

ОГЛАВЛЕНИЕ

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

Часть I. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ И ПАТТЕРНЫ

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

Часть II. НАРУШЕНИЯ РИТМА СЕРДЦА

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

Часть III. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И КРАТКИЕ ОБЗОРЫ

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

Глава 21. Внезапная остановка сердца и внезапная сердечная смерть	277
Глава 22. Электрокардиостимуляторы и имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы: основные положения для клиницистов.....	287
Глава 23. Интерпретация электрокардиограммы: комплексный подход	305
Глава 24. Ограничения и показания к использованию электрокардиографии	315
Глава 25. Дифференциальная диагностика в электрокардиографии: быстрое повторение пройденного материала.....	325
 ПРИЛОЖЕНИЯ	
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).

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

Как оценивать основные параметры электрокардиограммы

В этой главе мы продолжим обсуждение основ ЭКГ, которые были обозначены в главах 1 и 2. Основное внимание будет посвящено распознаванию компонентов ЭКГ для выполнения важных с клинической точки зрения измерений электрокардиографических показателей.

КОНТРОЛЬНЫЙ МИЛЛИВОЛЬТ

Электрокардиографы обычно откалиброваны таким образом, что контрольный милливольт производит отклонение изолинии на 10 мм. В современных аппаратах калибровка автоматическая, в более старых может потребоваться ручная калибровка.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА ОТРАЖАЕТ СЕРДЕЧНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ДИНАМИКЕ

ЭКГ представляет собой график работы сердца в реальном времени. Одна маленькая клетка по горизонтальной оси соответствует 40 мс. Вертикальная ось отражает амплитуду (вольтаж) зубцов/волн (10 мм = 1 мВ).

Как показано на рис. 3.1, контрольный милливольт отображается при обычной калибровке аппарата в виде квадрата (или прямоугольника) высотой 10 мм, расположенного чаще всего в начале ЭКГ. Если электрокардиограф не откалиброван ожидаемым образом, изображение стандартного сигнала в 1 мВ не равно 10 мм, а амплитуда зубцов *P* и *T*, комплекса *QRS* будет больше или меньше нормы.

Амплитуда контрольного милливольта имеет большое значение еще и потому, что в большинстве кардиографов ее можно менять (рис. 3.1). Иногда на ЭКГ регистрируется очень высокий вольтаж комплексов *QRS*, например при очень высокой амплитуде импульсов ЭКС или при гипертрофии желудочков, при этом разные отведения ЭКГ могут накладываться друг на друга. В таких случаях рекомендуется повторно записать ЭКГ при половинном усилении, чтобы изображение поместилось на бумаге. Если амплитуда комплексов очень мала, можно удвоить усиление (например, чтобы лучше рассмотреть небольшой зубец *Q* или увеличить плохо различимые артефакты импульса ЭКС). Некоторые электронные электрокардиографы не отображают калибровочный сигнал. Вместо этого аппарат печатает

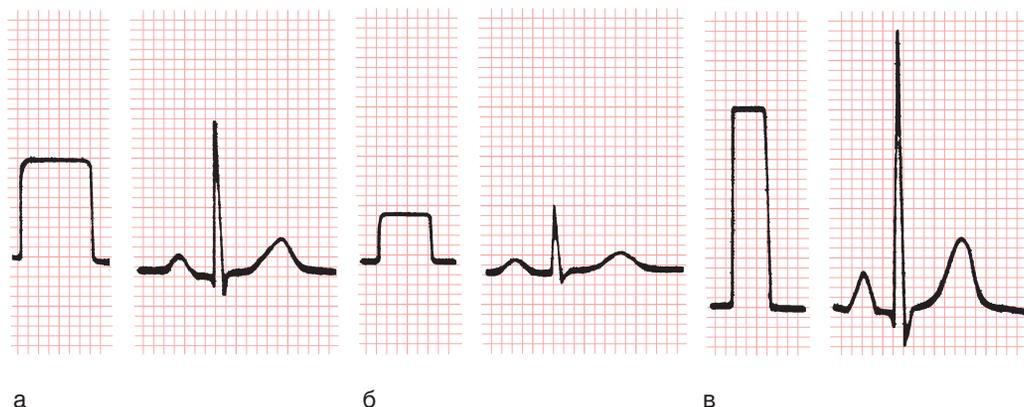


Рис. 3.1. Перед записью электрокардиограммы необходимо удостовериться, что аппарат откалиброван надлежащим образом и контрольный милливольт соответствует 10 мм. Электрокардиограмма при обычном (а), половинном (б) и двукратном (в) усилении

скорость движения бумаги и значение контрольного милливольт в нижней части ЭКГ (25 мм/с, 10 мм/мВ).

Дополнительные онлайн-материалы для этой главы представлены на сайте expertconsult.inkling.com

После калибровки электрокардиографа зубцы *P* и *T* и комплекс *QRS* можно точно описать двумя способами — по их амплитуде (вольтажу) и ширине (продолжительности). В клинической практике при контрольном милливольте, равном 10 мм, высоту зубцов обычно исчисляют в миллиметрах, а не в милливольтках. Например, на рис. 3.2 амплитуда зубца *P* составляет 1 мм, комплекса *QRS* — 8 мм, зубца *T* — около 3,5 мм.

