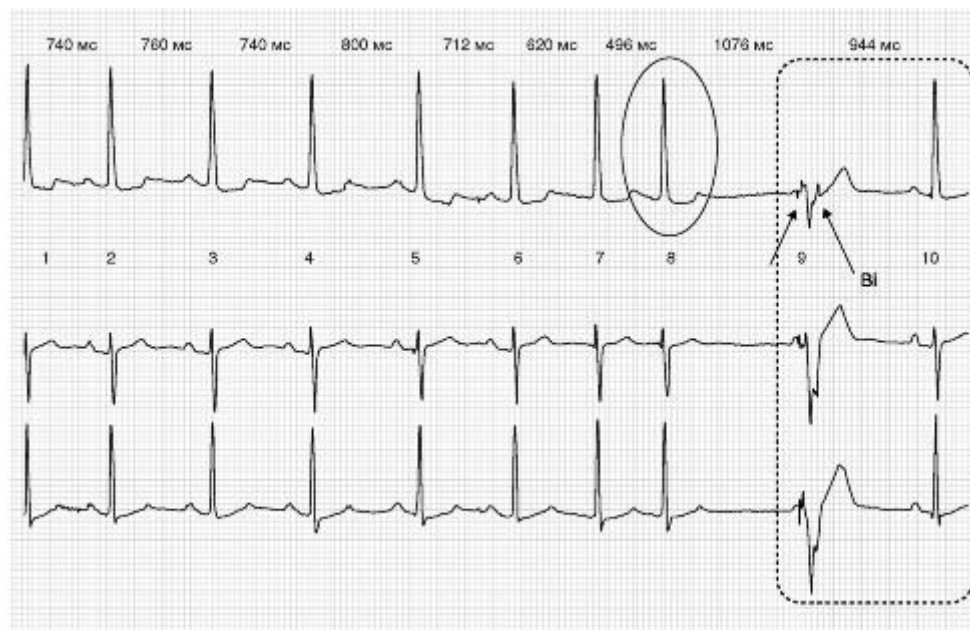


Рис. 2.5.19. Синусовая аритмия с узловыми экстрасистолами в сочетании с предсердно-желудочковой блокадой

I степени при трехкамерной стимуляции

$P-Q$ - 320 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

- Типичная миграция водителя ритма сердца с периодами смены водителя ритма на внутриузловое проведение с последующей блокадой узлового ритма (пауза 1076 мс).
- Девятый комплекс - бивентрикулярная стимуляция и восстановление синусового ритма.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

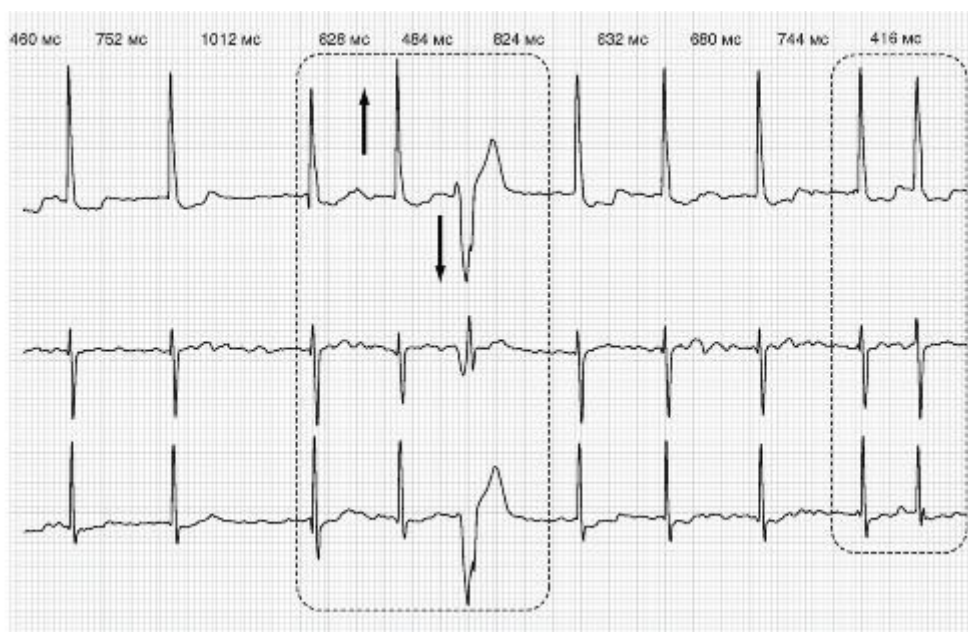


Рис. 2.5.20. Мерцательная аритмия с узловой экстрасистолией $QRS - 80$ мс, $QRST - 320$ мс.

Комментарии

- Экстрасистолия по типу *torsade de pointes* (переворот электрической оси сердца).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

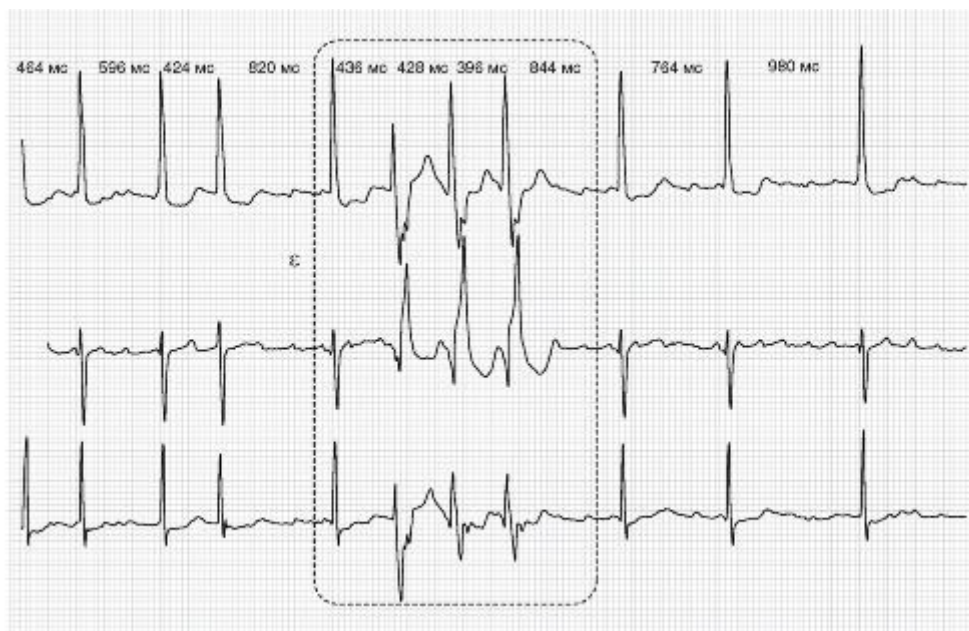


Рис. 2.5.21. Неправильная форма трепетания предсердий с групповой суправентрикулярной экстрасистолией $QRS - 80$ мс, $QRST - 400$ мс.

Комментарии

- Групповые полиморфные желудочковые экстрасистолы по типу *torsade de pointes*.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

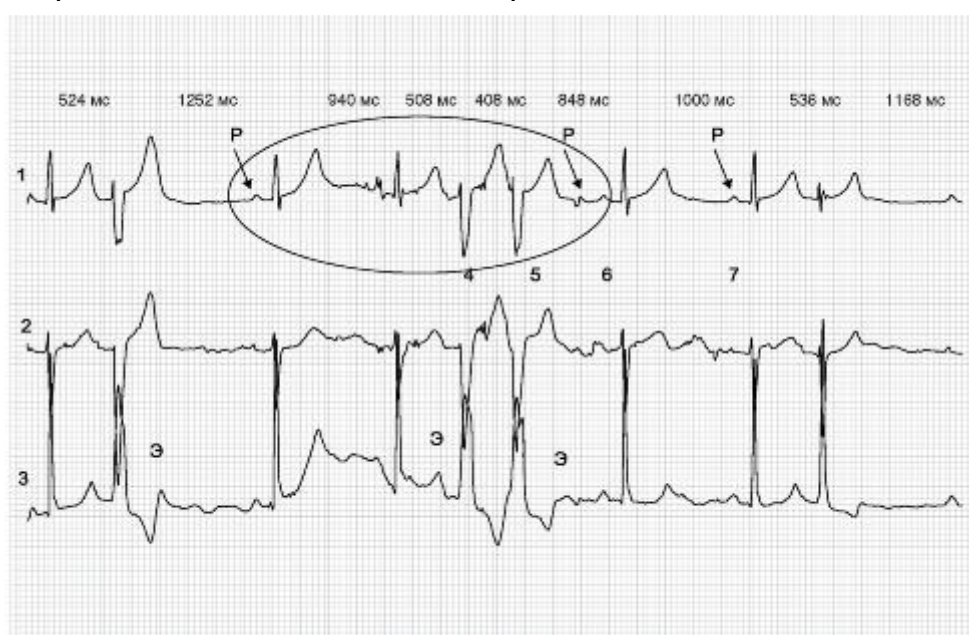


Рис. 2.5.22. Синусовая аритмия с полиморфными экстрасистолами $P-Q - 200$ мс, $QRS - 80$ мс, $QRST - 520$ мс, $QRS, - 120$ мс.

Комментарии

- Полиморфная аллоритмия.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.5.23. Постоянная ("секвенциальная") двухкамерная стимуляция на фоне аритмии с вставочной предсердной экстрасистолой

P - Q - 200 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 4 00 мс, S_p - S_c - 200 мс, S - S - 8 48 мс.

Комментарии

- Переход синусового ритма на вставочную предсердную экстрасистолу (5-й комплекс) с постэкстрасистолической паузой и последующей «секвенциальной» стимуляцией.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

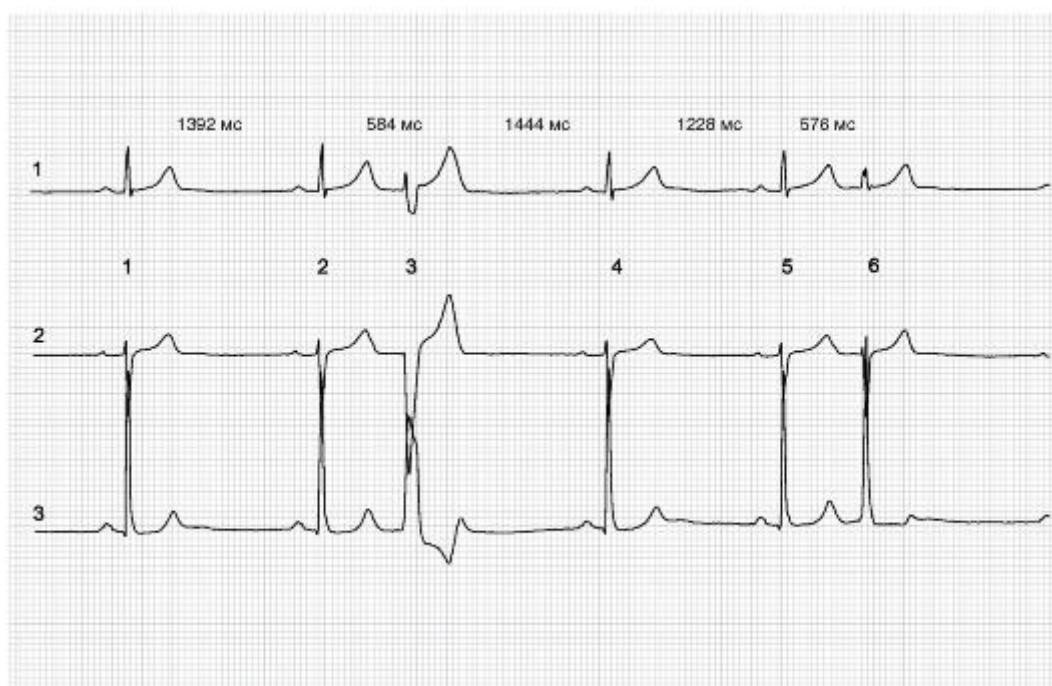


Рис. 2.5.24. Синусовая аритмия со сцепленной полиморфной экстрасистолией P - Q - 200 мс, QRS - 80 (160) мс, $QRST$ - 400 мс.

Комментарии

- На ЭКГ зарегистрированы полиморфные экстрасистолы с изменяющимся предсердно-желудочковым проведением (3-й и 6-й комплексы).
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

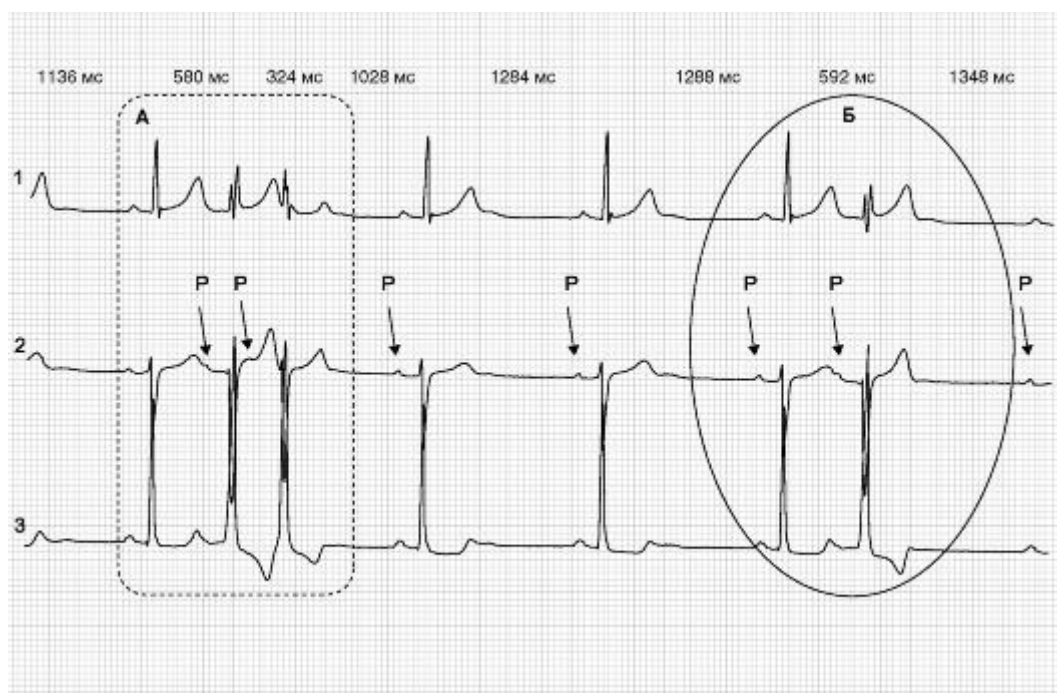


Рис. 2.5.25. Синусовая аритмия с узловыми экстрасистолами в виде куплетов P - Q - 160 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 360 мс.

Комментарии

- А. Узловая экстрасистолия в виде куплета.
- Б. Сцепленная узловая экстрасистола.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.5.26. Синусовая аритмия с АВ-блокадой I степени $P-Q$ -200 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 4 00 мс.

Комментарии

- Практически нормальная ЭКГ.
- Скорость записи 10 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

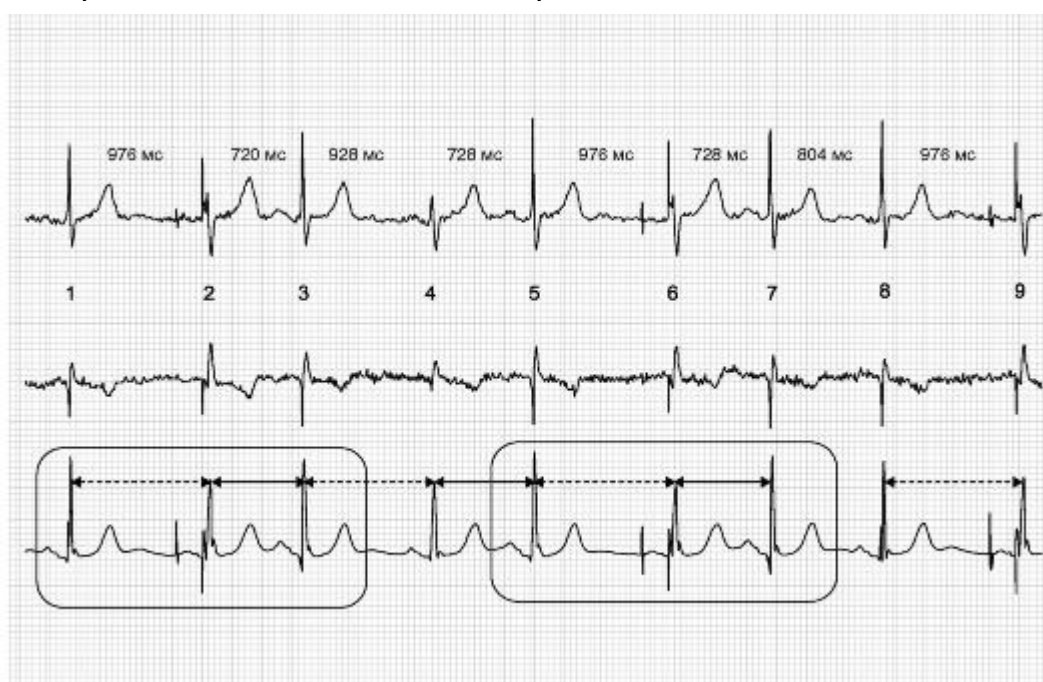


Рис. 2.5.27. «Секвенциальная» стимуляция в режиме DDD при синдроме слабости синусового узла с преимущественной брадикардией

$P-Q$ - 240 мс, QRS - 80 мс, $QRST$ - 380 мс.

