



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Авторский коллектив . . . . .	5
Список сокращений и условных обозначений . . . . .	6
Введение . . . . .	7
<b>Глава 1. Электрокардиография . . . . .</b>	<b>9</b>
1.1. Основы электрокардиографии . . . . .	9
1.2. Показания к электрокардиографическому исследованию . . . . .	13
1.3. Электрокардиографические признаки нарушения электрической проводящей системы сердца . . . . .	14
Список литературы . . . . .	32
<b>Глава 2. Эхокардиография . . . . .</b>	<b>35</b>
2.1. Физические основы эхокардиографии . . . . .	35
2.2. Основы исследования с помощью эхокардиографии . . . . .	37
2.3. Исследование камер сердца . . . . .	54
2.4. Объем фокусированного исследования . . . . .	59
2.5. Исследования клапанного аппарата сердца . . . . .	62
2.6. Показания к проведению эхокардиографии . . . . .	68
Список литературы . . . . .	69
<b>Глава 3. Коронарная ангиография . . . . .</b>	<b>71</b>
3.1. Основы коронарной ангиографии . . . . .	71
3.2. Методика проведения коронарной ангиографии . . . . .	72
3.3. Ангиографические проекции . . . . .	81
3.4. Показания для проведения коронарной ангиографии . . . . .	89
3.5. Осложнения . . . . .	94
3.6. Дополнительные инструментальные исследования, проводимые в сочетании с коронарографией . . . . .	96
Список литературы . . . . .	105
<b>Глава 4. Вентрикулография . . . . .</b>	<b>107</b>
4.1. Основы вентрикулографии . . . . .	107
4.2. Функциональные показатели, получаемые при левой вентрикулографии . . . . .	111
4.3. Клинические показания для проведения вентрикулографии . . . . .	111

4.4. Осложнения вентрикулографии . . . . .	113
Список литературы . . . . .	113
<b>Глава 5. Компьютерная томография сердца . . . . .</b>	<b>115</b>
5.1. Основы компьютерной томографии . . . . .	115
5.2. Проведение процедуры . . . . .	119
5.3. Оценка морфологии сердца . . . . .	120
5.4. Показания к проведению компьютерной томографии сердца . . . . .	121
Список литературы . . . . .	131
<b>Глава 6. Радионуклидные методы диагностики сердца . . . . .</b>	<b>135</b>
6.1. Физические основы радионуклидных технологий . . . . .	135
6.2. Медицинские технологии ядерной визуализации . . . . .	140
6.3. Диагностические методы ядерной визуализации в кардиологии . . . . .	144
6.4. Требования к проведению радионуклидных методов исследования . . . . .	164
Список литературы . . . . .	164
<b>Глава 7. Магнитно-резонансный метод исследования сердца . . . . .</b>	<b>167</b>
7.1. Физический метод магнитно-резонансной томографии . . . . .	167
7.2. Способ выполнения . . . . .	169
7.3. Клинические показания . . . . .	170
7.4. Особенности проведения исследования . . . . .	175
7.5. Интерпретация . . . . .	175
Список литературы . . . . .	180
<b>Глава 8. Зондирование полостей сердца . . . . .</b>	<b>182</b>
8.1. Основы зондирования полостей сердца . . . . .	182
8.2. Проведение зондирования полостей сердца . . . . .	183
8.3. Гемодинамические измерения . . . . .	185
8.4. Основные данные, получаемые при зондировании полостей сердца . . . . .	188
8.5. Показания и противопоказания к зондированию полостей сердца . . . . .	192
Список литературы . . . . .	193

# Глава 1

## ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

Электрокардиография (ЭКГ) — это метод изучения электрической активности сердца в норме и при патологических изменениях.

### 1.1. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

#### 1.1.1. Методология регистрации электрокардиографии

Стандартная электрокардиограмма (ЭКГ) снимается путем размещения электродов на поверхности тела таким образом, что электрическая активность сердца может быть показана одновременно в 12 отведениях.

