

Checkliste EKG

Christian W. Hamm, Stephan Willems

Unter Mitarbeit von
Boris Lutomsky

Geleitwort von Thomas Meinertz

4., vollständig überarbeitete Auflage

244 Abbildungen, 32 Tabellen

Checklisten
der aktuellen Medizin
Begründet von F. Largiader, A. Sturm, O. Wicki

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

КАРМАННЫЙ СПРАВОЧНИК



Кристиан В. Хамм, Штефан Виллемс

ЭКГ

2-е издание на русском языке

Перевод с немецкого
под редакцией профессора Ю.А. Васюка

Основатели оригинальной серии:
Ф. Ларгиадер, А. Штурм, О. Викки



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2021

Оглавление

Предисловие ко 2-му изданию на русском языке	9
Предисловие к 1-му изданию на русском языке	11
Предисловие к 4-му изданию на немецком языке	12
Список сокращений	14

ЧАСТЬ I. Основы электрокардиографии15

1. Основы электрокардиографической диагностики	15
1.1. Электрофизиологические основы электрокардиографии	15
2. Анатомия и физиология проводящей системы сердца	22
2.1. Анатомия и физиология сердца	22
3. Основы регистрации электрокардиограммы.	25
3.1. Подготовка, запись данных	25
3.2. Причины ошибок	27
3.3. Распространение возбуждения и отведения	28
4. Стандартные отведения	33
4.1. Составляющие стандартной электрокардиограммы	33
4.2. Отведения от конечностей	33
4.3. Грудные отведения по Уилсону (униполярные)	36
5. Положение электрической оси сердца	41
5.1. Основные положения	41
5.2. Определение положения электрической оси сердца	43
5.3. Отдельные типы положения электрической оси сердца	47
6. Электрокардиография с нагрузкой	56
6.1. Основные положения	56
6.2. Проведение эргометрии	58
7. Мониторирование электрокардиограммы	62
8. Электрокардиограмма при наличии кардиостимулятора	66
9. Электрофизиологическое исследование	76

ЧАСТЬ II. Составляющие электрокардиограммы (от изменений электрокардиограммы к диагнозу), подходы к электрокардиографической диагностике и лечению	81
10. Электрокардиограмма в норме и при патологии	81

10.1. Зубец <i>P</i>	82
10.2. Интервал и сегмент <i>PQ</i>	87
10.3. Зубцы <i>Q</i> , <i>R</i> и <i>S</i>	89
10.4. Комплекс <i>QRS</i>	92
10.5. Зубец <i>T</i>	95
10.6. Сегмент <i>ST</i>	97
10.7. Интервал <i>QT</i>	100
10.8. <i>U</i> -волна	102
11. Подходы к электрокардиографической диагностике	104
11.1. Регистрация электрокардиограммы	104
11.2. Определение частоты сердечных сокращений	105
11.3. Определение интервалов на электрокардиограмме	107
11.4. Определение положения электрической оси сердца	108
11.5. Брадиаритмии	109
11.6. Тахикардии	110
12. Подходы к лечению нарушений ритма	114
12.1. Брадикардии	114
12.2. Тахикардии	115

ЧАСТЬ III. От диагноза к электрокардиографическим изменениям

13. Брадикардии	119
13.1. Основные положения, обзор, дифференциальная диагностика	119
13.2. Синусовая брадикардия	121
13.3. Дыхательная синусовая аритмия	125
13.4. Синдром слабости синусового узла	126
13.5. Синоатриальные блокады	127
13.6. Синдром каротидного синуса	131
13.7. Атриовентрикулярные блокады	133
13.8. Блокады ножек пучка Гиса	142
13.9. Двухпучковые блокады	152
13.10. Сочетание двухпучковых блокад с атриовентрикулярной блокадой I или II степени	155
13.11. Замещающие ритмы	155
14. Обзор: тахикардии	160
14.1. Обзор и дифференциальная диагностика тахикардий	160
15. Наджелудочковые тахикардии	162