Комментарии

- Частотные колебания естественного водителя ритма сопровождаются постоянным изменением собственных и навязанных сокращений.

- Первый комплекс *QRS* собственного синусового сокращения.
- Пауза продолжительностью 976 мс вызвала функцию стимулятора в «секвенциальном» режиме.
- Третий и четвертый комплексы *QRS* с формальным предсердным водителем ритма, но амплитуда зубца *R* третьего комплекса больше, чем амплитуды четвертого комплекса.
- После четвертого комплекса интервал *R-R* укорачивается до 728 мс и появляется пятый комплекс, по морфологии похожий на третий. Удлинение интервала *R-R* до 976 мс можно рассматривать как предсердную экстрасистолю и как результат включения ЭКС в «секвенциальном режиме».
- Налицо определенная триада механизма возбуждения.
- Целесообразно уточнить состояние центральной и периферической гемодинамики, так как такая частая смена водителей ритма и предсердной экстрасистолии может быть причиной возникновения «синдрома электрокардиостимулятора».
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.5.28. «Секвенциальная» стимуляция в режиме DDD при синдроме слабости синусового узла *P-Q* - 160 мс, *QRS* - 80 мс, *QRST* - 4 4 0 мс.

Комментарии

- Режим «секвенциальной» стимуляции с 1-го по 3-й комплексы *QRS* (*S-S*₁ - 200 мс, *S-S* - 848 мс, 852 мс, 780 мс).
- 4-й комплекс *QRS* - стимуляция в режиме AAI - *S-R* - 120 мс.
- 5-й, 6-й, 7-й комплексы *QRS* (узловой ритм) - нет деформации комплекса *QRS*, его ширина 80 мс; интервал *R-R*: 436 мс, 388 мс, 440 мс.
- Начиная с 8 комплекса, синусовый ритм с колебаниями в каждом цикле - 684 мс, 716 мс, 772 мс.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

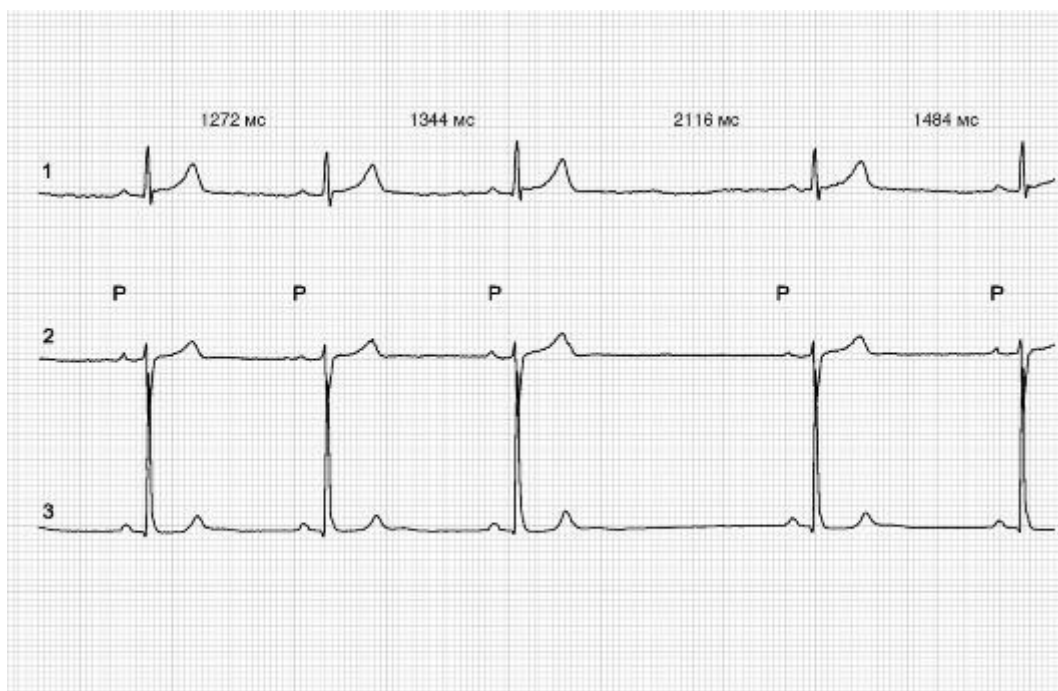


Рис. 2.5.29. Синусовая аритмия с паузой ми по типу sinus arrest P-Q - 160 мс, QRS - 80 мс, QRST - 4 00 мс.

Комментарии

- Синусовая аритмия с паузой 2116 мс по типу sinus arrest. Абсолютные показания к имплантации электрокардиостимулятора.
- Скорость записи 25 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.



Рис. 2.5.30. «Секвенциальная» стимуляция в режиме DDD при синусовой аритмии P-Q - 160 мс, QRS - 80 мс, QRST - 4 4 0 мс.

Комментарии

- Синусовый ритм с колебаниями в каждом цикле (1-4) - 844 мс, 856 мс, 848 мс, включая предсердную экстрасистолу (5-й комплекс QRS) - 576 мс.
- 5-й комплекс QRS, предсердная экстрасистолу (P-Q - 120 мс, QRS - 80 мс, QRST - 400 мс).

- 6-й комплекс QRS после постэкстрасистолической паузы - «секвенциальная» стимуляция в режиме DDD (S-S₁ - 160 мс, S-S - 848 мс, 852 мс; 852 мс).
- Артериальное давление можно расценивать как повышенное.
- Скорость записи 10 мм/с, калибровочный сигнал 10 мВ/см.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Автоматизм - в физиологии способность органа или отдельных клеток к ритмической, периодической или аperiodической деятельности вне очевидной связи с внешними побудительными причинами (например.

сокращения сердца. петли кишки. даже удаленных из организма. мерцание «ресничек» некоторых эпителиальных клеток. движение протоплазмы в растительных клетках и т.п.). Механизм автоматизма в цикличности обменных процессов в клетках. на более высокой ступени организации - спонтанная деятельность систем возбудимых клеток. например нервных клеток. расположенных в сердечной мышце или дыхательном центре в мозгу. На физиологическом уровне автоматизму соответствует **динамический стереотип**.

Адаптация (позднелат. *adaptatio* - приспособление. от лат. *adapto* - приспособляю) - процесс приспособления строения и функций организмов (особей. популяций. видов) и их органов к условиям среды. Вместе с тем любая адаптация - результат. этап приспособительного процесса. **адаптациогенеза**. протекающего в определенных местообитаниях (*биотопах*) и отвечающих им комплексах видов животных и растений (*биоценозах*).

Аккомодация (от лат. *accomodatio* - приспособление) - в биологии и медицине термин. близкий *адаптациу*, традиционно применяемый в случаях. приведенных ниже.

Аккомодация (в биологии и медицине) глаза. т.е. приспособление глаза к ясному видению предметов. находящихся на различных расстояниях. что осуществляется изменением преломляющей силы его оптической системы. ведущим к фокусировке изображения на сетчатке. **Аккомодация** (в биологии и медицине) возбудимых тканей (мышечной. нервной): приспособление к действию медленно нарастающего по силе раздражителя. Например. изолированное нервное волокно можно возбудить быстрым охлаждением или ударом. а медленное охлаждение или постепенное увеличение давления возбуждения не вызывают. То же наблюдается и при электрическом раздражении: при медленном нарастании силы тока потенциал действия в нерве или мышце не возникает. **Аккомодация** такого типа связана с возникновением в ткани активных изменений. повышающих *порог раздражения* и препятствующих возникновению **возбуждения** (см. также *Адаптация физиологическая*).

Амплитуда (от лат. *amplitude* - величина) - наибольшее значение *A*. которого достигает какая-либо величина *S*. совершающая гармонические колебания. В данном случае максимальное значение стимулирующего импульса *V*.

Антикоагулянтные свойства материала (тромборезистентность) - свойства материала. снижающие возможность образования тромбов на его поверхности.

Аритмия - ненормальная частота и периодичность сокращений сердца и/или частоты следования стимулирующих импульсов.

Атриовентрикулярная блокада (АВ-блокада) - медицинский термин. обозначающий блокаду сердца. Существует несколько степеней атриовентрикулярной блокады.

• **Атриовентрикулярная блокада I степени** возникает. когда электрический импульс от источника водителя ритма в предсердии

проводится медленнее, чем обычно. Клинически АВ-блокада I степени никак не проявляется и обычно является только электрокардиографической находкой. Эта степень блокады не требует никакого лечения, однако со временем может возникнуть АВ-блокада более высоких степеней.

- **Атриовентрикулярная блокада II степени** возникает, когда не все электрические импульсы проводятся к нижележащим камерам сердца (желудочкам). Клинически АВ-блокада II степени проявляется ощущениями внезапной слабости, потемнением в глазах, «провалами» в работе сердца. Иногда возникают эпизоды внезапной потери сознания, когда подряд несколько электрических импульсов не проводятся к нижним камерам сердца. Для подтверждения диагноза нужна регистрация электрокардиограммы (ЭКГ). Высокой степенью атриовентрикулярной блокады считается II и III степень, в этом случае требуется оперативное вмешательство - имплантация электрокардиостимулятора.

- **Атриовентрикулярная блокада III степени** возникает, когда возбуждение от предсердий не проводится на желудочки. В этом случае предсердия сокращаются с нормальной частотой, а желудочки сокращаются редко. Это самый тяжелый и опасный вид из всех брадиаритмий. Очень часто пульс крайне редкий, меньше 30 уд в минуту, возможна неожиданная полная остановка сердечной деятельности (внезапная сердечная смерть). **Биологические мембраны** - тонкие пограничные структуры молекулярных размеров, расположенные на поверхности клеток и субклеточных частиц, а также канальцев и пузырьков, пронизывающих протоплазму. Биологические мембраны многообразны (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые функции биологических мембран

Функция	Вид мембраны
Активный транспорт веществ диффузия небольших молекул и ионов регулирование транспорта ионов и продуктов метаболизма внутри клеток	Общая и избирательная Все виды мембран
Электроизоляционные свойства	Миелин
Генерация нервного импульса	Мембраны нервных клеток
Преобразование световой энергии в химическую энергию аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ)	Мембраны хлоропластов

Преобразование энергии биологического окисления в Мембраны химическую энергию макроэргических фосфатных связей в митохондриях молекуле АТФ

Фагоцитоз, пиноцитоз, антигенные свойства

Мембраны специализированных клеток

Биоэлектрические потенциалы - электрические потенциалы, возникающие в тканях и отдельных клетках человека, животных и растений, важнейшие компоненты процессов возбуждения и торможения. Исследование биоэлектрических потенциалов имеет большое значение для понимания физико-химических и физиологических процессов в живых системах и применяется в клинике с диагностической целью (*электрокардиография, электроэнцефалография, электромиография* и др.).

Различают следующие основные виды биоэлектрических потенциалов нервных и мышечных клеток: потенциал покоя, потенциал действия, возбуждающие и тормозные постсинаптические потенциалы, генераторные потенциалы.

- **Потенциал покоя** (ПП, мембранный потенциал покоя). В живой клетке в покое между внутренней и наружной поверхностью существует разность потенциалов в пределах 60-90 мВ, называемая потенциалом покоя (ПП). Внутренняя сторона мембраны заряжена электроотрицательно по отношению к наружной. ПП обусловлен избирательной проницаемостью покоящейся мембраны для ионов K^+ (Бернштейн Ю., 1902; 1912; Ходжкин А., Катц Б., 1947).

- **Потенциал действия** (ПД). Все раздражители, действующие на клетку, вызывают в первую очередь снижение ПП. Когда оно достигает критического значения (порога), возникает активный распространяющийся ответ - ПД. Амплитуда ПД большинства нервных и мышечных волокон примерно одинакова, 110-120 мВ. Длительность ПД варьирует в широких пределах: у теплокровных животных длительность ПД нервных волокон, наиболее быстро проводящих возбуждение, - 0,3-0,4 мс, у волокон же мышц сердца - 50 - 600 мс.

- **Постсинаптические потенциалы** (ПСП) возникают в участках мембраны нервных или мышечных клеток, непосредственно граничащих с синаптическими окончаниями.

- **Генераторные потенциалы** возникают в мембране чувствительных нервных окончаний рецепторов. Они внешне сходны с возбуждающими постсинаптическими потенциалами (ВПСП), их амплитуда величиной несколько и зависит от силы приложенного к рецептору раздражения. Когда **генераторный потенциал** достигает порогового (критического) значения, в соседнем участке мембраны нервного волокна возникает распространяющийся ПД. Ионный механизм генераторных потенциалов еще недостаточно изучен. **Блокада сердца** возникает, когда электрический импульс от вышележащих камер сердца (предсердий) к нижележащим

камерам сердца (желудочкам) проводится медленно или не проводится вовсе. Блокаду сердца чаще называют предсердно-желудочковой блокадой. **Блокада сердца** - нарушение проведения возбуждения в сердце. может быть полной или частичной.

Брадикардия - редкий ритм (у взрослых менее 60 в минуту). В норме в покое частота сердечных сокращений составляет 60-80 в минуту.

Брадиаритмии - собирательное понятие. обозначающее группу нарушений сердечного ритма с редким пульсом (40 в минуту и ниже). Наиболее часто причиной редкого пульса (низкой частоты сердечных сокращений) являются синдром слабости синусового узла и блокада сердца. Клинические проявления брадиаритмий могут быть различными: головокружение, слабость, потемнение в глазах, а наиболее опасным является потеря сознания, которая возникает из-за отсутствия сокращения сердца. Характерным признаком потери сознания из-за брадиаритмии является ее внезапный и кратковременный характер. Для установления диагноза необходимы регистрация обычной ЭКГ или суточная запись ЭКГ 24 ч. Единственным методом лечения стойких брадиаритмий является хирургический - имплантация электрокардиостимулятора.

Верхушка сердца. верхушка желудочка сердца - анатомическая часть сердца.

Возбудимость - это свойство ткани отвечать на раздражение (импульс). В кардиологии под возбудимостью миокарда понимают его способность отвечать сокращением на электрические импульсы.

Возбуждение (биологическое) - реакция живой клетки на раздражение, выработанная в процессе эволюции. При возбуждении большое значение имеют генераторные потенциалы рецепторов и возбуждающие постсинаптические потенциалы, возникающие в области контакта клетки с двигательными нервными окончаниями. Возбуждение не подчиняется правилу «все или ничего». оно не имеет порога и варьирует по амплитуде и длительности в зависимости от силы и длительности раздражителя.

Вольт - единица электрического напряжения, т.е. разности электрических потенциалов, электродвижущей силы (ЭДС); входит в Международную систему единиц (названо по имени итальянского ученого А. Вольты, обозначение - В или V).

Гистерезис (от греч. *hysteresis* - запаздывание) - запаздывание генерации импульсов на изменение периода возникновения собственных сокращений сердца (дословно - колебание фазы), период времени основного цикла ЭКС в стимуляции, за которое увеличивается запрограммированный период основной частоты стимулирующих импульсов.

Движение (биологическое) у животных и человека - одно из проявлений жизнедеятельности, обеспечивающее организму возможность активного взаимодействия со средой, в частности перемещение с места на место, захват пищи и др.

Деполаризация (лат. приставка *de* - извлечение, понижение; поляризация) - уменьшение или полное устранение поляризации. **Деполаризация** - явление, обратное поляризации, лежит в основе возникновения и развития

потенциала действия. это снижение существующей в покое разности потенциалов (так называемого потенциала покоя) между внутренней и наружной сторонами мембраны живой клетки.

Длительность - отрезок времени какого-либо действия. В данном случае продолжительность стимулирующего импульса.