Четыре электрода размещаются на левой и правой руках, а также на левой и правой ногах, они снимают шесть отведений. Эти отведения рассматривают сердце под следующими углами:  $0^\circ$  (отведение I, обе руки),  $+60^\circ$  (отведение II, правая рука и левая нога),  $+120^\circ$  (отведение III, левая рука и левая нога),  $-30^\circ$  (отведение aVL, результат на левой руке),  $-150^\circ$  (отведение aVR, результат на правой руке) и  $+90^\circ$  (отведение aVF, положительный результат на левой ноге) (рис. 1.1).

Другие **шесть электродов фиксируются на** передне-левобоковой стенке грудной клетки, в проекции расположения сердца, с четвертого по пятое межреберье. Они рассматривают сердце с фронтальной плоскости, которая перпендикулярна отведениям от конечностей, и также снимают шесть отведений (рис. 1.2). Эти отведения обозначаются как грудные отведения  $V_1-V_6$ . Записывающий электрод  $V_1$  размещен на груди справа от грудины, над четвертым межреберным пространством, а остальные отведения размещены вокруг груди слева от  $V_1$ , при этом  $V_6$  расположен ла-

терально по среднеподмышечной линии над пятым межребрьем. Подобно отведениям от конечностей, кривые линии на ЭКГ выглядят по-разному в каждом отведении, потому что электрические события сердца рассматриваются под другим углом.

