



# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Список сокращений и условных обозначений.....	7
Предисловие к изданию на русском языке .....	9
Вступительные замечания.....	10

## **Часть I. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ И ПАТТЕРНЫ**

<b>Глава 1.</b> Основополагающие принципы: что такое электрокардиограмма? .....	15
<b>Глава 2.</b> Основы электрокардиографии: зубцы, интервалы и сегменты.....	21
<b>Глава 3.</b> Как оценивать основные параметры электрокардиограммы .....	27
<b>Глава 4.</b> Электрокардиографические отведения .....	39
<b>Глава 5.</b> Нормальная электрокардиограмма.....	51
<b>Глава 6.</b> Электрическая ось сердца и ее отклонение.....	63
<b>Глава 7.</b> Увеличение предсердий и желудочков .....	75
<b>Глава 8.</b> Нарушения внутрижелудочковой проводимости: блокады ножек пучка Гиса и связанные с ними нарушения.....	87
<b>Глава 9.</b> Ишемия и инфаркт миокарда. <i>Раздел I. Синдромы с подъемом сегмента ST и формированием патологического зубца Q</i> .....	101
<b>Глава 10.</b> Ишемия и инфаркт миокарда. <i>Раздел II. Синдромы без подъема сегмента ST и формирования патологического зубца Q</i> .....	121
<b>Глава 11.</b> Изменения на электрокардиограмме под влиянием лекарств, электролитных и метаболических нарушений .....	135
<b>Глава 12.</b> Изменения на электрокардиограмме при перикардите, миокардите и заболеваниях легких .....	147

## **Часть II. НАРУШЕНИЯ РИТМА СЕРДЦА**

<b>Глава 13.</b> Синусовый ритм и выскальзывающие сокращения.....	159
<b>Глава 14.</b> Наджелудочковые аритмии. <i>Раздел I. Экстрасистолы и пароксизмальные наджелудочковые тахикардии</i> .....	169
<b>Глава 15.</b> Наджелудочковые аритмии. <i>Раздел II. Трепетание и фибрилляция предсердий</i> .....	187
<b>Глава 16.</b> Желудочковые аритмии.....	203
<b>Глава 17.</b> Нарушения атриовентрикулярного проведения. <i>Раздел I. Задержки, блоки и диссоциативные синдромы</i> .....	221
<b>Глава 18.</b> Нарушения атриовентрикулярного проведения. <i>Раздел II. Паттерны и синдромы предвозбуждения желудочков (Вольфа–Паркинсона–Уайта)</i> .....	235

## **Часть III. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И КРАТКИЕ ОБЗОРЫ**

<b>Глава 19.</b> Брадикардии и тахикардии: краткий обзор и дифференциальная диагностика .....	249
<b>Глава 20.</b> Интоксикация сердечными гликозидами .....	269

<b>Глава 21.</b> Внезапная остановка сердца и внезапная сердечная смерть .....	277
<b>Глава 22.</b> Электрокардиостимуляторы и имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы: основные положения для клиницистов.....	287
<b>Глава 23.</b> Интерпретация электрокардиограммы: комплексный подход .....	305
<b>Глава 24.</b> Ограничения и показания к использованию электрокардиографии .....	315
<b>Глава 25.</b> Дифференциальная диагностика в электрокардиографии: быстрое повторение пройденного материала.....	325
 <b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
Приложение к части I .....	335
Краткий обзор глав с вопросами и ответами.....	335
Приложение к части II .....	399
Дополнительные материалы .....	399
Приложение к части III.....	421
Викторина: самоконтроль навыков клинической интерпретации электрокардиограммы .....	421
Предметный указатель.....	449

## ПРЕДИСЛОВИЕ К ИЗДАНИЮ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

---

### ДОРОГОЙ ДОКТОР!

Вы держите в руках уже третье издание, переведенное на русский язык, знаменитого учебного пособия по электрокардиографии «Goldberger's Clinical Electrocardiography: a Simplified Approach», признанного во всем мире одним из лучших.