Двигательная бляшка (моторная бляшка. концевая пластинка. двигательный концевой аппарат) - структурное образование на поперечнополосатом мышечном волокне в месте окончания двигательного нерва у позвоночных животных и человека. **Двигательная бляшка** - основная составная часть нервномышечного соединения. функционирующего как синапс с химической передачей; возбуждение передается от нерва к мышце с помощью медиатора. и она сокращается. Двигательный нерв теряет миелиновую оболочку у места отхода концевой ветви. образующей ряд отдельных контактов с поверхностью мышечного волокна. В области этих контактов нервное волокно содержит так называемые синаптические пузырьки, митохондрии, и отделено от мембраны мышечного волокна, имеющей складчатое строение, щелью шириной около 500 А. Нервное окончание в области двигательной бляшки окружено шванновской клеткой, проникающей на отдельных участках в щель между мембранами нервного и мышечного волокон. **Законы**

Возбудимость тканей различна. Чтобы вызвать возбуждение, раздражитель должен обладать:

- 1) достаточной силой - закон порога;
- 2) крутизной (градиентом) нарастания этой силы - закон аккомодации;
- 3) временем действия - закон силы-времени. В 1870 г. Бюджич в эксперименте на мышце сердца путем нанесения на нее одиночных пороговых раздражений зарегистрировал ответную реакцию, при этом он установил, что на подпороговое раздражение реакции не было, при пороговой силе и сверхпороговой амплитуда ответной реакции была одинаковой.

Закон «Все или ничего» - закон Франка- Старлинга (Starling E.H., 1866-1927, англ. физиолог; син. закон сердца), физиологический закон, согласно которому сила сокращения волокон миокарда пропорциональна первоначальной величине их растяжения.

Импульс (электрический), (от лат. *impulses* - удар, толчок) - кратковременное изменение электрического напряжения или силы тока.

Импульс нервный, волна возбуждения, распространяющаяся по нервному волокну; обеспечивает передачу информации от периферических рецепторных (чувствительных) окончаний к нервным центрам, внутри центральной нервной системы и от нее к исполнительным аппаратам - скелетной мускулатуре, гладким мышцам внутренних органов и сосудов, железам внешней и внутренней секреции. Главное биоэлектрическое проявление нервного импульса (ПД) - пикообразное колебание электрического потенциала, связанное с изменениями ионной проницаемости мембраны (см. *Биоэлектрические потенциалы*). Скорость распространения нервного импульса варьирует от 0,5 (в наиболее тонких волокнах вегетативной нервной системы) до 100-120 м/с (в наиболее толстых

двигательных и чувствительных нервных волокнах). Распространение импульса нервного обеспечивается так называемыми локальными токами, возникающими между возбужденным, заряженным электроотрицательно, и покоящимися участками волокна.

Кардиофон - устройство, позволяющее удаленно передавать ЭКГ по каналам телефонной связи. По виду он напоминает мобильный телефон, при необходимости снятия ЭКГ-аппарат подносится к груди, и ЭКГ отсылается операторам.

Критерий брадикардии - минимальный спонтанный собственный ритм сердца, при котором стимулятор еще должен находиться в состоянии запрета генерации внешних стимулов.

Лабильность (функциональная подвижность) - способность ткани воспроизводить определенное число волн возбуждения в единицу времени в точном соответствии с ритмом наносимых раздражений. Это свойство характеризует скорость возникновения возбуждения. Показатель лабильности: максимальное количество волн возбуждения в данной ткани: нервные волокна - 500-1000 импульсов в секунду, мышечная ткань - 200-250 импульсов в секунду, синапс - 100-125 импульсов в секунду. Лабильность зависит от уровня обменных процессов в ткани, возбудимости, рефрактерности.

Магнитный тест - частота стимулирующих импульсов в асинхронном режиме, на которую переходит стимулятор под воздействием магнитного поля внешнего магнита.

Мембранная теория возбуждения. Основные положения мембранной теории возбуждения сформулированы немецким нейрофизиологом Ю. Бернштейном (1902) и развиты английскими учеными П. Бойлом и Э. Конуэем (1941) и А. Ходжкином, Б. Катцем, А. Хаксли (1949). Ю. Бернштейн предположил, что поверхностная мембрана возбудимой клетки в покое обладает избирательной проницаемостью: ионы K^+ проходят через нее гораздо легче, чем ионы Na^+ и Cl^- . Поскольку концентрация K^+ в клетке выше, чем во внеклеточной среде, диффузия этих ионов через мембрану и различная их концентрация создают на ней разность потенциалов, так называемый потенциал покоя (ПП), причем внутренняя сторона мембраны оказывается заряженной отрицательно, а внешняя - положительно.

Мерцание желудочков - жизнеугрожаемая аритмия сокращений сердца. возникает при тяжелом поражении миокарда и заканчивается при неоказании экстренной помощи остановкой сердца.

Мерцание предсердий (*arrhythmia perpetua. seudeliriumcordis*; W. Hering - *fibrillation*). см. фибрилляция.

Ненавязывание, или «блокада выхода» («exit block»). - отсутствие навязывания стимулирующими импульсами ритма сердцу.

Парасистолия - феномен, возникающий при совпадении частот навязываемого и собственного ритма. Обычно возникает при асинхронной стимуляции с недостаточной разницей частот собственного и навязываемого ритма. Возникновение парасистолии может быть причиной фибрилляции

желудочков. Этот феномен может быть подтвержден только при регистрации электрокардиограммы.

Вариант парасистолии (**феномен *fusion***, или **слияние**) - совпадение стимулирующего импульса с фазой собственного сокращения сердца.

Порог стимуляции (пороговое напряжение) - минимальная амплитуда стимулирующего импульса в вольтах (В). необходимая для деполяризации сердечной мышцы (возбуждения миокарда).

Порог чувствительности - минимальная амплитуда тестового сигнала или биопотенциалов сердца (мВ). которая воспринимается стимулятором (мВ).

Потенциал действия (ПД) подчиняется закону «*Все или ничего*»: он возникает только после достижения раздражителем пороговой величины (порог раздражения). **Потенциал действия (ПД)**- потенциал собственной активности сердца. воспринимаемый стимулятором через имплантированный электрод.

Предсердно-желудочковые клапаны - клапаны между предсердиями и желудочками. препятствующие обратному току крови из желудочков в предсердия во время систолы.

Программа (от греч. *programma* - объявление. распоряжение. указ) - программа служит источником информации о последовательности выполняемых команд.

Программатор - прибор. в котором набирают и с помощью которого передают программу.

Программирование - процесс составления программы или передачи какой-либо программы функционирования (действия).

Проводимость - способность ткани передавать возбуждение в виде электрического потенциала по всей массе возбудимой ткани.

Раздражимость - способность ткани изменять свои физиологические свойства в ответ на действие раздражителей.

Режим измерения порога стимуляции (режим «ВАРИО») - режим стимуляции. при котором при частоте 120 импульсов в минуту амплитуда стимулирующего импульса постепенно снижается до нулевого (0 В) значения. Путем исследования записи электрокардиограммы (ЭКГ) можно измерить минимальное значение стимулирующего импульса. которое вызывает возбуждение миокарда.

Режимы стимуляции - режимы стимуляции общепринято обозначать по классификации Североамериканской ассоциации *NASPE/BREG (NBG)*.

Рефрактерность (от франц. *refractaire* - невосприимчивый) - кратковременное снижение возбудимости нервной и мышечной тканей непосредственно вслед за потенциалом действия.

Рефрактерный период - период времени основного цикла работы электрокардиостимулятора (ЭКС) в миллисекундах (мс). в течение которого стимулятор не воспринимает никаких внешних потенциалов через стимулирующий электрод. т.е. детектор стимулятора закрыт для получения внешних электрических потенциалов (мс).

Различают **общий рефрактерный период**.

состоящий из двух фаз: абсолютной и относительной рефрактерности.

• **Общий рефрактерный период** - период времени, когда электрокардиостимулятор не воспринимает внешних электрических сигналов (мс).

• **Абсолютный рефрактерный период** - неизменяемая фаза общего рефрактерного периода, длительностью 100 мс электрокардиостимулятора.

• **Относительный рефрактерный период** - изменяемая путем внешнего программирования фаза общего рефрактерного периода (мс) электрокардиостимулятора. **Реципрокная атриовентрикулярная узловатая тахикардия**. См. Тахикардия реципрокная суправентрикулярная узловатая.

Синапсы (от греч. *synapsis* - соединение, связь) - специализированные функциональные контакты между возбудимыми клетками, служащие для передачи и преобразования потенциалов. Термин «синапсы» был впервые использован английским физиологом Ч. Шеррингтоном в 1897 г. для обозначения контактов между нейронами. Контакты между аксонами *нейронов* и клетками исполнительных органов часто определяют как соединение, хотя они представляют их разновидность.

Сократимость - основное свойство сердечной мышцы, т.е. способность к сокращению. Выполнение этой функции осуществляется клетками так называемого рабочего миокарда кардиомиоцитами.

Основные свойства мышечной ткани:

- возбудимость;
- проводимость;
- рефрактерность;
- сократимость.

Сердечная недостаточность - патологическое состояние, обусловленное неспособностью сердца обеспечить нормальный объем выброса или перекачивание необходимого объема крови за единицу времени.

Сердечный цикл - один полный сердечный цикл, т.е. полное сокращение и расслабление сердца. У взрослых он обычно составляет 0,85 с.

Синдром слабости синусового узла (СССУ) - вид брадиаритмии, обусловленный нарушением функции синусового узла в виде неравномерной или неправильной частоты возбуждения (брадитахикардии), вплоть до полной остановки его функционирования (*sinus arrest*).

Собственный (спонтанный) ритм сердца - собственная спонтанная активность сердца. Биопотенциалы собственной активности должны восприниматься детекторным каскадом стимулятора через стимулирующий электрод.

Событие на электроде - любой электрический потенциал, поступающий на электрод и воспринимаемый детектором электростимулятора, определяется термином «событие на электроде».

«Стандартная программа» стимуляции - общий набор программы стимуляции, запрограммированный на предприятии-изготовителе, который может быть **вэкстренных случаях** перепрограммирован одной общей командой (программой) или на которую переходит функционирование кардиостимулятора при возникновении непредвиденных внешних неблагоприятных электромагнитных воздействиях с целью защиты пациента от вредных воздействий и несанкционированной остановки функций стимулятора.

Стерилизация (от лат. *sterilis* - бесплодный) - полное освобождение какого-либо вещества или предмета от микроорганизмов путем воздействия на них физическими или химическими факторами.

Стимулирующий импульс - кратковременное изменение напряжения на электроде, вызывающее возникновение возбуждения или сокращение биологической ткани, в данном случае миокарда.

Режимы стимуляции

- **АОО** - стимуляция предсердной камеры, детекции нет, запрещения нет - асинхронная стимуляция предсердия.

- **ААI** - стимуляция предсердной камеры, детекция предсердной камеры, запрещение стимуляции предсердной камеры («*ondemand*»).

- **Н** - потенциал пучка Гиса.

- **S** - артефакт стимула стимулятора, зарегистрированный на электрокардиограмме (ЭКГ).

- **SSI** - стимуляция любой камеры сердца, детекция любой камеры, запрещение функционирования стимулирующей или детектирующей камеры.

- **VOO** - стимуляция желудочковой камеры, детекции нет, запрещения нет - **асинхронная стимуляция желудочка**.

- **VVI** - стимуляция желудочковой камеры, детекция желудочковой камеры, запрещение стимуляции желудочковой камеры («*ondemand*» или «по требованию»).

- **Антитахикардическая стимуляция (АТС):** - **Burst-режим** АТС. АТС проводится с фиксированной длиной цикла (интервал $Vp-Vp$), обычно составляющей 80% от длины цикла желудочковой тахикардии (ЖТ).

- **Ramp-режим** АТС. АТС проводится с постепенно увеличивающейся частотой. при которой интервал каждого последующего импульса укорачивается по сравнению с предыдущим (например. на 10 мс).

- **Ramp+**. или сканирующий режим АТС. Стимуляция проводится одиночным сканирующим экстрастимулом (Vp). который наносится в зависимости от длины цикла тахикардии.

Тахиаритмия - собирательное понятие. обозначающее группу нарушений сердечного ритма с частым пульсом (свыше 100 в минуту).

Тахикардия реципрокная атриовентрикулярная узловая возникает. когда кроме проведения в атриовентрикулярном узле (или в нем самом) имеется дополнительный путь ретроградного проведения. Если возникают повторяющееся проведение электрического импульса через эти пути

проведения и атриовентрикулярный узел. возникает движение электрического импульса по кругу. образуя очаг возбуждения. функционирующий с большей частотой. чем собственный водитель ритма. т.е. синусовый узел.

Телеметрия (от греч. *tele* - даль. далеко + *metro* - измеряю) - то же. что *ителеизмерение*; термин «телеметрия» обычно употребляется применительно к измерениям биологических показателей организма.

Тест - стандартное испытание.

Трепетание желудочков - чаще всего терминальная фаза возбуждения поврежденного миокарда. Различают правильную и неправильную форму трепетания.

Трепетание предсердий (*flutter*) - особенная форма хаотичного синхронного и асинхронного возбуждения миокарда предсердий с высокой амплитудой и частотой до 240-320 в минуту. Предсердно-желудочковый узел не может проводить импульсы с такой высокой частотой. поэтому желудочки сокращаются реже. чем предсердия. но также с непостоянной частотой. При этом ритм сокращения желудочков правильный. но частый (свыше 100 в минуту). Различают правильную и неправильную форму трепетания предсердий.

Триггерные механизмы, триггеры (физиология. биология) - пусковые процессы. обеспечивающие резкий переход клетки. органа или целого организма из одного функционального состояния в другое. Так. например. переход мышцы от спокойного состояния к сокращению осуществляется триггерным действием периферического нерва.

Фибрилляция - некоординированные возбуждение или сокращения мышц.

Фибрилляция предсердий - хаотичное и разноамплитудное сокращение миокарда предсердий с частотой 300-600 в минуту. не проводящееся на желудочки сердца. Различают нормокардитическую. тахикардитическую и брадикардитическую форму мерцания предсердий (мерцательную аритмию). При этом в предсердно-желудочковом узле возникает блокада проведения электрических импульсов на желудочки. Различают нормокардитическую. тахикардитическую и брадикардитическую формы мерцания предсердий (мерцательную аритмию).

Функция (от лат. *functio* - осуществление. исполнение) - зависимая переменная величина. в данном случае изменяемая действующая величина.

Частота колебаний - количественная характеристика периодических колебаний. равная отношению числа периодических циклов колебаний ко времени их совершения.

Частота стимуляции - количество стимулирующих импульсов за единицу времени.

Базовая частота - частота стимуляции. которая программируется на заводе в «стандартном режиме» стимуляции.

Контрольная частота - табличное значение частоты стимуляции. В случае снижения этого значения. приведенного в паспорте ЭКС более чем на 20% от паспортного значения. необходима срочная замена ЭКС.

Основная частота - частота стимуляции, которая программируется внешним магнитом при проведении «магнитного теста» для исследования функциональных возможностей стимулятора, а также для косвенного определения состояния источника питания.

Основная частота - запрограммированное значение частоты следования стимулирующих импульсов в минуту (имп/мин).

Частотная адаптация (от лат. *adaptatio* - приспособление) - приспособление организма или технического устройства к какому-либо изменению, в данном случае к частоте или увеличению частоты стимуляции на возникающую физическую активность пациента.

Чувствительность - величина потенциала, при которой логическая схема стимулятора производит «запирание» выходного каскада стимулятора и останавливает стимуляцию. При высокой чувствительности требуются минимальные значения внешних потенциалов, которые регистрируются с помощью электрода. При низкой чувствительности необходимы большие значения внешних потенциалов на имплантированном электроде.

Порог чувствительности - минимальная амплитуда тестового сигнала в милливольтках (мВ), при которой тестовый сигнал воспринимается стимулятором.

Экстрасистолия - выскакивающие сокращения сердца, как при собственном ритме сердца, так и на фоне ритма, навязанного стимулятором. **Экстрасистолия** на фоне навязанного ритма - наличие отдельных выскакивающих собственных сокращений сердца.

Электрокардиостимулятор (*electro* - лат. *kardio* - сердце + лат. *stimulatio* - подгоняю, возбуждаю) - электронный прибор для восполнения нервно-энергетических функций сердечной мышцы, генерирующий периодические электрические стимулы, вызывающие периодические сокращения мышцы сердца.