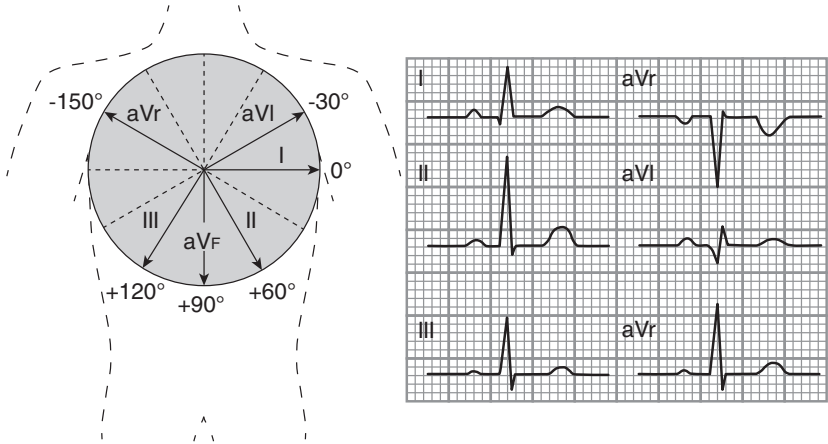


Рис. 1.1. Отведения на конечностях

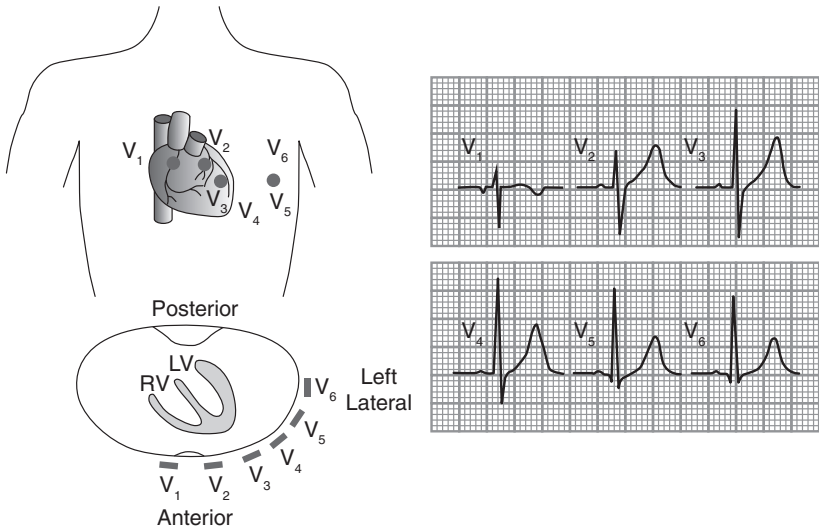


Рис. 1.2. Грудные отведения

Кроме основных отведений при необходимости должны быть использованы дополнительные, в том числе правые грудные, для регистрации потенциалов с правого желудочка (ПЖ), верхние — для оценки передней стенки левого желудочка (ЛЖ) в верхних отделах,  $V_7-V_9$  — для изучения задней стенки ЛЖ.

### 1.1.2. Расшифровка электрокардиограммы

Расшифровка электрокардиограммы состоит из оценки нескольких компонентов и имеет стандартную схему.

1. Частота сердечных сокращений (ЧСС). Диапазон нормальной ЧСС составляет от 60 до 100 в минуту. При регистрации ЧСС менее 60 состояние обозначается как брадикардия, при регистрации ЧСС более 100 в минуту — тахикардия.
2. Ритм. Нормальный синусовый ритм начинается с зубца Р, после которого через равные расстояния располагается комплекс *QRS*. Отсутствие зубца Р может свидетельствовать о фибрилляции предсердий, наджелудочковой или желудочковой тахикардии. Неравномерность интервалов *P-QRS* может свидетельствовать об атриовентрикулярной диссоциации. Расположение зубца Р после основного комплекса может говорить об атриовентрикулярном узлом или желудочковом ритме с ретроградным проведением на предсердия.
3. Электрическая ось. Суммарный вектор электрической работы сердца называется электрической осью и обозначается в градусах. Нормальное положение электрической оси сердца располагается в промежутке от  $-30^\circ$  до  $+90^\circ$ . При регистрации поворота оси более  $+90^\circ$  обозначается отклонение оси вправо, при регистрации поворота менее  $-30^\circ$  — отклонение влево.
4. Интервалы.
  - а) Расстояние от начала зубца Р до комплекса *QRS* называется интервалом *P-Q*. Его нормальные значения составляют 0,12–0,20 с. При фиксации превышения этого порога очевиден признак нарушения синоатриальной проводимости. Интервал *P-Q* менее 0,12 с свидетельствует о наличии дополнительного пучка проведения между предсердиями и желудочками.

- б) Расстояние от начала зубца  $Q$  до окончания зубца  $T$  называется интервалом  $Q-T$ . Нормальное значение этого интервала — 0,35–0,45 с, однако для более точного определения необходимо пользоваться формулой расчета скорректированного интервала  $Q-T$  с поправкой на пульс. Увеличение интервала  $Q-T$  может сигнализировать о различных отклонениях, чаще всего — о реакции на антиаритмические или другие лекарственные препараты. Кроме того, увеличение и уменьшение интервала  $Q-T$  может говорить о наследственных нарушениях реполяризации и высоком риске аритмий.
5. Зубец  $P$ , комплекс  $QRS$ , зубец  $T$  и сегмент  $ST$ .
- а) Зубец  $P$  может различаться по морфологии, амплитуде и продолжительности. Если зубец  $P$  имеет амплитуду более 0,25 милливольт и длительность более 0,12 с, необходимо предполагать гипертрофию предсердий.
- б) Комплекс  $QRS$  может иметь различную продолжительность и высоту зубцов. Продолжительность комплекса  $QRS$  больше 0,12 с говорит о наличии препятствия при проведении возбуждения по ножкам пучка Гиса. Выраженный массивный зубец  $Q$  является признаком рубцовых изменений после перенесенного инфаркта миокарда. Массивные зубцы  $R$  могут свидетельствовать о гипертрофии миокарда ЛЖ.
- в) Сегмент  $ST$  может отклоняться от изолинии, что обозначается как подъем или депрессия сегмента  $ST$ . Зубец  $T$  может менять свое направление, что представляется как инверсия зубца  $T$ , или располагаться на изолинии. Изменения в сегменте  $ST$  и зубце  $T$  являются основными признаками ишемии миокарда, острого инфаркта миокарда, но также могут наблюдаться у пациентов с постоянным электрокардиостимулятором, при электролитных, гормональных и других нарушениях.
6. Заключение должно быть основано на сопоставлении всей полученной информации по ЭКГ с клинической картиной и статуса больного.

