

А.В.Струтынский

Электрокардиограмма: анализ и интерпретация

19-е издание



**Москва
«МЕДпресс-информ»
2017**

УДК 616.12-073.97
ББК 54.101
С87

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Струтынский А.В.

С87 Электрокардиограмма: анализ и интерпретация / А.В.Струтынский. – 19-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2017. – 224 с. : ил.
ISBN 978-5-00030-491-4

Книга посвящена электрокардиографии, которой в совершенстве должен владеть современный практический врач. Этот метод исследования биоэлектрической активности сердца является незаменимым в диагностике нарушений ритма и проводимости, гипертрофии миокарда желудочков и предсердий, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда и других заболеваний сердца.

Для практических врачей-терапевтов, кардиологов, врачей других специальностей и студентов медицинских вузов.

УДК 616.12-073.97
ББК 54.101

ISBN 978-5-00030-491-4

© Струтынский А.В., 1999
© Оформление, оригинал-макет. Издательство «МЕДпресс-информ», 2012
© Иллюстрации. Издательство «МЕДпресс-информ», 2002

Предисловие

Среди многочисленных инструментальных методов исследования, которыми в совершенстве должен владеть современный практический врач, ведущее место справедливо принадлежит электрокардиографии. Этот метод исследования биоэлектрической активности сердца является незаменимым в диагностике нарушений ритма и проводимости, гипертрофии миокарда желудочков и предсердий, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда и других заболеваний сердца.

Подробное описание теоретических основ электрокардиографии, механизмов формирования электрокардиографических изменений при перечисленных выше заболеваниях и синдромах приведено в многочисленных современных руководствах и монографиях по электрокардиографии (В.Н.Орлов, М.И.Кечкер, А.Б. Де Луна, Ф.Циммерман, В.В.Мурашко и А.В.Струтынский и др.). Поэтому в настоящем учебном пособии мы ограничимся лишь общими сведениями о методике и технике традиционной электрокардиографии в 12 отведениях, основных принципах анализа ЭКГ и наиболее важных критериях диагностики вышеуказанных электрокардиографических синдромов и заболеваний сердца.

Наша книга была задумана как своеобразное наглядное справочное руководство по практической электрокардиографии для студентов медицинских институтов. Однако мы надеемся, что оно окажется полезным и для практических врачей — терапевтов, кардиологов, врачей других специальностей, ежедневно сталкивающихся с необходимостью анализа и интерпретации электрокардиограмм. Хочется верить, что знакомство с этой книгой поможет Вам быстрее овладеть техникой этого сложного инструментального метода исследования.

Желаем успехов в Вашей работе!

Глава 1

Биоэлектрические основы электрокардиографии

1.1. Трансмембранный потенциал действия (ТМПД)

Наружная поверхность невозбужденной миокардиальной клетки заряжена положительно, а внутренняя — отрицательно (рис. 1.1). Возбуждение сердечной мышцы сопровождается возникновением *трансмембранного потенциала действия (ТМПД)* — изменяющейся разности потенциалов между наружной и внутренней поверхностью клеточной мембраны. Различают несколько фаз ТМПД миокардиальной клетки:

Фаза 0 — во время которой происходит быстрая (в течение 0,01 с) перезарядка клеточной мембраны: внутренняя ее поверхность заряжается положительно, а наружная — отрицательно.

Фаза 1 — небольшое начальное снижение ТМПД от +20 mV до 0 или чуть ниже (*фаза начальной быстрой реполяризации*).

Фаза 2 — относительно продолжительная (около 0,2 с) *фаза плато*, во время которой величина ТМПД поддерживается на одном уровне.

Фаза 3 (*конечной быстрой реполяризации*), в течение которой восстанавливается прежняя поляризация клеточной мембраны: наружная ее поверхность заряжается положительно, а внутренняя — отрицательно (−90 mV).