Электрический ток - упорядоченное (направленное) движение электрически заряженных частиц или заряженных макроскопических тел. За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц. Если ток создается отрицательно заряженными частицами, например электронами, то направление тока считают противоположным направлению движения частиц. Различают **электрический ток** проводимости, связанный с движением заряженных частиц относительно той или иной среды (т.е. внутри макроскопических тел), и **конвекционный ток** - движение макроскопических заряженных тел как целого, например заряженных капель дождя.

Электрод - часть ЭКС, по которой стимулирующие импульсы передаются на миокард.

Электрофизиология - раздел физиологии, изучающий различные электрические явления в живых тканях организма (биоэлектрические потенциалы), а также механизм действия на них электрического тока.

Этилена двуокись - газ, используемый для газовой стерилизации.

Ятрогения (от греч. *iatros* - врач + *genes* - порождаемый, возникающий) - причинение вреда здоровью больного в результате тех или иных ошибочных действий.

Редкие специальные термины

Burst mode (computing). a computer term for the repeated transmission of data by a device without waiting for additional input (firearm). a firing mode enabling a pre-determined number of rounds to be fired with a single pull of the trigger.

Burst mode (photography). a mode of operating a camera that allows multiple snapshots to be taken in a single click of the shutter.

Bursting (or burst mode). a rapid signaling mode in neurons.

Bursting is an extremely diverse general phenomenon of the activation patterns of neurons in the central nervous system and spinal cord where periods of rapid spiking are followed by quiescent, silent, periods. Bursting is thought to be important in the operation of robust central pattern generators, the transmission of neural codes and some neuropathology's such as epilepsy. The study of bursting both directly and in how it takes part in other neural phenomena has been very popular since the beginnings of cellular neuroscience and is closely tied to the fields of neural synchronization, neural coding, plasticity, and attention.

Observed bursts are named by the number of discrete action potentials they are composed of: a *doublet* is a two-spike burst, a *triplet* three and a *quadruplet* four. Neurons that are intrinsically prone to bursting behavior are referred to as *bursters* and this tendency to burst.

Rump - вариант частой стимуляции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Историография электрофизиологии и электрокардиографии

Хронография электрофизиологии

1789 г. Л. Гальвани (*Luigi Aloisio Galvani*, 9 сентября 1737 г. - 4 декабря 1798 г.) впервые доказал существование «животного электричества», показав, что все происходящие двигательные и другие реакции в организме имеют в своей основе электрические проявления.

1791 г. Л. Гальвани опубликовал трактат об электрических силах, возникающих при мышечном движении.

1792-1794 гг. А. Вольта (Алессандро Джузеппе Антонио Анастасио Вольта. Итал. *Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta*, 18 февраля 1745 г., Комо, Италия - 5 марта 1827 г., там же) - итальянский физик, химик и физиолог, один из основоположников учения об электричестве. Заинтересовавшись феноменом «животного электричества», открытым Л. Гальвани, А. Вольта провел ряд опытов, доказывающих, что наблюдаемые явления связаны с образованием замкнутой цепи, состоящей из двух разнородных металлов в растворе электролита.

1837 г. К. Маттеуччи (*Carlo Matteucci*) обнаружил токи повреждения в альтерированной мышце, установил наличие электрических явлений в вырезанном сердце. При соединении поперечной и продольной поверхностей

изолированного сердца возникает явление разности потенциалов, причем поперечная поверхность среза мышечного препарата является электроотрицательной по отношению к наружной.

1848 г. Э. Дюбуа-Реймон (*Emil Du Bois-Reymont*, 7 ноября 1818 г. - 26 декабря 1896 г.) предпринял попытку теоретического обоснования биоэлектрических явлений, предложив так называемую электромолекулярную гипотезу возникновения обнаруженных им в мышце токов покоя и токов действия за счет наличия полярно заряженных молекул-диполей, меняющих свою ориентацию при возбуждении. Дюбуа-Реймон установил, что в нервах и мышцах возбужденная часть электроотрицательна по отношению к находящейся в покое.

1854 г. А. Гельмгольц (*A. Helmholtz*) показал, что каждая часть мышечного сегмента в момент своего возбуждения перед началом сокращения становится электроотрицательной по отношению к участкам мышцы, находящимся в покое. Таким образом, перед механическим сокращением возникает электроотрицательная волна возбуждения.

1856 г. А. Келликер (*Albert Kolliker*, нем. анатом, зоолог и гистолог, 1817-1905, профессор с 1845 г. в Цюрихе, с 1847 г. - в Вюрцбурге). Основные исследования по микроскопической анатомии и эмбриологии. Прикладывая на сокращающееся сердце нервно-мышечный препарат седалищного нерва с икроножной мышцей лягушки, он зарегистрировал феномен двойного сокращения: в начале фазы систолы, а другое (непостоянное) - в начале фазы диастолы.

Мюллер (*Muller*) проводил исследования совместно с А. Келликером.

1875 г. А. Уоллер (*Augustus Desiru Waller*) сконструировал капиллярный электрометр, сформулировал общую теорию биоэлектрических явлений.

1878 г. В.Ю. Чаговец заложил основы ионной теории возбуждения. По мнению В.Ю. Чаговца, электрический ток в живых тканях (токи покоя и токи действия) является концентрационным, обусловлен накоплением в ткани продуктов обмена веществ: угольной, молочной и фосфорной кислот.

1887 г. А. Уоллер (*Augustus Desiru Waller*) зарегистрировал электродвижущую силу сердца живого человека при помощи капиллярного электрометра. Доказал, что тело является проводником, окружающим источник электродвижущей силы - сердце.

1902 г. Дж. Бернштейн (*J. Bernstein*) доказал мембранную теорию возникновения биоэлектрических потенциалов Э. Дюбуа-Реймона и объяснил явление возникновения биопотенциалов избирательной проницаемостью этих мембран для ионов.

1903 г. В. Эйнтховен (*W. Einthoven*) применил более чувствительный струнный гальванометр для регистрации биопотенциалов.

В.Ю. Чаговец дал развернутое изложение указанной проблемы, показав, что его теория приложима также к объяснению электрических явлений в железах, электрических органах животных, а также в растениях.

1906 г. В.Ю. Чаговец предложил конденсаторную теорию электрического раздражения живых тканей и дал физико-химическое объяснение раздражающего действия электрического тока.

1908 г. А.Ф. Самойловым в университетской терапевтической клинике, руководимой профессором А.Н. Казем-Бекком, была записана первая в России электрокардиограмма больного.

Персоналии

Генри Кутберт Базетт (*Henry Cuthbert Bazett*, 1885-1950). Двадцать второй президент Американского общества физиологов. Родился в городе Gravesend, Великобритания. Получил образование в Оксфорде. Во время Первой мировой войны служил военным врачом в Британской армии. В 1921 г. получил должность профессора университета Пенсильвании, которую занимал до своей смерти. В круг научных интересов Генри Базетта входили исследования по терморегуляции и кровообращению. Он внес значительный вклад в изучение гемодинамики, применяя методы катетеризации сосудов и полостей сердца. Многие эксперименты и потенциально опасные исследования Базетт проводил на себе.

До вступления в должность президента Американского общества физиологов Генри Базетт занимал должность избранного президента (*president elect*) и должность члена Совета. Его деятельность в обществе физиологов включала также членство в редакционной коллегии журнала общества (1936-1944). Являясь председателем Комитета по научной помощи, Базетт предоставлял научную литературу и оборудование в физиологические лаборатории Европы во время Второй мировой войны.



Генри Кутберт Базетт



Август Дезире Уоллер

Должность президента общества физиологов, которую получил 20 апреля 1950 г.. Генри Базетт занимал менее трех месяцев, до 11 июля, того самого дня, когда он трагически умер во время поездки на Международный конгресс физиологов в Копенгагене.

Юрий Бернштейн (*J. Bernstein*, 1902). Развитием взглядов Э. Дюбуа-Реймона стала мембранная теория возникновения биоэлектрических

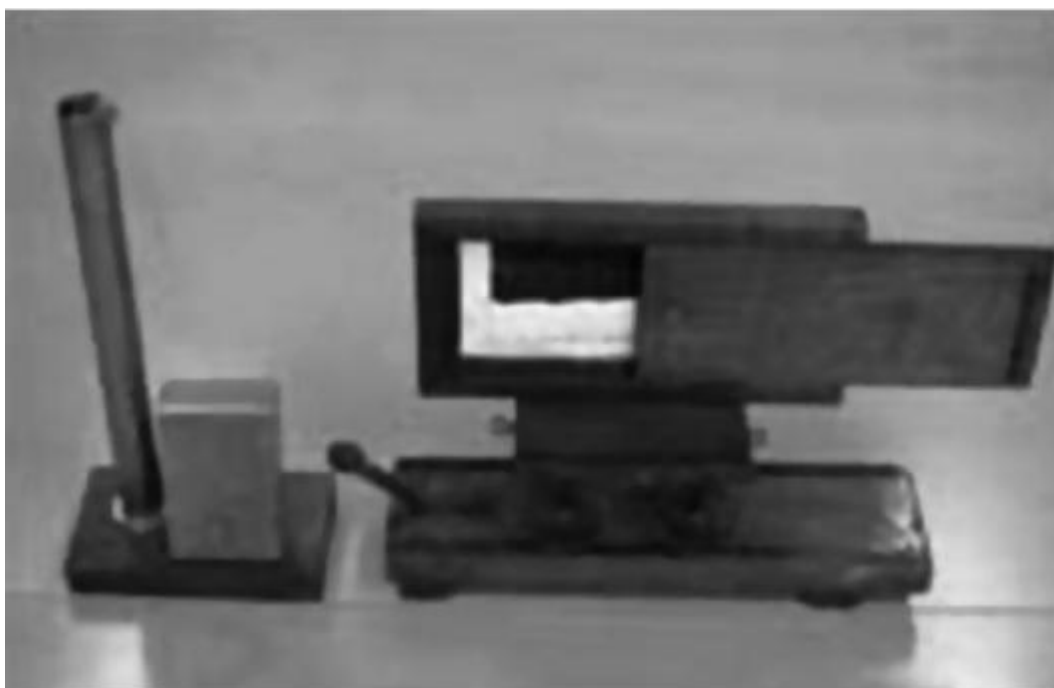
потенциалов Бернштейна. объясняющая возникновение биопотенциалов избирательной проницаемостью биологических мембран для ионов.

Август Дезире Уоллер (*Augustus Desim Waller*. 18 июля 1856 г.. Париж. Франция - 11 марта 1922 г.. Лондон. Англия).

Август Дезире Уоллер был первым, кто сделал запись электрокардиограммы человеческого сердца с помощью капиллярного электрометра - прибора, состоящего из ртутного столбика, поднимающегося и опускающегося в зависимости от изменения электрического поля.

В мае 1887 г. в лондонской больнице Святой Марии в Паддингтоне доктор Август Уоллер записал первую человеческую электрокардиограмму с использованием этого аппарата. Аппарат состоял из капиллярного электрометра, установленного на проекторе. След от биения был спроектирован на фотографическую пластину, установленную на шасси игрушечного поезда. Это позволило зарегистрировать биения сердца в режиме реального времени.

Николай Евгеньевич Введенский [16 (28) апреля 1852 г.. с. Кочково Вологодской губер-



Из архива: приборы для физиологических исследований. Доктор Август Уоллер (1887)

нии - 16 сентября 1922 г., там же] - русский физиолог, ученик И.М. Сеченова, член-корреспондент Петербургской АН (1909). По окончании Вологодской духовной семинарии поступил в Петербургский университет (1872). В 1874 г. арестован за участие в студенческих революционных кружках и «хождение в народ». Н.Е. Введенский был обвинен по «процессу 193-х» и заключен в тюрьму, где пробыл более трех лет. Окончил университет в 1879 г., работал в физиологических лабораториях Германии, Австрии и Швейцарии (1881-1882; 1884; 1887). С 1884 г. приват-доцент, с 1889 г., после переезда И.М. Сеченова в Москву, экстраординарный, а с 1895 г. ординарный профессор Петербургского университета.

Исследования Н.Е. Введенского посвящены выявлению закономерностей реакции живых тканей на различные раздражения. Применяв метод телефонии, выслушивания возбужденного нерва, Введенский показал, что живая система изменяется не только под воздействием раздражителей, но и в процессе самой деятельности. Таким образом, он впервые ввел в физиологию понятие фактора времени. В магистерской диссертации «Телефонические исследования над электрическими явлениями в мышечных и нервных аппаратах» (1884) Введенский проанализировал периодичность мышечного сокращения и утомляемость нерва. В докторской диссертации «О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе» (1886) сформулировал учение об



Николай Евгеньевич Введенский



Даниил Семенович Воронцов

оптимуме и пессимуме раздражений, на основе которого установил закон относительной функциональной подвижности (лабильности) тканей. Введенский рассматривал нервномышечный препарат как разнородное образование, состоящее из нервного волокна, нервных окончаний и мышцы, части которого обладают различной лабильностью. Вершина творчества Введенского - его учение о парабиозе, развитое в монографии «Возбуждение, торможение и наркоз» (1901), где он обобщил свои представления о природе процессов возбуждения и торможения, показав их единство.

Даниил Семенович Воронцов [12 (24) декабря 1886 г., Пропойск, ныне Славгород Могилевской области, - 21 июля 1965 г., Киев], советский электрофизиолог, академик АН УССР (1957). Окончил Петербургский университет (1912), специализировался в лаборатории Н.Е. Введенского. На физико-математическом факультете Одесского университета защитил диссертацию на степень магистра физиологии, зоологии и сравнительной

анатомии на тему «Анализ электрограммы сердца лягушки». В 1922 г. организовал кафедру физиологии в Смоленском университете. С 1930 г. заведующий кафедрой физиологии Казанского университета.

В приглашении Д.С. Воронцова в Казанский университет активную роль сыграл профессор ветеринарного института К.Р. Викторов, который дал ему блестящую характеристику. Казань привлекла Д.С. Воронцова лучшей в России по тем временам электрофизиологической лабораторией, условиями для научной работы.

Работа кафедры под руководством Воронцова была очень плодотворной, за короткий период был создан активно работающий коллектив, определилось направление исследований.

Д.С. Воронцовым совместно с С.М. Свердловым и Ф.Н. Серковым изучены закономерности и механизмы взаимодействия импульсов путем суммации следовых электрических потенциалов. Были проведены систематические исследования следовых изменений возбудимости и поляризации различных элементов нервно-мышечного аппарата.

Изучены открытый ранее следовой отрицательный потенциал и изменения возбудимости в нервных и мышечных волокнах, проанализированы следовые потенциалы в сравнительно-физиологическом аспекте. В ходе исследования следовых потенциалов мышечных волокон портняжной мышцы Ф.И. Серков предположил, что следовые явления возбуждения играют важную роль в его суммации и возникновении торможения, предохраняющего клетку от разрушительного действия сильных раздражений. С.М. Свердлов, исследуя токи действия нервного волокна и ганглия пресноводной ракушки, сделал важный вывод о том, что отрицательный и положительный потенциалы, возникающие в нервной ткани при возбуждении, взаимно проникают друг в друга. Также были исследованы проблемы утомления нервно-мышечного аппарата.

Были начаты исследования по эволюционной физиологии и физиологии труда доцентом И.А. Аршавским. Он изучал парабиоз нерва и влияние пробных раздражений на его развитие; влияние блуждающего и симпатических нервов на функцию кишечника в процессе филогенетического развития организмов. С этих работ начались многочисленные исследования И.А. Аршавского в возрастной физиологии. Позднее этими проблемами он продолжал заниматься в Московском университете.

Период руководства Д.С. Воронцовым кафедрой совпал с резким увеличением числа студентов и аспирантов, увеличением объема исследований на кафедре, организацией новой формы подготовки физиологов.

Летом 1935 г. Д.С. Воронцов неожиданно покинул Казань из-за резкого конфликта с И.А. Аршавским и уехал в Киев, где им была создана крупная школа нейро- и электрофизиологии.

Алессандро Вольта (*Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta*, 18 февраля 1745 г., Комо, Италия - 5 марта 1827 г., там же), итальянский физик и физиолог. Учился в школе ордена иезуитов. В 1774-1779 гг. преподаватель физики в гимназии в Комо, с 1779 г. профессор университета в Павии. С 1815

г. директор философского факультета в Падуе. Работы А. Вольты посвящены электричеству, химии и физиологии. Вольта изобрел ряд электрических приборов (электрофор, электрометр, конденсатор, электроскоп и др.). В 1776 г. Вольта обнаружил и исследовал горючий газ метан.