## **1.2. ПОКАЗАНИЯ К ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ**

Электрокардиография как один из самых доступных в проведении и простых в интерпретации методов исследования может быть использована при самых разных сердечных патологиях и их верификации.

Электрокардиография используется в качестве основного и дополнительного метода исследования:

- ▶ для верификации диагноза;
- ▶ для контроля состояния в динамике;
- ▶ перед инвазивной процедурой, операцией;
- ▶ для оценки эффективности лечения;
- ▶ для медицинского обследования.

Спектр патологий, которые сопровождаются изменениями на ЭКГ, очень широк. Условно можно выделить хронические или длительно текущие структурные нарушения, сопровождающиеся устойчивыми паттернами изменений на ЭКГ, и острые состояния, для которых характерны преходящие и зачастую быстро меняющиеся отклонения.

Устойчивыми изменениями электрокардиограммы могут сопровождаться:

- ▶ гипертоническая болезнь (гипертрофия ЛЖ, увеличение предсердий);
- ▶ хронический коронарный синдром (рубцовые изменения миокарда, критический стеноз левой коронарной артерии при синдроме Велленса);
- ▶ врожденные и приобретенные пороки сердца (дилатация и гипертрофия камер сердца);
- ▶ кардиомиопатии;
- ▶ некоторые каналопатии (синдром Бругада, синдром ранней реполяризации желудочков);
- ▶ электролитные нарушения (гипо-, гиперкалиемия, гипомагниемия);
- ▶ функционирование имплантированного электрокардиостимулятора.



Динамическими изменениями сопровождаются следующие нарушения:

- ▶ острая ишемия миокарда (стенокардия, инфаркт миокарда);
- ▶ гипертонический криз (перегрузка левых отделов сердца);
- ▶ острая тромбоэмболия легочной артерии (перегрузка правых отделов сердца);
- ▶ острое расслоение аорты;
- ▶ острые токсические поражения, гипертермия.

Имеются данные также о неспецифических изменениях ЭКГ, сопровождающих острое нарушение мозгового кровообращения, по-видимому, вследствие нарушения вегетативной иннервации.

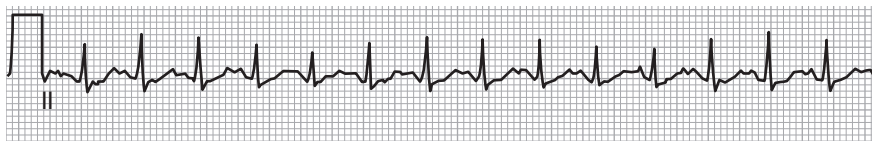
Нарушения ритма и проводимости могут как сопровождать любую из этих патологий, так и существовать изолированно, на постоянной основе или эпизодически.

### **1.3. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ НАРУШЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА**

#### **1.3.1. Нарушения ритма сердца**

##### **Синусовая тахикардия**

Признаки: ритм синусового узла с ЧСС в покое более 100 в минуту у взрослых (рис. 1.3).



