

Н.И. ВОЛКОВА

А.А. ЯЛОВЕНКО

И.Ю. ДАВИДЕНКО

И.С. ДЖЕРИЕВА

А.Л. ЗИБАРЕВ

Л.А. ГАНЕНКО

ТРЕНАЖЕР по ЭКГ

ПОСОБИЕ ДЛЯ БЫСТРОЙ
И ТОЧНОЙ РАСШИФРОВКИ

2-Е ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



МЕДПРОФ

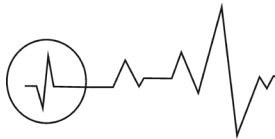
Москва

Оглавление

Предисловие	7
-------------------	---

Раздел 1. Электрокардиография

Глава 1. Основы электрокардиографии	11
1.1. Основатель электрокардиографии.....	11
1.2. Базовые принципы электрофизиологии сердца	12
1.2.1. Главные функции сердца.....	12
1.2.2. Электрическая активность миокарда	15
1.2.3. Система электрической проводимости сердца	17
1.3. Образование нормальной электрокардиограммы	19
1.3.1. Позиции регистрации электрокардиограммы	19
1.3.2. Составные части нормальной электрокардиограммы.....	22
Контрольные вопросы	27
Глава 2. Оценка, интерпретация и формирование электрокардиографического заключения	30
2.1. Методические основы анализа электрокардиограммы.....	30
2.1.1. Общий алгоритм интерпретации электрокардиограммы.....	33
2.1.2. Определение центра генерации импульса и ритма сердца.....	34
2.1.3. Анализ регулярности (правильности) сердечного ритма.....	35
2.1.4. Определение числа сердечных сокращений	35
2.1.5. Оценка предсердного зубца Р	36
2.1.6. Оценка интервала Р–Q (R).....	37
2.1.7. Оценка комплекса QRS.....	37
2.1.8. Оценка отклонений (элевация, депрессия) сегмента ST	38
2.1.9. Характеристика (морфология) зубца Т	39
2.1.10. Измерение длительности Q–Т	39
2.1.11. Определение электрической оси сердца	40



2.1.12. Электрокардиографическое заключение	41
Контрольные вопросы.....	43
Глава 3. Общая характеристика нарушений ритма сердца	47
3.1. Аритмии наджелудочкового генеза (суправентрикулярные, предсердные)	48
3.1.1. Синусовая тахикардия	48
3.1.2. Синусовая брадикардия	49
3.1.3. Синусовая аритмия	50
3.1.4. Синдром слабости синусового узла	51
3.1.5. Наджелудочковая (суправентрикулярная, предсердная) экстрасистолия	53
3.1.6. Наджелудочковые пароксизмальные тахикардии	54
3.1.7. Трепетание предсердий	56
3.1.8. Фибрилляция предсердий	59
3.2. Желудочковые нарушения ритма сердца	62
3.2.1. Желудочковая экстрасистолия	62
3.2.2. Желудочковая пароксизмальная тахикардия	66
3.2.3. Трепетание и фибрилляция желудочков	70
Контрольные вопросы	72
Глава 4. Нарушение проводимости	76
4.1. Синоатриальная блокада	77
4.2. Внутрипредсердная (межпредсердная) блокада	78
4.3. Атриовентрикулярные блокады	80
4.3.1. Атриовентрикулярная блокада I степени	81
4.3.2. Атриовентрикулярная блокада II степени	82
4.3.3. Атриовентрикулярная блокада III степени (полная)	84
4.4. Внутривентрикулярные блокады	87
4.4.1. Блокада правой ножки пучка Гиса (однопучковая блокада)	88
4.4.2. Блокада левой ножки пучка Гиса	89
4.4.3. Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса (однопучковая блокада)	92
4.4.4. Блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса (однопучковая блокада)	93
4.4.5. Блокада трех ветвей пучка Гиса (трехпучковая блокада)	95
Контрольные вопросы	95