В 1792-1794 гг., заинтересовавшись феноменом «животного электричества», открытым Л. Гальвани, А. Вольта провел ряд опытов, доказывающих, что наблюдаемые явления связаны с образованием замкнутой цепи, состоящей из двух разнородных металлов в растворе электролита. На основании этих наблюдений он создал первый источник постоянного тока (1800), так называемый Вольтов столб, состоящий из 20 пар кружочков двух различных металлов («металлическая пара» - Zn-Cu), разделенных прослойками ткани или бумаги, смоченными раствором соли или щелочи. Впоследствии Вольта открыл взаимную электризацию разнородных металлов и расположил их в ряд по величине возникающего между ними напряжения. Именем Вольты названа единица электрического напряжения - вольт. Проводя многочисленные сравнительно-физиологические опыты, Вольта наблюдал у животных большую электрическую возбудимость нервов по сравнению с мышцами, а также гладкой мускулатуры кишечника и желудка по сравнению со скелетной. Он обнаружил (1792-1795) электрическую раздражимость органов зрения и вкуса у человека. Эти работы имели большое значение в истории методов физиологического эксперимента.

Луиджи Гальвани (*Luigi Aloisio Galvani*,

9 сентября 1737 г. - 4 декабря 1798 г.) - итальянский анатом и физиолог, один из основа-



Алессандро Вольта



Луиджи Гальвани

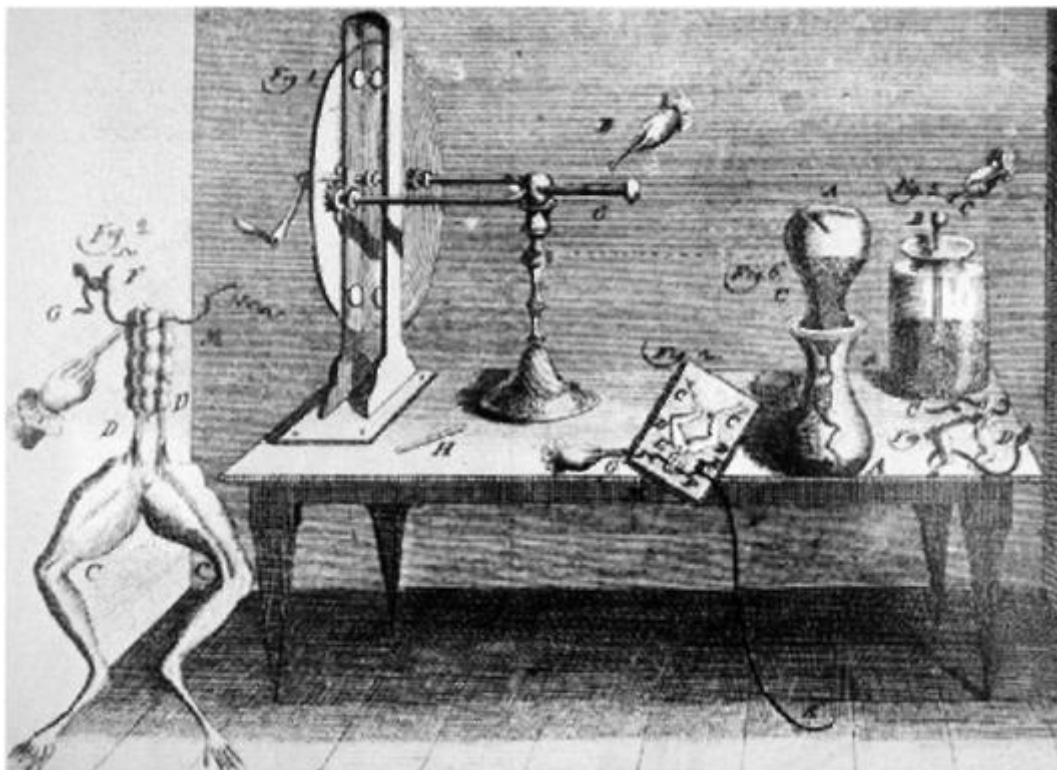
телей учения об электричестве. основоположник электрофизиологии. Окончил Болонский университет и там же преподавал анатомию, гинекологию и акушерство. Первые работы посвящены сравнительной анатомии. С 1771 г. занимался исследованием электрических явлений в живых тканях. В 1791 г. опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении». Собрание сочинений Гальвани издано *in quarto* в Болони в 1841 - 1842 гг.

Фундаментальное значение для развития электрофизиологии имели два опыта, проведенные Луиджи Гальвани.

Первый опыт: препарат задних конечностей лягушки подвешивался на цинковой стойке с помощью медного крючка. Когда конечность лягушки касалась цинковой стойки, ее мышцы сокращались. Гальвани предположил, что эти сокращения вызваны возникновением в мышцах электрического тока. Однако это предположение было ошибочным. Правильное объяснение этому

факту в 1792-1794 гг. дал Алессандро Вольта, доказавший, что сокращение мышц в этом случае вызывается электрическим током, возникающим в месте соприкосновения «металлической пары»: цинк (Zn) - стойка, и медь (Cu) - крючок. Это явление возможно лишь в растворах электролитов, содержащих ионы хлора (Cl), солевые, NaCl_2 или слабые кислоты HCl (Бернштейн).

Второй опыт: возникновение сокращения мышцы, если к ней прикладывались одновременно неповрежденный продольный участок



Опыт Луиджи Гальвани

нерва и его поперечный срез. Источником электродвижущей силы в этом случае являлась разность потенциалов между неповрежденным и поврежденным (срезом) участками нерва. Этим опытом Гальвани доказал существование так называемого «животного электричества».

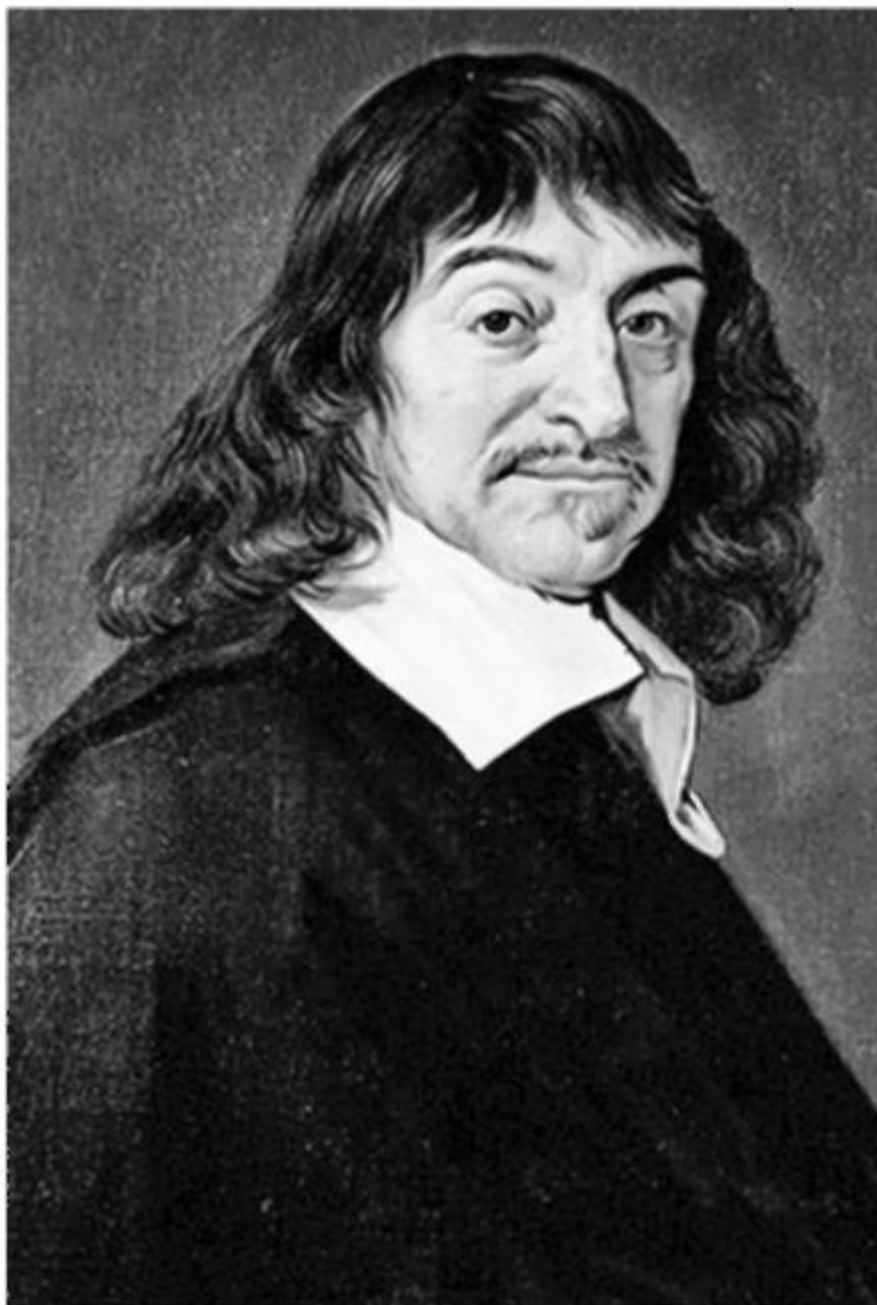
Рене Декарт (фр. *René Descartes*; 31 марта 1596 г., Лаэ, провинция Турень, ныне Декарт, департамент Эндр и Луара, Франция - 11 февраля 1650 г., Стокгольм, Швеция) - французский математик, философ, физик и физиолог, создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики, автор метода радикального сомнения в философии, механицизма в физике, предтеча рефлексологии.

Габриель Ионас Липпман (*Gabriel Lippman*, 6 августа 1845 г. - 12 июля 1921 г.) - французский физик, лауреат Нобелевской премии по физике (1908). Родился в Холлерихе (Люксембург), до тринадцати лет учился дома, а после переезда родителей в Париж поступил в лицей Наполеона. В 1868 г. Липпман стал студентом Эколь нормаль сюрперьер. Составление рефератов немецких статей для французского журнала «Анналы химии и физики» («*Annales de Chimie et de Physique*») пробудило в нем интерес к исследованиям электричества.

Во время финансируемой правительством командировки в Германию (1873) для изучения методов преподавания естественных наук Липпман работал в Гейдельбергском университете с физиологом Вильгельмом Кюне и физиком Густавом Кирхгофом, а затем в Берлине с физиологом и физиком Германом фон Гельмгольцем. Кюне показал Липпману опыт, в котором капля ртути, покрытая серной кислотой, деформировалась при легком прикосновении железной проволоки. Липпман пришел к выводу, что металлы и серная кислота образуют электрическую батарею, напряжение которой изменяет форму поверхности ртути. Эта счастливая догадка позволила ему создать капиллярный электрометр (или вольтметр) - наклонную капиллярную стеклянную трубку, в которой поверх ртутного столбика располагается серная кислота. Индуцируемые электричеством изменения в искривленной поверхности ртути вынуждают ртутный столбик двигаться в капилляре, и эти перемещения позволяют измерять разности электрического потенциала до 0,001 В.

По возвращении в Париж для завершения образования Липпман провел исследования электрокапиллярности, влияния электрических полей на поверхностное натяжение жидкостей, а в 1875 г. защитил в Сорбонне диссертацию на соискание степени доктора наук. В 1878 г. он стал сотрудником факультета естественных наук Парижского университета, а в 1883 г. назначен профессором математической физики. С 1886 г. Липпман стал руководителем научноисследовательской лаборатории, сотрудником которой оставался до конца своей жизни.

Липпман провел исследование эффекта образования электричества под действием механической деформации ртутной поверхности. Это противоположное явление тому, на котором основано действие капиллярного электрометра. Эта работа помогла ученому сформулировать общую теорему, которую он опубликовал в 1881 г. Эта теорема утверждает, что, зная о существовании некоторого физического явления, мы можем предсказать существование и величину обратного эффекта. Липпман применил свою теорему к явлению пьезоэлектричества: возникновению электрических зарядов при сжатии или растяжении некоторых кристаллов, например кварца. Так как механические силы, порождая заряды, изменяют размеры кристалла (изменение размеров приводит к возникновению напряжения), Липпман предсказал, что если к кристаллу приложить напряжение,



Рене Декарт



Габриель Ионас Липпман

то это вызовет изменение его размеров. Пьер Кюри и его брат Жак подтвердили предположение Липпмана экспериментально.

Обратный пьезоэлектрический эффект ныне широко используется в науке и технике. Приложенное к пьезоэлектрическим кристаллам переменное напряжение вынуждает их совершать колебания и излучать звуковые волны, что находит применение в сонарах (устройствах для обнаружения подводных лодок), различных ультразвуковых устройствах, используемых для очистки поверхностей, дистанционного контроля и в зубоврачебных сверлах.

В последующие годы Липпман внес большой вклад в развитие сейсмологии и астрономии. Ему принадлежат идеи использования телеграфных сигналов для раннего оповещения о землетрясениях и измерения скорости распространения упругих волн в земной коре. Он предложил новую разновидность сейсмографа для непосредственного измерения ускорения в движении земной поверхности. Липпман разработал конструкцию двух

астрономических инструментов: целостата с медленно вращающимся зеркалом, позволяющим получать стационарное изображение участка неба, на который наведен инструмент, а не только одиночной звезды, и уранографа, с помощью которого можно сделать фотографическую карту неба с уже нанесенными на ней меридианами, по которым удобно отсчитывать равные интервалы времени. Его учебник по термодинамике (науке о превращениях тепловой энергии и ее связи с механической энергией) стал стандартным курсом во Франции.



Эмиль Дюбуа-Реймон



Александр Филиппович Самойлов

В 1888 г. Липпман женился. Он умер на борту парохода «La France», возвращаясь из поездки в Канаду. Липпман состоял членом Французской академии наук (в 1912 г. был ее президентом), членом Лондонского королевского общества. Он был удостоен звания командора ордена Почетного легиона.

Эмиль Дюбуа-Реймон (*Emil Du BoisReymond*. 7 ноября 1818 г. - 26 декабря 1896 г.) - немецкий физиолог и философ. один из основоположников электрофизиологии. Член Берлинской академии наук (1851), а с 1867 г. ее постоянный секретарь. профессор Берлинского университета (1855). Сторонник механистического направления философии. агностик в объяснении

причин жизненных явлений. Ему принадлежит формула «Ignor emi set ignor ab imus» - «Не знаем и никогда не узнаем». Окончил философский факультет Берлинского университета в 1837 г. С 1838 г. увлекся естественными науками и стал заниматься физиологией. С 1858 г. ординарный профессор кафедры физиологии университета. с 1877 г. - директор Института физиологии Берлинской академии наук. В 1842 г. опубликовал результаты своей первой работы по изучению «животного электричества» и защитил докторскую диссертацию на тему о познаниях древних об электрических рыбах.