Книга написана доступным языком, в ней на современном уровне изложены основные подходы к интерпретации электрокардиограммы, а также представлены общие принципы диагностики и лечения заболеваний сердца, включает новые главы.

Если вы уже специалист по данной методике, то оцените клиническую ориентированность пособия, интересные разборы наиболее серьезных ошибок с объяснением их причин, встречающихся каждому из нас. Особенно важна клиническая

ориентированность издания. При описании патологических изменений на электрокардиограмме обсуждаются возможные причины их развития.

Издание позволяет изучать электрокардиографию «с нуля», даже тем, кто не имеет исходных знаний о принципах метода, благодаря чему оно будет особенно интересно студентам медицинских вузов и ординаторам. Оно окажется полезным также практикующим врачам, которые хотят обновить свои знания по электрокардиографии, послужит прекрасным пособием для преподавания в медицинских вузах студентам и ординаторам.

Если вы после коротких метаний решили приобрести эту книгу, я вас поздравляю, вы сделали правильный выбор!

С уважением,  
д-р мед. наук, профессор,  
зав. кафедрой клинической ультразвуковой  
и функциональной диагностики ФУВ МОНИКИ  
им. М.В. Владимирского  
*А.Б. Хадзегова*

# ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

---

## ОБЗОР

---

Эта книга представляет собой введение в электрокардиографию, написанное специально для студентов медицинских институтов, клинических ординаторов и медицинских сестер. Она не требует исходных знаний электрокардиограммы (ЭКГ) и широко используется в качестве материала для вводных курсов по ЭКГ. Кроме того, она полезна врачам-клиницистам, желающим повторить ее основы. Предыдущими изданиями для консультации пользовались другие квалифицированные врачи-клиницисты, в том числе стационарные врачи, врачи неотложной медицинской помощи, младшие специалисты по неотложной медицинской помощи, фельдшеры и практиканты, желающие ознакомиться с основами ЭКГ.

Умение читать ЭКГ становится все более важным для врачей, оказывающих неотложную помощь на всех уровнях, и требует знаний, превосходящих простое распознавание образов. В более широком смысле интерпретация ЭКГ важна не только как значимый элемент клинической медицины, но и как наглядный образец критического мышления. Строгость, необходимая для компетентного анализа ЭКГ, требует внимания не только к мельчайшим деталям, но и к способности к интегративному мышлению, позволяющему «видеть не только лес, но и деревья». Кроме того, анализ ЭКГ является одной из уникальных областей в клинической медицине, где вы фактически можете отслеживать динамику физиологических и патофизиологических изменений, развивающихся в течение секунд или миллисекунд. Нередко быстрое принятие решения у постели больного основано на данных ЭКГ в реальном времени. Буквенная последовательность *P-QRS-TU* намного в большей степени, чем плоский 2D-график, представляет собой карту динамики разнонаправленных электрических сигналов, буквально возбуждающих клетки миокарда (автоматизм) и распространяющихся по всей сердечной мышце (проводимость), что является частью фундаментальных процессов активации и восстановления. ЭКГ демонстрирует наиболее убедительные и интересные связи

между основными доклиническими науками, диагностикой и лечением потенциально опасных для жизни заболеваний в амбулаторных и стационарных условиях.

В этом новом, девятом издании (в англоязычной литературе) сохранен формат прежних версий руководства. Материал разделен на три части. Часть I охватывает основные принципы 12-канальной электрокардиографии, особенности нормальной ЭКГ и основные крупные признаки нарушений деполяризации (комплекс *QRS*) и реполяризации (*ST-T-U*). В части II объясняется механизм синусового ритма и содержится обсуждение основных нарушений ритма и проводимости, с которыми связаны тахи- и брадикардии. Часть III касается более специализированных тем, включая внезапную сердечную смерть, электрокардиостимуляцию и имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы (ИКД). Дополнительные материалы для обзора и дальнейшего изучения доступны на интернет-ресурсах ([expertconsult.inkling.com](http://expertconsult.inkling.com)).

## ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ И РАСТУЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В УМЕНИИ ЧИТАТЬ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

---

На протяжении всей книги мы стремимся подчеркнуть клиническое применение и значимость интерпретации ЭКГ. При каждом упоминании патологических изменений проводится клиническая корреляция. Несмотря на то, что книга не является руководством по лечению, в ней кратко обсуждаются общие принципы лечения и клинического ведения пациентов в случаях, где это требуется. По возможности мы постарались поставить себя на место врача, который должен оценивать ЭКГ в отсутствие непосредственной помощи специалиста и принимать важные решения — иногда в 3 ч ночи!

В связи с этим мы попытались подойти к интерпретации ЭКГ с точки зрения рационального, простого дифференциального диагноза, осно-

ванного на патофизиологии, а не с точки зрения утомительного механического запоминания. Обнадёживает, что число аритмий с частотой сердечных сокращений (ЧСС) более 200 в минуту крайне ограничено. В большинстве случаев остановки сердечной деятельности связаны лишь с тремя основными нарушениями ритма сердца. Сходным образом только ограниченное количество состояний приводит к низкому вольтажу ЭКГ, патологическому расширению комплексов QRS, подъёму сегмента ST и т.д.

## ОСНОВНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

При анализе любой ЭКГ необходимо ответить на следующие вопросы: «Что видно на ЭКГ и чем еще это может быть?», «Каковы возможные причины такой формы комплексов QRS или изменений на ЭКГ?», «Что необходимо предпринять?».

Большинство книг по ЭКГ основное внимание уделяет первому вопросу «Что это?», подчеркивая важность распознавания нарушений. Однако определение формы зубцов на ЭКГ — только первый шаг, например, при клинической диагностике фибрилляции предсердий (ФП). Далее в качестве второй части исходного вопроса следует дифференциальная диагностика («Чем еще это может быть?»). Уверены ли вы, что на ЭКГ действительно ФП, а не схожие с ней многофокусная предсердная тахикардия (ПТ), синусовый ритм с предсердными экстрасистолами или артефакты, например, вследствие паркинсонического тремора?

«Что могло вызвать аритмию?» — вопрос, объединяющий последующую группу положений. Связана ли ФП с поражением клапанов сердца или имеет неклапанный характер? В последнем случае, связана ли она с артериальной гипертензией, кардиомиопатией, ишемической болезнью сердца (ИБС), пожилым возрастом пациента, гипертиреозом и т.д.? На более глубоком уровне лежат проблемы, сопряженные с первичными электрофизиологическими механизмами. Электрофизиологические механизмы ФП все еще изучаются и подразумевают комплексное взаимодействие факторов, таких как патологический автоматизм

в области легочных вен, наличие петель микро-*re-entry* (волн возбуждения малой амплитуды) в предсердиях, воспаление и фиброз, и нарушения со стороны автономной нервной системы.

Наконец, решение о лечении и последующем наблюдении [«Какие существуют варианты лечения и что лучше всего делать (если делать вообще) в этом случае?»] в большой степени зависит от ответов на поставленные выше вопросы и должно быть направлено на предоставление научно обоснованного и гуманного лечения высшего уровня.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕЧАНИЯ К ДЕВЯТОМУ ИЗДАНИЮ

С учетом такой клинической мотивации нашей целью по-прежнему остается современное представление ЭКГ на том уровне, на котором она используется в палатах стационаров, в амбулаторных кабинетах и клиниках, в отделениях интенсивной терапии/отделениях кардиологической реанимации и в телемедицине, где распознавание нормальных особенностей и патологических изменений является только началом лечения пациентов.

В девятом издании приведено обновленное обсуждение многих тем, включая нарушения внутрижелудочковой и атриовентрикулярной (АВ) проводимости, внезапную остановку сердечной деятельности, ишемию и инфаркт миокарда (ИМ), кардиомиопатию такоцубо, токсичность лекарственных средств, электрокардиостимуляторы (ЭКС) и ИКД. Подчеркиваются варианты дифференциальной диагностики, которые представляют собой вершины и подводные камни в интерпретации ЭКГ. Хорошее знание ограничений метода и области его применения имеет большое значение как для молодых, так и для более опытных клиницистов. Важнейшей задачей является уменьшение числа врачебных ошибок, связанных с интерпретацией ЭКГ, и максимальное увеличение информативности этого исследования.