15.1. Наджелудочковые тахикардии: обзор	162
15.2. Фибрилляция предсердий	163
15.3. Трепетание предсердий	176
15.4. Синусовая тахикардия и <i>re-entry</i> - тахикардия из синусового узла	181
15.5. Предсердная тахикардия	183
15.6. Тахикардия из атриовентрикулярного узла по типу <i>re-entry</i>	186
15.7. Синдром Вольфа—Паркинсона— Уайта (WPW)	190
15.8. Редкие синдромы преждевременного возбуждения	202
16. Желудочковые тахикардии	204
16.1. Желудочковая экстрасистолия (VES)	204
16.2. Желудочковая тахикардия	209
16.3. Идиопатическая желудочковая тахикардия	218
16.4. Желудочковая тахикардия при аритмогенной дисплазии правого желудочка	220
16.5. Наследственные желудочковые тахикардии	221
16.6. Ускоренный идиовентрикулярный ритм	230
16.7. Фибрилляция и трепетание желудочков	231
17. Ишемическая болезнь сердца (ИБС)	236
17.1. Основные положения и обзор	236
17.2. Стенокардия, инфаркт миокарда	237
17.3. Стадии течения инфаркта миокарда с подъемом сегмента <i>ST</i>	242
17.4. Определение локализации инфаркта миокарда	246
17.5. Нарушения ритма при остром инфаркте миокарда	255
17.6. Электрокардиографические изменения при инфаркте миокарда и блокаде ножек пучка Гиса, а также у больных с имплантированным кардиостимулятором	261
17.7. Дифференциальная диагностика при подъеме сегмента <i>ST</i>	264
18. Перегрузка правых и левых отделов сердца	268
18.1. Гипертрофия правого желудочка, острая и хроническая перегрузка правых отделов сердца	268
18.2. Гипертрофия левого желудочка	272
19. Воспалительные заболевания сердца	275

20. Врождённые и приобретённые пороки сердца . . .	279
20.1. Врождённые пороки сердца	279
20.2. Приобретённые пороки сердца	285
21. Кардиомиопатии	291
22. Нарушения электролитного обмена и влияние лекарственных средств	294
22.1. Электролитные нарушения	294
22.2. Влияние лекарственных средств	299
23. Другие причины изменений электрокардиограммы	303
ЧАСТЬ IV. Инвазивные/немедикаментозные методы лечения	306
24. Немедикаментозные методы лечения нарушений ритма	306
24.1. Антитахикардитическая стимуляция	306
24.2. Кардиоверсия и дефибрилляция	310
24.3. Антибрадикардитическая стимуляция (кардиостимуляция)	313
24.4. Бивентрикулярная стимуляция	323
24.5. Имплантация кардиовертера- дефибриллятора	325
24.6. Катетерная абляция при тахиаритмиях	329
25. Приложение	336
25.1. Используемые антиаритмики	336
25.2. Алгоритмы реанимации	345
Предметный указатель	347

Предисловие ко 2-му изданию на русском языке

Уважаемые читатели, все мы являемся свидетелями бурного прогресса в инструментальной диагностике заболеваний сердечно-сосудистой системы. Внедрение в широкую клиническую практику самых современных достижений медицинской науки и инженерной мысли возвели процесс диагностики в кардиологии в ранг искусства. При этом одновременное использование нескольких новых инструментальных технологий существенно расширило возможности диагностического поиска и, как следствие, повысило эффективность лечебного процесса. Именно поэтому все мы с неподдельным интересом и высокой профессиональной заинтересованностью погрузились в изучение возможностей этих новых визуализирующих технологий. Но при этом многие из нас с некоторым удивлением обнаружили, что старая и добрая методика электрокардиографического исследования не только не потеряла своей актуальности, но даже приобрела новое звучание, поскольку практически все новейшие методы оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы синхронизируются с фазовой структурой сердечного цикла. Поэтому ЭКГ, как правило, регистрируется параллельно с визуализирующими методами исследования сердца, детально анализируется в рамках полиинструментальной диагностической парадигмы и активно используется не только в диагностике, но и при формировании стратегии лечения пациентов с сердечно-сосудистой патологией.