Глава 5. Гипертрофические изменения предсердий и желудочков	99
5.1. Гипертрофические изменения левого предсердия	100
5.2. Гипертрофические изменения правого предсердия	102
5.3. Гипертрофические изменения левого желудочка	103
5.4. Гипертрофические изменения правого желудочка	106
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>109</i>
Глава 6. Острый коронарный синдром. Инфаркт миокарда	112
6.1. Острая ишемия миокарда	115
6.2. Ишемическое повреждение	118
6.3. Некротические изменения миокарда	123
6.4. Инфаркт миокарда как клинический диагноз	125
6.4.1. Электрокардиографические стадии острого Q-образующего инфаркта миокарда	126
6.4.2. Определение локализации Q-образующего инфаркта миокарда ..	127
6.4.3. Диагностика Q-необразующего инфаркта миокарда	133
6.5. «Инфарктоподобные» изменения на электрокардиограмме	135
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>136</i>

Раздел 2

Рабочая тетрадь по основам электрокардиографии

Правила работы с рабочей тетрадью	145
Алгоритм описания электрокардиограммы	145
Тема 1. Нормальная электрокардиограмма. Синусовый ритм	147
Тема 2. Нарушения ритма	149
2.1. Экстрасистолия	149
2.2. Фибрилляция предсердий	151
2.3. Трепетание предсердий	155
2.4. Наджелудочковая пароксизмальная тахикардия	156
2.5. Желудочковая пароксизмальная тахикардия	158
2.6. Синдром Вольфа–Паркинсона–Уайта	159
Тема 3. Нарушения проводимости	162
3.1. Атриовентрикулярные блокады	162
3.2. Внутрисердечные блокады	165



Тема 4. Гипертрофия миокарда	169
Тема 5. Инфаркт миокарда.....	173
Ответы	177
Тема 1. Нормальная электрокардиограмма. Синусовый ритм	177
Тема 2. Нарушения ритма	177
Тема 3. Нарушения проводимости.....	180
Тема 4. Гипертрофия миокарда	180
Тема 5. Инфаркт миокарда.....	180
Словарь основных терминов, применяемых в аритмологии	181
Библиографический список	184
Указатель	186

Предисловие

Несмотря на то что электрокардиография применяется в медицине уже больше века и имеет свои диагностические пределы, она по-прежнему лидирует в кардиологии благодаря своей доступности. В экстренных случаях — при остановке сердца, опасных аритмиях или подозрении на инфаркт — этот метод становится критически важным. Именно электрокардиограмма (ЭКГ) позволяет врачу мгновенно поставить диагноз и принять решение, от которого зависит жизнь пациента. Она дает исчерпывающую информацию о любых сбоях сердечного ритма и гарантирует максимально точное выявление инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST.

Чаще всего молодые специалисты допускают ошибки в диагностике из-за слабой подготовки в области электрокардиографии. Поскольку в медицинских вузах электрокардиография не выделена в отдельную дисциплину, студенты изучают ее лишь попутно со внутренними болезнями. Несмотря на то что это знакомство растягивается с третьего курса и до самого выпуска, на практике вчерашние студенты часто не могут прочесть даже базовую кардиограмму. В то же время безупречное владение навыком расшифровки ЭКГ остается обязательным требованием для любого практикующего врача.

Обучение электрокардиографии — один из самых удобных и бюджетных процессов в медицинском образовании. Оно не требует сложных согласований или выхода из аудитории. На старте нет нужды вникать в глубокую биофизику — достаточно освоить «азбуку» метода, выучить четкие алгоритмы ключевых синдромов и иметь под рукой качественные наглядные материалы. Главные условия успеха — немного времени и искренняя увлеченность педагога. Для клинициста незнание основ электрокардиографии недопустимо, поэтому мы предлагаем осваивать их сообща. Наши рекомендации



сфокусированы на критически важных темах: аритмиях и остром коронарном синдроме. Как ни странно, в экстренной кардиологии зачастую легче выявить патологию, чем подобрать терапию, поэтому мы сосредоточились именно на диагностике. В книге сознательно используется метод повторения: это поможет вам лучше закрепить материал на практике.