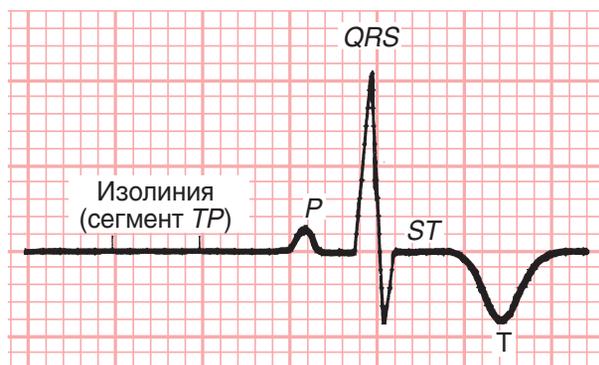


Рис. 3.2. Зубец *P* положительный (направлен вверх), а зубец *T* отрицательный (направлен вниз). Комплекс *QRS* двухфазный (частично положительный, частично отрицательный). Сегмент *ST* изоэлектрический (ни положительный, ни отрицательный)

Зубцы ЭКГ могут быть как положительными, так и отрицательными. Направленные *вверх* зубцы принято считать *положительными*, направленные *вниз* — *отрицательными*; зубцы, совпадающие с изолинией, — *изоэлектрическими*. Частично положительный и частично отрицательный зубец называют *двухфазным*. Так, на рис. 3.2 зубец *P* — положительный, комплекс *QRS* — двухфазный (в начале — положительный, затем — отрицательный), сегмент *ST* — изоэлектрический (расположен на изолинии), зубец *T* — отрицательный.

Теперь мы более подробно опишем основные признаки зубцов *P*, *T*, *U*, комплекса *QRS*, сегмента *ST*. Рассмотрено также измерение интервалов *P-R* и *Q-T*, ширины комплекса *QRS*, интервалов *Q-T/Q-Tc* и *R-R/P-P* с указанием их нормальных значений у взрослых.

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

ЗУБЕЦ *P* И ИНТЕРВАЛ *P-R*

Зубец *P*, отражающий деполяризацию предсердий, — небольшая положительная (или отрицательная) волна перед комплексом *QRS*. Нормальные значения оси, амплитуды и ширины зубца *P* описаны в главе 7. Интервал *P-R* измеряют от начала зубца *P* до начала комплекса *QRS*

(рис. 3.3). В разных отведениях интервал $P-R$ может несколько различаться, при этом при ручном измерении необходимо отметить самый короткий интервал. Интервал $P-R$ отражает время, необходимое для распространения импульса по предсердиям и его прохождения через АВ-соединение (эта физиологическая задержка позволяет желудочкам заполниться кровью до начала их деполяризации для оптимизации сердечного выброса). У взрослых нормальное значение интервала $P-R$ составляет от 0,12 до 0,2 с. При нарушении проводимости через АВ-соединение интервал $P-R$ может удлиняться. Удлинение интервала $P-R$ более 0,2 с называют АВ-блокадой I степени (см. главу 17). При синусовой тахикардии проведение через АВ-соединение может улучшаться за счет увеличения симпатической стимуляции и снижения вагусного влияния. В соответствии с этим интервал $P-R$ может быть физиологически укорочен даже при отсутствии преждевременного возбуждения желудочков при синдроме ВПУ (см. главу 18).



Рис. 3.3. Измерение интервала $P-R$ (объяснение в тексте)

КОМПЛЕКС QRS

Комплекс QRS отражает распространение возбуждения по желудочкам. В то же время не каждый комплекс QRS имеет зубцы Q , R и S , что может приводить к путанице. Несколько неудобное в применении (и произвольное) обозначение проще понять, зная три основные особенности комплекса QRS в любом отведении (рис. 3.4).

1. Если первый зубец комплекса QRS отрицательный (ниже изолинии), он считается зубцом Q .
2. Первый положительный зубец комплекса QRS — зубец R .

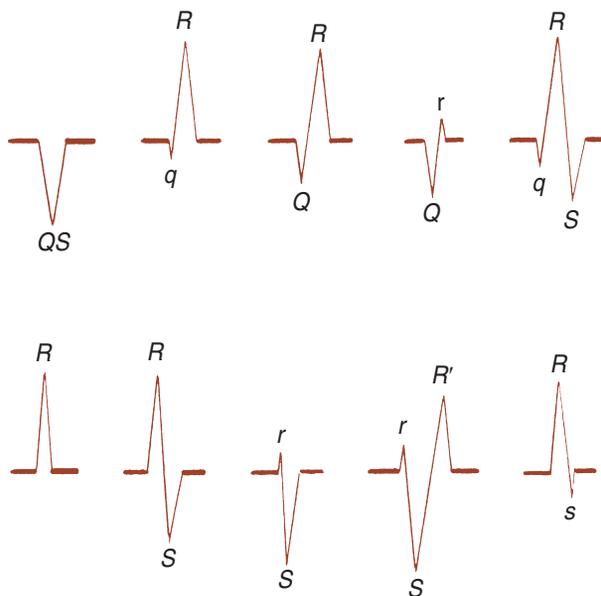


Рис. 3.4. Обозначение зубцов в комплексе QRS (пояснение в тексте)

3. Отрицательный зубец после зубца R — зубец S .

Таким образом, зубцы комплекса QRS — Q , R и S .

В то же время количество зубцов в этом комплексе не обязательно равно трем. Если весь комплекс QRS положительный, его называют просто зубцом R . При этом если весь комплекс QRS отрицательный, его называют комплексом QS (а не зубцом Q , как можно было бы ожидать).

Иногда комплекс QRS содержит больше двух или трех зубцов. В таких случаях дополнительные зубцы называют зубцом R' (« R штрих»), если они положительные, и зубцом S' , если они отрицательные.

На рис. 3.4 представлены основные возможные варианты комплекса QRS и обозначение соответствующих зубцов. Обратите внимание, что прописные буквы (QRS) используют для обозначения зубцов относительно большой амплитуды, а строчными буквами (qrs) описывают относительно маленькие зубцы. В то же время точных пороговых значений вольтажа зубцов для их обозначения строчными или прописными буквами не существует.



r
S
r
S

На первый взгляд обозначение зубцов кажется довольно запутанным, однако оно позволяет описать любой комплекс QRS таким образом, что в воображении слушателя появится точная картина ЭКГ. Например, при описании ЭКГ можно сказать, что в отведении V1 виден комплекс rS («малый r, большой S») или комплекс QS («большой Q, большой S»).