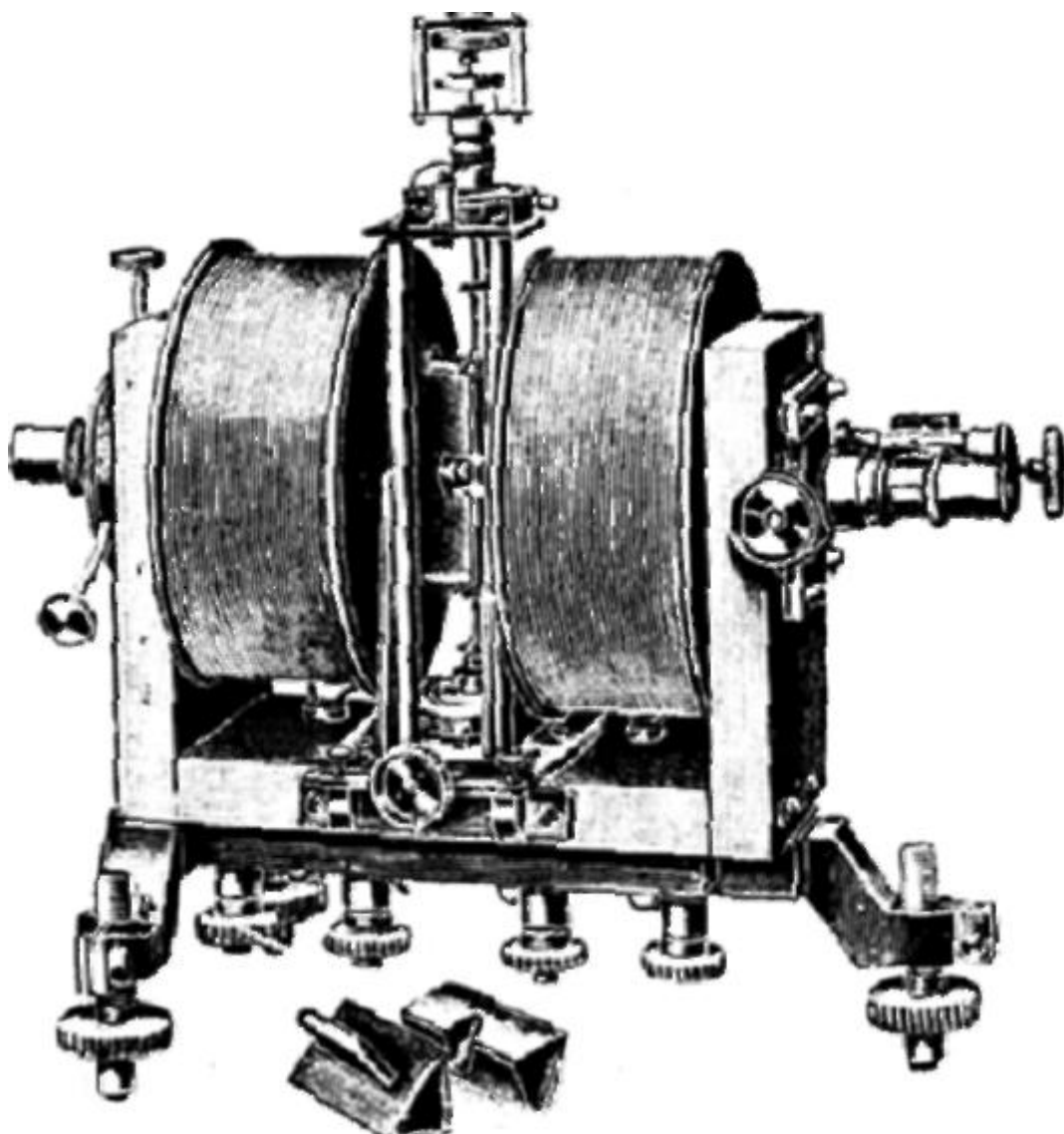
Основные исследования Дюбуа-Реймона посвящены изучению «животного электричества». Он определил понятие электротона и сформулировал закон раздражения. Показал, что потенциал внутренней части нервного волокна электроотрицателен по отношению к его неповрежденной поверхности («ток покоя») на основании опытов с поперечным сечением нервного аксона. Выявил возникновение потенциала повреждения при перерезке спинного мозга лягушки. Зарегистрировал возникновение отрицательного потенциала при повреждении части коры больших полушарий мозга. Он также показал, что отрицательное колебание тока покоя является выражением деятельного состояния ткани.

Им разработаны новые методы и техника электрофизиологического исследования. особенно раздражения фарадическим током. усовершенствован гальванометр. стал использовать в электрофизиологических исследованиях неполяризующиеся электроды. индукционные аппараты для раздражения нервов, мышц и др. Дюбуа-Реймон одним из первых сделал попытку объяснить механизм возникновения биоэлектрических потенциалов и сформулировал молекулярную теорию биопотенциалов.

Александр Филиппович Самойлов [26 марта (7.04) 1867 г.. Одесса - 22 июля 1930 г.. Москва], советский физиолог. Окончил Дерптский (ныне Тартуский) университет. В 1893-1896 гг. работал в лаборатории И.П. Павлова. в 1896-1903 гг. - у И.М. Сеченова. С 1903 г. профессор Казанского. с 1924 г. Московского университетов.

А.Ф. Самойлов был избран ординарным профессором по физиологии физико-математического факультета Казанского университета 3 октября 1903 г. и возглавлял кафедру до 1930 г.

К моменту переезда А.Ф. Самойлова в Казань научная работа в физиологической лаборатории физико-математического факультета не проводилась. так как не было ни сотрудников. ни оборудования. Но вскоре благодаря его усилиям лаборатория стала одной из лучших не только в России. но и Европе. Через три года после прибытия в Казань Самойлов приобрел струнный гальванометр и впервые в России зарегистрировал электрокардиограмму сердца человека и лягушки. В 1908 г. в университетской терапевтической клинике. руководимой профессором А.Н. Казем-Бекем. была записана первая в России электрокардиограмма больного. Почти 20 лет научная деятельность лаборатории была посвящена разработке теории и практики электрокардиографии.

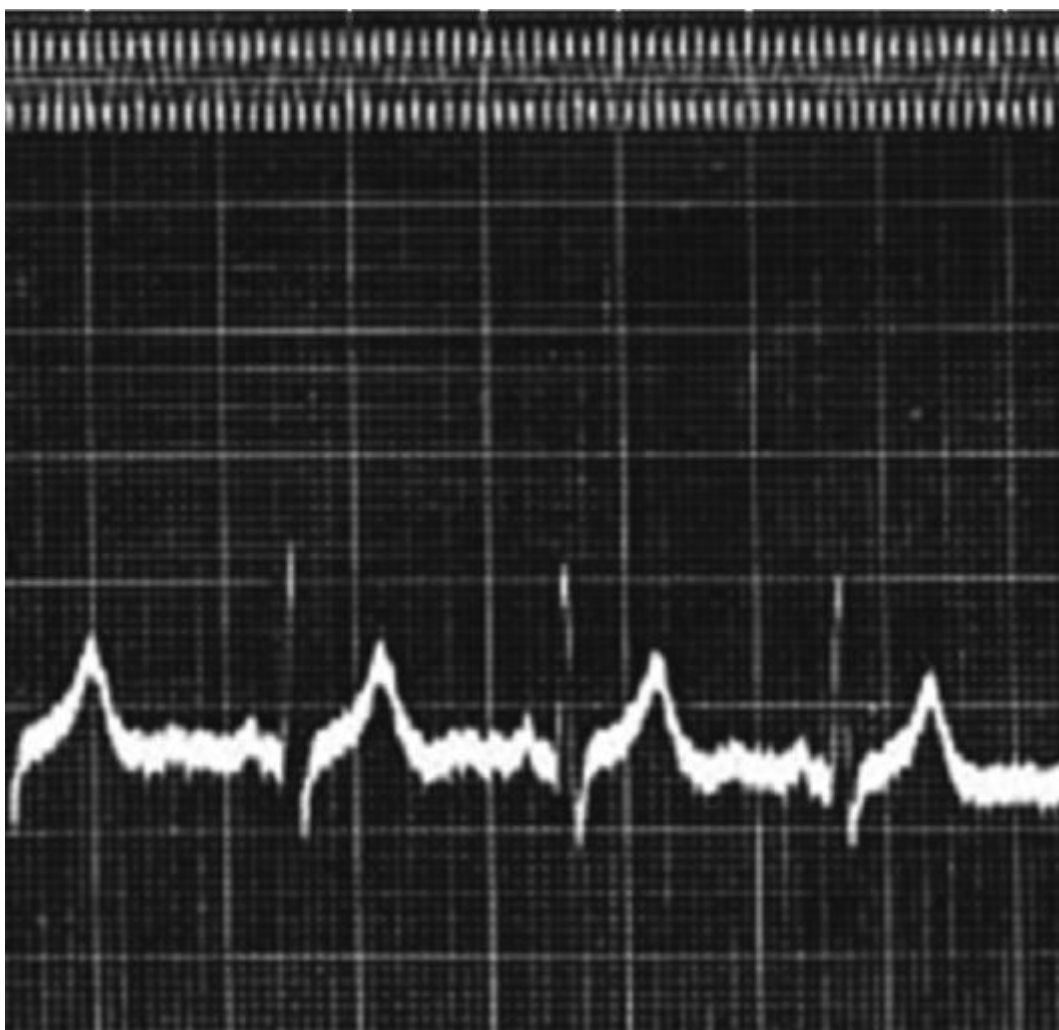


Струнный гальванометр

Физиологическая лаборатория Казанского университета в течение долгих лет служила базой для обучения электрофизиологическим методам исследования. Здесь получили электрофизиологическое образование И.С. Беритов, И.А. Ветохин, М.А. Киселев, А.Н. Магницкий, Г.С. Юньев, М.Н. Ливанов, В.В. Парин, И.Л. Кан, С.М. Свердлов, ставшие впоследствии видными учеными. Среди классических трудов Самойлова статья методического характера «Практические замечания к употреблению струнного гальванометра и к фотографической регистрации его показателей» (1910), служившая руководством для многих поколений исследователей, работавших со струнным гальванометром. Длительное время лаборатория Самойлова оставалась единственным в России центром обучения электрофизиологическому методу. «Сюда, как паломники в Мекку, - писал академик В.В. Парин, - съезжались со всей России физиологи, чтобы научиться работать с Эйнтховенским струнным гальванометром - святая святых лаборатории. То был один из первых электрокардиографических аппаратов, казавшийся тогда чудом техники»¹.

Учениками и сотрудниками Самойлова по кафедре в Казани были И.А. Ветохин (1888- 1960), М.А.Киселев (1897-1937), В.В. Парин (1903-1971), В.И. Башмаков, В.А. ВасильеваОстроумова, И.Г. Валидов.

Разносторонняя деятельность казанской физиологической школы проявилась как в раз-



Электрокардиограмма, зарегистрированная струнным гальванометром

витии новых направлений (клинической физиологии, электрокардиографии, эндокринологии), так и в организации новых клинических и научно-исследовательских и практических лабораторий и институтов. Созданный в 1920 г. в Казани первый в России научно-исследовательский институт медицинского профиля Казанский клинический институт (в последующем Казанский государственный институт для усовершенствования врачей) олицетворял гармоничный союз физиологии и медицины, он стал наглядным выражением эффективной формы творческого взаимодействия физиологической и клинической школ, фундаментальных и прикладных исследований. Новые формы организации медицинской науки обусловили тесное творческое взаимодействие между Казанской физиологической школой и клиническими школами Казани, Москвы и Ленинграда. В клинко-физиологической лаборатории, организованной Самойловым в Казанском клиническом институте, было осуществлено успешное внедрение в клинику сердечных заболеваний нового точного лабораторного метода исследования - электрокардиографического.

Рассматривая электрокардиографию как самостоятельную область клинко-физиологического исследования, Самойлов указывал, что внедрение электрокардиографического метода исследования как средства медицинской

диагностики в клинику требует культивирования у врачей новых форм мышления, основанного на хорошем знании элект-

¹ Парин В.В. О вероятном, о невероятном. - М.: Наука, 1973.



Здание «старой клиники» (ул. Университетская. 17). Сейчас здесь располагаются НИИММ и ЦИТ КГУ

трофизиологии сердца. Указанный Самойловым конкретный путь применения в клинике электрокардиографического метода получил повсеместное распространение. Читением первого курса лекций по электрокардиографии в Казани и Москве Самойлов положил начало подготовке первых кадров врачей в области клинической электрокардиографии.

Разработка школой Самойлова электрофизиологических и электроэнцефалографических методов исследования (В.В. Правдич-Неминский. М.Н. Ливанов) привели не только к развитию специальных направлений в физиологии и медицине. но и принципиально новых клинко-лабораторных методов исследования организма человека. организации специализированных электрокардиографических и электроэнцефалографических кабинетов. Заслугой Казанской физиологической школы является создание лабораторий клинической физиологии. электрокардиографии и электроэнцефалографии в Москве: в больнице имени С.П. Боткина (А.Ф. Самойлов. А.З. Чернов). в Институте профессиональных болезней имени В.А. Обуха (А.Ф. Самойлов. В.А. Васильева-Остроумова). в Институте мозга (М.Н. Ливанов).

В двадцатые годы минувшего столетия интересы А.Ф. Самойлова сосредоточились на разработке новой проблемы: исследовании распространения и передачи возбудительных и тормозных влияний в нервной системе и двигательном аппарате. А.Ф. Самойлову принадлежит приоритет в установлении того факта. что в основе передачи импульса с нерва на мышцу лежит химический процесс. Тем самым он распространил теорию химической передачи возбуждения из области вегетативной нервной системы на двигательные нервы. Это сообщение впервые было сделано на заседании общества психиатров и невропатологов в 1923 г. в здании «старой клиники».

Первая работа Самойлова по изучению перехода возбуждения с двигательного нерва на мышцу появилась в 1924 г. в юбилейном сборнике, посвященном 75-летию со дня рождения И.П. Павлова.

Далее Самойлов вместе со своим учеником М.А. Киселевым провел опыты по изучению природы процессов торможения. Результаты этого исследования в пользу химической природы торможения были доложены им на XII Международном физиологическом конгрессе в Стокгольме в 1926 г. Наиболее исчерпывающее учение о химической природе нервных процессов Самойлов обобщил в своем докладе на «Неделе советских ученых» в Берлине в июне 1927 г. «О переходе возбуждения с клетки на клетку». Химическую передачу нервных процессов Самойлов рассматривал как общее свойство нервных клеток избирательно реагировать на химические вещества, как общую закономерность живой природы, где все клетки связаны между собой на основе химического раздражения, и впервые сформулировал представление о химическом механизме передачи в мионевральном соединении и синапсах соматической нервной системы. Этот период деятельности был наиболее продуктивным и напряженным в его жизни. С 1924 г. он одновременно руководил кафедрами физиологии Казанского и Московского университетов.

В ряде статей Самойлов высказал мысли, имеющие прямое отношение к кибернетике. Он обратил внимание на обстоятельство огромной принципиальной важности - существование в живых организмах явлений, протекающих по замкнутому кругу. Представление о круговых процессах Самойлов распространил на возбуждение, рефлекторные и психосенсорные явления. Эти взгляды он обобщил в фундаментальной статье «Кольцевой ритм возбуждения» (1930).

Самойлов был не только выдающимся экспериментатором, он прекрасно знал физиологическую литературу, историю физиологии. Его перу принадлежат лучшие очерки о жизни и творчестве У. Гарвея, Г. Гельмгольца, И.П. Павлова, И.М. Сеченова, Ж. Леба, Р. Магнуса, В. Эйнтховена, Т. Энгельмана. Признанный теоретик музыки и великолепный пианист, он опубликовал ряд статей по истории и теории музыки. В 1902 г. Самойлов организовал при Московском университете научно-музыкальный кружок. Слушателями его лекций по музыке были С. Рахманинов, С. Танеев, А. Гречанинов, С. Майкапар, М. Курбат, Д. Шор, П. Лазарев, А. Эйхенвальд. Аналогичный музыкальный кружок был организован А.Ф. Самойловым в Казани.

Самойлов был общественным деятелем, сделал много для международного научного сотрудничества. Он дружил с известными американскими учеными У. Кенноном, Дж. Фултоном и П. Уайтом, голландским физиологом В. Эйнтховеном, немецким нейростологом О. Фогтом.

За выдающиеся научные заслуги в 1930 г. профессору А.Ф. Самойлову была присуждена Ленинская премия и присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки Российской Федерации.

Василий Юрьевич Чаговец [18 (30) апреля 1873 г., хутор Патычис Роменского уезда Полтавской губернии, ныне Сумская область, - 19 мая 1941 г., Киев], советский физиолог, академик АН УССР (1939). В 1897 г. окончил

Военномедицинскую академию в Петербурге и служил в пехотном полку в качестве врача (1897-1900). В 1903-1909 гг. занимался физиологией в лаборатории И.П. Павлова в Военно-медицинской академии. В 1903 г. защитил диссертацию «Очерк электрических явлений на живых тканях» и работал прозектором кафедры физиологии Женского медицинского института в Петербурге; в 1904- 1909 гг. приват-доцент Военно-медицинской академии, с 1910 г. - проф. медицинского факультета Киевского университета (позже Киевского медицинского института). Основные труды посвящены электрофизиологии. Еще в 1896 г. Чаговец опубликовал статью о применении теории электролитической диссоциации, предложенной шведским ученым С. Аррениусом, для объяснения происхождения электрических явлений в живом организме. В этой работе была сделана первая попытка объяснения демаркационных токов в мышце исходя из современных физико-химических представлений и заложены основы ионной теории возбуждения. По мнению Чаговца, электрический ток в живых тканях (токи покоя и токи действия) является концентрационными, обусловлен накоплением в ткани продуктов обмена веществ (угольной, молочной и фосфорной кислот). В 1903 г. дал развернутое изложение указанной проблемы, показав, что его теория приложима также к объяснению электрических явлений в железах, электрических органах животных, а также в растениях. В 1906 г. развил конденсаторную теорию электрического раздражения живых тканей и дал физико-химическое объяснение раздражающего действия электрического тока. Эта идея Чаговца получила дальнейшее развитие в трудах ряда физиологов. Большой интерес представляют его работы об электрогастрографии, об электрических явлениях, связанных с моторной и секреторной деятельностью желудка.