В этом издании мы также постарались уделить особое внимание некоторым моментам, которые приводят к путанице. Медицинская терминология (профессиональные термины) часто сбивает с толку и полна двусмысленности. Студенты, изучающие

электрокардиографию, сталкиваются со множеством трудностей. Почему мы называем интервал  $P$ - $QRS$  интервалом  $P$ - $R$ ? В чем различия между ишемией и повреждением? Что подразумевается под термином «пароксизмальная наджелудочковая тахикардия» и в чем его отличия (если таковые имеются) от термина «наджелудочковая тахикардия»? Является ли термин «полная АВ-блокада» синонимом термина «АВ-диссоциация»?

Наконец, для этого выпуска был обновлен и расширен дополнительный онлайн-материал, в него была включена анимация, призванная охватить ключевые аспекты динамики ЭКГ в норме и при патологических состояниях.

Я очень рад, что соавторами этого издания остались Захари Д. Голдбергер, MD, и Алексей Швилкин, MD, PhD, принимавшие участие в написании предыдущего издания руководства. Мы благодарим наших учеников и коллег за их сложные вопросы и выражаем особую благодарность нашим семьям за вдохновение и поддержку.

Данное издание вновь посвящено памяти двух выдающихся людей: моего отца Эммануэля Голдбергера, MD, основоположника развития ЭКГ, который изобрел отведения  $aVR$ ,  $aVL$ ,  $aVF$  и был соавтором первых пяти изданий этого учебника, и Бланш Голдбергер, замечательной женщины и деятеля искусства.

*Ари Л. Голдбергер, MD*

# **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ И ПАТТЕРНЫ**

**Часть 1**

# Основополагающие принципы: что такое электрокардиограмма?

ЭКГ — это графическая запись электрической активности сердца во времени. В частности, ЭКГ представляет собой график изменения напряжения в зависимости от времени при сокращениях сердца. ЭКГ является ключевым компонентом диагностики и лечения на амбулаторном и стационарном этапе оказания медицинской помощи, поскольку позволяет получить крайне важную информацию. Следовательно, в этой книге основное внимание уделяется распознаванию и пониманию характерных особенностей ЭКГ при жизнеугрожающих состояниях, таких как острая ишемия и острый ИМ, тяжелая гиперкалиемия или гипокалиемия, гипотермия, тампонада сердца, некоторые виды токсических эффектов лекарственных препаратов, которые могут привести к остановке сердечной деятельности.

Область изучения электрокардиографии охватывает общие вопросы, включая ее клиническое применение, технические аспекты и фундаментальные основы. Устройство для регистрации и отображения традиционной ЭКГ в 12 отведениях называется *электрокардиографом* и регистрирует электрическую активность сердца (напряжение и электрический потенциал) с помощью датчиков, которые называют *электродами* и рас-

полагают на поверхности тела определенным образом<sup>1</sup>. Врачи и студенты часто путаются в базовых терминах, которые используются для обозначения графической записи, т.е. ЭКГ и регистрирующего устройства, т.е. электрокардиографа. По мере обсуждения мы будем подчеркивать потенциально сложные значения других терминов ЭКГ, которые могут привести к путанице.

В настоящее время для регистрации ЭКГ обычно используются одноразовые клеящиеся серебряные/хлорсеребряные электроды. При записи стандартной ЭКГ электроды накладываются на запястья, лодыжки и грудную клетку (в прекардиальную область). В условиях отделений неотложной помощи, отделений кардиологической реанимации и отделений интенсивной терапии может проводиться регистрация только одного или двух отведений с целью контроля сердечного ритма, обычно для этого используется несколько электродов, наложенных на грудную или брюшную стенку.