**Рис. 1.3.** Синусовая тахикардия

##### **Синусовая брадикардия**

Признак: ритм синусового узла с ЧСС в покое менее 60 в минуту у взрослых (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Синусовая брадикардия

### Нерегулярный синусовый ритм (синусовая аритмия)

Признаки: нерегулярная ЧСС, изменение интервала  $P-P$  от одного сокращения к следующему на 0,12 с, связь с дыхательными движениями (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Синусовая аритмия

### Синдром слабости синусового узла

Признаки: синусовая аритмия при отсутствии связи с дыханием, ритм синусового узла с ЧСС менее 60 в минуту, миграция предсердного водителя ритма, остановка синусового узла и замена его другими эктопическими ритмами, паузы зубцов  $R-R$ , возникающие вследствие остановки синусового узла, синоатриальной блокады либо редких замещающих ритмов; чередование периодов тахикардии и брадикардии синусового ритма (синдром тахи-бради) (рис. 1.6).

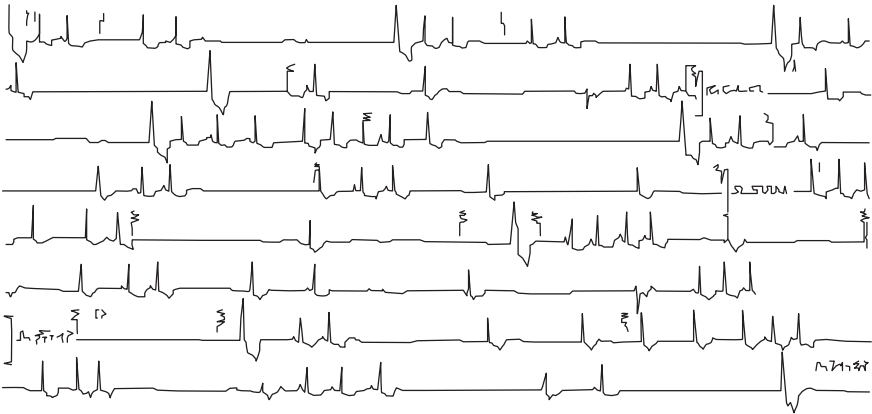


Рис. 1.6. Синдром слабости синусового узла

### Наджелудочковая экстрасистолия

Признаки: преждевременный сердечный цикл  $P-QRST$ ; зубец  $P$  отличается от обычных синусовых зубцов  $P$ ; зубец  $P$  может располагаться прямо, перед или после комплекса  $QRS$ , наслаиваться на него; комплекс  $QRS$  не изменен по сравнению с исходными; интервал  $P-Q$  — менее 0,12 с; неполная компенсаторная пауза (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Наджелудочковая экстрасистолия

### Миграция водителя ритма

Признаки: три варианта зубцов  $P$  и более на электрокардиограмме с различной продолжительностью интервалов  $P-Q$ , неизменный комплекс  $QRS$  (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Миграция водителя ритма

### Ритм атриовентрикулярного соединения

Признаки: отсутствие зубцов  $P$ , узкие комплексы  $QRS$ , ЧСС — 50–90 в минуту (рис. 1.9).

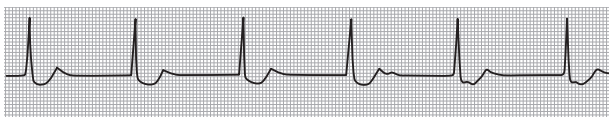


Рис. 1.9. Ритм атриовентрикулярного узла

### Наджелудочковая тахикардия (тахикардия с узким комплексом $QRS$ )

Признаки: определение наличия зубца  $P$  невозможно, узкие комплексы  $QRS$ , ЧСС более 120 в минуту (рис. 1.10).

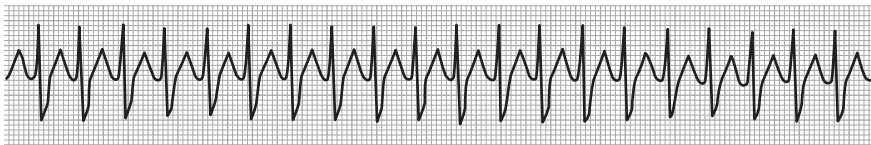


Рис. 1.10. Тахикардия с узким комплексом QRS

### Фибрилляция предсердий

Признаки: отсутствие зубца *P*, волна (волны *f*), нерегулярные интервалы зубцов *R–R*, отсутствие базальной линии, узкие комплексы *QRS* (менее 120 мс), если нет сопутствующего нарушения проводимости (рис. 1.11).