ШИРИНА КОМПЛЕКСА QRS

Ширина комплекса QRS отражает время, необходимое для возбуждения (деполяризации) желудочков, и в норме составляет не более 0,10 с (или не более 0,11 с при компьютерном измерении) (рис. 3.5)¹⁰. Если распространение возбуждения по желудочкам нарушено, например, в результате блокады одной из ножек пучка Гиса, ширина комплекса QRS увеличивается. Подробно дифференциальная диагностика состояний с широким комплексом QRS описана в главах 18, 19 и 25¹¹.

¹⁰ Вероятно, вы уже заметили, что амплитуда комплекса QRS у одного и того же пациента может незначительно различаться в разных циклах. Это может быть связано с рядом факторов, одним из которых является механика дыхания: во время вдоха ЧСС за счет снижения тонуса блуждающего нерва увеличивается (глава 13), а на выдохе уменьшается (из-за повышения тонуса блуждающего нерва). При дыхании ось комплекса QRS может несколько меняться из-за изменения положения сердца и импеданса грудной клетки, которые в некоторой степени влияют на амплитуду комплекса QRS. При регистрации ЭКГ в течение достаточно большого времени можно даже оценить частоту дыхания пациента. Амплитуда комплекса QRS также может меняться при незначительных изменениях активации желудочков, например, при ТП и ФП с быстрым желудочковым ответом (глава 15). Альтернатива комплекса QRS в сочетании с синусовой тахикардией является специфическим, но не чувствительным показателем выпота в полости перикарда с признаками тампонады и развитием феномена качающегося сердца (глава 12). Альтернатива комплекса QRS также наблюдается при некоторых типах пароксизмальной НЖТ (глава 14).

¹¹ Часть комплекса QRS, которую обозначают как внутреннее отклонение, представляет собой интервал от начала комплекса QRS (обычно в левых грудных отведениях) до вершины зубца R в одном и том же отведе-

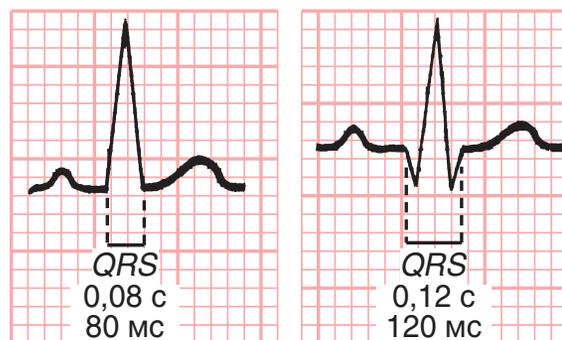


Рис. 3.5. Измерение ширины комплекса QRS (объяснение в тексте)

СЕГМЕНТ ST

Сегмент ST — участок от конечной точки комплекса QRS до начала зубца T (рис. 3.6), отражающий самую раннюю фазу реполяризации желудочков. В норме сегмент ST обычно *изоэлектрический* (совпадает с изолинией), однако он может быть слегка приподнят (элевация) или снижен (депрессия), обычно менее чем на 1 мм. Патологические состояния, такие как ИМ, при которых возникают характерные изменения сегмента ST (главы 9 и 10), представляют собой основное направление клинической ЭКГ-диагностики.

Самое начало сегмента ST (точку между окончанием комплекса QRS и началом сегмента ST) иногда называют точкой J. На рис. 3.6 представлены точка J и нормальная форма сегмента ST. На рис. 3.7 приведено сравнение нормального изоэлектрического сегмента ST с его патологической элевацией и депрессией.

Предпочтительным является термин «время пика R-зубца». Этот интервал позволяет оценить время прохождения импульса от эндокарда ЛЖ к эпикарду. Верхняя граница нормальных значений времени внутреннего отклонения обычно составляет 0,04 с (40 мс). Увеличение времени пика R-зубца наблюдается при гипертрофии ЛЖ (ГЛЖ) (более 0,05 с) и БЛНПГ (более 0,06 с). В то же время следует учитывать, что точная и воспроизводимая оценка этого интервала на обычной ЭКГ затруднительна, поэтому его применение в клинической практике было очень ограниченным.

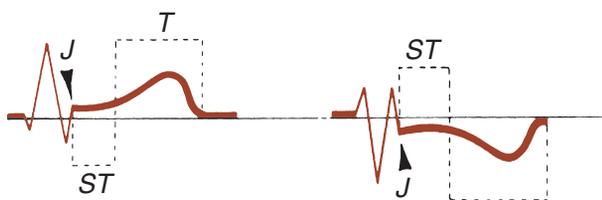


Рис. 3.6. Характеристики сегмента *ST* и зубца *T* в норме. Точка *J* соответствует началу сегмента *ST*

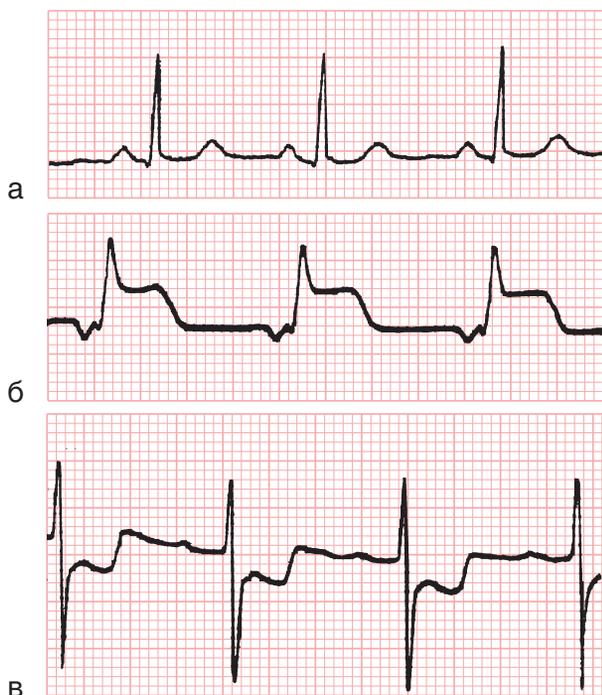


Рис. 3.7. Сегмент *ST*: а — норма; б — патологическая элевация; в — патологическая депрессия