<sup>1</sup> Как обсуждается в главе 3, ЭКГ регистрирует разность потенциалов между двумя электродами или конфигурацией электродов. Дополнительные онлайн-материалы для этой главы представлены на сайте [expertconsult.inkling.com](http://expertconsult.inkling.com)

## ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ СЕРДЦА

Перед тем как обсудить основные изменения ЭКГ, мы рассмотрим простые для понимания, но важные принципы электрофизиологии сердца. К счастью, клиническая оценка ЭКГ требует знания лишь нескольких простых положений.

Сердце выполняет насосную функцию и в результате ритмичных сокращений перекачивает кровь к легким (в легочный кровоток), где она насыщается кислородом, а затем выбрасывает ее в общий (системный) кровоток. Кроме того, количество перекачиваемой крови должно соответствовать меняющимся метаболическим потребностям организма. В период физической активности потребность миокарда и других тканей в кислороде и питательных веществах выше, чем во время отдыха. Во многом такое *саморегулирующееся* приспособление к меняющимся потребностям организма в кислороде достигается за счет изменения ЧСС, которая, как будет описано ниже, в основном регулируется вегетативной (автономной) нервной системой.

Сигналом для сокращения сердца является синхронное распространение электрического возбуж-

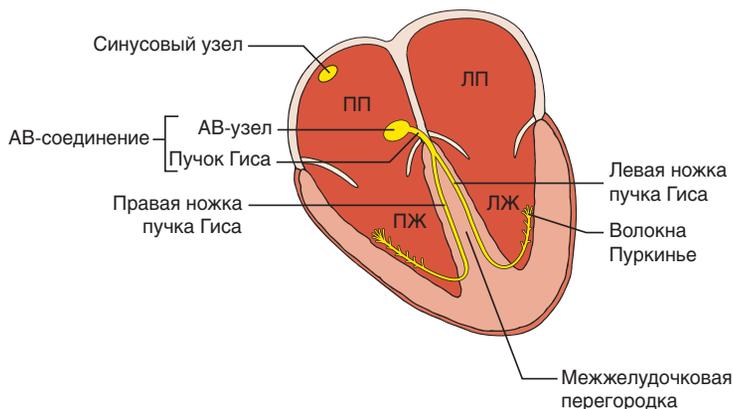
дения от клеток — водителей ритма (*пейсмейкеров*) к рабочим кардиомиоцитам по специализированной проводящей системе сердца.

Клетки — водители ритма похожи на крошечные генераторы импульсов (являющиеся источниками колебаний с технической точки зрения), которые автоматически вырабатывают повторяющиеся электрические сигналы. Другие клетки сердца, как клетки проводящей системы, так и рабочие кардиомиоциты, играют роль проводов, передающих этот электрический сигнал<sup>2</sup>.

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА В СЕРДЦЕ

Говоря простым языком, сердце — насос, управляемый электричеством. Передача электрических импульсов в сердце показана на рис. 1.1.

<sup>2</sup> Все типы кардиомиоцитов обладают еще одним важным свойством — рефрактерностью. Этим термином обозначается тот факт, что в течение короткого периода времени после возникновения стимула или стимуляции (деполяризации) клетки не могут сразу же разряжаться вновь, поскольку в них должна произойти реполяризация.



**Рис. 1.1.** В норме электрический импульс (сигнал) в сердце автоматически генерируется в синусовом узле, расположенном в правом предсердии (ПП). Затем импульс распространяется по правому и левому предсердиям (ЛП). Далее он проходит через атриовентрикулярный узел и пучок Гиса, образующие атриовентрикулярное соединение. После этого возбуждение распространяется на левый (ЛЖ) и правый (ПЖ) желудочки по левой и правой ножкам пучка Гиса соответственно. Электрический импульс быстро и одновременно распространяется к миоцитам правого и левого желудочков по волокнам Пуркинье. Электрическая активация предсердий и желудочков приводит к их последовательному сокращению (электромеханическое сопряжение)

В норме электрическое возбуждение сердца начинается в пейсмейкерных клетках *синусового*, или *синоатриального* (СА) узла, который расположен в правом предсердии (ПП) около устья верхней полой вены. Синусовый узел представляет собой небольшое (размером примерно 2×1 см) овальное скопление специализированных клеток, способных автоматически вырабатывать электрический импульс. От синусового узла импульс распространяется на ПП, а затем на левое предсердие (ЛП). Таким образом, синусовый узел — *водитель ритма* сердца в норме.