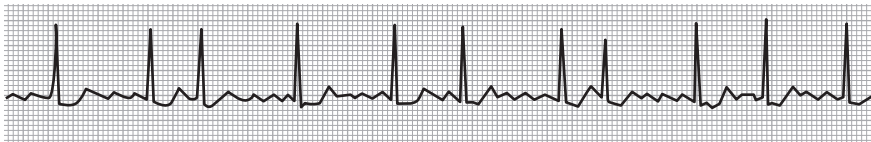


Рис. 1.11. Фибрилляция предсердий

### Трепетание предсердий

Признаки: тахикардия с узкими комплексами *QRS*, пилообразные волны *f*, лучше всего видные в отведениях II, III, aVF, отсутствие базальной линии, переменный интервал зубцов *R–R*, кратный интервал зубцов *P–P* к комплексу *QRS*, например 2:1, 3:1 или 4:1 (т.е. сокращение желудочков после 3-го, 4-го или 5-го зубца *P*) (рис. 1.12).

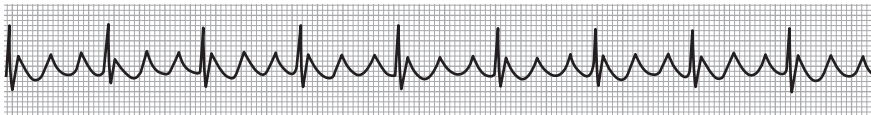


Рис. 1.12. Трепетание предсердий

### Желудочковая экстрасистолия

Признаки: внеочередной, значительно измененный по отношению к основным, расширенный, высокоамплитудный комплекс *QRS*, возможные разные формы комплексов *QRS*, отсутствие

зубца *P* перед экстрасистолой, расположение сегмента *RS–T* и зубца *T* экстрасистолы дискордантно направлению основного зубца комплекса *QRS*, компенсаторная пауза (рис. 1.13).

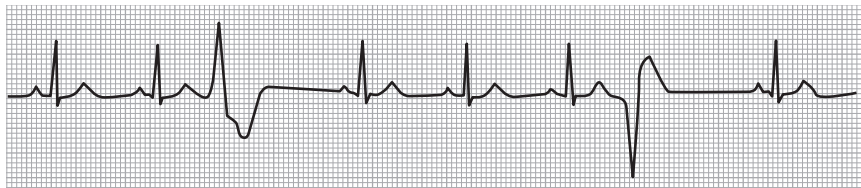


Рис. 1.13. Желудочковая экстрасистолия

### Идиовентрикулярный ритм

Признаки: отсутствие зубцов *P*, отсутствие волн между комплексами *QRS*, регулярные интервалы *R–R*, расширенный и деформированный комплекс *QRS* более 120 мс, ритм с ЧСС менее 40 в минуту, ритм предсердий, не зависящий от желудочкового ритма (рис. 1.14).

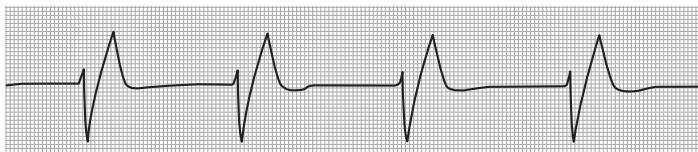


Рис. 1.14. Идиовентрикулярный ритм

### Желудочковая тахикардия

Признаки: два последовательных комплекса *QRS* и более с измененной морфологией и шириной более 120 мс; ЧСС — более 100 в минуту, чаще 110–250 в минуту; отсутствие типичной морфологии блокады левой ножки пучка Гиса или блокады правой ножки пучка Гиса (рис. 1.15).



Рис. 1.15. Желудочковая тахикардия