Наш многолетний опыт преподавания, включая элективные курсы, подтверждает: эти усилия приносят плоды. Мы видим, как у будущих врачей просыпаются азарт и драйв от первых успехов. Если использовать медицинские термины, наша задача — «сгенерировать импульс», который пройдет через сознание студента и запустит искренний интерес к освоению этого базового навыка. Профессионализм не рождается сам по себе: чем раньше вы начнете, тем быстрее станете востребованным экспертом. В современных условиях, когда выпускники сразу включаются в самостоятельную работу без промежуточного этапа интернатуры, это критически важно. Удачи вам на этом пути!

Раздел 1

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ



Глава 1.....

ОСНОВЫ электрокардиографии

1.1. Основатель электрокардиографии

Электрокардиография представляет собой один из наиболее значимых способов обследования в кардиологии, сложившийся в начале XX столетия. Идея о том, что организм человека способен вырабатывать электрические сигналы, была весьма новой для физиологической науки. В основе данного подхода находится представление о том, что электрическая деятельность сердца (биотоки) распространяется по тканям организма и закономерно отражается на поверхности тела. Эти колебания потенциалов могут фиксироваться с использованием электродов, усиливаться и регистрироваться в виде графической линии — электрокардиограммы (ЭКГ).

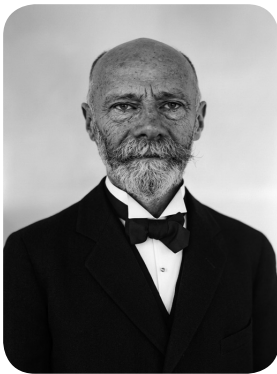
Впервые регистрация ЭКГ была проведена в 1903 году В. Эйнтховеном (*W. Einthoven*), который также ввел понятие «электрокардиограмма». Им были созданы три стандартных отведения от конечностей, основанных на определении разности потенциалов между правой и левой руками, правой рукой и левой ногой, а также левой рукой и левой ногой. Данная схема получила наименование «треугольник Эйнтховена». Помимо этого, он предложил обозначения ключевых элементов ЭКГ — зубцов P, Q, R, S и T. За создание метода электрокардиографии В. Эйнтховен был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине с формулировкой «За открытие техники электрокардиограммы».



Тем не менее современный вариант ЭКГ сформировался значительно позже: в 1942 году *E. Goldberger* предложил усиленные однополюсные отведения от конечностей, а *F. Wilson* в 1946 году разработал однополюсные грудные отведения в горизонтальной плоскости.

В России электрокардиография впервые была внедрена в клиническую деятельность в 1909 году А. Ф. Самойловым, который организовал первые кабинеты электрокардиографии в Казани и Москве.

Таким образом, ЭКГ представляет собой метод регистрации электрической активности сердца, основанный на записи колебаний разности потенциалов, возникающих на поверхности тела при распространении возбуждения по миокарду.



Виллем Эйнтховен (нидерл. *Willem Einthoven*; 21 мая 1860 г., Семаранг — 29 сентября 1927 г., Лейден) — нидерландский физиолог, основоположник электрокардиографии, сконструировал в 1903 году прибор для регистрации электрической активности сердца, впервые в 1906 году использовал электрокардиографию в диагностических целях. Получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине в 1924 году.

1.2. Базовые принципы электрофизиологии сердца

1.2.1. Главные функции сердца

К основным функциям сердца, определяющим особенности его работы, относятся: автоматизм, возбудимость, проводимость, рефрактерность и сократимость.



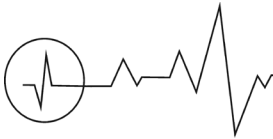
- **Автоматизм** — это способность специализированных клеток сердца спонтанно генерировать электрические импульсы без воздействия внешних раздражителей.
- **Возбудимость** — способность клеток отвечать на раздражение возникновением электрического возбуждения.
- **Рефрактерность** — временная невозбудимость клеток, когда электрические импульсы неспособны вызвать возбуждение.
- **Проводимость** — способность клеток проводить электрические импульсы.
- **Сократимость** — способность мышечных клеток сердца сокращаться в ответ на возбуждение.