Термины «элевация точки *J*» и «депрессия точки *J*» часто вызывают недоумение у студентов, которые ошибочно полагают, что эти термины обозначают определенное состояние. Эти термины не указывают на конкретную патологию, а носят лишь описательный характер. Например, изолированная элевация точки *J* наблюдается в норме при *паттерне ранней реполяризации* (см. главу 10) или представляет собой маркер системной гипотермии (в таком случае ее обозначают как волну Осборна или зубец *J*; см. главу 11). Элевация точки *J* также может быть

частью элевации сегмента *ST* при остром перикардите, острой ишемии миокарда, БЛНПГ или ГЛЖ (обычно в отведениях *V1–V3*) и при других состояниях. Сходным образом депрессия точки *J* может возникать при различных состояниях, как физиологических, так и патологических, как обсуждается в следующих главах и обобщено в главе 25.

ЗУБЕЦ *T*

Зубец *T* отражает часть процесса реполяризации желудочков. В норме он асимметричный, его пик расположен ближе к концу волны (см. рис. 3.6). Если зубец *T* положительный, подъем его восходящей части обычно происходит медленно, затем он резко возвращается к изолинии. Для отрицательного зубца *T* типичны медленное снижение и резкий подъем к изолинии. В норме зубец *T* *асимметричный*, он становится симметричным лишь при ряде патологических состояний, например при ИМ (главы 9 и 10) и при гиперкалиемии (глава 10). Точка окончания сегмента *ST* и начала зубца *T* произвольна, иногда ее невозможно определить достоверно. Тем не менее для клинической оценки обычно считается допустимой точность измерения до 40 мс (0,04 с).

ИНТЕРВАЛ *Q–T/Q–Tc*

Интервал *Q–T* измеряют от начала комплекса *QRS* до конца зубца *T* (рис. 3.8). Прежде всего этот интервал отражает возвращение желудочков из состояния возбуждения в состояние покоя (реполяризация желудочков). Нормальное значение интервала *Q–T* зависит от ЧСС. При увеличении частоты ритма [укорочении интервала *R–R* (интервал между последовательными комплексами *QRS*)] интервал *Q–T* обычно укорачивается, а при замедлении ритма (удлинении интервала *R–R*) — удлиняется. Укорочение интервала *Q–T* при увеличении ЧСС представляет собой сложный процесс, включающий в себя прямое влияние ЧСС на продолжительность потенциала действия и влияние нейровегетативных факторов.

Интервал *Q–T* следует измерять в том отведении (или отведениях) ЭКГ, где его длина максимальна. Частой ошибкой является измерение

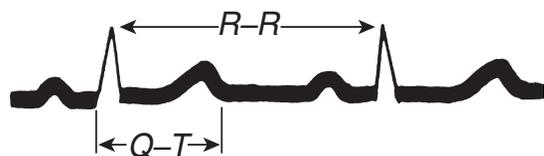


Рис. 3.8. Измерение интервала $Q-T$. $R-R$ — интервал между двумя последовательными комплексами QRS (объяснение в тексте)

интервала $Q-T$ только в II отведении. Необходимо измерить несколько интервалов и вычислить их среднее значение. Когда интервал $Q-T$ удлинен, измерение часто затруднено из-за слияния конечной части зубца T с зубцом U . В результате можно измерить интервал $Q-U$, а не $Q-T$. При представлении результатов может быть оправдано указание отведения, в котором был измерен интервал $Q-T$. В табл. 3.1 указаны приблизительные значения верхней границы нормы интервала $Q-T$ при различной ЧСС.

Таблица 3.1. Интервал $Q-T$ (не скорректированный). Приблизительные верхние границы нормальных значений*

Фактический интервал $R-R$, с	ЧСС, мин	Интервал $Q-T$, с
1,20	50	0,48
1,00	60	0,44
0,86	70	0,40
0,80	75	0,38
0,75	80	0,37
0,67	90	0,35
0,60	100	0,34
0,50	120	0,31

* В тексте описаны два метода расчета интервала $Q-T$, скорректированного по ЧСС и обозначаемого как $Q-T_c$.

К сожалению, более простого общепринятого способа определения нормальных значений интервала $Q-T$ нет. Это применимо и к нижней границе продолжительности интервала $Q-T$.

В связи с указанными проблемами предложен другой показатель — *корректированный* интервал $Q-T$ в зависимости от частоты ритма. Было предложено несколько формул расчета корриги-

рованного интервала $Q-T$, ни одна из которых не является идеальной, и согласия по тому, какая из формул является оптимальной для применения, не достигнуто. Более того, у постели больного часто ошибочно используются традиционно упоминаемые клинические практические правила (см. ниже).

Частые заблуждения при оценке интервала $Q-T$

- Интервал $Q-T$, составляющий менее половины интервала $R-R$, НЕ обязательно является нормальным (в частности, при низкой ЧСС).
- Интервал $Q-T$, превышающий половину интервала $R-R$, НЕ обязательно удлинен (в частности, при очень высокой ЧСС).

МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОРРИГИРОВАННОГО ИНТЕРВАЛА $Q-T$ ($Q-T_c$)

1. МЕТОД КВАДРАТНОГО КОРНЯ

Первым и до сих пор наиболее широко применяемым методом определения скорректированного интервала $Q-T$ является формула Базетта, по которой для расчета $Q-T_c$ необходимо разделить продолжительность фактического интервала $Q-T$ на квадратный корень величины интервала $R-R$, непосредственно предшествующего данному интервалу $Q-T$ (оба значения указывают в секундах):

$$Q-T_c = \frac{Q-T}{\sqrt{R-R}}$$

В норме интервал $Q-T$ составляет от 0,33–0,35 с (330–350 мс) до 0,44 с (440 мс).

Преимуществом этой классической формулы является ее широкая известность и частое применение. Однако она подразумевает извлечение квадратного корня, что делает ее не очень удобной для вычислений вручную. Что еще более важно, описано, что при низкой ЧСС формула избыточно корректирует интервал $Q-T$ (то есть он оказыва-

ется слишком коротким), а при высокой ЧСС — напротив, недостаточно (т.е. интервал $Q-Tc$ оказывается слишком длинным)¹².

2. ЛИНЕЙНЫЙ МЕТОД

С учетом ограничений метода квадратного корня неудивительно наличие множества других формул для расчета интервала $Q-T$, скорректированного по ЧСС. В зависимости от частоты ритма предложены и другие формулы, но ни одна из них не является универсальной. Для вычисления интервала $Q-T$ по методу Ходжеса используют следующую формулу:

$$Q-Tc \text{ (мс)} = Q-T \text{ (мс)} \\ + 1,75 \text{ (ЧСС/мин} - 60).$$

Если вы хотите выполнить расчет в секундах, а не в миллисекундах, формула будет выглядеть следующим образом:

$$Q-Tc \text{ (с)} = Q-T \text{ (с)} \\ + 0,00175 \text{ (ЧСС/мин} - 60 \text{ уд/мин)}.$$

Преимуществом этого уравнения является то, что оно линейное. Обратите внимание, что при использовании обеих формул (Базетта и Ходжеса) при ЧСС 60 в минуту интервал $Q-T$ равен интервалу $Q-Tc$ (0,4 с или 400 мс).

Для коррекции или нормализации интервала $Q-T$ было предложено еще несколько формул. Ни одна из них не получила официального одобрения. Это связано с тем, что ни один метод не является идеальным для применения у конкретного пациента. Более того, попытки определить начало комплекса QRS и еще в большей степени окончание зубца T неизбежно сопряжены с вну-

тренними ошибками/погрешностями. Вы можете проверить гипотезу о наличии значительной вариабельности оценки $Q-T$ у разных исследователей или у одного и того же исследователя, продемонстрировав своим коллегам несколько ЭКГ с вычислением интервала $Q-T$ ¹³.

Обратите внимание, что ряд авторов называют верхней границей $Q-Tc$ у мужчин 0,44 с (440 мс), у женщин — 0,45 с (450 мс), другие считают ее равной 450 мс у мужчин и 460 мс у женщин. При более тонкой оценке значительные изменения интервала $Q-Tc$ в пределах нормального диапазона (в частности, от 0,34 до 0,43 с) могут быть очень ранним признаком прогрессирующего удлинения интервала $Q-T$, связанного с одним из перечисленных ниже факторов.

Патологическому удлинению интервала $Q-T$ могут способствовать многие факторы (рис. 3.9). Например, его продолжительность могут увеличивать некоторые антиаритмические препараты (амиодарон, дронедазон, ибутилид, хинидин, прокаинамид, дизопирамид, дофетилид[®] и соталол), а также большое количество препаратов для лечения других, не кардиологических, заболеваний (фторхинолоны, фенотиазины, пентамидин, макролиды, галоперидол, метадон[®], некоторые селективные ингибиторы обратного захвата серотонина и др.).

Ответь:

1. Метод квадратного корня (формула Базетта): =

$$QTc = \frac{Q-T}{\sqrt{R-R}} = \frac{0,60}{\sqrt{0,92}} = 0,63 \text{ с.}$$

¹² От внимания часто ускользает один технический момент: при использовании метода квадратного корня интервалы $Q-T$ и $R-R$ необходимо измерять в секундах. При этом квадратный корень из $R-R$ (с) будет измеряться в с^{1/2}. Тем не менее интервал $Q-Tc$ врачи всегда указывают в секундах (что удобнее, чем с/с^{1/2} = с^{1/2}). Для согласованности единиц измерения интервал $R-R$ следует измерять в секундах, но записывать его без единиц измерения (т.е. интервал $Q-T$ в секундах / $\sqrt{R-R}$ без единиц измерения), тогда продолжительность интервала $Q-Tc$, как и $Q-T$, будет выражаться в секундах.

¹³ Некоторые авторы рекомендуют строить касательную к нисходящей части зубца T и считать окончанием зубца T точку пересечения полученной касательной с изолинией $T-Q$. Однако этот метод является условным, поскольку наклон может не быть линейным, а окончание зубца T может не совпадать с изолинией. Зубец T также может быть прерван зубцом U . При ФП можно использовать среднее значение нескольких комплексов $Q-T$. Клиницисты должны знать, какой метод используется при автоматическом измерении интервала $Q-T$, и всегда перепроверять полученные результаты.

2. Метод Ходжеса:

$$Q-Tc = Q-T + 1,75 (\text{ЧСС}/\text{мин} - 60) = \\ 0,60 + 1,75 (65 - 60) = 0,60 + 8,75 = 0,68 \text{ с.}$$

По данным обоих методов $Q-Tc$ значительно удлинен, что указывает на риск внезапной остановки сердца из-за ЖТ типа «пируэт» (см. главы 16 и 21).