Основные труды по электрофизиологии. Исследовал физико-химическую природу электрических потенциалов в живых тканях и механизм электрического раздражения последних, впервые применив для объяснения этих процессов теорию электролитической диссоциации. Ионная теория происхождения биоэлектрических явлений Чаговца имела большое значение для развития дальнейших исследований механизма возникновения биопотенциалов. В 1906 г. развил конденсаторную теорию электрического раздражения живых тканей и дал физико-химическое объяснение раздражающего действия электрического тока. Чаговец экспериментально показал, что живые ткани поляризуются под влиянием электрического тока, определил величины электрической емкости для некоторых тканей.

Работы Чаговца являются основными по вопросам ионной теории возбуждения и электрофизиологии. Он один из первых приложил к электрофизиологии современные физико-химические воззрения и доказал, что демаркационный ток мышцы есть концентрационный ток, возникающий вследствие накопления CO_2 в поврежденном участке мышцы, теоретически установил величину электродвижущей силы демаркационного тока, удовлетворительно совпадающую с опытом, показал, что кожные токи и токи в растениях суть также концентрационные токи. Независимо от Нернста Чаговец разработал свою теорию возбуждения. Он первым экспериментально доказал, что электрический ток вызывает поляризацию в нерве и живых тканях. Из других работ ученого представ-



Василий Юрьевич Чаговец



Уильям (Виллем) Эйнтховен

ляют интерес исследования электрического наркоза, выясняющие природу этого явления.

Уильям (Виллем) Эйнтховен (*Wilhelm Einthoven* 21 мая 1860 г., Семаранг - 29 сентября 1927 г., Лейден) - голландский врач и электрофизиолог, лауреат Нобелевской премии (1924). Предложил первое практическое применение электрокардиографии.

Эйнтховен родился в семье врача Иакова Эйнтховена и Луизы Эйнтховен (де Вогель). Уильям был третьим из шестерых детей в семье. Его отец умер, когда мальчику исполнилось шесть лет. Мать с детьми вернулась в Нидерланды в 1870 г. и поселилась в городе Утрехт. Здесь Эйнтховен окончил школу и в 1879 г. поступил на медицинский факультет Утрехтского университета. Получил степень доктора медицины в 1885 г.,



Усовершенствованная модель электрокардиографа, выпущенная CSIC



Первая модель электрокардиографа для клинических исследований

а должность профессора физиологии университета Лейден в 1886 г., которую занимал до последних дней жизни. Уильям Эйнтховен умер в Лейдене 29 сентября 1927 г. и похоронен в церкви реформистов в Oegstgeest.

Математический анализ электрокардиограмм позволил Эйнтховену внести существенные уточнения в расшифровку электрических реакций сердца. В 1903 г. созданием струнного гальванометра Эйнтховен положил начало клинической электрокардиографии. Эйнтховену принадлежит идея трех отведений токов сердца, схема треугольника (треугольник Эйнтховена), иллюстрирующая изменение высоты зубцов электрокардиограммы и их взаимодействие в зависимости от способа отведения, физиологическое объяснение каждого зубца и интервала электрокардиограммы.

В 1993 г. на родине ученого, в Голландии, была выпущена почтовая марка, где Эйнтховен изображен на фоне электрокардиограммы, записанной с помощью струнного гальванометра. Эта ЭКГ является копией оригинальной кардиограммы, сделанной самим ученым и опубликованной в его биографии. Примечательно то, что волны здесь обозначены как *PAB*, в то время как Эйнтховен рутинно использовал обозначение *PQRST* для подобных электрокардиограмм. Почему он использовал старую номенклатуру, применявшуюся к капиллярному электрометру, остается загадкой.

Вилли Кюне показал Липпману опыт, в котором капля ртути, покрытая серной кислотой, деформировалась при легком прикосновении железной проволоки. Липпман пришел к выводу, что металлы и серная кислота образуют электрическую пару, разность потенциалов в которой изменяет эквипотенциальность поверхностного натяжения ртути.

По возвращении в Париж для завершения образования Липпман провел исследования электрокапиллярности, влияния электрических полей на поверхностное натяжение жидкостей, а в 1875 г. защитил в Сорбонне диссертацию на соискание степени доктора наук. В 1878 г. он стал сотрудником факультета естественных наук Парижского университета, а в 1883 г. назначен профессором математической физики. С 1886 г. Липпман руководил научно-исследовательской лабораторией до конца своей жизни.

Липпман провел исследование эффекта образования электричества под действием механической деформации ртутной поверхности. Это представляло собой явление, обратное тому, на котором основано действие

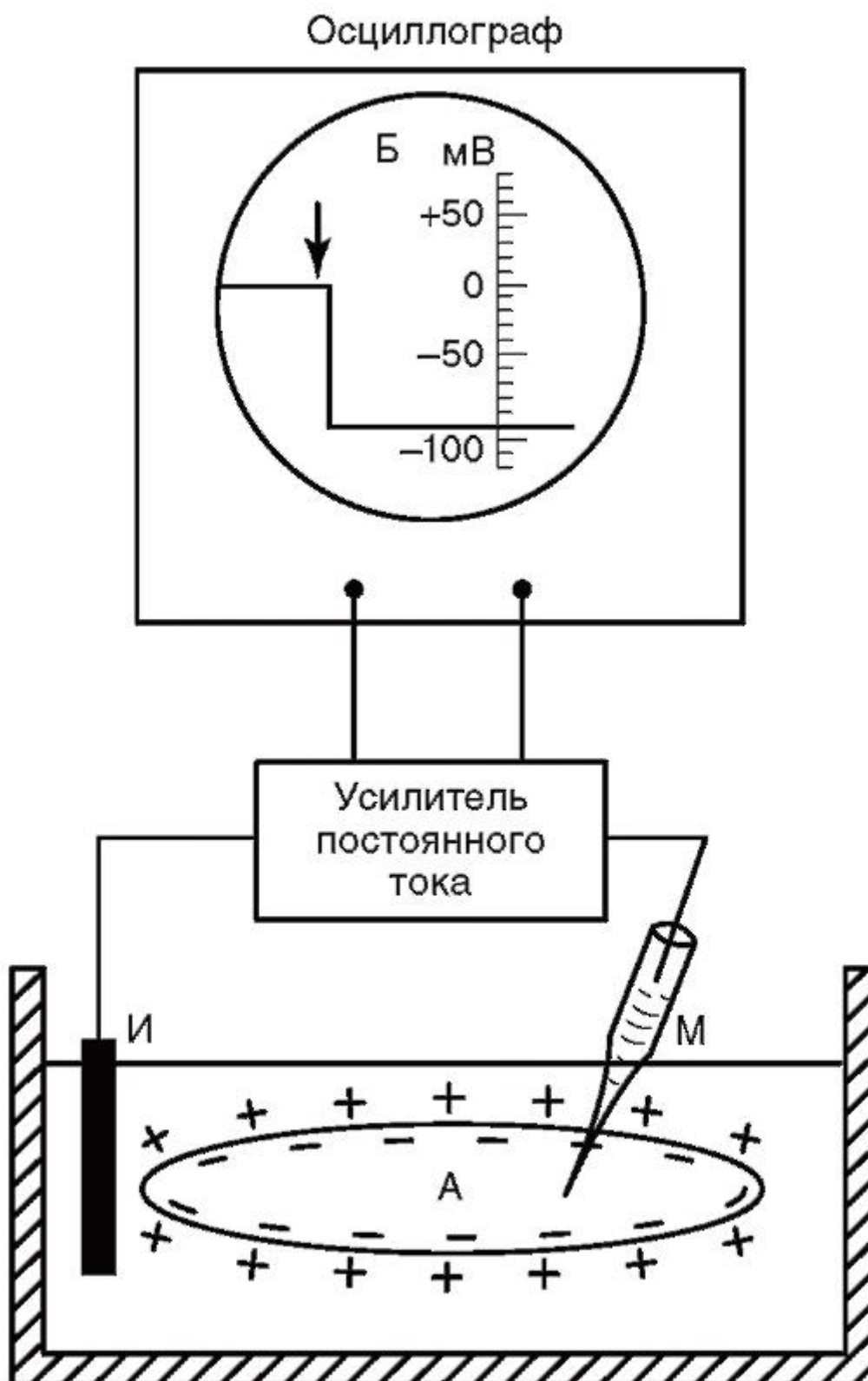


Рис. 1. Схема измерений мембранного потенциала покоя с помощью внутриклеточного стеклянного микроэлектрода (М). Второй электрод (И) помещен в омывающую клетку жидкость

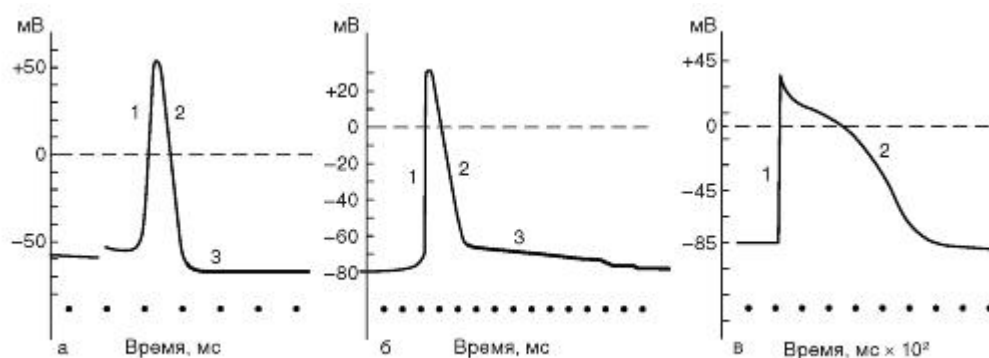


Рис. 2. Потенциалы действия, зарегистрированные с помощью внутриклеточных микроэлектродов: а - гигантского аксона кальмара; б - скелетного мышечного волокна; в - волокна мышцы сердца собаки; 1 - восходящая фаза ПД; 2 - нисходящая фаза; 3 - следовая гиперполяризация (а) и следовая деполяризация (б)

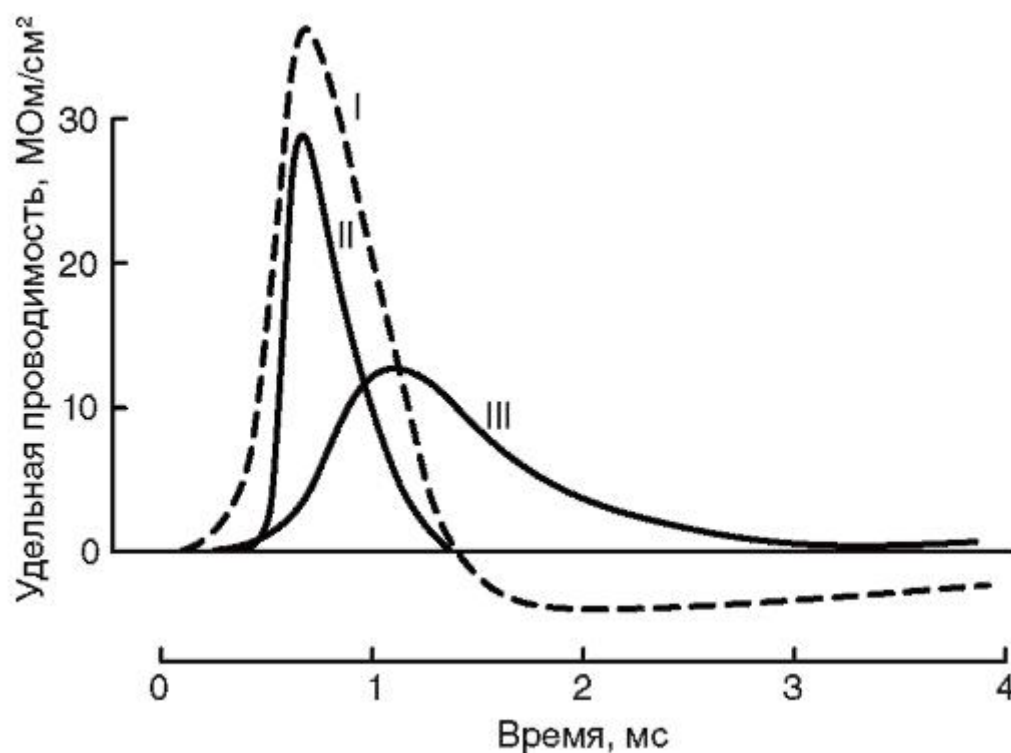


Рис. 3. Изменения натриевой и калиевой проводимости мембраны нервного волокна во время генерации потенциала действия (I). Изменения проводимости пропорциональны изменениям проницаемости для Na^+ (II) и K^+ (III)

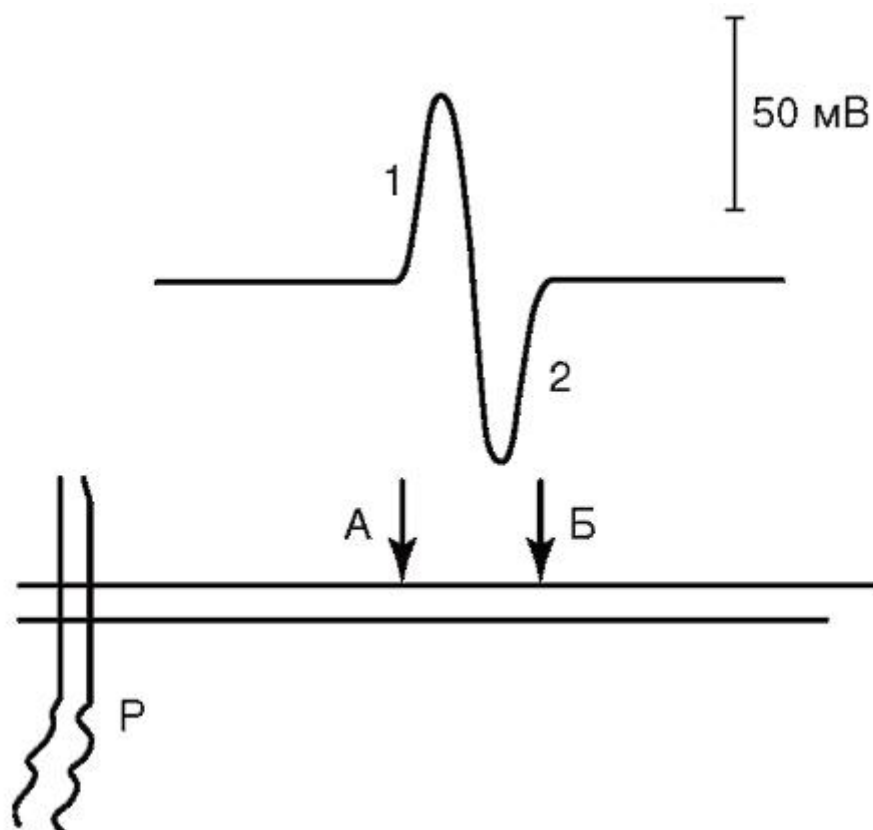


Рис. 4. Регистрация распространения потенциала действия вдоль нервного волокна: А, Б - внеклеточные электроды; Р - раздражающие электроды. Вверху - отклонение луча осциллографа под влиянием волны возбуждения; 1 - волна возбуждения под электродом А; 2 - под электродом Б

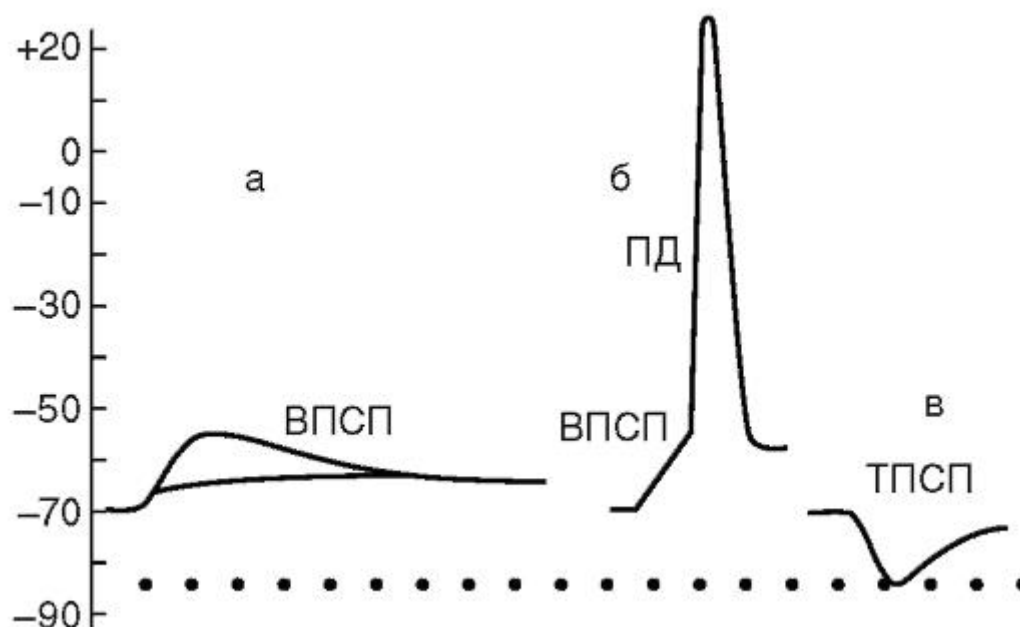


Рис. 5. Постсинаптические потенциалы: а - подпороговые ВПСП, возникающие в нервной клетке в ответ на раздражения соответствующих нервных волокон; б - ВПСП, достигший порогового значения, достаточного для возникновения ПД; в - ТПСП, вызванный раздражением тормозных нервных волокон