Книга Кристиана В. Хамма и Штефана Виллемса, которую вы держите в руках, является одним из наиболее удачных справочных изданий по клинической электрокардиографии, предназначенных для врачей общей практики, терапевтов и кардиологов, обладающих определённым опытом работы с электрокардиограммами. Отличительной особенностью этой книги является её выраженная практическая направленность и обширный иллюстративный материал, а также не только краткое изложение основ электрокардиографии и отдельных составляющих нормальной и патологически измененной ЭКГ, но и описание анатомии и физиологических либо патофизиологических особенностей, лежащих в основе их формирования, а что самое важное, доступное изложение наиболее значимых клинических аспектов электрокардиографии.

В данном справочном издании представлены особенности ЭКГ у здоровых лиц и при различных формах ИБС, врождённых и приобретённых заболеваниях клапанного аппарата, мио- и перикардитах, АГ и легочной гипертензии, разнообразных синдромах, а также при различных внесердечных причинах (панкреатит, цереброваскулярные и эндокринные заболевания, системные заболевания соединительной ткани и нейромышечные болезни.). Кроме того, важно отметить наличие в данном издании описания и особенностей программированной внутрисердечной стимуляции и работы всех кардиостимуляторов, а также особенностей внутрисердечной ЭКГ и её клинической интерпретации.

Представленные в данном справочном руководстве оптимальные подходы к электрокардиографической диагностике и лечению заболеваний сердечно-сосудистой системы, в частности доступное изложение различных алгоритмов анализа ЭКГ при нарушениях ритма и поводимости, значительно облегчают использование представленных в нем сведений не только специалистам по функциональной диагностике, но и клиницистам самого широкого профиля, включая начинающих врачей и врачей первичного звена здравоохранения.

Несомненным достоинством данного справочного руководства является не только детальное описание всех аритмий, но и современные возможности их немедикаментозной и медикаментозной коррекции, в том числе доступные алгоритмы реанимации при неотложных состояниях, что особенно важно для практикующих врачей.

Все вышеизложенное позволяет выразить уверенность в том, что повседневная работа с данным изданием существенно повысит профессиональный уровень врачей и, что не менее важно, доставит им истинное удовольствие при углублённом его изучении.

*Заслуженный врач РФ, профессор
зав. кафедрой госпитальной
терапии №1 МГМСУ им. А.И. Евдокимова*

Ю.А. Васюк

Предисловие к 1-му изданию на русском языке

Предлагаемая читателю книга Кристиана В. Хамма и Штефана Виллемса — одно из наиболее удачных миниатюрных справочных изданий по клинической электрокардиографии, предназначенных для повседневной работы врачей общей практики, терапевтов и кардиологов, обладающих определённым опытом работы с электрокардиограммами. Отличительной особенностью этой книги является её практическая направленность. Авторы отказались от подробного изложения теоретических основ электрокардиографии, механизмов формирования тех или иных изменений электрокардиограмм, уделив особое внимание клинической интерпретации результатов исследования. «От диагноза к электрокардиографическим изменениям» — вот основной девиз книги, который принципиально отличает её от многочисленных известных пособий по электрокардиографии.

В связи с этим особую ценность представляют главы, в которых приводятся подробные алгоритмы, облегчающие дифференциальную диагностику электрокардиографических изменений при наиболее распространённых клинических синдромах, сопровождающихся возникновением суправентрикулярных и желудочковых тахикардий, блокад ножек пучка Гиса и атриовентрикулярных блокад, а также синкопальных состояний, более в области сердца, воспалительных заболеваний сердца, заболеваний с сопутствующими признаками перегрузки правых и левых отделов и др. При этом подробно разбираются не только признаки электрокардиографических изменений, но и алгоритмы медикаментозного и немедикаментозного лечения, что особенно важно для практикующего врача.