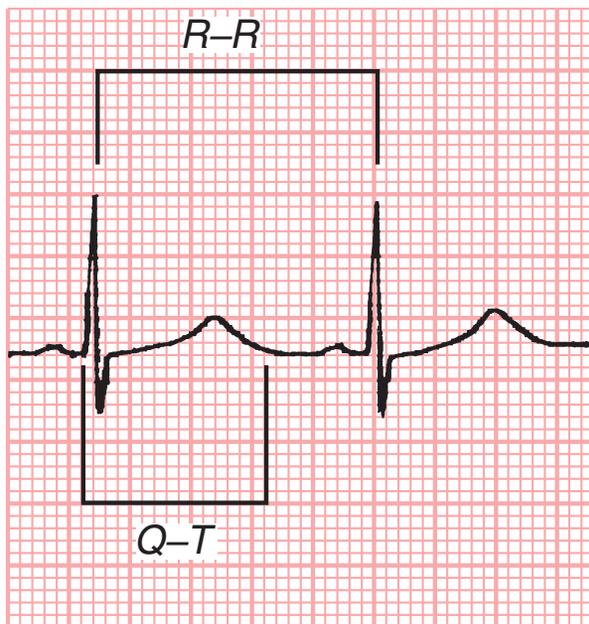


Рис. 3.9. Удлинение интервала $Q-T$ у больного, принимающего хинидин. Фактический интервал $Q-T$ (0,6 с) значительно удлинен для данной частоты сердечных сокращений (65 в минуту) (см. табл. 3.1); скорректированный интервал $Q-T$ (в норме составляет около 0,44–0,45 с и менее) также удлинен*. Замедление реполяризации желудочков предрасполагает к развитию жизнеугрожающей желудочковой тахикардии типа «пируэт» (см. главу 16)

* Для расчета интервала $Q-Tc$ в данном случае используют методы, описанные в данной главе.

Нарушения электролитного обмена (снижение содержания калия, магния или кальция) также представляют собой важную причину удлинения интервала $Q-T$. Удлинение интервала $Q-T$ также наблюдается при гипотермии и связано в этом

случае с замедлением реполяризации клеток миокарда. К другим причинам удлинения интервала $Q-T$ относятся ишемия и ИМ (особенно острая стадия с инверсией зубца T) и субарахноидальное кровоизлияние. Увеличение продолжительности интервала $Q-T$ имеет большое значение в клинической практике, поскольку может свидетельствовать о предрасположенности к развитию потенциально жизнеугрожающих желудочковых аритмий [ЖТ типа «пируэт» (*torsades de pointes*) обсуждается в главе 25].

В табл. 3.1 представлены (рассчитанные) верхние границы интервала $Q-T$. Нижней границей нормальных значений скорректированного интервала $Q-T$ ($Q-Tc$) обычно считается 330–350 мс. Отмечается, что укорочение интервала $Q-T$ может быть признаком гиперкальциемии, а также наблюдается при приеме дигоксина (в терапевтических или токсических дозах). Наконец, описано, что очень редкие наследственные каналопатии ассоциированы с укорочением интервала $Q-T$ и повышением риска внезапной остановки сердечной деятельности (см. главу 21).

ЗУБЕЦ U

Зубец U – небольшая округлая волна, которую иногда выявляют после зубца T (см. рис. 2.2). Как уже было сказано, его точное значение не установлено. Зубец U отражает последнюю стадию реполяризации желудочков. Выраженные зубцы U характерны для гипокалиемии (см. главу 11). Резко выраженные зубцы U выявляют у больных, принимающих некоторые лекарственные препараты, например соталол, хинидин, фенотиазин, или после эпизода острого нарушения мозгового кровообращения. В таких ситуациях появление выраженных зубцов U в сочетании с удлинением фактического интервала $Q-T$ или без него также может свидетельствовать о предрасположенности к развитию желудочковых аритмий (см. главу 16).

В норме полярность зубцов U и T совпадает. Иногда возникают отрицательные зубцы U после положительных зубцов T , например, при ГЛЖ и при ишемии миокарда.

ИНТЕРВАЛЫ R-R И РАСЧЕТ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Данный раздел мы завершаем обсуждением интервала R-R и его обратной величины, а именно частоты сердечных (желудочковых) сокращений. Для определения частоты сокращений желудочков или предсердий (выражаемой как число ударов сердца или циклов в минуту) можно использовать две простые группы методов (рис. 3.10, 3.11).

1. МЕТОД ПОДСЧЕТА КВАДРАТОВ

При регулярном ритме сердца наиболее простой способ определения ЧСС — подсчитать число (N) больших (по 0,2 с) квадратов между двумя последовательными комплексами QRS и разделить постоянную величину 300 на N. Используется постоянная величина 300, поскольку $300 \times 0,2 \text{ с} = 60 \text{ с}$, или 1 мин, а частота ритма рассчитывается как количество сердечных сокращений в минуту.



Рис. 3.10. Для определения частоты сердечных сокращений (в минуту) можно подсчитать число больших квадратов (по 0,2 с) между двумя последовательными комплексами QRS и разделить 300 на это число. В данном примере частота сердечных сокращений составляет $300 \div 4 = 75$ в минуту. Для более точной оценки частоты сердечных сокращений можно посчитать количество малых квадратов (по 0,04 с) между двумя последовательными комплексами QRS (в данном примере около 20) и разделить 1500 на это число, при этом частота сердечных сокращений также оказывается равной 75 в минуту

Например, на рис. 3.10 ЧСС составляет 75 в минуту, так как расстояние между последовательными зубцами R равно четырем большим квадратам ($300 \div 4 = 75$). Сходным образом, если