Фаза 4 (*фаза диастолы*). Величина ТМПД сократительной клетки сохраняется примерно на уровне −90 mV. Происходит восстановление исходной концентрации K^+ , Na^+ , Ca^{2+} и Cl^- , благодаря работе « Na^+ - K^+ -насоса».

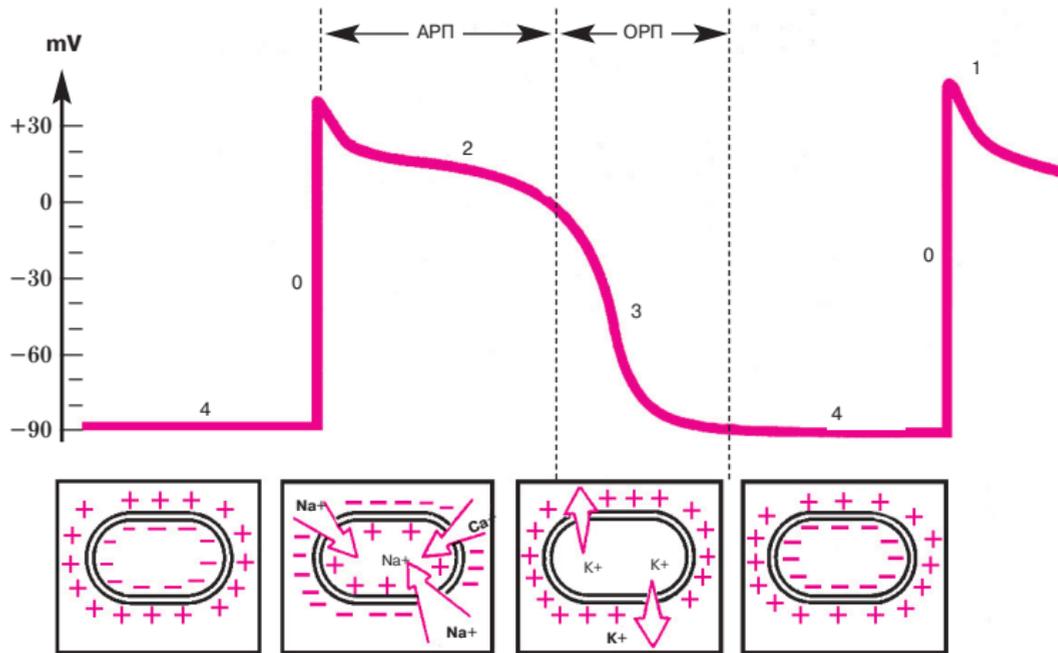


Рис. 1.1. Трансмембранный потенциал действия (ТМПД). Объяснение в тексте. АРП и ОРП – абсолютный и относительный рефрактерный периоды.

1.2. Основные функции сердца

Сердце обладает рядом функций, определяющих особенности его работы: функцией автоматизма, проводимости, возбудимости и др.

Функция автоматизма — это способность сердца вырабатывать электрические импульсы при отсутствии внешних раздражений. Функцией автоматизма обладают только клетки синоатриального узла (СА-узла) и проводящей системы предсердий и желудочков (пейсмекеры). Сократительный миокард лишен функции автоматизма.

Различают три центра автоматизма (рис. 1.2):

10 1. Центр автоматизма *первого порядка* — это клетки СА-узла, вырабатывающие электрические импульсы с частотой около 60–80 в мин.

2. Центр автоматизма *второго порядка* — клетки АВ-соединения (зоны перехода АВ-узла в пучок Гиса и нижние отделы предсердий), а также пучка Гиса, которые продуцируют импульсы с частотой 40–60 в мин.

3. Центр автоматизма *третьего порядка* — конечная часть, ножки и ветви пучка Гиса. Они обладают самой низкой функцией автоматизма, вырабатывая около 25–40 импульсов в минуту.

В норме единственным водителем ритма является СА-узел, который подавляет автоматическую активность остальных (эктопических) водителей ритма.