Можно отметить высокий методический и профессиональный уровень этого издания, в котором краткость и чёткость изложения сочетаются с богатейшим и уникальным иллюстративным материалом.

Мы надеемся, что русская версия карманного справочника по электрокардиографии станет настольной книгой многих практикующих врачей-интернистов и кардиологов нашей страны.

*Д-р мед. наук, проф.
зав. кафедрой*

*пропедевтики внутренних
болезней лечебного факультета РГМУ*



А.В. Струтынский

Предисловие к 4-му изданию на немецком языке

В современную эпоху широкого распространения инвазивных электрофизиологических манипуляций ЭКГ-метод в полной мере сохраняет своё центральное место в диагностике кардиоваскулярных заболеваний и привлекательность для клиницистов. Несмотря на появившиеся возможности с помощью новых инвазивных методик заглянуть внутрь организма, а также на достижения трехмерного картирования и визуализирующих технологий, простой и испытанный метод регистрации ЭКГ с поверхности тела остаётся краеугольным камнем диагностики при многих заболеваниях сердца. Например, при синдроме Бругада, когда требуется отнести пациента к той или иной группе риска, простой, дешёвый и доступный метод ЭКГ, записанной с поверхности тела, остаётся наиболее актуальным подходом.

В предлагаемом новом издании справочника мы учли новейшие достижения в области генетики и инвазивной электрофизиологии, а также ключевые положения современных рекомендательных документов по наиболее актуальным в этом контексте клиническим синдромам (фибрилляция предсердий, внезапная смерть от остановки сердца/терапия ИКС и др.). Настоящее издание, представляющее собой полную переработку предыдущего, было бы невозможно без запроса со стороны студентов и наших коллег-врачей, нуждающихся в обновлении и совершенствовании предлагаемой информации. То же можно сказать и о нашем сотрудничестве с кардиологическим центром при клинике Керкхофф в Бад Наухайме и с университетским кардиологическим центром в Гамбурге. Отдельно хочется подчеркнуть вклад наших коллег Йорна Шмитта и Бориса А. Хоффмана, много сделавших для актуализации содержания справочника.

Мы благодарны также и вам, читатели нашего справочника, тем, кто им, собственно, пользуется, потому что именно ваша заинтересованность в современном усовершенствованном руководстве по ЭКГ-диагностике, ориентированном на практическое применение, и обусловила появление этой книги. Мы попытались обеспечить квалифицированному

врачу незаменимую, на наш взгляд, возможность и в будущем, несмотря на все компьютерные алгоритмы обработки и интерпретации данных, встроенные в современные ЭКГ-аппараты, уметь самому читать электрокардиограмму и разбираться в деталях.

Мы будем рады, если предлагаемое издание, в котором представлены все современные данные, останется и впредь доступным и оперативным помощником в практической работе врача.

*Штефан Виллемс,
Гамбург, май 2014 г.*

Список сокращений

- ♥ — торговое наименование лекарственного средства
- ♾ — лекарственное средство не зарегистрировано в Российской Федерации
- ⊗ — лекарственное средство в Российской Федерации аннулировано, т.е. исключено из официального Регистра лекарственных средств
- NYHA — New York Heart Association
- WPW — синдром Вольфа–Паркинсона–Уайта
- AB — атриовентрикулярный
- AD — артериальное давление
- ИБС — ишемическая болезнь сердца
- КФК — крестинфосфокиназа
- MPT — магнитно-резонансная томография
- ТЭЛА — тромбоэмболия лёгочной артерии
- ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь лёгких
- ЧСС — частота сердечных сокращений
- ЭКГ — электрокардиография, электрокардиограмма
- ЭхоКГ — эхокардиография

ЧАСТЬ I

Основы электрокардиографии

1. Основы электрокардиографической диагностики

1.1. Электрофизиологические основы электрокардиографии

Предисловие

- **Электромеханическое сопряжение.** В двух взаимосвязанных процессах электрической активации и взаимном скольжении сократительных элементов кардиомиоцитов основную роль играют ионы кальция.
- **Потенциал действия** отражает электрические процессы в отдельных кардиомиоцитах.