Очевидно, что **без ясного понимания обучающимися сущности и закономерностей электрофизиологических явлений, протекающих в миокарде, невозможно рассчитывать на полноценное освоение последующего материала.**

Электрокардиограмма может в той или иной мере отразить все эти функции, за исключением сократимости, которую исследуют с помощью эхоплерокардиографии (ЭхоДКГ).

Способностью автоматизма обладают клетки СА-узла и специализированной проводящей системы сердца. В норме каждый отдельно взятый кардиомиоцит не имеет свойство автоматизма. **Степень выраженности автоматизма определяется скоростью спонтанной диастолической деполяризации.** Наибольшей автоматической активностью обладают клетки СА-узла (60–80 импульсов в минуту). Меньшей активностью характеризуется область атриовентрикулярного (АВ) узла и начальной части пучка Гиса (40–60 в минуту). Наименьшая способность к автоматизму присуща дистальным отделам проводящей системы — ножкам пучка Гиса и волокнам Пуркинье (20–40 в минуту). Соответственно, эти участки проводящей системы сердца названы центрами автоматизма первого, второго и третьего порядка (рис. 1). **В норме СА-узел является основным водителем ритма, подавляя активность «аварийных» центров автоматизма.**

NB! Возбуждение СА-узла не отражается на обычной ЭКГ



Проводимостью обладают как волокна специализированной проводящей системы сердца, так и клетки сократительного миокарда, однако скорость проведения импульса в последнем значительно меньше. Скорость проведения импульсов в предсердиях составляет 1 м/с, в АВ-узле — 0,2 м/с, в пучке Гиса — 1 м/с, а в ножках Гиса и волокнах Пуркинье — 3–4 м/с.

Возбудимость характерна как для проводящей системы сердца, так и для сократительного миокарда. Возбуждение сердечной мышцы сопровождается образованием единого сердечного диполя и ЭДС всего сердца (см. ниже).

На различных этапах трансмембранного потенциала действия (ТМПД) чувствительность клеток и волокон миокарда неодинакова: во время систолической фазы (абсолютного рефрактерного интервала) **клетки полностью теряют способность к возбуждению**; на завершающем этапе реполяризации дополнительный **мощный импульс может вызвать их активацию**; в диастолический период (фазу покоя) клетки миокарда становятся восприимчивыми, а рефрактерное состояние отсутствует.

Способность к сокращению присуща преимущественно сократительному миокарду. Последовательные и согласованные сокращения предсердий и желудочков обеспечивают насосную деятельность сердца и поддержание циркуляции крови.

Ступенчатое снижение активности автоматических центров сердца

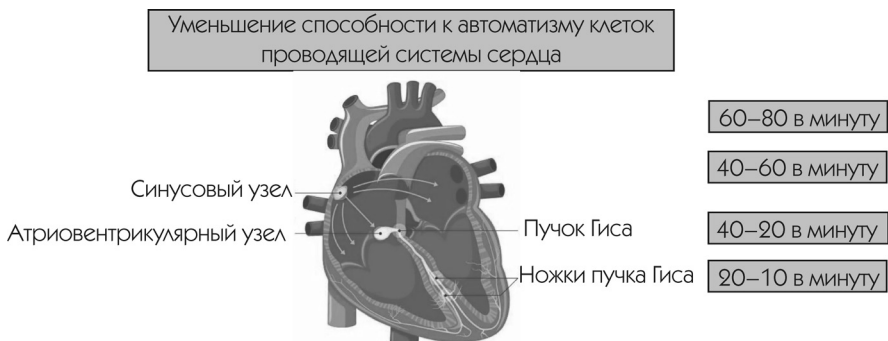


Рис. 1. Градиент автоматизма клеток проводящей системы сердца (объяснения в тексте выше)



1.2.2. Электрическая активность миокарда

В основе электрических процессов в сердце лежит **мембранная концепция происхождения биопотенциалов**, согласно которой возникновение электрической активности связано с переносом через мембрану с участием специализированных ферментных систем ионов K^+ , Na^+ , Ca^{2+} и Cl^- . Поскольку на практике регистрация электрических токов сердца осуществляется с поверхности тела, для записи электрокардиограммы доступны лишь те электрические процессы, которые происходят на наружной стороне мембран кардиомиоцитов. Именно они представляют наибольший интерес.