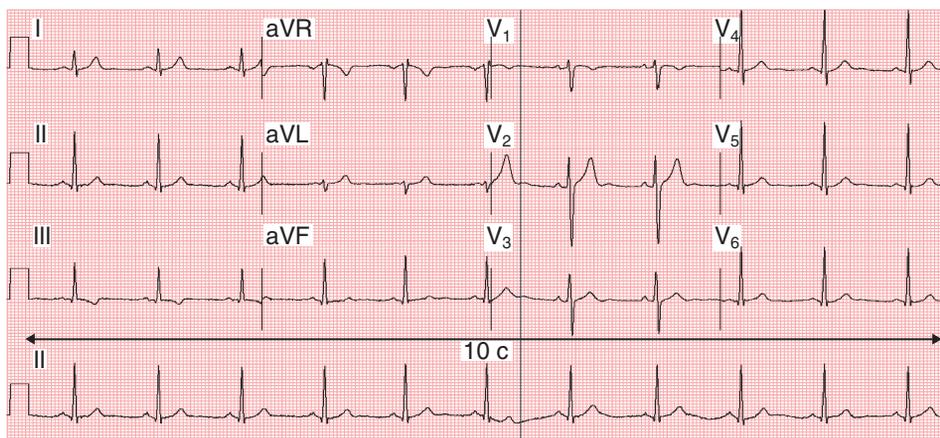


Рис. 3.11. Быстрые методы определения частоты сердечных сокращений. Представлена стандартная 12-канальная электрокардиограмма с полосой ритма (в данном случае отведение II). Метод 1А. Метод подсчета больших квадратов (см. рис. 3.10). Между зубцами R от четырех до пяти квадратов, это соответствует ритму 75–60 ударов в минуту, если 300 разделить на количество больших (0,2 с) квадратов. Метод 1Б. Метод подсчета малых квадратов — более точен, между зубцами R 23 квадрата, и разделив 1500 на число малых (0,04 с) квадратов, получаем 65 ударов в минуту. Метод 2. Метод подсчета числа комплексов QRS. За 10 с зарегистрировано 11 комплексов QRS, что соответствует 66 ударам за 60 с, т.е. за 1 мин. Примечание: короткие вертикальные линии в данном случае указывают на изменение отведения и могут приводить к появлению артефактов из-за прерывания предыдущего комплекса (например, зубцы T в третьем сокращении перед переключением на отведение aVR, aVL и aVF)

между последовательными зубцами *R* расположено два больших квадрата, ЧСС равна 150 в минуту. Пяти большим квадратам будет соответствовать частота 60 в минуту.

В случаях, когда ЧСС высокая или ее нужно оценить очень точно, метод подсчета квадратов можно модифицировать, для этого следует разделить число маленьких (по 0,04 с) квадратов между последовательными зубцами *R* и разделить постоянную величину 1500 на полученную цифру. На рис. 3.10 расстояние между соседними комплексами *QRS* составляет 20 маленьких квадратов. Следовательно, ЧСС равна $1500 \div 20 = 75$ в минуту (1500 маленьких квадратов продолжительностью 0,04 с также соответствуют 60 с, или 1 мин).

Некоторые студенты и врачи используют мнемоническое правило обратного отсчета, с помощью которого они отсчитывают «300, 150, 100, 75, 60 и т.д.» в зависимости от количества больших квадратов (по 0,2 с) между комплексами *QRS*. Однако необходимости запоминать дополнительные цифры нет: такой обратный отсчет основан на простом делении числа 300 на количество больших (по 0,2 с) квадратов между соседними зубцами *R* (или *S*). При этом в случае, когда ЧСС равна 30, обратный отсчет займет у вас определенное время, а использование указанной выше формулы ($300 \div 10 = 30$ в мин) позволит вам быстро определить ЧСС и принять важные решения в отношении лечения пациента.

2. МЕТОД ПОДСЧЕТА *QRS*

При нерегулярном ритме сердца первый метод неточен, так как интервалы между комплексами *QRS* различны. В таких случаях можно определить среднюю ЧСС. Для этого следует подсчитать число комплексов *QRS* в определенном интервале времени (например, за каждые 10 с, что соответствует продолжительности записи на большинстве 12-канальных ЭКГ). После этого полученное число необходимо умножить на соответствующий коэффициент (например, на 6, если для подсчета используется 10-секундный интервал), чтобы получить ЧСС за 60 с (см. рис. 3.11). Данный метод наиболее полезен при значительной нере-

гулярности сердечного ритма, например при ФП или многофокусной ПТ.

Состояние, при котором ЧСС превышает 100 в минуту, называют *тахикардией*, при ритме менее 60 в минуту диагностируют *брадикардию* (от греч. *tachys* — «быстро», *bradys* — «медленно»). Во время физической нагрузки может развиваться синусовая тахикардия, тогда как во время сна или отдыха частота пульса может снижаться до 50 и ниже, что соответствует синусовой брадикардии (в части III данной книги подробно обсуждается большинство бради- и тахиаритмий).

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЧАСТОТОЙ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ИНТЕРВАЛОМ *R-R*

ЧСС обратно связана с продолжительностью другого интервала, описанного ранее, — так называемого интервала *R-R* (или интервала от одного комплекса *QRS* до другого), который, как уже было отмечено выше, представляет собой расстояние между двумя одинаковыми точками соседних комплексов *QRS*. Традиционно для оценки интервала выбирают зубец *R*, однако можно использовать и другие зубцы комплекса *QRS*. Выполнение этих измерений при помощи компьютерных программ с оценкой большого количества интервалов позволяет оценить *вариабельность сердечного ритма* (BCP). Мы не рассматриваем эту важную тему, однако она упомянута в литературных источниках и на интернет-ресурсах.

Студентам следует знать, что по интервалам *R-R* можно рассчитать ЧСС в конкретный момент времени по двум простым эквивалентным друг другу формулам, в зависимости от того, выражен интервал *R-R* в секундах (с) или миллисекундах (мс):

$$\text{ЧСС в минуту в конкретный момент времени} = 60 \div R-R \text{ (с)}$$

$$\text{ЧСС в минуту в конкретный момент времени} = 60\,000 \div R-R \text{ (мс)}$$

ИНТЕРВАЛЫ $P-P$ И $R-R$: ЭКВИВАЛЕНТНЫ ЛИ ОНИ?