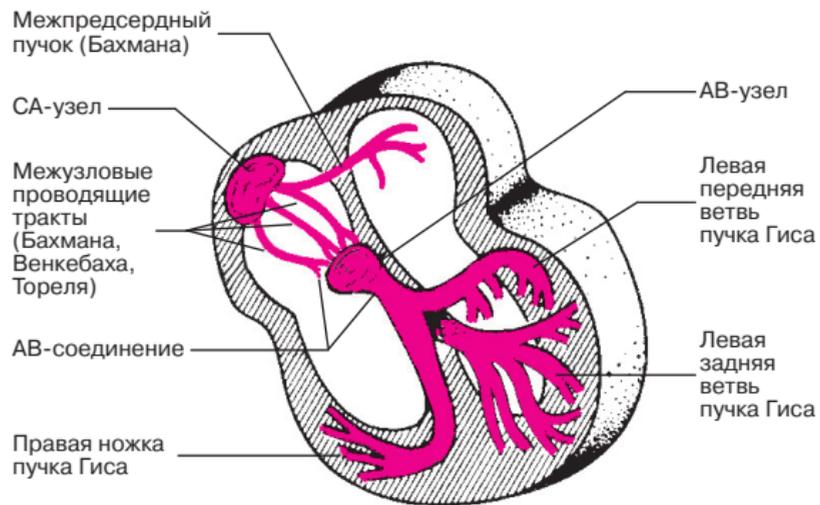


Рис. 1.2. Проводящая система сердца.

Функция проводимости — это способность к проведению возбуждения волокон проводящей системы сердца и сократительного миокарда. В последнем случае скорость проведения электрического импульса значительно меньше.

В *предсердиях* возбуждение распространяется от СА-узла по трем межузловым трактам (Бахмана, Венкебаха и Тореля) к АВ-узлу и по межпредсердному пучку Бахмана — на левое предсердие. Вначале возбуждается правое (рис. 1.3,а), затем правое и левое (рис. 1.3,б), в конце — только левое предсердие (рис. 1.3,в).

Скорость проведения возбуждения $30-80 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$, время охвата возбуждением обоих предсердий не превышает в норме $0,1 \text{ с}$.

12 В *атриовентрикулярном узле* происходит физиологическая задержка возбуждения (скорость проведения снижается до $2-5 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$). Задержка возбуждения в АВ-узле способствует тому, что желудочки начинают возбуждаться только после окончания полноценного сокращения предсердий.

АВ-узел в норме «пропускает» из предсердий в желудочки не более $180-200$ импульсов в минуту. При большей частоте синусового или предсердного ритма даже у здорового человека развивается неполная атриовентрикулярная блокада проведения импульсов от предсердий к желудочкам.

В норме АВ-задержка не превышает $0,1 \text{ с}$.