Первая стадия активации сердечной мышцы — электрическое возбуждение ПП и ЛП, которое, в свою очередь, является сигналом для их сокращения. Это обеспечивает одновременное поступление крови через трехстворчатый и митральный клапаны в правый желудочек (ПЖ) и левый желудочек (ЛЖ) соответственно. Далее электрический импульс распространяется по предсердиям, и часть этой волны активации проникает в специализированную проводящую ткань в *АВ-соединении*<sup>3</sup>.

АВ-соединение — своеобразный электрический мост, соединяющий предсердия и желудочки. Он расположен вблизи нижней части *межпредсердной* перегородки и распространяется на *межжелудочковую перегородку* (см. рис. 1.1)<sup>4</sup>.

Верхняя (проксимальная) часть АВ-соединения — АВ-узел (иногда термины «*атриовентрикулярный узел*» и «*атриовентрикулярное соединение*» используют как синонимы). Нижнюю (дистальную) часть АВ-соединения называют *пучком Гиса* по имени описавшего его физиолога. Пучок Гиса делится на две основные части: правую ножку, по которой импульсы поступают к ПЖ<sup>5</sup>, и левую ножку (см. рис. 1.1).

Электрический импульс быстро и одновременно распространяется по левой ножке пучка Гиса (ЛНПГ) и правой ножке пучка Гиса (ПНПГ) на *миокард желудочков* с помощью специализированных проводящих клеток, которые образуют волокна *Пуркинье* и расположены в субэндокардиальном слое (вблизи эндокарда или в толщине миокарда) желудочков.

От конечной части волокон Пуркинье электрический импульс распространяется по сердечной мышце в сторону эпикарда (кнаружи).

Пучок Гиса, его ветви и отходящие от них волокна в совокупности *составляют систему Гиса–Пуркинье*. В норме АВ-узел и система Гиса–Пуркинье представляют собой единственный путь, по которому электрический импульс проходит от предсердий к желудочкам, за исключением случаев, когда имеется аномальная структура, называемая дополнительным путем проведения. Такая патология и ее проявления описаны в главе 12 в рамках преждевременного возбуждения желудочков, или синдрома Вольфа–Паркинсона–Уайта (ВПУ).

В противоположность этому нарушение проведения импульса по АВ-соединению приводит к АВ-блокаде различной степени (глава 17). При наиболее тяжелой ее форме, АВ-блокаде III степени, или полной АВ-блокаде, проведение электрического импульса от предсердий к желудочкам полностью нарушено. Обычно это приводит к медленному замещающему ритму, что сопровождается слабостью, головокружением, потерей сознания или даже внезапной остановкой сердечной

<sup>3</sup> Распространение электрического импульса по предсердиям в целом можно представить в виде веерообразно распространяющейся волны возбуждения, которая возникает в СА-узле и напоминает круги на поверхности водоема, образующиеся от брошенного в воду камня. Распространению волн активации между СА- и АВ-узлами также могут способствовать так называемые межузловые пучки. Тем не менее анатомия и электрофизиология этих селективных межузловых пучков, которые по своей функции напоминают «скоростные полосы» в проводящих путях предсердий, остаются предметом исследований и споров среди экспертов и не влияют напрямую на клиническую оценку.

<sup>4</sup> Обратите внимание на схожесть некоторых терминов: мышечная стенка, разделяющая желудочки, называется межжелудочковой перегородкой, при этом термин «замедление внутрижелудочковой проводимости» используется для описания блокады ножек пучка Гиса и связанных с ней нарушений распространения

электрического сигнала в сердце, что рассматривается в главе 8.