Мембранный потенциал: обзор

- **Мембранный потенциал покоя**
 - Возникает вследствие различного содержания ионов во внутриклеточном и внеклеточном пространстве.
 - Внутри клетки преобладают ионы калия, вне клетки — ионы натрия.
 - Градиент концентрации ионов поддерживают ионные насосы.
 - В покое разность потенциалов на мембране составляет -90 мВ.
- **Пороговый потенциал**
 - Самопроизвольная электрическая активность кардиомиоцитов или внешнее воздействие обуславливают появление ионных токов и порогового потенциала.
 - При достижении порогового потенциала возникает потенциал действия.
- **Потенциал действия** (рис. 1-1)
 - В начале потенциала действия происходит кратковременная смена заряда внутренней и наружной поверхности мембраны (деполяризация).
 - Затем происходит обратное восстановление исходного заряда мембраны (реполяризация), и вновь возникает мембранный потенциал покоя.

Фазы потенциала действия

- **Фаза 0 (быстрая деполяризация).** Вследствие быстрого поступления ионов натрия в клетку возникает быстрое изменение потенциала покоя.
- **Фаза 1 (ранняя быстрая реполяризация).** Различные ионные потоки (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) обуславливают начальное восстановление исходного заряда внутренней и наружной поверхности мембраны.
- **Фаза 2 (фаза плато).** Происходит медленный выход ионов калия из клетки при дополнительном поступлении ионов кальция в клетку (продолжительность составляет около 100–200 мс). Во время этой фазы натриевые каналы в большинстве своём не активны.
- **Фаза 3 (поздняя быстрая реполяризация).** Вследствие продолжающегося выхода ионов калия происходит постепенное восстановление исходного мембранного потенциала покоя.
- **Фаза 4 (мембранный потенциал покоя и спонтанная диастолическая деполяризация).** В эту фазу происходит обмен ионов натрия и калия. Распределение ионов вновь соответствует исходному состоянию.

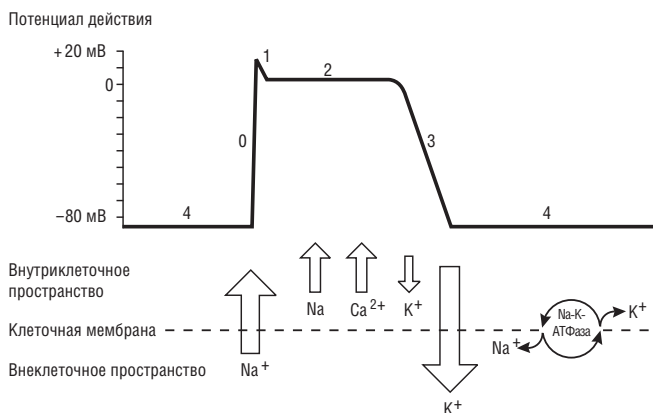


Рис. 1-1. Потенциал действия. Потенциал действия можно разделить на пять фаз (0–4); для каждой фазы характерны различные ионные токи

Центры автоматизма сердца

- Пороговый потенциал может произвольно возникать в трёх различных участках миокарда.
 - Синусовый узел — первичный центр автоматизма.
 - АВ-узел — вторичный центр автоматизма.
 - Кардиомиоциты желудочков в области волокон Пуркинье — третичный центр автоматизма.
- Потенциал действия в этих трёх областях отличается по скорости нарастания и длительности (рис. 1-2). Эта разница определяется различным распределением ионных каналов.