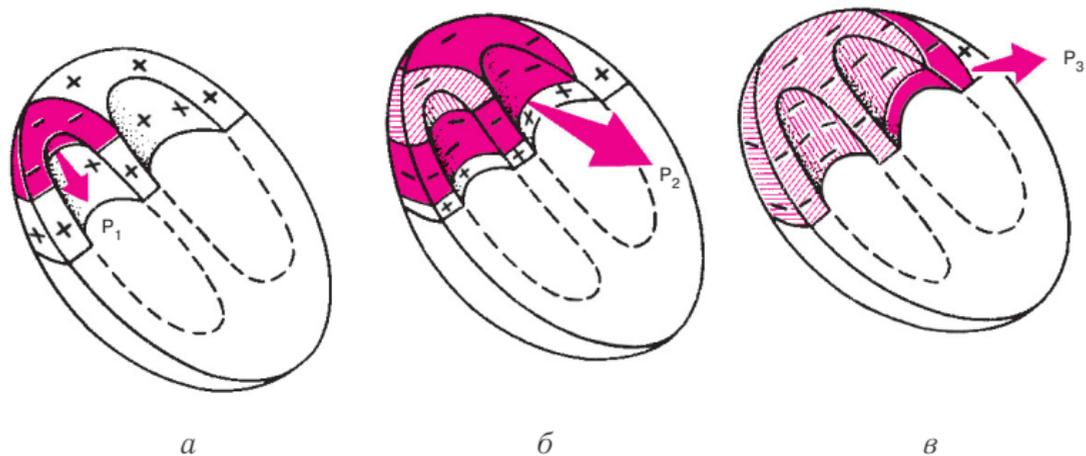


Рис. 1.3. Распространение возбуждения по предсердиям.
a — начальное возбуждение правого предсердия; *б* — возбуждение правого и левого предсердий; *в* — конечное возбуждение левого предсердия. P_1 , P_2 и P_3 — моментные векторы деполяризации предсердий.

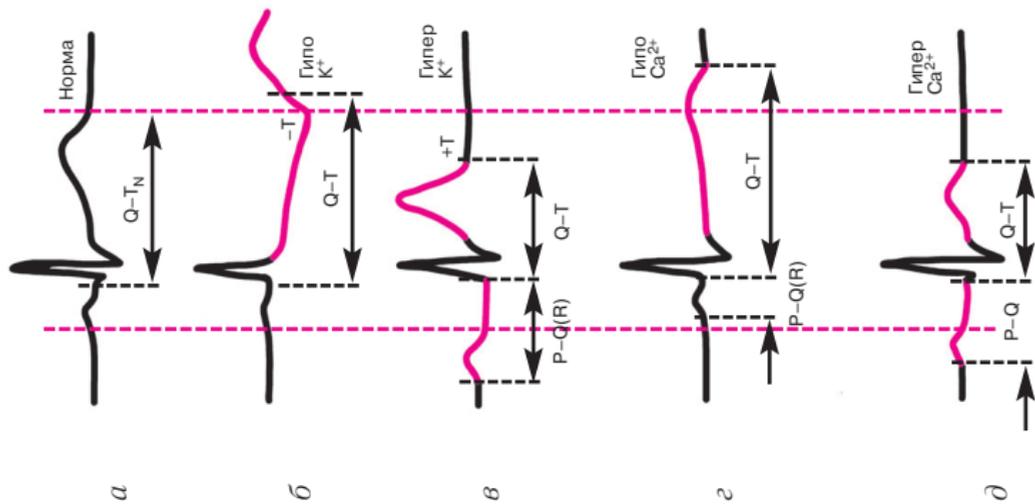


Рис. 9.5. Изменения ЭКГ при нарушениях электролитного обмена.
а — норма; *б* — гипокалиемия; *в* — гиперкалиемия; *г* — гипокальциемия; *д* — гиперкальциемия.

9.7. ЭКГ при передозировке сердечных гликозидов

Механизмы: Уменьшение содержания внутриклеточного калия и увеличение концентрации кальция в клетке, что приводит к уменьшению автоматизма синусового узла и АВ-соединения, ухудшению синоатриальной, внутрисердечной и АВ-проводимости.

Причины: Передозировка сердечных гликозидов.

ЭКГ-признаки (рис. 9.6):

- 1) корытообразное смещение сегмента RS—T ниже изолинии;
- 2) двухфазный (—+) или отрицательный асимметричный зубец T;
- 3) желудочковая экстрасистолия по типу бигеминии, тригеминии или квадригеминии, реже — другие нарушения ритма сердца (пароксизмальная желудочковая тахикардия, суправентрикулярная тахикардия с АВ-блокадой, мерцание (фибрилляция) желудочков и другие аритмии;
- 4) синусовая брадикардия;
- 5) замедление АВ-проводимости (АВ-блокады I, реже — II или III степени).