С электрофизиологической точки зрения клетки миокарда последовательно пребывают в трех состояниях: **покоя (4-я фаза ТМПА), или поляризации; состоянии возбуждения (0-я и 1-я фазы ТМПА), или деполяризации;** а также в фазе **восстановления исходного потенциала**, то есть реполяризации (**2-я и 3-я фазы ТМПА**). В норме, в состоянии покоя (фаза 4 ТМПА) в СА-узле происходит медленная спонтанная диастолическая деполяризация, и возникает электрический импульс (подробнее см. выше).

Деполяризация, или возбуждение клетки под действием электрического сигнала, вызывает изменение заряда мембран: наружная поверхность активированного участка (клетки, волокна, всего миокарда) становится отрицательно заряженной. Возникновение этого заряда и его быстрое распространение, сопровождаемое устранением положительного заряда покоя, приводит к появлению разности потенциалов и образованию электродвижущей силы (ЭДС) — **тока деполяризации («отрицательный заряд вытесняет положительный»)**. После завершения деполяризации разность потенциалов исчезает, поскольку вся поверхность миокарда становится положительно заряженной. Суть реполяризации состоит в восстановлении способности к последующему возбуждению, то есть в возвращении положительного заряда на внешнюю сторону клеточных мембран. Постепенное замещение отрицательного заряда положительным вновь формирует ЭДС, но уже в виде **тока реполяризации («положительный заряд вытесняет отрицательный»)**. Следует обратить особое внимание на несколько важных особенностей. Ток деполяризации распространяется в направлении



изнутри (от эндокарда) кнаружи (к эпикарду), тогда как ток реполяризации, напротив, движется от эпикарда к эндокарду.

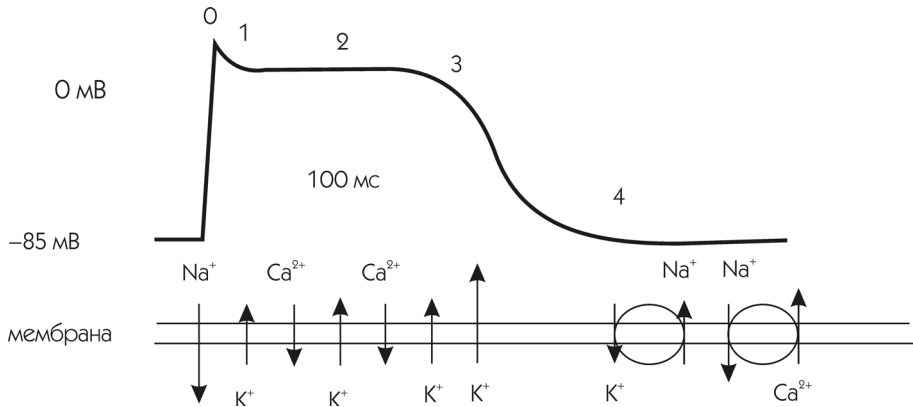


Рис. 2. Фазы ТМПД кардиомиоцита и трансмембранные ионные потоки (упрощенная схема) (Катцунг Б. Г., 1998)

С точки зрения физики процессы деполяризации и реполяризации можно рассматривать как проявление диполя.

Под диполем понимают сосуществование и перемещение двух равных по величине, но разных по знаку зарядов, находящихся на бесконечно малом расстоянии друг от друга.

При возбуждении сердца формируется множество микродиполей на уровне отдельных мышечных волокон. Объединяясь, они создают более крупные электрические образования — макродиполи, соответствующие определенным зонам миокарда и сердечным камерам. В итоге возникает единый сердечный диполь, формирующий суммарную электродвижущую силу (ЭДС) сердца.

ЭДС представляет собой векторную величину и определяется не только силой тока, но и его итоговым направлением, которое обозначается стрелкой. Основание стрелки соответствует отрицательному полюсу диполя, а ее