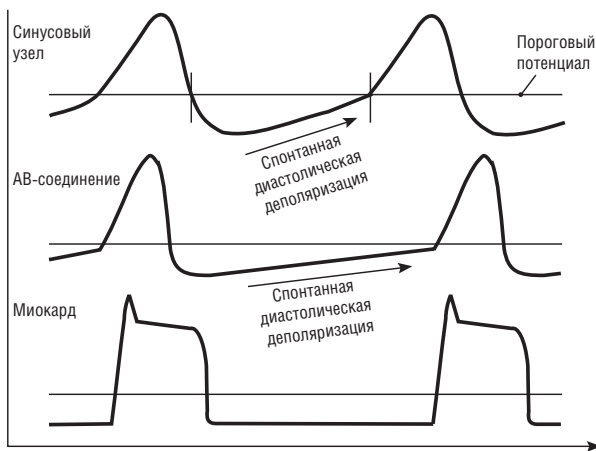


Рис. 1-2. Центры автоматизма сердца: потенциалы действия синусового узла, атриовентрикулярного узла и кардиомиоцитов: обращает на себя внимание спонтанная диастолическая деполяризация в синусовом узле и атриовентрикулярном (АВ) узле по сравнению с потенциалом действия кардиомиоцитов

- Частота образования импульсов различных центров автоматизма представлена в табл. 1-1.

Таблица 1-1. Частота образования импульсов различных центров автоматизма

Центр автоматизма	Частота образования импульсов
Синусовый узел	60–80 в минуту
АВ-узел	40–60 в минуту
Миокард желудочков	20–40 в минуту

Рефрактерные периоды

► **Определение.** Во время потенциала действия существует фаза невозбудимости (рефрактерности) кардиомиоцитов. Она зависит от величины напряжения на мембране кардиомиоцитов.

► Рефрактерные периоды

- Абсолютный рефрактерный период (напряжение от -50 до 0 мВ). В абсолютный рефрактерный период невозможно возбуждение миокарда. Он соответствует фазам 1 и 2, а также началу фазы 3 потенциала действия (рис. 1-3).
- Эффективный рефрактерный период (напряжение от -50 до -60 мВ). В этом периоде в ответ на внешнее воздействие возникают низкие по амплитуде и плоские по форме потенциалы действия.
- Относительный рефрактерный период (напряжение от -60 мВ до величины мембранного потенциала покоя). В этот период в ответ на стимулы могут возникать эффективные потенциалы действия с медленным подъёмом и незначительным повышением потенциала непосредственно после фазы 0.

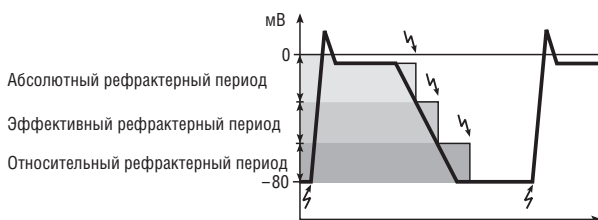


Рис. 1-3. Рефрактерные периоды потенциала действия: в зависимости от времени нанесения раздражения возможно отсутствие потенциала действия (абсолютный рефрактерный период), возникновение потенциала действия без дальнейшего проведения (эффективный рефрактерный период), изменённого потенциала действия (относительный рефрактерный период); только по окончании рефрактерного периода можно вызвать потенциал действия обычной формы

Проведение возбуждения: теория диполей**► Виды активации клеток**

- Образование возбуждения в центрах автоматизма (см. с. 17).
- Проведение возбуждения по специфической проводящей системе:
 - особенности проведения возбуждения в миокарде и проводящей системе одинаковые;
 - скорость проведения возбуждения по проводящей системе выше, чем в остальном миокарде.

► Теория диполей

- Определение. Диполь отражает разницу зарядов между возбуждёнными и невозбуждёнными клетками.
- Проведение возбуждения основано на дипольных свойствах отдельных клеток или клеточных соединений.