<sup>5</sup> ЛНПГ состоит из двух частей, которые называют ветвями (эти пути проведения также обсуждаются в главе 8 вместе с нарушениями, которые называются блокадой ветвей или ножек пучка Гиса).

деятельности или внезапной сердечной смертью (глава 21).

Распространение электрических импульсов по предсердиям вызывает сокращение предсердий, а распространение по желудочкам — сокращение желудочков, в результате которого кровь поступает к легким и в системный кровоток. Процесс электрического возбуждения с последующим сокращением сердца можно рассматривать как *электромеханическое сопряжение*. В основе этого механизма лежит поступление ионов кальция в миоциты предсердий и желудочков при распространении электрического импульса. Процесс высвобождения ионов кальция — связующее звено между электрической и механической функцией сердца (см. источники литературы).

Электрокардиография регистрирует только достаточно мощные электрические импульсы, генерируемые большим количеством клеток миокарда. Сигналы меньшей амплитуды, подаваемые синусовым и АВ-узлами, не видны на поверхностной ЭКГ. Процесс деполяризации области пучка Гиса можно зарегистрировать только внутрисердечно с помощью специального *электрофизиологического исследования* (ЭФИ) сердца.

## СОКРАТИМОСТЬ И АВТОМАТИЗМ СЕРДЦА: «ГЕНЕРАТОРЫ ИМПУЛЬСОВ» И «ПРОВОДА»

*Автоматизм* — это способность определенных клеток сердца выполнять функцию *пейсмейкеров*, т.е. самопроизвольно вырабатывать электрические сигналы, как маленькие генераторы импульсов. Как упоминалось ранее, в норме первичным (доминантным) водителем ритма является синусовый узел из-за свойственного ему автоматизма. Однако в некоторых случаях функцию независимого (вторичного/дополнительного) водителя ритма могут выполнять другие клетки, расположенные вне синусового узла (в предсердиях, АВ-соединении или в желудочках). Например, при угнетении автоматизма синусового узла АВ-соединение может действовать как резервный

(замещающий) источник ритма. Замещающие ритмы, вырабатываемые вторичными пейсмейкерами, обеспечивают необходимую физиологическую избыточность (механизм безопасности) для жизненно важной функции сердцебиения, как описано в главе 13.

В норме относительно более быстрый ритм возбуждения СА-узла подавляет автоматизм этих вторичных (*эктопических*) водителей ритма, расположенных вне синусового узла. Тем не менее в некоторых случаях избыточное возрастание автоматизма водителей вне синусового узла приводит к тому, что они становятся способны конкурировать с синусовым узлом и даже подавлять его в контроле над сердечным ритмом. Например, быстрая пробежка эктопических предсердных импульсов приводит к ПТ (глава 14). После пробежки эктопических желудочковых импульсов возможно развитие желудочковой тахикардии (ЖТ) (глава 16), которая относится к жизнеугрожающим нарушениям ритма и может привести к фибрилляции желудочков (ФЖ) и остановке сердца (глава 21).

Помимо автоматизма, еще одним важным электрическим свойством сердца является *проводимость*. Скорость проведения электрических импульсов по различным участкам сердца неодинакова. *Наименьшая* скорость проведения — через АВ-узел, *наибольшая* — через волокна Пуркинье. Относительно медленное проведение через АВ-узел позволяет желудочкам заполниться кровью до начала их возбуждения и последующего сокращения. Быстрое проведение по системе Гиса–Пуркинье обеспечивает синхронное сокращение обоих желудочков.

Чем лучше вы понимаете особенности нормальной физиологической возбудимости сердца, тем проще вам будет понять нарушения сердечного ритма и проводимости и характерных для них изменений ЭКГ. Например, неспособность синусового узла к эффективной стимуляции предсердий может быть связана с нарушением его автоматизма или с локальным блоком проведения, который препятствует выходу электрического импульса из синусового узла (глава 13). Любой из этих патофизиологических механизмов может привести к явной *дисфункции синусового узла* и в некоторых случаях к *синдрому слабости синусу-*

сового узла с клиническими проявлениями (глава 19). При этом могут возникать ощущение дурноты или даже синкопальные состояния (обмороки) из-за выраженной *брадикардии* (низкой ЧСС).