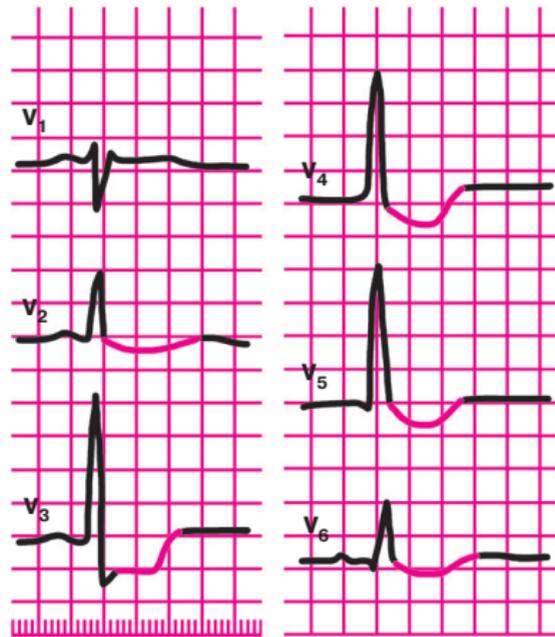


Рис. 9.6. ЭКГ при насыщении сердечными гликозидами.
В отведениях V_2 – V_6 заметно корытообразное смещение сегмента RS–Т ниже изолинии.

Содержание

Предисловие	3
Список сокращений	5
Глава 1. Биоэлектрические основы электрокардиографии	7
1.1. Трансмембранный потенциал действия (ТМПД)	8
1.2. Основные функции сердца	10
1.3. Дипольные свойства волны возбуждения	16
Понятие об электрическом поле источника тока	16
Глава 2. Методика регистрации электрокардиограммы	23
2.1. Электрокардиографические отведения	24
2.1.1. Стандартные отведения	26
2.1.2. Усиленные отведения от конечностей	28
2.1.3. Шестиосевая система координат (по Bayley)	30
2.1.4. Грудные отведения	32
2.1.5. Дополнительные отведения	34
2.2. Техника регистрации электрокардиограммы	36
2.2.1. Условия проведения электрокардиографического исследования ..	36
2.2.2. Наложение электродов	36
2.2.3. Подключение проводов к электродам	37
2.2.4. Выбор усиления электрокардиографа	38
2.2.5. Запись электрокардиограммы	38

Глава 3. Формирование нормальной электрокардиограммы	39
3.1. Деполяризация предсердий (зубец P)	40
3.2. Сегмент P–Q(R)	42
3.3. Деполяризация желудочков	44
3.4. Сегмент RS–T	50
3.5. Реполяризация желудочков	52
3.6. Электрическая систола желудочков (интервал Q–T)	54
Глава 4. Анализ электрокардиограммы	55
Общая схема (план) расшифровки ЭКГ	56
4.1. Анализ сердечного ритма и проводимости	57
4.2. Определение положения электрической оси сердца (во фронтальной плоскости)	64
4.3. Определение поворотов сердца вокруг продольной оси	76
4.4. Определение поворотов сердца вокруг поперечной оси	82
4.5. Анализ предсердного зубца P	82
4.6. Анализ комплекса QRS	83
4.7. Анализ сегмента RS–T	83
4.8. Анализ зубца T	84
4.9. Анализ интервала Q–T	84
4.10. Электрокардиографическое заключение	84
Глава 5. Электрокардиограмма при нарушениях ритма сердца	85
Классификация аритмий сердца	86
5.1. Синусовая тахикардия	88