► Основы измерения диполей

- Измеряют напряжение.
- Распространение электрического возбуждения происходит от ранее деполяризованных клеток к остальным.
- В состоянии деполяризации и реполяризации отсутствует напряжение (разность потенциалов).

► Значение диполя для регистрации электрокардиограммы

- Деполяризация
 - Зубец *P* — деполяризация предсердий.
 - Комплекс *QRS* — деполяризация желудочков.
- Полностью возбуждённый миокард
 - Сегмент *ST*. В здоровом миокарде отсутствует разность потенциалов, поэтому сегмент *ST* расположен на изолинии.
- Реполяризация
 - Зубец *T* по сравнению с деполяризацией (комплекс *QRS*) имеет обратное направление. Так как реполяризация сначала происходит в клетках, в которых деполяризация произошла позже всего, комплекс *QRS* и зубец *T* на ЭКГ в 12 общепринятых отведениях имеют одинаковую полярность.

Проведение возбуждения: теория векторов

- Определение.** Электрический вектор отражает прямую связь между начальным и конечным пунктами электри-

Основы электрокардиографической диагностики

ческого возбуждения внутри определённого временного интервала.

► Если диполь описывает напряжение между клетками, то вектор — выражение величины напряжения и направления его в пространстве.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКГ-ДИАГНОСТИКИ

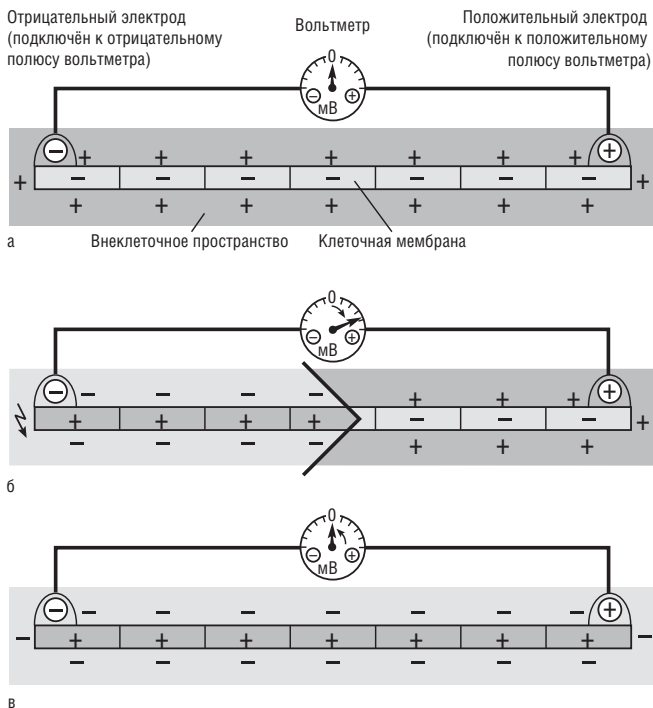


Рис. 1-4. Измерение диполей. Представлена клетка кардиомиоцита, на обоих концах которого помещены электроды измерительного прибора; обратите внимание на распределение заряда между внеклеточным и внутриклеточным пространством: а — кардиомиоцит в покое, одинаковое распределение напряжения между внеклеточным и внутриклеточным пространством на обоих электродах на концах клетки; б — раздражение приводит к возбуждению (поляризации) кардиомиоцита, возбуждение ещё не достигло конца клетки, между обоими электродами измерительного прибора можно измерить напряжение; в — полностью возбуждённая клетка, отсутствие напряжения между электродами измерительного прибора

- Соответственно направлению возбуждения в сердце этот градиент напряжения расположен в пространстве. Вектор имеет постоянное направление от начала возбуждения (отрицательный полюс) к области миокарда, в которой возбуждение произошло позже всего (положительный полюс).
- ЭКГ в 12 общепринятых отведениях отражает объединение всех векторов во фронтальной плоскости.