В главе 2 мы определили, что существует четыре основных интервала ЭКГ: $P-R$, QRS , $Q-T/Q-Tc$ и $P-P/R-R$. Теперь мы уточним это описание, упомянув интервал между периодами деполяризации предсердий (интервал $P-P$). На основании этого интервала можно рассчитать частоту предсердных сокращений, используя формулу, аналогичную таковой для расчета частоты сокращений желудочков по интервалу $R-R$: частота предсердных сокращений (мин) = $60 \div$ интервал $P-P$ (с). Очевидно, что при синусовом ритме с АВ-проведением 1:1 (что обозначается как нормальный синусовый ритм) интервалы $P-P$ и $R-R$ одинаковы. Отношение 1:1 в данном случае отражает, что каждая волна возбуждения предсердий успешно проводится на желудочки через систему «АВ-узел — пучок Гиса — волокна Пуркинье». Другими словами, каждый сигнал деполяризации предсердий приводит к деполяризации желудочков.

В то же время, как будет обсуждаться в частях II и III этой книги, частота предсердных и желудочковых сокращений одинакова не всегда. В некоторых случаях предсердия сокращаются чаще (в частности, при АВ-блокаде II или III степени), в некоторых случаях — реже (например, при ЖТ и АВ-диссоциации)¹⁴.

¹⁴ Такое же правило можно использовать для расчета частоты предсердных сокращений при несинусовом (например, предсердном эктопическом) ритме. Кроме того, при ТП тоже можно определить частоту предсердных сокращений на основании интервала между волнами трепетания (интервал FF) (глава 15). При таком нарушении ритма сердца частота предсердных сокращений обычно составляет около 300 в минуту. При ФП скорость деполяризации предсердий непостоянна и слишком высока для точной оценки на основании поверхностной ЭКГ. Частота деполяризации (электрической) при ФП равна 350–600 в минуту и оценивается на основании интервала между пиками волн фибрилляции.

ТРУДНОСТИ ТЕРМИНОЛОГИИ

Студентов и практикующих врачей часто вводят в заблуждение стандартные термины ЭКГ, которые могут носить произвольный характер и не всегда выглядят логичными. Тем не менее, поскольку эти термины устойчиво используются в клинической практике, к ним следует привыкнуть. В то же время нужно помнить об этих семантических заблуждениях (вставка 3.1).

Вставка 3.1. Предостережение: трудности терминологии электрокардиографии

- Интервал $R-R$ — это интервал $QRS-QRS$.
- Интервал $P-R$ — это интервал от начала зубца P до начала комплекса QRS (реже используется термин «интервал $P-Q$ », однако термин «интервал $P-R$ » предпочтительнее, даже если в отведении отсутствует зубец R).
- Интервал $Q-T$ — это интервал от начала комплекса QRS до конца зубца T .
- Не в каждом комплексе QRS есть зубцы Q , R и S .

ВАЖНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭКГ

До этого момента мы рассматривали только основные вопросы ЭКГ. Перед тем как перейти к дальнейшему обсуждению ЭКГ, необходимо подчеркнуть несколько общих положений.

1. На ЭКГ можно зарегистрировать только *электрическую* активность сердца. ЭКГ не позволяет непосредственно оценить *механическую* функцию сердца (т.е. определить, насколько хорошо сердце сокращается и выполняет насосную функцию). Таким образом, например, у больного с острым отеком легких ЭКГ может быть нормальной. И наоборот, у больного с выраженными изменениями ЭКГ нарушения функции сердца могут отсутствовать.

2. ЭКГ непосредственно *не* показывает изменений строения сердца, таких как дефекты межжелудочковой перегородки, клапанов сердца. С помощью ЭКГ можно выявить только электрические нарушения, вызванные дефектами структуры. Однако при некоторых состояниях по ЭКГ можно диагностировать и структурные изменения: например, митральный стеноз, острую эмболию легочной артерии, ИМ/ишемию миокарда, поскольку у таких больных возможно появление совокупности типичных электрических нарушений.
3. ЭКГ *не* отражает электрическую активность *всего* сердца. Электрическая активность СА- и АВ-узлов на поверхностной ЭКГ не регистрируется. Более того, электроды на поверхности тела регистрируют только ток в области их размещения. Клиническая ЭКГ регистрирует сумму электрических потенциалов, которые возникают в большом количестве кардиомиоцитов. Следовательно, существуют электрически «немые» области сердца, сигнал от которых нейтрализуется или не регистрируется из-за низкой амплитуды. Например, при ишемии части миокарда

12-канальная ЭКГ может быть полностью нормальной или неспецифически измененной даже у пациента с клиническими признаками стенокардии (дискомфорт в грудной клетке, обусловленный ишемией миокарда).

4. Электрическую активность АВ-узла можно регистрировать с помощью специальной аппаратуры и внутрисердечного катетера (*электрограмма пучка Гиса*; см. интернет-ресурсы).

Таким образом, отсутствие изменений на ЭКГ не всегда означает, что все клетки сердечной мышцы деполяризуются и реполяризуются нормальным образом. Более того, некоторые нарушения, включая жизнеугрожающие состояния, такие как тяжелая ишемия миокарда, полная АВ-блокада и устойчивая ЖТ, могут быть преходящими. *В связи с этим ЭКГ, как и любой другой метод исследования, следует применять с учетом его показаний и ограничений* (см. главу 24).

В главах 4–6 будут описаны отведения ЭКГ, нормальная ЭКГ и концепция электрической оси сердца (ЭОС). В дальнейшем будут рассмотрены патологические виды ЭКГ с акцентом на клинические и физиологически важные вопросы.