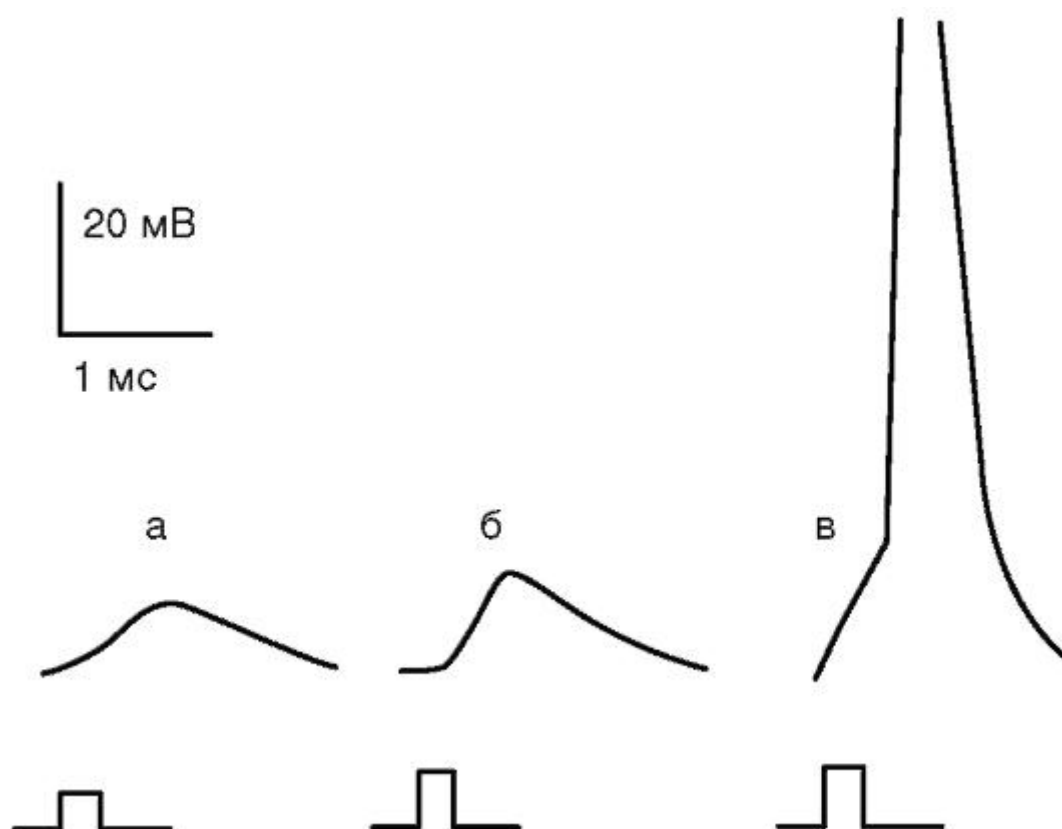


Рис. 6. Генераторные потенциалы: увеличение амплитуды при усилении раздражения рецептора (а-в). При достижении порогового значения (в) генераторный потенциал вызвал в чувствительном нервном волокне потенциал действия капиллярного электрометра, что позволило сформулировать общую теорему: «зная о существовании некоторого физического явления, мы можем предсказать существование и величину обратного эффекта» (1881), т.е. обосновать теорию пьезоэлектричества - возникновение электрических зарядов при деформации (сжатие-растяжение) некоторых кристаллов, например кварца. Механическое воздействие изменяет геометрию кристалла, что сопровождается появлением зарядов. Согласно теории Липпмана, действие электрического тока на кристалл вызывает изменение его геометрии или его размеров. Пьер и Жак Кюри доказали правильность теоремы Липпмана в эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брейзье М. Электрическая активность нервной системы: пер. с англ. - М., 1955. - 216 с.

2. *Веритов И.О.* Общая физиология мышечной и нервной системы. - 3-е изд. - Т. 1-2. - М.. 1959-1966.
3. *Воронцов Д.С.* Общая электрофизиология. - М.. 1961.
4. *Гальвани А., Вольта А.* Избранные работы о животном электричестве. - М.-Л.. 1937.
5. *Джанашия П.Х., Назаренко В.А., Николенко С.А.* Мерцательная аритмия: современные концепции и тактика лечения. - М.: РГМУ. 2001.
6. *Дзяк В.Н.* Мерцательная аритмия. - Киев: Здоров'я. 1979.
7. *Дощицин Л.* Клинический анализ электрокардиограммы. - М.: Медицина. 1982.
8. *Исаков И.И., Кушаковский М.С., Журавлева Н.Б.* Клиническая электрокардиография. - Л.. 1974.
9. *Катц Б.* Нерв. мышца и синапс: пер. с англ. - М.. 1968.
10. *Корнелюк И.В., Никитин Я.Г., Коптюх Т.М.* Холтеровское мониторирование у больных с пароксизмальной мерцательной аритмией. <http://www.ecg.ru>.
11. *Костюк П.Г.* Физиология центральной нервной системы. - 2-е изд. - К.. 1977.
12. *Латфуллин И.А., Богоявленская О.В., Ахмерова Р.И.* Клиническая аритмология. - М.: МЕДпресс-информ. 2002.
13. *Лебединский А.В.* Роль Гальвани и Вольта в истории физиологии / в кн.: Гальвани А.. Вольта А. «Избр. работы о животном электричестве». - М.-Л.. 1937.
14. *Метелица В.И.* Справочник кардиолога по клинической фармакологии. - 1987. - 118 с.
15. *Миллер О.Н., Пономаренко С.В.* Диагностика и лечение наджелудочковых тахикардий. - Новосибирск. 2003.
16. *Орлов В.Н.* Руководство по электрокардиографии. - М.: Медицинское информационное агентство. 2003 [Orlov-2003].
17. *Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В.* Лабораторная и инструментальная диагностика заболеваний внутренних органов. - М.: БИНОМ. 1999.
18. *Роман Т.С., Волков В.Н., Долгошей Т.С.* Характеристика вегетативных типов пароксизмальной мерцательной аритмии по данным электрофизиологических исследований. - <http://www.med.by>.
19. *Соколов С.Ф., Джагангиров Ф.Н.* Антиаритмический препарат аллапинин: обзор результатов клинического изучения / Кардиология. - 2002; 7: 96-102.
20. *Сумароков А.В., Михайлов А.А.* Клиническая электрокардиография. - 3-е изд. - М.. 1975.
21. *Сумароков А.В., Михайлов А.А.* Аритмии сердца. - М.: Медицина. 1976. - 192 с.

22. *Струтынский А.В.* Электрокардиография: анализ и интерпретация. - М.: МЕДпресс. 1999.
23. *Устинова Е.З., Орлов А.И.* Отечественный антиаритмический препарат аллапинин при неотложной терапии на догоспитальном этапе / в сб.: «Неотложная кардиология». - М.. 1983. - С. 136-142.
24. *Фомина И.Г.* Нарушения сердечного ритма. - М.: Русский врач. 2003.
25. *Фомина И.* Современные принципы диагностики и лечения наджелудочковых тахиаритмий. - <http://www.cardiosite.ru>.
26. *Ходжкин А.Л.* Нервный импульс: пер. с англ. - М.. 1965.
27. *Ходоров Б.И.* Общая физиология возбудимых мембран. - М.. 1975.
28. *Янушкевичус З.И. Бредикис Ю.Ю. и др.* Нарушения ритма и проводимости сердца. - М.. 1984. - С. 147-174.
29. *Alboni P., Paparella N.* Pharmacological therapy of symptomatic atrial fibrillation with a slow ventricular response / in: Olsson B., Allessie M., Campbell R. «Atrial fibrillation. Mechanisms and Therapeutic Strategies* (eds.). - Futura Publishing Company. - 1994.
30. *Beck C.S.* Prevost and Battelli. - Ariz Med. - 1965; 22: 691 - 694.
31. *Beck C.S, Pritchard W.H, Feil S.A.* Ventricular fibrillation of long duration abolished by electric shock / JAMA. - 1947; 135: 985-989.
32. *Benjamin E, Wolf P., D'Agostino R. et al.* Impact of atrial fibrillation on the risk of death. The Framingham Heart Study / Circulation. - 1998; 98: 946-952.
33. *Chen P-S., Shibata N., Dixon E.G. et al.* Comparison of the defibrillation threshold and the upper limit of ventricular vulnerability / Circulation. - 1986; 73: 1022-1028.
34. *Chung E.K.* Electrocardiography. Practical applications with vectorial principles. - N.Y., 1974.
35. Committee for Proprietary Medicinal Products: Points to Consider: The Assessment of the Potential for QT Interval Prolongation by Non-Cardiovascular Medicinal Products / The European Agency for Evaluation of Medicinal Products. - 1997.
36. The Clinical Evaluation of QT/QTc Interval Prolongation and Proarrhythmic Potential for NonAntiarrhythmic Drugs FDA - Draft 4 (June 10, 2004).
37. *Echt DS, Liebson PR, Mitchel B.* Mortality and morbidity in patients receiving encainide, flecainide, or placebo: the Cardiac Arrhythmia Suppression Trial / N. Engl. J. Med. - 1992, 324: 781-788.
38. *Edmark K.W., Thomas G.I., Jones T.W.* DC pulse defibrillation / J. Thorac Cardiovasc Surg. - 1966; 51: 326-333.
39. *Efimov I.R., Sidorov V.Y.* Optical Mapping of the Cardiac Electrical Activity / Kardiologiya. - 2000; 40 (8): 38-52.
40. *Efimov I.R., Huang D.T, Rendt J.M, Salama G.* Optical Mapping of Repolarization and Refractoriness From Intact Hearts / Circulation. - 1994; 90 (3): 1469-1480.

41. *Erianger J, Gasser H.S.*, Electrical signs of nervous activity. - Phil., 1937.
42. *Fogoros R.N.* Antiarrhythmic Drugs: пер. с англ. Binom Publishers. - M., 2002.
43. *Friedman H.H.* Diagnostic electrocardiography and vector cardiogramphy. - N.Y., 1971.
44. *Haskell W.L.* Cardiovascular complications during exercise training of cardiac patients / *Circulation*. - 1978; 57: 920-924.
45. *Henriquez C.S.* Simulating the Electrical Behavior of Cardiac Muscle Using the Bidomain Model / *Crit. Rev. Biomed. Eng.* - 1993; 21: 1-77.
46. *Honig P.K., Wortham D.C., Zamani K.* Terfenadine-ketokonazole interaction: Pharmacokinetic and electrocardiographic consequences / *JAMA*. - 1993; 269: 1513-1518.
47. *Hubbard J., Llinas R., Quastel D.* Electrophysiological analysis of synaptic transmission. - L., 1969.
48. *Hyman A.S.* Resuscitation of the stopped heart by intracardial therapy / *Arch. Intern. Med.* - 1932; 50: 283.
49. *Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskelund Nervenphysik.* - Bd. 1-2. - Lhz., 1875-1877.
50. *Gliner B.E., White R.D.* Electrocardiographic evaluation of defibrillation shocks delivered to out-of-hospital sudden cardiac arrest patients / *Resuscitation*. - 1999; 41: 133-144.
51. *Gurvich N.L., Yuniev G.S.* Restoration of regular rhythm in the mammalian fibrillating heart / *Byulletin Eksper. Biol. & Med.* - 1939; 8: 55-58.
52. *Jones J.L., Tovar O.H.* The mechanism of defibrillation and cardioversion / *Proc. IEEE*. - 1996; 84: 392-403.
53. *Jones J.L., Lepeschkin E., Jones R.E. et al.* Response of cultured myocardial cells to countershock-type electric field stimulation / *Am J Physiol*. - 1978; 235: H214-222.
54. *Jude J.R., Kouwenhoven W.B., Knickerbocker G.G.* An experimental and clinical study of a portable external cardiac defibrillator / *Surg. Forum*. - 1962; 13: 185-187.
55. *Karagueuzian H.S., Chen P-S.* Fibrillation and defibrillation: the odd couple? / *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2000; 11: 642-644.
56. *Knisley S.B., Trayanova N., Aguel F.* Roles of Electric Field and Fiber Structure in Cardiac Electric Stimulation / *Biophys J*. - 1999; 77 (3): 1404-1417.
57. *Kouwenhoven W.B.* The development of the defibrillator / *Ann. Intern. Med.* - 1969; 71: 449-457.
58. *Lazaam C, McCans J.* Predictors of survival of in-hospital cardiac arrest / *Can. J. Cardiol.* - 1991; 7: 113-116.
59. *Llinas R, Quastel D.*, Electrophysiological analysis of synaptic transmission / *Elektrophysiologie*. - Bd. 1-2. - W., 1940-1942. Hubbard J., L., 1969.

60. *Lown B, Amarasingham R., Neuman J.* New method for terminating cardiac arrhythmias. Use of synchronized capacitor discharge / JAMA. - 1962; 182: 548-555.
61. *McWilliam J.A.* Cardiac failure and sudden death / BMJ. - 1989; 5: 6-8.
62. *Monahan B.P., Ferguson C.L., Killeavy E.S.* Torsade de pointes occurring in association with terfenadine use / JAMA. - 1990; 264: 2788-2790.
63. *Noble D.* The Initiation of the Heartbeat. - Oxford: Clarendon Press, 1975.
64. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram / J. Am. Coll. Cardiol. - 2007; 49: 1128-1135.
65. *Rosenbaum D.S., Jalife J.* Optical mapping of cardiac excitation and arrhythmias Armonk / N.Y.: Futura Publishing, 2002.
66. *Roth N.* First stammering of the heart: Ludwig's kymograph / Med. Instrum. - 1978; 12: 348.
67. *Sanfilippo A., Abascal V., Sheehan M. et al.* Atrial enlargement as a consequence of atrial fibrillation: a prospective echocardiographic study / Circulation. - 1990; 82: 792-797.
68. *Schaefer H.* Elektrophysiologie. - Bd. 1-2. - W., 1940-1942.
69. *Tung L.* A bidomain model for describing ischemia myocardial DC potentials. Ph.D. dissertation / Massachusetts Institute of Technology. - 1978.
70. Untersuchungen iiber tierische «Electricitat». - Bd. 1. - B. 1848-1860.
71. *Wang N.C., Lee M.H., Ohara T. et al.* Optical mapping of ventricular defibrillation in isolated swine right ventricles. Demonstration of a postshock isoelectric window after near-threshold defibrillation shocks / Circulation. - 2001; 104: 227-233.
72. *Wiggers C.J., Wegria R.* Ventricular fibrillation due to single localized induction in condenser shock supplied during the vulnerable phase of ventricular systole / Am. J. Physiol. - 1939; 128: 500.
73. *Windisch H, Muller W, Tritthart H.A.* Fluorescence Monitoring of Rapid Changes in Membrane Potential in Heart Muscle / Biophysical J. - 1985; 48 (6): 877-884.
74. *Windisch H, Ahammer H, Schaffer P. et al.* Optical Multisite Monitoring of Cell Excitation Phenomena in Isolated Cardiomyocytes / Pflugers Archiv - European J. of Physiology. - 1995; 430 (4): 508-518.
75. *Wolf P., Abbott R., Kannal W.* Atrial fibrillation as a independent risk factor for stroke: the Framingham Study / Stroke. - 1991; 22: 983-988.
76. *Zipes D.P., Fischer J., King R.M. et al.* Termination of ventricular fibrillation in dogs by depolarizing a critical amount of myocardium / Am. J. Cardiol. - 1975; 36: 37-44.
77. *Zoll P.M.* Development of Electric Control of Cardiac Rhythm. Lasker Awards / JAMA. - 1973; 226: 881-882.
78. *Zoll P.M., Linenthal A.J, Gibson W. et al.* Termination of ventricular fibrillation in man by externally applied electric shock / N. Engl. J. Med. - 1956; 254: 727.