5.2. Синусовая брадикардия	90
5.3. Синусовая аритмия	92
5.4. Медленные (замещающие) выскальзывающие ритмы и комплексы . . .	94
5.5. Ускоренные эктопические ритмы (непароксизмальная тахикардия) . . .	96
5.6. Миграция суправентрикулярного водителя ритма	98
5.7. Экстрасистолия	100
5.7.1. Предсердная экстрасистолия	104
5.7.2. Экстрасистола из АВ-соединения	106
5.7.3. Желудочковая экстрасистолия	108
5.8. Пароксизмальная тахикардия	111
5.8.1. Предсердная пароксизмальная тахикардия	112
5.8.2. Пароксизмальная тахикардия из АВ-соединения	114
5.8.3. Желудочковая пароксизмальная тахикардия	116
5.9. Трепетание предсердий	118
5.10. Мерцание (фибрилляция) предсердий	120
5.11. Трепетание и мерцание (фибрилляция) желудочков	124
Глава 6. Электрокардиограмма при нарушениях проводимости	127
6.1. Синоатриальная блокада	128
6.2. Межпредсердная (внутрипредсердная) блокада	130
6.3. Атриовентрикулярные блокады	132
6.3.1. Атриовентрикулярная блокада I степени	134
6.3.2. Атриовентрикулярная блокада II степени	136
6.3.3. Атриовентрикулярная блокада III степени (полная)	140

6.4. Синдром Фредерика	142
6.5. Блокада ножек и ветвей пучка Гиса	144
6.5.1. Полная блокада правой ножки (ветви) пучка Гиса	146
6.5.2. Неполная блокада правой ножки (ветви) пучка Гиса	148
6.5.3. Блокада левой передней ветви пучка Гиса	150
6.5.4. Блокада левой задней ветви пучка Гиса	152
6.5.5. Полная блокада левой ножки пучка Гиса	154
6.5.6. Неполная блокада левой ножки пучка Гиса	156
6.5.7. Блокада правой ножки и левой передней ветви пучка Гиса	158
6.5.8. Блокада правой ножки и левой задней ветви пучка Гиса	160
6.5.9. Блокада трех ветвей пучка Гиса (трехпучковая блокада)	162
6.6. Синдромы преждевременного возбуждения желудочков	164
6.6.1. Синдром Вольфа—Паркинсона—Уайта (синдром WPW)	164
6.6.2. Синдром укороченного интервала P—Q(R) (синдром CLC)	166
Глава 7. Электрокардиограмма при гипертрофии предсердий и желудочков . . .	169
7.1. Гипертрофия левого предсердия	170
7.2. Гипертрофия правого предсердия	172
7.3. Острая перегрузка предсердий	172
7.4. Гипертрофия левого желудочка	174
7.5. Гипертрофия правого желудочка (rSR'-тип)	176
7.6. Гипертрофия правого желудочка (qR-тип)	178
7.7. Гипертрофия правого желудочка (S-тип)	180
7.8. Комбинированная гипертрофия желудочков	182

7.8.1. Умеренная гипертрофия правого желудочка на фоне преобладающей гипертрофии левого желудочка	182
7.8.2. Умеренная гипертрофия левого желудочка на фоне преобладающей гипертрофии правого желудочка	184
7.9. Острая перегрузка желудочков	186
Глава 8. Электрокардиограмма при ишемической болезни сердца	187
8.1. Острый крупноочаговый инфаркт миокарда	188
8.1.1. Инфаркт миокарда передней стенки левого желудочка	192
8.1.2. Инфаркт миокарда задней стенки левого желудочка	196
8.2. Мелкоочаговый инфаркт миокарда	200
Глава 9. Электрокардиограмма при некоторых заболеваниях сердца и синдромах	203
9.1. Электрокардиограмма при перикардитах	204
9.2. Электрокардиограмма при миокардитах	206
9.3. Острое легочное сердце	208
9.4. Синдром ранней реполяризации желудочков	210
9.5. Синдром слабости синоатриального узла	212
9.6. Нарушения электролитного обмена	213
9.6.1. Гипокалиемия	213
9.6.2. Гиперкалиемия	213
9.6.3. Гипокальциемия	214
9.6.4. Гиперкальциемия	214
9.7. ЭКГ при передозировке сердечных гликозидов	216