В противоположность этому патологическое проведение импульса внутри сердца может вызвать различные типы *тахикардии* вследствие механизма *re-entry*, когда импульс проходит по более короткому пути. Этот механизм играет важную роль в развитии некоторых пароксизмальных наджелудочковых тахикардий (НЖТ), включая тахикардии с участием двойного пути проведения через АВ-узел или дополнительного пути проведения, а также многих ЖТ, как описано в части II.

Как уже было отмечено, нарушение распространения импульсов через АВ-соединение или по желудочкам сердца может вызвать АВ-блокаду различной степени (глава 17), иногда с развитием желудочковой брадикардии с клиническими проявлениями или с повышением риска таких угрожающих жизни осложнений, что требует имплантации постоянного ЭКС (глава 22). Нарушение проведения на уровне ножек пучка Гиса может приводить к блокаде ЛНПГ (БЛНПГ) или блокаде ПНПГ (БПНПГ). БЛНПГ является причиной электрической диссинхронии — одного из важных механизмов развития сердечной недостаточности (главы 8 и 22).

## КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

ЭКГ — одно из самых воспроизводимых и доступных клинических исследований. В тщательных клинических и экспериментальных исследованиях последнего столетия было доказано следующее.

- ЭКГ позволяет диагностировать опасные нарушения электрической активности сердца, ведущие к бради- и тахиаритмиям.
- ЭКГ позволяет быстро получить информацию о клинически значимых нарушениях — например, об ишемии/ИМ, нарушениях обмена электролитов, интоксикации лекарственными препаратами, перегрузке и гипертрофии камер сердца.

- ЭКГ позволяет предупредить развитие серьезной патологии. Так, например, удлинение интервала  $Q-T (U)$ , возникающее под влиянием некоторых лекарственных препаратов или при гипокалиемии, свидетельствует о риске внезапной остановки сердца вследствие ЖТ типа «пируэт».

## КРАТКИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР

*Первая часть* этой книги посвящена основам нормальной ЭКГ, а также основным причинам нарушений деполяризации (зубцы *P*, комплекс *QRS*) и реполяризации (сегмент *ST* и зубцы *T* и *U*).

Во *второй части* описаны различные нарушения ритма и проводимости, которые приводят к чрезмерному увеличению или уменьшению ЧСС (к тахикардии и брадикардии).

В *третьей части* приведен обзор материала и более детальное рассмотрение предыдущих глав, в том числе важных моментов, позволяющих избежать ошибок в интерпретации ЭКГ.

В разделе «Библиография» цитируются отдельные публикации, включая интернет-ресурсы, находящиеся в бесплатном доступе. Кроме того, для книги существует онлайн-приложение, в котором представлены дополнительные материалы, в том числе многочисленные примеры и практические вопросы и ответы.

### Несколько причин того, почему важно уметь читать электрокардиограмму.

- Медицинским работникам, которые непосредственно работают с пациентами, часто необходимо быстро принимать важные решения на основании данных ЭКГ.
- Компьютерная расшифровка ЭКГ зачастую бывает неполной или неправильной.
- Точная интерпретация ЭКГ необходима для ранней диагностики и лечения острого коронарного синдрома, включая ИМ с подъемом сегмента *ST*.
- Обстоятельная расшифровка ЭКГ также позволяет предотвратить серьезные катастрофы и внезапную остановку сердечной деятельности.

сти, например, при приобретенном синдроме удлиненного интервала  $Q-T$  и тахикардии типа «пируэт».

- Неправильная интерпретация ЭКГ (ложноотрицательные и ложноположительные результаты) может привести к серьезным последствиям, как к клиническим, так и к медико-правовым (например, пропу-

щенный или ошибочно поставленный диагноз ФП).

- Внимание к деталям в сочетании со способностью соотносить их с общей картиной (возможность «видеть не только лес, но и деревья») обеспечивает основу для критического мышления, столь необходимого в клинической практике.